

# **UNIWERSYTET MUZYCZNY FRYDERYKA CHOPINA**

Dziedzina sztuki, dyscyplina artystyczna: sztuki muzyczne

**Michał Gasztych**

## **Alternatywne kierunki rozwoju współczesnego saksofonu – EWI i Harmonizator Kontrolowany**

### **Opis dzieła artystycznego**

Praca doktorska napisana pod kierunkiem  
prof. dra hab. Pawła Gusnara  
/dra hab. Wojciecha Błażejczyka, prof. UMFC/

Warszawa 2024

### Oświadczenie promotora pracy doktorskiej

Oświadczam, że niniejsza praca została przygotowana pod moim kierunkiem i stwierdzam, że spełnia ona warunki do przedstawienia jej w przewodzie doktorskim.

Data

Podpis promotora pracy

### Oświadczenie autora pracy

Świadom odpowiedzialności prawnej oświadczam, że niniejsza praca doktorska została napisana przeze mnie samodzielnie pod kierunkiem Promotorów i nie zawiera treści uzyskanych w sposób niezgodny z obowiązującymi przepisami.

Oświadczam również, że przedstawiona praca nie była wcześniej przedmiotem procedur związanych z uzyskaniem stopnia naukowego.

Oświadczam ponadto, że niniejsza wersja pracy jest identyczna z załączoną wersją elektroniczną.

Data

Podpis autora pracy

## Podziękowania

Chciałbym wyrazić swoje najszczerze podziękowania i wyrazy uznania dla osób, które swoją wiedzą, pomocą i życzliwością przyczyniły się do powstania niniejszej dysertacji. Wyrazy podziękowania kieruję do:

- Promotora – prof. dra hab. Pawła Gusnara;
- Promotora pomocniczego oraz kompozytora jednego z utworów należących do dzieła artystycznego – dra hab. Wojciecha Błażejczyka;
- Pani Kierownik Studiów Doktoranckich UMFC oraz kompozytorki jednego z utworów należących do dzieła artystycznego – dr hab. Alicji Gronau-Osińskiej;
- Nauczyciela przedmiotów „Wprowadzenie do oprogramowania Max/MSP/Jitter” i „Live Electronics” w Conservatorium van Amsterdam – Josa Zwaanenburga (MA);
- Specjalistę w obsłudze wizualnego języka programowania Max/MSP/Jitter – mgra Andrzeja Kopcia;
- Konstruktorów instrumentów elektronicznych ze STEIM-u w Amsterdamie – Michele Abolaffia (MA) i Rika Wijngaardsa (MA);
- Nauczyciela gry na EWI w Conservatorium van Amsterdam – Itai Weissmana (MA);
- Pianisty – mgra Cypriana Sekreckiego;
- Reżysera dźwięku – mgra Mikołaja Grzebieniowskiego;
- Operatora kamer i montażysty filmów należących do dzieła artystycznego – Mateusza Pusiewicza (MA);
- Doradcy w formułowaniu wzorów matematycznych – inż. Krzysztofa Iwanka;
- Kompozytorów utworów wchodzących w skład dzieła artystycznego – Mattea Nicolina (MA), dra hab. Dariusza Przybylskiego, dra Dominika Lasoty.

Z wyrazami szacunku,

## Acknowledgements

I would like to express my sincerest thanks and appreciation to the people who contributed to the creation of this dissertation with their knowledge, help and kindness. My words of thanks I refer to:

- Promoter – prof. dr hab. Paweł Gusnar;
- Auxiliary promoter and composer of one of the pieces belonging to the artistic work – dr hab. Wojciech Błażejczyk;
- Head of Doctoral Studies at the CUM and composer of one of the pieces belonging to the artistic work – dr hab. Alicja Gronau-Osińska;
- Teacher of subjects ‘Introduction to Max/MSP/Jitter’ and ‘Live Electronics’ at the Conservatorium van Amsterdam – Jos Zwaanenburg (MA);
- Specialist in the visual programming language Max/MSP/Jitter – mgr Andrzej Kopeć;
- Electronic Instrument Builders from the STEIM in Amsterdam – Michele Abolaffio (MA) and Rik Wijngaards (MA);
- EWI teacher at the Conservatory of Amsterdam – Itai Weissman (MA);
- Pianist – mgr Cyprian Sekrecki;
- Sound illustrator – mgr Mikołaj Grzebieniowski;
- Camera operator and editor of movies belonging to artistic work – Mateusz Pusiewicz (MA);
- Advisor in creating mathematical formulas – inż. Krzysztof Iwanek (engineer);
- Composers of pieces included in artistic work – Matteo Nicolin (MA), dr hab. Dariusz Przybylski, dr Dominik Lasota.

Yours faithfully,

## Abstrakt

Uniwersytet Muzyczny Fryderyka Chopina

mgr Michał Gasztych

### **Alternatywne kierunki rozwoju współczesnego saksofonu – EWI i Harmonizator Kontrolowany**

Promotor: prof. dr hab. Paweł Gusnar

Promotor pomocniczy: dr hab. Wojciech Błażejczyk

Niniejsza dysertacja odnosi się do alternatywnego podejścia w wykorzystaniu wiedzy i gry na saksofonie. W pewnym sensie jest to także rozwinięcie mojej pracy magisterskiej, która dotyczyła zastosowania ulepszeń saksofonowych dostępnych na rynku oraz ich wpływu na barwę dźwięku.

Zdając sobie sprawę, że nazwa tematu może sugerować rozległy zbiór zagadnień związanych z rozwojem współczesnego saksofonu (instrument jest młody, a pomysłów jego użycia ciągle przybywa), postanowiłem skupić się na dwóch konkretnych koncepcjach, czyli wspomnianych w tytule alternatywach: zastosowania w muzyce Elektronicznego Instrumentu Dętego (EWI) oraz prezentacji i wykorzystania nowo powstałego, autorskiego urządzenia/instrumentu – Harmonizatora Kontrolowanego.

Praca zawiera:

1. Opis historii, popularyzacji, konstrukcji i techniki gry na saksofonie;
2. Prezentację Elektronicznego Instrumentu Dętego (EWI<sup>1</sup>) – podobieństwo do saksofonu, możliwości zastosowania w poszczególnych gatunkach muzycznych;

---

<sup>1</sup> EWI (skrót od: Electronic Wind Instrument, pl. Elektroniczny Instrument Dęty) – elektrofon należący do młodej rodziny kontrolerów MIDI, czyli syntezatorów muzycznych. Instrumenty te wytwarzają syntetyczny dźwięk oparty m.in. na przemianie napięcia prądu w falę dźwiękową i algorytmach ich systemu operacyjnego.

Vashlishan Matthew J., *The Akai Electric Wind Instrument (EWI4000s): A Technical and Expressive Method*, Miami 2011, s. 1;

Hasło: EWI, w: *Wikipedia*, 16.05.2023, [https://en.wikipedia.org/wiki/EWI\\_\(musical\\_instrument\)](https://en.wikipedia.org/wiki/EWI_(musical_instrument)) (dostęp: 27.07.2023).

3. Prezentację Harmonizatora Kontrolowanego, który w sposób syntetyczny rozszerza możliwości brzmieniowe, pozwalając instrumentom jednogłosowym, takim jak saksofon, flet, głos ludzki, trąbka itp. na kontrolowane użycie większej ilości dźwięków podczas gry w czasie rzeczywistym, upodabniając je w pewnym stopniu do instrumentów wielogłosowych (umożliwia on budowanie akordów i tworzenie harmonii).

Dalsza część pracy skoncentrowana jest na badaniu opinii środowiska muzycznego odnośnie korzystania i upowszechniania Elektronicznego Instrumentu Dętego, jak również krzyżówek saksofonu z urządzeniami elektronicznymi – przede wszystkim z Harmonizatorem Kontrolowanym. Następnie rozpatrywane są rodzaje kompozycji pod względem interakcji i stopnia wpływu warstwy elektronicznej na warstwę instrumentalną. Szczególnie porusza się temat tzw. muzyki z „aktywną warstwą elektroniczną” (znanej szerzej jako live electronics), na którą można oddziaływać za pomocą elementów dzieła muzycznego w trakcie wykonywania utworu. Powyższe zagadnienia poddano analizie w rozdziale 4.

Rozdział 5. (ostatni) stanowi opis dzieła artystycznego. Składa się on z prezentacji pięciu nowych kompozycji stworzonych przez utalentowanych kompozytorów z Polski i zagranicy. Rzeczone kompozycje posiadają odmienne składy instrumentalne: solo na EWI, na saksofon altowy z Harmonizatorem Kontrolowanym, również na saksofon altowy z Harmonizatorem Kontrolowanym i fortepianem.

Każdy utwór opisano pod względem ogólnych informacji, formy, charakteru, symboliki, trudności wykonawczych i sposobu jego ćwiczenia. Uzupełnieniem rozdziału są także notatki i refleksje sporządzone przez kompozytorów oraz partytury, które załączono w poszczególnych aneksach. Do pracy dołączono również nagrania dzieła artystycznego w wersjach dźwiękowej i wideodźwiękowej. Znajdują się one na nośnikach CD i DVD. Zamieszczono je także na platformie YouTube.

Całość niniejszej pracy wieńczy zakończenie, zawierające podsumowanie wyników badań, własne spostrzeżenia, postulaty, a także plany i sugestie dalszego rozwoju projektu.

**Słowa kluczowe:**

saksofon, Harmonizator Kontrolowany, EWI, instrumenty jednogłosowe, instrumenty wielogłosowe, modyfikacja instrumentu, elektronika, informatyka, programowanie, muzyka, dźwięk

## Abstract

Chopin University of Music

mgr Michał Gasztych

### **Alternative directions of development of the modern saxophone – EWI and Controlled Harmonizer**

Promoter: prof. dr hab. Paweł Gusnar

Auxiliary promoter: dr hab. Wojciech Błażejczyk

The present dissertation refers to an alternative approach in the use of knowledge and playing the saxophone. In some sense, it is also an extension of my master's thesis, which concerned the application of saxophone improvements available on the market and their influence on the timbre of the sound.

Realizing that the name of the subject of the work may suggest an extensive set of issues related to the development of the contemporary saxophone (the instrument is young and the number of ideas for its use is constantly growing), I decided to focus on two specific concepts, that is the alternatives mentioned in the title: application of the Electronic Wind Instrument (EWI) in musical practice as well as the presentation and usage of a newly created, proprietary device/instrument – the Controlled Harmonizer.

The thesis includes a:

1. Description of the history, popularisation, construction and technique of playing the saxophone;
2. Presentation of the Electronic Wind Instrument (EWI<sup>2</sup>) – similarities to the saxophone, possible use in various musical genres;

---

<sup>2</sup> EWI (abbrev. for: Electronic Wind Instrument) – an electrophone belonging to a young family of MIDI controllers, i.e. music synthesizers. These instruments produce a synthetic sound based, among others on the transformation of current voltage into a sound wave and the algorithms of their operating system. Vashlishan Matthew J., *The Akai Electric Wind Instrument (EWI4000s): A Technical and Expressive Method*, Miami 2011, p. 1;

Word: EWI, in: *Wikipedia*, 16.05.2023, [https://en.wikipedia.org/wiki/EWI\\_\(musical\\_instrument\)](https://en.wikipedia.org/wiki/EWI_(musical_instrument)) (access: 27.07.2023).

3. Presentation of the Controlled Harmonizer that synthetically extends the sonic possibilities, allowing monophonic instruments such as saxophone, flute, human voice, trumpet etc. for the controlled use of more tones while playing in real time, making them to some extent similar to polyphonic instruments (it enables to build chords and create harmony).

The rest of the thesis is focused on examining the opinion of the musical community regarding the use and dissemination of the Electronic Wind Instrument, as well as the hybrids of the saxophone with electronic devices – primarily the Controlled Harmonizer. Next, types of compositions are considered in terms of interaction and the degree of influence of the electronic layer on the instrumental layer. Particularly the topic of the so-called music with ‘an active electronic layer’ is discussed (more commonly known as live electronics), which can be influenced by elements of a musical work while performing the piece. The above issues are analysed in chapter 4.

Chapter 5 (the last one) is a description of the artistic work. It consists of a presentation of five new compositions created by talented composers from Poland and abroad. The above-mentioned compositions consist of different instrumental combinations: solo for EWI, for alto saxophone with Controlled Harmonizer, also for alto saxophone with Controlled Harmonizer and piano.

Each piece is described in terms of general information, form, character, symbolism, performance difficulties and how to practice it. The chapter is also supplemented by notes and reflections prepared by composers and scores, which are attached in individual appendices. The thesis includes also recordings of the artistic work in audio and audio-video versions. They are available on CD and DVD media. They are also placed on the YouTube platform.

The entire dissertation concludes with a summary of the research results, my own observations, postulates, as well as plans and suggestions for further development of the project.

**Keywords:**

saxophone, Controlled Harmonizer, EWI, monophonic instruments, polyphonic instruments, instrument modification, electronics, computer science, programming, music, sound



## Spis treści

<b>Wstęp.....</b>	<b>14</b>
<b>1. Saksofon – instrument o wielu możliwościach .....</b>	<b>19</b>
1.1. Budowa i modyfikacje saksofonu .....	19
1.2. Techniki o rozszerzonym zastosowaniu.....	26
1.3. Technika gry wielodźwiękami na saksofonie .....	26
1.4. Wszechstronność saksofonu od czasu jego wynalezienia do chwili obecnej .....	31
<b>2. Elektroniczny Instrument Dęty (EWI) – elektroniczna alternatywa saksofonu.....</b>	<b>33</b>
2.1. Upodabnianie elektrofonów do instrumentów tradycyjnych .....	34
2.2. Historia powstania systemu MIDI oraz zarys jego działania.....	35
2.2.1. Przetworzenie informacji teoretycznych o dźwięku w kilkuparametrowy kod .....	40
2.2.2. Kodowanie informacji w sygnale cyfrowym.....	42
2.2.3. Oprogramowanie interfejsu (w celu zaistnienia zgodności pomiędzy układami scalonymi instrumentów/urządzeń działających według MIDI) .....	52
2.3. Historia rozwoju Elektronicznego Instrumentu Dętego oraz elektrofonów dętych innych marek .....	55
2.4. Opis Elektronicznego Instrumentu Dętego, jego funkcji i możliwości wykorzystania.....	61
2.5. Różnice między EWI a saksofonem w połączeniu z komputerem .....	65
2.6. Przykładowe sposoby łączenia instrumentów z układami nagłaśniającymi .....	66
2.7. Notacja partii i efektów EWI w utworach.....	69
2.8. Popularność instrumentu w środowisku muzycznym .....	74
<b>3. Harmonizator Kontrolowany .....</b>	<b>76</b>
3.1. Problem wydobycia interwałów i akordów na instrumentach jednogłosowych.....	77
3.2. Geneza projektu oraz założenia.....	78
3.3. Konstrukcja Harmonizatora Kontrolowanego oraz funkcje poszczególnych elementów .....	81

3.3.1. Aparatura elektroniczna.....	81
3.3.2. Pilot sterujacy .....	82
3.3.3. Program komputerowy .....	86
3.4. Strój harmonizatora .....	128
3.5. Zależność odbioru barwy współbrzmienia od wariantów i skali instrumentu/głosu ..	148
3.6. Instrukcje korzystania z Harmonizatora Kontrolowanego .....	198
3.6.1. Szczegółowa instrukcja obsługi Harmonizatora Kontrolowanego dla użytkownika (krok po kroku) .....	198
3.6.1.1. Ustawienia kompatybilności aplikacji z aparaturą elektroniczną oraz poziomu wysterowania i jakości sygnału.....	202
3.6.1.2. Projektowanie sekwencji współbrzmień.....	214
3.6.2. Opis transformacji dźwięku instrumentu we współbrzmienie przy pomocy aparatury elektronicznej .....	228
3.6.3. Notacja partii i efektów Harmonizatora Kontrolowanego w utworach – różne podejścia oparte na przykładach .....	229
3.6.3.1. Zapis klasyczny .....	230
3.6.3.2. Zapis rytmiczno-interwałowy .....	232
3.6.3.3. Zapis symboliczny .....	239
3.6.3.4. Zapis mieszany.....	240
3.7. Intencja wykorzystania Harmonizatora Kontrolowanego.....	241
3.8. Potencjał brzmieniowy Harmonizatora Kontrolowanego. Porównanie wybranych cech do zespołu muzycznego .....	241
3.9. Plusy i minusy korzystania z harmonizatora.....	244
<b>4. Zakres badań i plan upowszechniania EWI i Harmonizatora Kontrolowanego.....</b>	<b>246</b>
4.1. Utwory na saksofon z warstwą elektroniczną – podział na typy pod względem planu kompozycyjnego. Połączenie saksofonu z Harmonizatorem Kontrolowanym jako jedna z form live electronics .....	246
4.2. Plan upowszechniania Elektronicznego Instrumentu Dętego .....	248

4.3. Opinia środowiska muzycznego w odniesieniu do EWI, Harmonizatora Kontrolowanego i łączenia brzmień.....	249
<b>5. Prezentacja utworów na EWI i saksofon z Harmonizatorem Kontrolowanym.</b>	
<b>Opis dzieła artystycznego .....</b>	<b>251</b>
5.1. „Non Artificial Piece” Alicji Gronau-Osińskiej na saksofon altowy i Harmonizator Kontrolowany .....	251
5.2. „Oh yeah!” Dariusza Przybylskiego na EWI .....	254
5.3. „Illusions” Dominika Lasoty na saksofon altowy i Harmonizator Kontrolowany .....	257
5.4. „Il presagio degli alberi” Mattea Nicolina na EWI .....	259
5.5. „Drunk Hornets” Wojciecha Błażejczyka na saksofon altowy i Harmonizator Kontrolowany .....	261
5.6. Przebieg sesji nagraniowej dzieła artystycznego. Opis zawartości obydwu wersji dzieła.....	264
5.7. Wykaz urządzeń użytych podczas nagrań dzieła artystycznego .....	266
<b>Zakończenie .....</b>	<b>268</b>
<b>Aneksy .....</b>	<b>274</b>
Aneks 1. Zbiór linków do instrukcji poszczególnych modeli EWI.....	274
Aneks 2. Obserwacja enharmoniczności akordów. Porównanie struktur interwałowych akordów podwójnie zmniejszonego w stosunku do dominantowego septymowego bez kwinty i akordów podwójnie zmniejszonego septymowego w stosunku do dominantowego .....	276
Aneks 3. Szczegółowy spis 57 trójdźwięków (w wersji angielskiej i polskiej) według sterowników „ChordNames3” i „ChordColours3” .....	278
Aneks 4. Szczegółowy spis 124 czterodźwięków (w wersji angielskiej i polskiej) według sterownika „ChordNames4” i „ChordColours4” .....	280
Aneks 5A. Zestawienie ilości i sum kombinacji w stosunku do ilości składników współbrzmienia (maksymalna liczba klawiszy/dźwięków na klawiaturze MIDI – 85) .....	285
Aneks 5B. Wykres ilości kombinacji w zależności od ilości składników we współbrzmieniu .....	286

Aneks 6. Tabele analizy barw trójdzwięków i czterodźwięków na przykładzie akordów durowego i durowego septymowego na podanych dźwiękach źródłowych (dla saksofonów sopranowego, altowego, tenorowego i barytonowego) oraz wyjaśnienie.....	287
Aneks 7A. Ankieta 1.: Kwestionariusz dotyczący EWI i Harmonizatora Kontrolowanego w wersji tabelowej – pytania, odpowiedzi i wyniki w postaci ilości respondentów na daną odpowiedź (8.12.2020 r.) .....	303
Aneks 7B: Ankieta 1.: Kwestionariusz dotyczący EWI i Harmonizatora Kontrolowanego – pytania i odpowiedzi w postaci wykresów z ilością respondentów (8.12.2020 r.) .....	305
Aneks 8A. Ankieta 2.: Kwestionariusz dotyczący EWI i Harmonizatora Kontrolowanego w wersji tabelowej – pytania, odpowiedzi i wyniki w postaci ilości respondentów na daną odpowiedź (18.12.2020 r.) .....	310
Aneks 8B: Ankieta 2.: Kwestionariusz dotyczący EWI i Harmonizatora Kontrolowanego – pytania i odpowiedzi w postaci wykresów z ilością respondentów (8.12.2020 r.) .....	312
Aneks 9A. Utwór „Non Artificial Piece” (2020) kompozytorki Alicji Gronau – wyjaśnienie i partytura .....	317
Aneks 9B. Utwór „Non Artificial Piece” (2020) kompozytorki Alicji Gronau – informacje o utworze .....	324
Aneks 10. Utwór „Oh yeah!” (2021) kompozytora Dariusza Przybylskiego – partytura .....	329
Aneks 11. Utwór „Illusions” (2021) kompozytora Dominika Lasoty – wyjaśnienie i partytura .....	334
Aneks 12. Utwór „Il presagio degli alberi” (2021) kompozytora Mattea Nicolina – wyjaśnienie i partytura .....	341
Aneks 13. Utwór „Drunk Hornets” (2021) kompozytora Wojciecha Błażejczyka – wyjaśnienie i partytura .....	346
Aneks 14. Schematu połączeń instrumentów z aparaturą elektroniczną podczas sesji nagraniowej dzieła artystycznego w Sali Koncertowej UMFC .....	353
Aneks 15. Lista urządzeń użytych w kanałach wejścia i wyjścia (input and output channels) podczas sesji nagraniowej w Sali Koncertowej UMFC .....	354

<b>Bibliografia .....</b>	<b>355</b>
<b>Źródła internetowe.....</b>	<b>358</b>
<b>Dodatkowe źródła internetowe .....</b>	<b>370</b>
<b>Spis obrazów i ich źródła.....</b>	<b>371</b>
<b>Spis tabel i ich źródła .....</b>	<b>393</b>
<b>Spis schematów i ich źródła .....</b>	<b>394</b>
<b>Spis wykresów i ich źródła .....</b>	<b>394</b>
<b>Prezentacje PowerPoint.....</b>	<b>395</b>

## Wstęp

Na przestrzeni ostatnich dziesięcioleci, wraz z wszechogarniającym rozwojem techniki, zauważamy, że muzyka staje się dziedziną coraz bardziej dynamiczną – rozbudza ciekawość i stale się rozwija. Artyści podejmują się śmiałych i ambitnych wyzwań. Mogą to być zarówno interesujące pomysły wykonawców, nowe trendy i style muzyczne, wyzwania związane z konkurencją bądź współpracą, jak również otwartość na eksperymentowanie z nowoczesną elektroniką.

Treść niniejszej dysertacji omawia alternatywny sposób wykorzystania wiedzy o saksofonie. W pewnym sensie jest to także rozwinięcie mojej pracy magisterskiej, która dotyczyła zastosowania ulepszeń saksofonowych dostępnych na rynku oraz ich wpływu na barwę dźwięku.

Zdając sobie sprawę, że tytuł może sugerować rozległy zbiór zagadnień związanych z rozwojem współczesnego saksofonu (ponieważ jest to młody instrument o szerokim potencjale wykorzystania), postanowiłem ograniczyć się do trzech obszarów tematycznych:

1. Opisie historii, konstrukcji i techniki gry na saksofonie;
2. Prezentacji Elektronicznego Instrumentu Dętego (EWI<sup>3</sup>), jego możliwości wykonawczych w poszczególnych gatunkach muzycznych, podobieństwach do saksofonu, popularyzacji w środowisku muzyki poważnej;
3. Prezentacji Harmonizatora Kontrolowanego – autorskiego urządzenia, które w sposób syntetyczny rozszerza zdolności brzmieniowe saksofonu.

Dysertację podzielono na pięć rozdziałów. Rozdziały 1.-3. są ułożone w wyżej wymienionym porządku. Rozdziały 4. odnosi się do analizy opinii środowiska muzycznego dotyczącej EWI i Harmonizatora Kontrolowanego, zaś rozdział 5. zawiera opis dzieła artystycznego (szczegółowe wyjaśnienie rozdziałów 4. i 5. umieszczono w dalszej treści wstępu).

---

<sup>3</sup> *EWI* (skrót od: Electronic Wind Instrument, pl. Elektroniczny Instrument Dęty) – elektrofon należący do młodej rodziny kontrolerów MIDI, czyli syntezatorów muzycznych. Instrumenty te wytwarzają syntetyczny dźwięk oparty m.in. na przemianie napięcia prądu w falę dźwiękową i algorytmach ich systemu operacyjnego. Vashlishan Matthew J., *The Akai Electric Wind Instrument (EWI4000s): A Technical and Expressive Method*, Miami 2011, s. 1; Hasło: *EWI*, w: *Wikipedia*, 16.05.2023, [https://en.wikipedia.org/wiki/EWI\\_\(musical\\_instrument\)](https://en.wikipedia.org/wiki/EWI_(musical_instrument)) (dostęp: 27.07.2023).

Współcześni muzycy często korzystają z rozwiązań elektronicznych, m.in. w celach poszerzenia umiejętności wykonawczych, dodania specjalnych efektów, wzmocnienia ekspresji i oryginalności podczas występów. Nierzadkim zjawiskiem staje się również sięganie po elektrofony, będące alternatywą dla instrumentów tradycyjnych. Zyskują one coraz większą akceptację wśród artystów, ponieważ posiadają niekiedy właściwości, których nie da się odtworzyć „klasycznymi” metodami.

Szczególony wzrost zainteresowania elektrofonami rozpoczął się w latach 50. XX wieku i stale rośnie. Spowodowało to wykształcenie się dwóch głównych grup – elektrofonów elektromechanicznych oraz elektronicznych, do których dołączają nieustannie nowe instrumenty. W skład drugiej grupy zaliczyć można EWI – dęty syntezator i jednocześnie kontroler MIDI. To instrument o ogromnych możliwościach wykonawczych, będący elektronicznym odpowiednikiem wielu instrumentów dętych drewnianych, w tym również saksofonu.

Elektroniczny Instrument Dęty świetnie nadaje się do tworzenia muzyki, jak również do eksperymentowania nad własnym stylem i dźwiękiem. Jest on często spotykany w muzyce rozrywkowej oraz jazzowej – przede wszystkim jako instrument wzbogacający brzmienie w zespołach lub też epizodycznie w niektórych utworach, zastępując na chwilę saksofon. W muzyce poważnej jest jeszcze mało znany i dopiero co wprowadzany. Z tego powodu powstał plan jego upowszechnienia, który pozwoliłby dowieść wyjątkowości tego instrumentu oraz poszerzyć grono użytkowników zarówno w muzyce poważnej, jak i w innych gatunkach muzycznych.

Każdy konwencjonalny instrument<sup>4</sup> ze względu na swoją budowę posiada ograniczenia. Jest to rzecz pewna, której nie da się ominąć. Konstruując instrument, twórca opiera się na danej koncepcji. Otrzymując określoną barwę dźwięku, technikę gry, wybierając materiał, z którego powstanie instrument, decydując o jego kształcie i do jakiej rodziny ma on należeć, formuje się jego cechy, jednocześnie zamykając się na rozwój innych, ponieważ nie współgrają one ze sobą. Jest to kwestia dotycząca przede wszystkim fizyki i kompromisów przy wyborze. Obecnie, być może „na szczęście” dla instrumentów, z pomocą przychodzi technologia, która jest w stanie pokonać naturalne przeszkody danej rodziny lub przeskoczyć je poprzez przejście ze sfery fizycznej w wirtualną, gdzie takich ograniczeń nie ma. Najprawdopodobniej jest to jeden powodów, dlaczego akustyczne instrumenty zyskują

---

<sup>4</sup> W celu rozróżnienia zwykłych, tradycyjnych instrumentów od elektrofonów, postanowiłem korzystać zamiennie z takich określeń jak „instrumenty konwencjonalne”, „instrumenty tradycyjne”, „instrumenty akustyczne”, „tradycyjne instrumenty akustyczne”.

elektroniczne, syntetyczne odpowiedniki lub też w szerszej, głębszej, filozoficznej perspektywie, dlatego coraz więcej czynności, trudnych prac przejmują oprogramowanie, robotyka, pojawiają się coraz lepsze rozwiązania informatyczne itp. Przepuszczalnie ten konkretny kierunek (tj. technologia) może być pewną ścieżką ewolucji, metodą radzenia sobie z trudnościami, rzeczywistymi barierami.

W tej pracy opisano jedno z bardziej problemowych ograniczeń saksofonu. Jak każdy tradycyjny instrument akustyczny, posiada on charakterystyczny dźwięk, technikę gry, wygląd. Te i kilka innych elementów określają jego pozycję wśród odbiorców świata muzycznego. W tym przypadku jego konstrukcja jest również powodem kilku ograniczeń wykonawczych. Trudności te tworzą jednak pewien pozytywny paradoks. Pomimo że postrzega się je jako wadę, to one wskazują i otwierają nowe ścieżki rozwoju.

Dla saksofonu utrudnieniem związanym z jego budową jest niemożliwość wykonywania takich współbrzmień, jak interwały, akordy, klastry w sposób podobny do skrzypiec, fortepianu, akordeonu itp. Istnieje technika gry nazywana potocznie „wielodźwiękami”, lecz różni się ona od oczekiwanego efektu.

Udogodnienie, które jest w stanie rozwiązać problem wykonywania współbrzmień, można uzyskać poprzez połączenie saksofonu z elektroniką. W ten sposób powstał plan skonstruowania Harmonizatora Kontrolowanego, rozszerzającego techniki wykonawcze zarówno saksofonu, jak i innych jednogłosowych i wielogłosowych instrumentów. Jest to stale rozwijający się program, który ze względu na szerokie możliwości modyfikacji, może zostać użyty w przyszłości przy innych projektach.

Prace nad harmonizatorem rozpocząłem w roku 2017 od tworzenia oprogramowania wykonującego prostą, schematyczną harmonizację. Miał on być formą zaliczenia przedmiotu „Nauka oprogramowania Max/MSP/Jitter” w Conservatorium van Amsterdam. Otrzymując pozytywną opinię nauczyciela, postanowiłem rozwijać obiecującą aplikację, nawiązując współpracę z konstruktorami instrumentów elektronicznych ze Studia Muzyki Elektro-Instrumentalnej w Amsterdamie, znanego jako STEIM (ang. STudio for Electro-Instrumental Music), a następnie od 2018 roku kontynuować pracę na studiach doktoranckich w Uniwersytecie Muzycznym Fryderyka Chopina w Warszawie.

Poprzez połączenie elektroniki z saksofonem można uzyskać poszerzenie jego możliwości brzmieniowych. Pozwoli to udoskonalić zakres podstawowych technik instrumentu związanych z przynależnością do grupy aerofonów oraz dodać nowe funkcje (m.in. tworzenie akordów, rozszerzenie skali dźwiękowej, nowe efekty sonorystyczne). Jest to rozległy temat, oferujący ogromną ilość interesujących rozwiązań.



Harmonizator Kontrolowany to autorska koncepcja, niewystępująca wcześniej w żadnym materiale naukowym. Z tego względu konieczne stało się zagospodarowanie znacznej części w zawartości dysertacji, aby dogłębnie przeanalizować i wyjaśnić jego podłoże powstania, konstrukcję, działanie, niezbędne informacje i zagadnienia uzupełniające tę tematykę.

Poniżej znaleźć można podstawowe założenia i cele, na których opiera się konstrukcja harmonizatora:

- wykazanie uniwersalnego zastosowania harmonizatora – na każdy instrument monofoniczny, a także polifoniczny;
- prosta obsługa;
- poszerzenie możliwości wykonawczych instrumentów;
- prezentacja utworów będących wcześniej poza zasięgiem techniczno-mechanicznym;
- rozpowszechnienie urządzenia wśród odbiorców: kompozytorzy, aranżerzy, wykonawcy, teoretycy muzyki, melomani, osoby zainteresowane.

Kolejny, czwarty rozdział dysertacji skupia się na poznaniu opinii środowiska muzycznego dotyczącego wspomnianych wcześniej trzech obszarów tematycznych oraz metod popularyzacji Elektronicznego Instrumentu Dętego i krzyżówki saksofonu z Harmonizatorem Kontrolowanym w kręgu muzyki poważnej. W jej zawartości znaleźć można ankiety zawierające m.in. pytania o zainteresowanie i przydatność obydwu tematów, a także co można by w nich dodać lub udoskonalić. W niektórych tekstach zawarto również przemyślenia z konsultacji ze specjalistami gry na EWI.

Piąty rozdział poświęcono opisowi dzieła artystycznego. W jego skład wchodzi pięć utworów napisanych przez utalentowanych kompozytorów z Polski i zagranicy. Dwie kompozycje przeznaczono na Elektroniczny Instrument Dęty solo, jedną na saksofon altowy z Harmonizatorem Kontrolowanym i fortepianem, pozostałe dwie na saksofon altowy solo z harmonizatorem. Wszystkie pięć partytur stanowią załączniki w części poświęconej aneksom.

W pracy doktorskiej umieszczono instrukcje obsługi dla użytkowników harmonizatora i EWI, jak również dla kompozytorów i aranżerów, którzy w przyszłości byliby zainteresowani stworzeniem utworów na te dwie instrumentacje. Istnieje w nich kilka form zapisu i symboli sugerujących sposób notowania specyficznych efektów dla danego instrumentu.

Pokładam nadzieję, że materiał zawarty w niniejszej pracy w szczególności i zarazem zrozumiały sposób wyjaśni tematykę doktoratu oraz zainteresuje czytelników, osoby zajmujące się podobną sferą tematyczną bądź problematyką do dalszych badań na rzecz rozwoju tejże gałęzi dziedziny sztuk muzycznych.

## 1. Saksofon – instrument o wielu możliwościach

Saksofon to instrument, który ma wiele do zaoferowania wykonawcom w sferze technicznej i brzmieniowej. Został on skonstruowany pomiędzy rokiem 1840 a 1841 przez Antoine-Josepha „Adolphe’a” Saxa<sup>5</sup>, zaś opatentowano go 28 czerwca 1846 roku<sup>6</sup>. Dzięki zaangażowaniu pewnego grona muzyków, sympatyków i kompozytorów (m.in. Hectora Berlioz), szybko zyskał szerokie uznanie w świecie muzyki, a obecnie należy do grona najbardziej popularnych instrumentów. Saksofon oferuje wiele możliwości dźwiękowych, jest łatwy do opanowania i niezbyt wymagający pod względem technicznym. Świetnie nadaje się do wykonawstwa solowego, jak i muzyki kameralnej (w kwartetach saksofonowych, małych i średnich zespołach) oraz w Big Bandach i orkiestrach symfonicznych (choć nieczęsto spotkać go można w składzie orkiestry). Jeszcze większą sławę zyskał w muzyce jazzowej i rozrywkowej. Często kojarzony jest z tymi gatunkami muzyki.



Obraz 1. Adolphe Sax (właściwie: Antoine Joseph Sax; 1814-1894) –portret popiersia z roku ok. 1842.

### 1.1. Budowa i modyfikacje saksofonu

Początkowo instrumenty Adolphe’a Saxa produkowane były w czterech wariantach transpozycyjnych<sup>7</sup>: B, Es, C i F. Dla ich rozróżnienia, konstruktor w swoim patencie

<sup>5</sup> Imię „Adolphe” to przydomek, który z upływem lat był częściej używany niż właściwe imię wynalazcy. Z tego względu obecne środowisko saksofonowe także określa go mianem „Adolphe”.

<sup>6</sup> Hasło: *Saksofon*, w: *Encyklopedia PWN*, <https://encyklopedia.pwn.pl/haslo/saksofon;3971341.html> (dostęp: 24.04.2021);

Hasło: *Saxophone*, w: *Grove Music Online*,

<https://www.oxfordmusiconline.com/grovemusic/view/10.1093/gmo/9781561592630.001.0001/omo-9781561592630-e-0000024670?&mediaType=Article> (dostęp: 24.04.2021);

*De Saxofoonfamilie van Buffet Crampon*, red. Buffet Crampon Benelux bv, Best 1986, s. 5.

<sup>7</sup> Określenie związane z występowaniem podziału instrumentów na tzw. „transponujące” i „nietransponujące”. Instrumenty transponujące – instrumenty, których zapis nutowy nie jest taki sam jak ich realnie brzmiący dźwięk. Przykłady: klarnet B i trąbka B grając zapisany w nutach dźwięk C, właściwie wydobywają B, leżący sekundę wielką niżej od C; waltornia F i rożek angielski F grając z nut dźwięk C, wydobędą F (kwintę czystą niżej w stosunku do C); kontrabas C grając z nut dźwięk C, wydobywa właściwie C oktawę czystą niżej, itp. Zazwyczaj do nazwy wymienionych instrumentów dodaje się dodatkowo wariant transpozycyjny (inaczej określanymi jako „strój”), np. klarnet B, klarnet Es, flet altowy G itp.

z marca 1846 r. zawarł też podział na tzw. „saksofony orkiestrowe” (C i F) i „saksofony wojskowe” (B i Es)<sup>8</sup>. Obecnie spotykane są jedynie warianty B i Es, które na wzór głosów wokalnych, uporządkowano w odstępnie kwinty pomiędzy każdym głosem (np. saksofon barytonowy Es, saksofon tenorowy B, saksofon altowy Es itd.). Popularyzacja saksofonów w strojach C i F niestety nie powiodła się z kilku czynników, np. z powodu niezgodności opinii na temat elegancji ich brzmienia pomiędzy saksofonistami z orkiestr wojskowych a kompozytorami muzyki symfonicznej, a także stopniowym zanikiem zainteresowania ich kupnem w latach 30. XX wieku.

Ogółem we współczesnej rodzinie saksofonów wyróżnia się 9 typów. W porządku od najwyżej do najniżej brzmiącego są to: soprillo B (inaczej zwany jako sopransissimo lub piccolo-saksofon), sopranino Es, sopran B, alt Es, tenor B, baryton Es, bas B, kontrabas Es i subkontrabas B. Wcześniej, pomiędzy latami 1914 – 1930 istniał również saksofon C melody<sup>9</sup>. Jego produkcją zajmowały się firmy Buecher, C. G. Conn, Martin, King i Selmer. Ze względu na nietypowy strój C, brzmiał on cały ton wyżej od saksofonu tenorowego. Był on też zbliżony kształtem do tenoru (choć można było znaleźć jego dwa warianty – z szyjką podwójnie zakrzywioną podobną do tenoru i pojedynczo zakrzywioną – jak w przypadku altu). W wymienionym porządku występowałby pomiędzy tenorem B a altem Es. Ponadto, w latach 1927 – 1929 firma C. G. Conn Company (dokładniej ujmując przez oddział firmy – Conn Experimental Laboratory) jako jedyna zaprojektowała i wydała saksofon mezzosopranowy F<sup>10</sup> (umiejscowiony w chronologii pomiędzy sopranem B a altem Es).

---

Natomiast instrumenty nietransponujące to takie, w których brzmienie nie odbiega od zapisu nutowego. Posiadają one wariant transpozycyjny C, który często w nazwie się pomija. Należą do nich m.in. obój, skrzypce, fortepian.

Hasło: *Instrumenty muzyczne transponujące*, w: *Encyklopedia PWN*, <https://encyklopedia.pwn.pl/haslo/instrumenty-muzyczne-transponujace;3914906.html> (dostęp: 9.05.2021);

Hasło: *Instrumenty transponujące*, w: *Wikipedia*, 20.02.2020, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Instrumenty\\_transponuj%C4%85ce](https://pl.wikipedia.org/wiki/Instrumenty_transponuj%C4%85ce) (dostęp: 9.05.2021).

<sup>8</sup> Pituch D., *Saksofon od A do Z*, Polskie Wydawnictwo Muzyczne, Kraków 2000.

Weiss M., Netti G., *The Techniques of Saxophone Playing/ Die Spieltechnik des Saxophons*, Bärenreiter, Kassel 2010.

<sup>9</sup> Hasło: *C melody saxophone*, w: *Wikipedia*, 23.07.2023, [https://en.wikipedia.org/wiki/C\\_melody\\_saxophone](https://en.wikipedia.org/wiki/C_melody_saxophone) (dostęp: 2.08.2023).

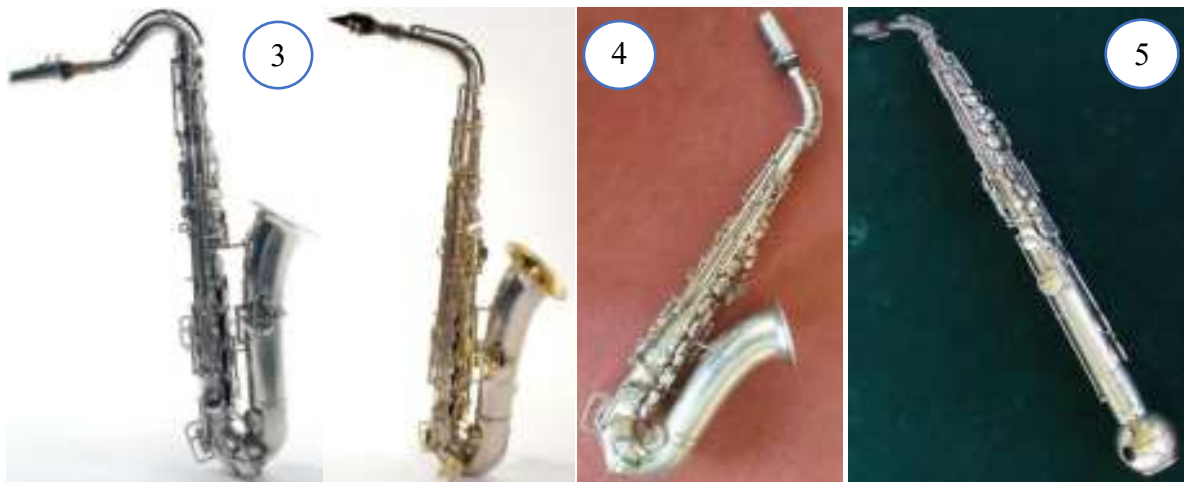
<sup>10</sup> *F Conn mezzosoprano*, w: *Museo del Sassofono*, <https://www.museodelsaxofono.com/project/sax-mezzosoprano-conn/> (dostęp: 2.08.2023).

Na uwagę zasługuje również kolekcja (nową gałąź) saksofonów o nietypowym kształcie, zaprojektowanych przez Benedikta Eppelsheima<sup>11</sup> z warsztatu instrumentów dętych w Monachium. Stworzył on m.in. saksofon soprillo B, saksofony basowy B i kontrabasowy Es w alternatywnych kształtach, a także serię „Tubax”, czyli kolejny alternatywny kształt dla saksofonów kontrabasowego Es i subkontrabasowego B. Innowacyjna seria „Tubax”, wynalezienie saksofonu soprillo B oraz modyfikacja innych instrumentów przyniosły sławę warsztatowi Eppelsheima, pozwalając mu rozwinąć się na rynku międzynarodowym. Niestety, Benedikt Eppelsheim zmarł 4 kwietnia 2023 roku. Niemniej jednak firma nadal kontynuuje swoją pracę pod kierunkiem bliskiego współpracownika – Johannesesa Bebla, który przejął główne funkcje w warsztacie.

Poza tym, wymienić można także inne saksofony o nietypowych kształtach, takie jak: Conn-O-Sax (drugi typ mezzosopranu wyprodukowany przez firmę C. G. Conn), saxello B (półwygięty sopran), Aulochrome (dwukorpusowy sopran B przypominający saxello), Swanee Slide Sax (saksofon suwakowy w stroju C), alikwotowy saksofon altowy Es, odmiany altu, tenoru, barytonu z wyprostowanym korpusem, saksofony plastikowe, drewniane, bambusowe itp.



<sup>11</sup> Link do strony internetowej warsztatu instrumentów dętych Benedikta Eppelsheima: <https://www.eppelsheim.com/instrumente/> (dostęp: 2.08.2023);  
Hasło: *Benedikt Eppelsheim Blasinstrumente*, w: *Wikipedia*, 9.06.2023,  
[https://de.wikipedia.org/wiki/Benedikt\\_Eppelsheim\\_Blasinstrumente](https://de.wikipedia.org/wiki/Benedikt_Eppelsheim_Blasinstrumente) (dostęp: 2.08.2023).



Obrazy 3.-5.: Dwa podrodzaje saksofonu C-melody (3.); Conn mezzosopran F (4.); Conn-O-Sax F (5.).



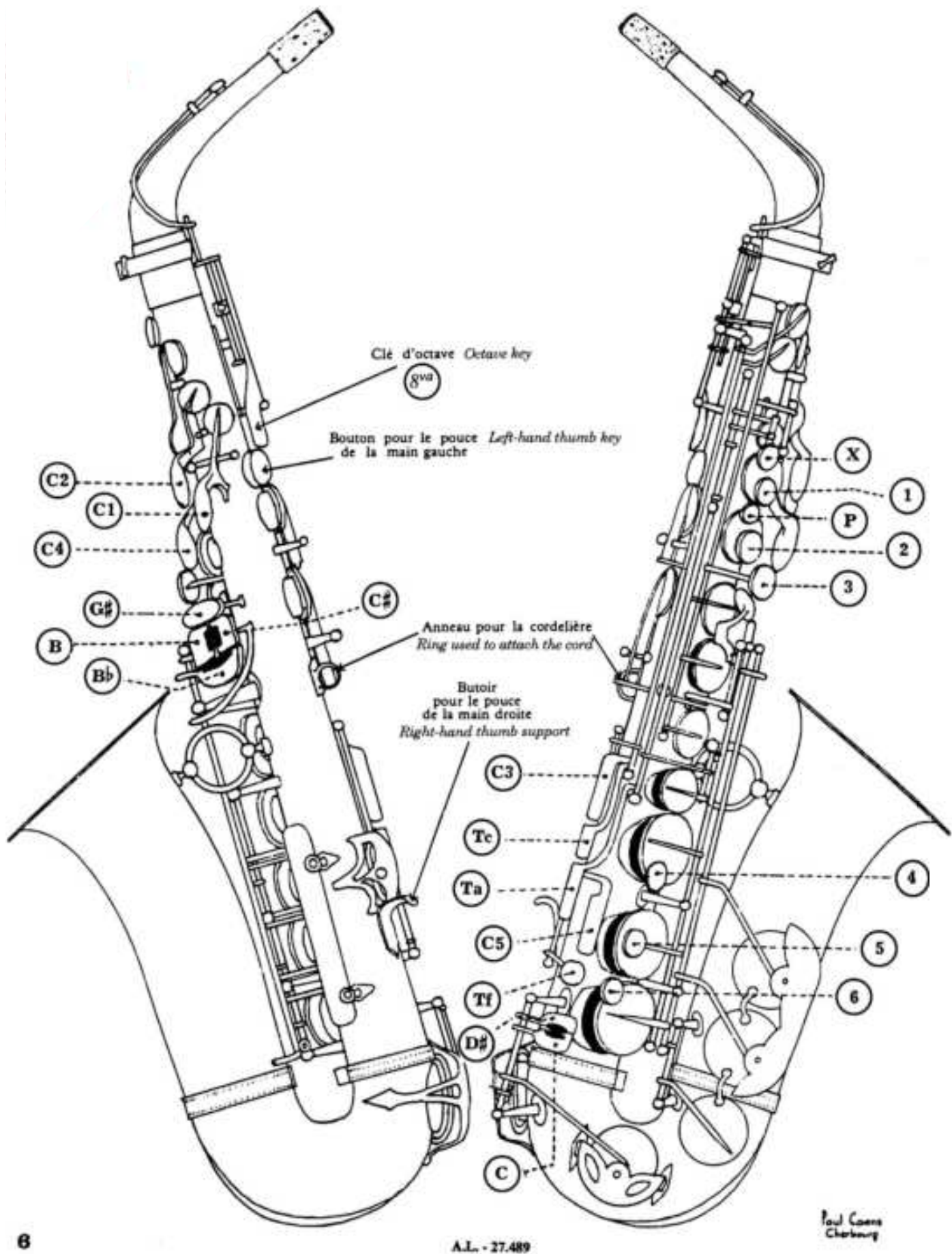
Obrazy 6.-9.: King Saxello B (półwygięty sopran B; 6.); Aulochrome (podwójny sopran B; 7.); Swanee Slide Sax C (8.); Soprillo B (9.).

Współczesne modele posiadają szereg ważnych mechanizmów, ułatwiających użytkowanie instrumentu. Do nich zaliczyć można:

- w zależności od typu saksofonu rejestr od B (A) małego do Fis<sup>3</sup> (G<sup>3</sup>);
- połączony mechanizm klap oktaowych;
- wyprofilowanie przycisków, dodanie tzw. „pereł” do klap podstawowych;
- klapy pomocnicze: Ta, Tc, Tf, małe B, klapa X;
- rolki i osłony przy poszczególnych klapach.

Wyżej użyte nazwy klap i dźwigni pochodzą z nazewnictwa francuskiego, wprowadzonego przez Jeana-Marie Londeixa w jednej z wydanych przez niego książek, pt. „HELLO! Mr. Sax” z roku 1989. Nazewnictwo to jest znane i uznawane w większości środowiska saksofonowego na świecie. Pełny wykaz nazw klap i dźwigni saksofonowych zawarto w obrazie 10.





6

A.L. - 27.489

Paul Coens  
Charbourg

Obraz 10. Wykaz francuskiego nazewnictwa klap Jeana-Marie Londeixa z książki „HELLO! Mr. Sax” (Alfonse Leduc Edition Musicales, 1989 r.). System ten jest najszerszej znany i używany w środowisku saksofonistów.



Do nowych osiągnięć technologicznych należą m.in. mechanizmy korekcyjne dźwięku cis<sup>3</sup> i 6. kłapy, plastikowe stroiki, tzw. „mostki dźwiękowe” (produkowane przez firmę „LefreQue”), specjalnie wyważone śrubki, wstawki, rezonatory i odważniki oraz inne modyfikacje, które, z powodu ochrony patentowej, występują jedynie u niektórych producentów saksofonów.

Z upływem lat budowa instrumentu uległa istotnym zmianom. Niektóre z modyfikacji stały się jego integralną częścią, reszta nie przeszła próby czasu –

do obecnej chwili można jednak spotkać eksperymentalne eksponaty, które są własnością muzeów i kolekcjonerów, m.in. firmy „Henri Selmer Paris”, „The Museum of Making Music” w Carlsbad (Stany Zjednoczone) czy „Saxquest Museum” w Saint Louis (Stany Zjednoczone)<sup>12</sup>.

W dalszym ciągu trwają poszukiwania nowych rozwiązań, mające na celu m.in. rozwój barwy, poprawę komfortu gry oraz dokładniejsze zestrojenie rejestrów<sup>13</sup>.

Saksofon korzystać może jednocześnie z dwóch rodzajów stroju muzycznego:

- równomiernie temperowanego – dzięki dokładnemu wyliczeniu średnicy kłap i odległości pomiędzy nimi w trakcie fabrycznej produkcji;
- naturalnego – z racji przynależności do grupy aerofonów (co jest wspólną cechą dla całej tej grupy).



Obraz 11. Z lewej: jeden z pierwszych modeli saksofonu altowego w stroju Es, wyprodukowany przez Adolphe'a Saxa w Paryżu około 1855 roku. Z prawej: wygląd współczesnego saksofonu altowego w stroju Es, marki „Buffet Crampon et Cie”.

<sup>12</sup> Linki do stron internetowych wymienionych muzeów:

„Henri Selmer Paris”, <https://www.selmer.fr/en/beyond-the-sound/category/selmer/historical-henri-selmer-paris-instruments> (dostęp: 14.05.2021);

„The Museum of Making Music” w Carlsbad, <https://www.kpbs.org/news/2012/jun/20/sound-sax-fills-museum-making-music/> (dostęp: 14.05.2021);

„Saxquest Museum” w Saint Louis, <https://www.saxquest.com/museum/about> (dostęp: 15.05.2021).

<sup>13</sup> Pomimo że wszystkie saksofony przystosowane są do stroju równomiernie temperowanego, każdy model posiada pewne niedoskonałości intonacyjne. W konsekwencji kilka dźwięków jest mniej strojących od reszty. Wady te zależą od wielu czynników.

Cecha ta (tj. korzystanie z dwóch rodzajów stroju muzycznego) umożliwia zarówno poruszanie się między dźwiękami z układu półtonowego (chromatycznego), jak i używanie mikrotonów<sup>14</sup>.

## 1.2. Techniki o rozszerzonym zastosowaniu

Saksofon posiada wiele właściwości techniczno-sonorystycznych, a także możliwość stosowania technik specjalnych – zwanych inaczej **technikami o rozszerzonym zastosowaniu** (ang. *extended techniques*) lub też **współczesnymi technikami wykonawczymi**. Należą do nich m.in.:

- efekty sonorystyczne: *flutter-tongue* (wymawianie spółgłoski „r” podczas gry), *growl* (śpiew połączony z grą);
- możliwość stosowania *mikrotonalności*<sup>15</sup> (jak wspomniano powyżej);
- rozczepianie dźwięków na *aliquoty*;
- *altissimo* (technika pozwalająca na wychodzenie poza skalę saksofonu – jest wynikiem umiejętnego korzystania z alikwotów i przedęć);
- różnorodność technik artykulacyjnych [*podwójne/potrójne staccato*, *slap tongue*, *ghost notes* (tzn. dźwięki wygłuszone) itd.];
- *wielodźwięki* (ich dokładny opis został omówiony w dalszej części pracy).

## 1.3. Technika gry wielodźwiękami na saksofonie

W niniejszej pracy technice gry wielodźwiękami na saksofonie poświęcono szczególną uwagę ze względu na jej powiązanie z tematyką trzeciego rozdziału, która dotyczy Harmonizatora Kontrolowanego. Również z tego powodu postanowiono dokładnie opisać jej

---

<sup>14</sup> *Muzyka mikrotonowa* – muzyka oparta na mikrotonach, czyli interwałach muzycznych mniejszych od półtonu (w praktyce na skali innej niż dwunastostopniowa skala chromatyczna typowa dla klasycznej muzyki europejskiej). W muzyce mikrotonowej oktawa dzielona jest, w zależności od przyjętej konwencji, na większą lub mniejszą liczbę równych lub nierównych interwałów. Jednym z przykładów muzyki mikrotonowej jest muzyka oparta na ćwierćtonach.

Muzyka mikrotonowa jest charakterystyczna dla muzyki wschodu; w Europie znana już od mniej więcej XVIII wieku, lecz powszechnie używana dopiero w modernizmie.

Hasło: *Microtonal music*, w: *Encyclopedia Britannica*, <https://www.britannica.com/art/microtonal-music> (dostęp: 10.05.2021);

Hasło: *Muzyka mikrotonowa*, w: *Wikipedia*, 28.06.2020, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Muzyka\\_mikrotonowa](https://pl.wikipedia.org/wiki/Muzyka_mikrotonowa) (dostęp: 10.05.2021).

<sup>15</sup> Film prezentujący możliwości wykorzystania mikrotonalności na saksofonie – wykonanie 128 dźwięków w zakresie oktawy przez niemieckiego saksofonistę jazzowego – Philippa Gerschlauera.

Philipp Gerschlauder, *128 notes per octave on Alto Saxophone*, w: *YouTube*, 28.06.2015, <https://www.youtube.com/watch?v=lGa66qHzKME> (dostęp: 5.03.2020).

działanie, aby następnie zebrane informacje posłużyły jako punkt odniesienia w wyjaśnieniu mechaniki harmonizatora.

Wytwarzanie multifonów<sup>16</sup> należy do unikatowych technik gry zarówno dla saksofonu, jak i innych jednogłosowych instrumentów dętych drewnianych i blaszanych. Dzięki wyróżniającemu się brzmieniu często wykorzystywane są m.in. w nowoczesnych kompozycjach, muzyce improwizowanej, występach muzyczno-teatralnych.

Technika ta polega na wytwarzaniu współbrzmień za pomocą specjalnie dobranych chwytów oraz często towarzyszącą temu adaptacją aparatu gry (tj. zadęcia), zmian ułożenia języka i krtani, sposobu wtłaczania powietrza w ustnik i prędkości strumienia powietrza.

Jak wcześniej wspomniano, istnieje wiele różnych kombinacji wielodźwiękowych. Uzyskuje się je poprzez specjalnie dobrane chwytów. W niektórych modelach i typach saksofonów te kombinacje mogą się różnić. Zostały one dokładniej opisane w dostępnych źródłach:

- Kientzy D., *Les Sons Multiples Aux Saxophones*, Salabert Editions, Paryż 1982;
- Londeix J.-M., *HELLO! Mr. Sax*, Alphonse Leduc Edition Musicales, Paryż 1989;
- Weiss M., Netti G., *The Techniques of Saxophone Playing/ Die Spieltechnik des Saxophons*, Bärenreiter, Kassel 2010.

Pod względem natężenia dynamiki oraz problematyki wydobywania wyróżnić można trzy typy wielodźwięków<sup>17</sup>:

- *multifony ostre* – jedne z najłatwiejszych wielodźwięków, bardzo specyficzne i łatwo rozpoznawalne. Charakteryzują się dość silną dynamiką, rezonansem i rozprzestrzenianiem się (tj. doniosłością). Z tego względu często pojawiają się w wielu utworach współczesnych;
- *multifony o średnim natężeniu dźwięku*, grane w dynamice mezzo piano i mezzo forte;
- *multifony łagodne*, które otrzymać można tylko w dynamice piano/pianissimo (stąd najtrudniejsze do uzyskania).

Należy pamiętać, że wytwarzanie wielodźwięków wymaga zarówno stabilności zadęcia, jak i elastyczności. Z tego względu technika ta jest przeznaczona dla zaawansowanych saksofonistów.

---

<sup>16</sup> Inne często używane określenie dla techniki gry wielodźwiękami, synonim wyrazu „wielodźwięki”.

<sup>17</sup> Podział zaproponowany przeze mnie – autora dysertacji.

Amerykański fizyk i akustyk – John Graham Backus<sup>18</sup>, po przeprowadzeniu serii badań nad multifonami w instrumentach dętych stwierdził, że składają się one z dwóch lub większej ilości oscylujących ze sobą dźwięków, z których nie każdy należy do tego samego szeregu harmonicznego<sup>19</sup>. Użycie niestandardowych bądź losowych chwytów podczas gry skutkuje zniekształceniem widma rezonansowego instrumentu, co generuje tony o bardzo kontrastowej jakości. Tony te składają się nie z jednej, lecz wielu wysokości (częstotliwości) brzmiących jednocześnie. Wystąpić może również silna oscylacja między dwoma lub kilkoma skrajnymi wysokościami. W takim przypadku ucho nie rozróżni części składowych, które są bardzo blisko siebie. Jednakże dostrzeże ogólne okresowe wahania amplitudy brzmienia i zinterpretuje je jako zjawisko dudnienia<sup>20</sup>.

---

<sup>18</sup> John Graham Backus (29.04.1911 – 28.10.1988) – amerykański fizyk badawczy, akustyk i muzyk. Po studiach w Reed College w Portland (licencjat ukończony w 1932 r.) kontynuował studia na Uniwersytecie Kalifornijskim w Berkeley (ang. University of California in Berkeley; obrona magisterium w 1936 r., doktorat w 1940 r.). Jego wczesne prace badawcze dotyczyły fizyki jądrowej, pracując pod nadzorem Ernesta Lawrence’a w Laboratorium Promieniowania w Berkeley (ang. Radiation Laboratory at Berkeley). W 1945 roku został mianowany profesorem fizyki na Uniwersytecie Południowej Kalifornii (ang. University of Southern California) i pracował na tym stanowisku aż do przejścia na emeryturę w 1980 roku.

Backus otrzymał stopień magistra muzyki w zakresie dyrygentury na Uniwersytecie Południowej Kalifornii w 1959 roku. Był również znakomitym wykonawcą gry na fortepianie i fagocie.

W późniejszych etapach swojej kariery naukowej wniósł znaczący wkład w badanie akustyki instrumentów dętych drewnianych, blaszanych i piszczałek organowych.

W 1969 roku opublikował książkę pt. „Akustyczne podstawy muzyki” (ang. „The Acoustical Foundations of Music”), która stała się standardowym podręcznikiem na kursach wprowadzających z akustyki muzycznej. W 1986 roku otrzymał Srebrny Medal Amerykańskiego Towarzystwa Akustycznego (ang. Acoustical Society of America). [tłumaczenie własne – Michał Gasztych]

Hasło: *Backus, John (Graham)*, w: *Grove Music Online*,

<https://www.oxfordmusiconline.com/grovemusic/view/10.1093/gmo/9781561592630.001.0001/omo-9781561592630-e-0000043468> (dostęp: 13.05.2021);

*The John Backus Archive*, w: *The Musical Acoustics Research Library, CCRMA, Stanford University*, <https://ccrma.stanford.edu/marl/Backus/BackusBio.html> (dostęp: 13.05.2021).

<sup>19</sup> Snekkestad T., *The Poetics of a Multiphonic Landscape*, Norwegian Academy of Music, Oslo 2016, <https://www.researchcatalogue.net/view/518792/518793> (dostęp: 10.05.2021);

Backus J., *Multiphonic tones in the woodwind instrument*, „Journal of the Acoustical Society of America”, 1978, nr 63(2) s. 591-599.

<sup>20</sup> *Dudnienie* – zjawisko okresowego narastania i zmniejszania się amplitudy drgania wypadkowego, które powstało w wyniku nałożenia się dwóch drgań harmonicznycch o jednakowych amplitudach i zbliżonych częstotliwościach.

Dudnienie jest szczególnie wyraźnie słyszalne, gdy różnica częstości obu tonów składowych wynosi około 10 Hz.

Barwa dźwięku w dudnieniu do 30 Hz nie zmienia się, powyżej tej granicy dźwięk staje się najpierw chrypliwy, potem szorstki, aż w końcu dudnienie zanika.

Por. Hasło: *Dudnienie*, w: *ekologia.pl*, <https://www.ekologia.pl/wiedza/slowniki/leksykon-ekologii-i-ochrony-srodowiska/dudnienie> (dostęp: 13.05.2021);

Por. *Fale dźwiękowe i zjawisko dudnień*, s. 2, <http://kawe.wfis.uni.lodz.pl/kfd/pdf/T-6.pdf> (dostęp: 13.05.2021);

Por. Hasło: *Dudnienie (akustyka)*, w: *Wikipedia*, 21.08.2018,

[https://pl.wikipedia.org/wiki/Dudnienie\\_\(akustyka\)](https://pl.wikipedia.org/wiki/Dudnienie_(akustyka)) (dostęp: 13.05.2021).

Efekt barwowy wielodźwięków znacząco różni się od współbrzmień granych na fortepianie, gitarze czy skrzypcach ze względu na:

- inną specyfikę powstawania współbrzmienia w ujęciu fizyki;
- różnice w strukturze (występowanie mikrotonów i ciągów harmoniczych);
- brak możliwości planowania i zmiany struktury akordu;
- znikomą ilość współbrzmień konsonansowych;
- inny rezultat brzmieniowy podczas zmiany chwytu<sup>21</sup>.

W kwestii współbrzmień instrumentów wielogłosowych istotną rolę odgrywa zestrojenie strun w wyrównanych stosunkach częstotliwościowych, szerzej znane jako system równomiernie temperowany. System ten występuje również w instrumentach jednogłosowych, lecz w przeciwieństwie do instrumentów wielogłosowych nie może zostać w prosty sposób zmodyfikowany<sup>22</sup> – co ma miejsce np. podczas przestrojenia strun.

Strój<sup>23</sup> równomiernie temperowany to we współczesnej muzyce wyjątkowe narzędzie, ponieważ wyrównuje stosunki pomiędzy dźwiękami. Dzięki temu wykonywanie współbrzmień na instrumencie oraz gra w zespołach stają się łatwiejsze. W odniesieniu do saksofonu, strój ten jest zauważalny przede wszystkim podczas gry zespołowej, m.in. z fortepianem, w duetach, kwartetach saksofonowych, w kwintecie dętym itp. Nie jest on jednak kluczowy dla techniki wielodźwięków.

Saksofon należy do grupy aerofonów<sup>24</sup>, czyli instrumentów muzycznych, których źródłem dźwięku jest drgający słup powietrza, zamknięty w rezonującej przestrzeni,

---

<sup>21</sup> W instrumentach wielogłosowych każdy palec odpowiada za pojedynczy dźwięk składowy akordu. Natomiast w instrumentach jednogłosowych odpowiednia kombinacja kilku palców odpowiada za specyficzne współbrzmienie.

<sup>22</sup> W saksofonach i innych instrumentach o podobnej konstrukcji, system równomiernie temperowany polega na wywierceniu w korpusie otworów dźwiękowych o odpowiedniej średnicy i stosunkach odległościowych od siebie. Jakakolwiek modyfikacja stroju jest z tego względu skomplikowana, ponieważ byłaby związana z poważną ingerencją w kształt korpusu instrumentu.

<sup>23</sup> Wyraz „strój” może mieć w nazewnictwie muzycznym kilka znaczeń w zależności od kontekstu jego użycia. W zawartości niniejszej pracy posiada przynajmniej trzy: jako „temperacji”, czyli określenia systemów porządkowania dźwięków w obrębie oktawy (np. strój naturalny, mezotoniczny z 1523 r., strój/system równomiernie temperowany) oraz jako wariantu transpozycyjnego instrumentu (np. klarnet w stroju B, Es, A, strój koncertowy C itp. – znaczenie w pewnym stopniu przypominające metodę „scordatury” w instrumentach strunowych). W angielsko-amerykańskiej nomenklaturze wyrazu „strój” (ang. „tuning”) używa się także w kontekście zmiany częstotliwości danych dźwięków na instrumencie (tzw. „praktyka strojenia się”).

Por. Hasło: *Tuning practice*, w: *Wikipedia*, 9.05.2021,

[https://en.wikipedia.org/wiki/Musical\\_tuning#Tuning\\_practice](https://en.wikipedia.org/wiki/Musical_tuning#Tuning_practice) (dostęp: 12.05.2021).

<sup>24</sup> *Aerofony* [gr. aēr ‘powietrze’, phōnē ‘głos’] – grupa instrumentów muzycznych, w których źródłem dźwięku jest drgający słup powietrza, pobudzony odpowiednim zadęciem (instrumenty dęte).

Hasło: *Aerofony*, w: *Encyklopedia PWN*, <https://encyklopedia.pwn.pl/haslo/aerofony;3866028.html> (dostęp: 12.05.2021).

pobudzony odpowiednim zadaniem w wibratorze (tzn. w części instrumentu, w której powstają drgania). W przeciwieństwie do innych grup instrumentów, właściwości fizyczne aerofonów pozwalają na swobodną manipulację wysokością dźwięków poprzez zmianę zadęcia i stosowanie alternatywnych chwytów. Korzystają również z mikrotonalności oraz są w stanie rozszczepiać dźwięk na alikwoty<sup>25</sup>, co w pewnym stopniu umożliwia im grę w stroju naturalnym. To dowodzi ich elastyczności w posługiwaniu się obydwoma strojami w zależności od danej potrzeby.

Strój naturalny oraz mikrotony (ćwierćtony i tony mniejsze) pojawiają się dość często w multifonach. Z tego względu nie przypominają one swoją strukturą tradycyjnego współbrzmienia – akordu wykonywanego na instrumencie wielodźwiękowym. Według wcześniej wspomnianego fizyka – Johna G. Backusa, wielodźwięki tworzą się z jednego rezonatora (korpusu instrumentu). Powstające wówczas zjawisko dudnienia jest wynikiem oscylacji między zbliżonymi częstotliwościami<sup>26</sup> skrajnych tonów. Natomiast akord (przykładowo trójdźwięk wykonany na fortepianie) pochodzi z kilku rezonatorów (w tym przypadku trzech strun) i rzadko powstaje w nim dudnienie z powodu większych odstępów w częstotliwościach dźwięków. Należy również dodać, że standardowy, dobrze nastrojony fortepian posługuje się wyłącznie systemem równomiernie temperowanym, gdzie niemożliwe jest wystąpienie mikrotonów. Wyklucza to zatem tony o bardzo podobnych częstotliwościach, przez co istnieje małe prawdopodobieństwo pojawienia się dudnienia.

Niemniej jednak możliwa jest pewna szansa wytworzenia na saksofonie wielodźwięku podobnego do akordu fortepianowego, lecz jest to przypadek szczególny – obejmuje on zaledwie kilka interwałów i trójdźwięków. Tego typu współbrzmienia bardzo trudno uzyskać, ponieważ są one powiązane z zastosowaniem odpowiedniego chwytu i pozycji zadęcia, z zaawansowanymi umiejętnościami saksofonisty oraz drobnymi różnicami w konstrukcji każdego modelu saksofonu (omówiono wcześniej w niniejszym rozdziale). Przeważnie nie przypominają one akordów znanych ze skal dur/moll i nie należą do systemu

---

<sup>25</sup> *Składowa harmoniczna, alikwot* (łac. *aliquot*, kilka) – w akustyce część składowa dźwięku muzycznego o przebiegu sinusoidalnym i częstotliwości  $n = fk$ , gdzie  $f$  jest częstotliwością tonu podstawowego (składowa podstawowa), natomiast  $k$  jest liczbą naturalną większą od 1. Długości fal kolejnych składowych harmonicznych są elementami szeregu harmonicznego.

Hasło: *Harmoniczna*, w: *Wikipedia*, 16.03.2021, <https://pl.wikipedia.org/wiki/Harmoniczna> (dostęp: 12.05.2021).

<sup>26</sup> Zbliżone odstępstwa częstotliwości to przykładowo te same dźwięki z niewielką różnicą częstotliwości względem siebie: dźwięk  $a^1$  440 Hz : 442 Hz : 443 Hz itp. Oddalone odstępstwa to stosunek dwóch lub kilku częstotliwości, które są na tyle oddalone od siebie (różnica wartości w zależności od zakresu oktawy, w której się znajdują), że są interpretowane przez ucho jako różne dźwięki bądź kolejne składowe ciągu harmonicznego, np. 220 Hz ( $a_{\text{mate}}$ ), 261,63 Hz ( $c^1$ ), 329,63 Hz ( $e^1$ ), 440 Hz ( $a^1$ ). Wartości te opierają się na podziale chromatycznym.

równomiernie temperowanego. Nie da się ich również odtworzyć w każdym rodzaju dynamiki. Prawdopodobnie wszystkie aerofony posiadają tego typu specyficzne multifony.

Wielodźwięki mają swoją unikalną jakość, która wyróżnia aerofony od reszty instrumentów. Niestety, nie jest to dokładnie ta sama technika, co budowanie akordów. Pomimo tego, zauważyć można między nimi kilka podobieństw, m.in. takich jak: różnorodność barwowa, dynamiczna, estetyczna. W związku z trudnościami w wydobywaniu akordów na saksofonie oraz innych instrumentach jednogłosowych, dał się zauważyć pewien słaby punkt, który będzie można rozwiązać poprzez zastosowanie Harmonizatora Kontrolowanego.

#### **1.4. Wszechstronność saksofonu od czasu jego wynalezienia do chwili obecnej**

Aktualnie zauważyć można, że saksofon to instrument wszechstronny. Jednak nie od samego początku był znany w tak wielu kręgach. Przeszedł długi proces popularyzacji.

Duży wkład w rozpoznawalność saksofonu już na samym początku włożył Adolphe Sax. Zamawiał utwory u ówczesnych kompozytorów, promował instrument w orkiestrach wojskowych i symfonicznych, prezentował na wystawach. Jako pierwszy założył w roku 1858 klasę saksofonu w Konserwatorium Paryskim i prowadził ją przez trzynaście lat. Dzięki niemu saksofonem zainteresowali się sponsorzy, grono wpływowych osób, melomani oraz środowisko muzyczne.

Kolejnym kluczowym okresem, w którym jeszcze bardziej wzrosło zainteresowanie saksofonem, były lata 40. XX wieku. Miało to związek m.in. z ponownym otwarciem klasy saksofonu przez Marcela Mule'a w konserwatorium w Paryżu, działalnością niemieckiego wirtuoza saksofonu – Sigurda Raschera w Stanach Zjednoczonych, pojawienie się nowych i wybitnych adeptów – późniejszych promotorów instrumentu w innych krajach. W tym okresie uformował się popularny obecnie kwartet saksofonowy oraz powstawało wiele znanych współcześnie utworów. Można było zauważyć też mieszanie się stylów klasycznego z jazzowym (również wśród kompozytorów), utwierdzając w ten sposób tożsamość i brzmienie instrumentu.

W latach 50. ubiegłego wieku saksofon przeniknął do powstającej muzyki rock'n'roll, przez co potem wszedł do innych gałęzi rozrywki – fusion jazzu, funku, rocka, disco, popu, muzyki klubowej itp.

W 60. dekadzie prężnie zaczęła rozwijać się muzyka elektroniczna. Dzięki niej saksofon uzyskał nowe zdolności rozszerzające jego technikę gry i sonorystykę. To zaowocowało kolejnymi ciekawymi kompozycjami i eksperymentami nad barwą dźwięku. Widząc otwierające się nowe perspektywy, saksofoniści zaczęli eksperymentować nad technikami o rozszerzonym zastosowaniu, modyfikowali swoje instrumenty na potrzeby projektów, usprawniając przy tym konstrukcję instrumentu.

Od lat 70. do obecnej chwili saksofon uzyskał spory repertuar bogaty w kompozycje tonalne, atonalne, eksperymentalne, solo, zespołowe, orkiestrowe, teatralne, multimedialne. Duża ilość saksofonistów przyczyniła się do rozrostu liczby utworów, ponieważ znając swój instrument, sami zaczęli komponować.

Do wzrostu popularności saksofonu doprowadziło wiele zbieżnych czynników. Ale jednymi z najprawdopodobniej istotnych były jego młody wiek, siła barwy, dynamiki i techniki, wygląd, zaangażowanie osób grających, a także brak stereotypów na jego temat. Ta sytuacja pozwoliła na angażowanie instrumentu do wielu projektów, przez co mógł on przeniknąć do różnorodnych środowisk artystycznych. Dzięki tej wszechstronności instrument przetrwał i zyskał ogromną liczbę fanów.

Po saksofon chętnie sięgają osoby zarówno młodsze, jak i starsze – uczniowie, studenci, sympatycy, profesjonaliści. Można dostrzec go nie tylko na wydarzeniach muzycznych, lecz także na przedstawieniach teatralnych, performance'ach, koncertach live electronics, w różnorodnych formacjach, muzyce do filmów, gier, projektach multimedialnych, w różnych stylach muzycznych (od muzyki poważnej poprzez jazz, muzykę rozrywkową, elektroniczną, po współczesną, abstrakcyjną).



## 2. Elektroniczny Instrument Dęty (EWI) – elektroniczna alternatywa saksofonu

Celem niniejszego rozdziału jest popularyzacja Elektronicznego Instrumentu Dętego (EWI), a w szczególności modelu EWI 4000s. Jest to najbardziej rozpoznawalny typ spośród rodziny tego instrumentu. Postanowiłem zawrzeć tutaj tylko najistotniejsze informacje i ciekawostki, patrząc na całe zagadnienie z perspektywy muzyka grającego na tym instrumencie. Mam też świadomość, że istnieje już kilka artykułów, wypracowań i książek, gdzie opisano EWI w sposób bardzo szczegółowy. Do takich pozycji należą na przykład instrukcje obsługi wskazanych modeli firmy AKAI (dystrybuującej instrument), prezentacja powerpoint holenderskiego kompozytora i inżyniera dźwięku – Johana Looijengi<sup>27</sup>, obszerne artykuły ze strony internetowej „Patchman Music”<sup>28</sup> czy też praca doktorska Matthewa J. Vashlishana z Uniwersytetu w Miami<sup>29</sup>.

Rozdział 2. podzielić można na dwie części:

- informacje wprowadzające do tematu głównego (podrozdziały 2.1., 2.2., 2.6.);

Jest to zbiór dotyczący zarysu informacji o elektrofonach elektromechanicznych i elektronicznych, ich zauważalnym podobieństwie do instrumentów tradycyjnych, historii i zarysie działania systemu MIDI, sposobach połączenia ich z układami nagłośnieniowymi.

- prezentację Elektronicznego Instrumentu Dętego (podrozdziały 2.3., 2.4., 2.5., 2.7., 2.8.).

Część ta przedstawia historię powstania, wygląd, mechanikę gry, techniki wykonawcze, możliwości wykorzystania, sposób zapisu efektów w notacji muzycznej, oszacowanie popularności instrumentu w środowisku muzycznym, porównanie z saksofonem (również w przypadku nagłośnienia). Przede wszystkim opis skupia na modelu EWI 4000s, który postrzegany jest przez środowisko wykonawcze jako najbardziej rozpoznawalny i używany model tego instrumentu.

---

<sup>27</sup> Link do strony internetowej Johana Looijengi: <https://www.johanlooienga.com/> (dostęp: 31.07.2023).

<sup>28</sup> Link do strony internetowej „Patchman Music”: <https://www.patchmanmusic.com/> (dostęp: 31.07.2023).

<sup>29</sup> Link do elektronicznej wersji dysertacji dra Vashlishana: <https://www.scribd.com/document/293420899/The-Akai-Electric-Wind-Instrument-EWI4000s-a-Technical-and-Exp> (dostęp: 24.07.2023).

## 2.1. Upodabnianie elektrofonów do instrumentów tradycyjnych

W latach 50. XX wieku rozpoczął się nagły rozkwit elektroniki. Z czasem przeniknęła ona do wielu dziedzin życia codziennego, stając się istotnym elementem funkcjonowania współczesnego społeczeństwa. Głównymi założeniami wprowadzania technologii elektronicznej do powszechnego użytku są:

- ulepszanie, ułatwianie, wspomaganie, poszerzanie zakresu wskazanych dziedzin lub umiejętności;
- nowe ścieżki eksperymentalne prowadzące do powstawania nowych nurtów naukowych i odkryć.

Technologia elektroniczna wywarła również wielki wpływ na muzykę i jej postrzeganie, stając się jej integralną częścią. Konsekwencją tego jest tworzenie instrumentów elektromechanicznych i elektronicznych<sup>30</sup>, których wygląd, cechy, sposób gry wzorowane są na instrumentach tradycyjnych (fizycznych) oraz umiejętnościach manualnych osoby grającej.

Obecnie, coraz częściej sięga się również po akcesoria, programy, rozwiązania elektroniczno-technologiczne rozszerzające możliwości elektrofonów o dodatkowe funkcje i efekty dźwiękowe.

Przykłady elektrofonów opartych o fizyczne odpowiedniki:

- instrumenty klawiszowe: keyboardy; syntezatory, kontrolery;
- instrumenty dęte: elektroniczne aerofony (w tym m.in. EWI, EVI); cyfrowe akordeony, cyfrowe trąbki (np. marki „Morrison” i „Yamaha”) elektryczne puzony (np. konwertery cyfrowe w formie tłumików);
- instrumenty strunowe: skrzypce elektryczne, elektryczna wiolonczela, elektryczny kontrabas, gitary elektryczne, harfa elektryczna itp.;
- instrumenty perkusyjne: elektroniczny zestaw perkusyjny, perkusyjny kontroler MIDI.

---

<sup>30</sup> Różnica między instrumentami elektromechanicznymi a elektronicznymi polega na sposobie wytwarzania dźwięku. Instrumenty elektromechaniczne (np. gitara elektryczna) są ściślej powiązane z instrumentami tradycyjnymi, niemniej jednak potrzebują elektroniki do zwielokrotnienia efektów dźwiękowych. Instrumenty elektroniczne opierają się na złożonych układach scalonych i programach operacyjnych, odpowiadających za produkcję dźwięku.



Obrazy 12.-14. ukazują w kolejności od lewej: elektroniczną trąbkę firmy „Morrison” (Morrison Digital Trumpet), elektryczne skrzypce „Yamaha SV255”, elektroniczny akordeon „Roland FR 1”.



Obrazy 15.-18.: Elektroniczny puzon „InfiniSphere™” (15.); perkusyjny kontroler MIDI „Pearl EM1 Mallet Station” (16.); elektryczna harfa „Camac DHC 32” (17.); elektroniczny zestaw perkusyjny „Roland” (18.).

## 2.2. Historia powstania systemu MIDI oraz zarys jego działania

MIDI<sup>31</sup> (zwany także protokołem MIDI) to system składający się z zestawu komend, oprogramowania i interfejsu<sup>32</sup>. Umożliwia on przekazywanie informacji pomiędzy elektronicznymi instrumentami muzycznymi, takimi jak np. keyboardy, syntezatory, samplery, kontrolery MIDI. Od początku okresu rozwoju komputeryzacji i technologii multimedialnych jego zastosowanie rozszerzono



Obraz 19. Zestawienie logotypów systemu MIDI 1.0 (góra) i MIDI 2.0 (dół), stworzonych przez MIDI Manufacturers Association.

<sup>31</sup> Hasło: *MIDI*, w: *Wikipedia*, 5.03.2020, <https://pl.wikipedia.org/wiki/MIDI> (dostęp: 8.03.2020);

Hasło: *MIDI (music technology)*, w: *Encyclopaedia Britannica*, 25.02.2023,

<https://www.britannica.com/art/MIDI-music-technology> (dostęp: 24.04.2023);

Margaret Rouse, *Musical Instrument Digital Interface*, „Techopedia Inc.”, 5.01.2015,

<https://www.techopedia.com/definition/4508/musical-instrument-digital-interface-midi> (dostęp: 24.04.2023).

<sup>32</sup> *Interfejs, interface* [wym. interfejs] (pojęcie z zakresu informatyki) – zasady łączenia ze sobą i współpracy dwóch różnych urządzeń lub programów; też: urządzenie lub program realizujące te zasady.

Interfejs użytkownika – program umożliwiający współpracę użytkownika z oprogramowaniem komputera.

Hasło: *Interfejs*, w: *Słownik języka polskiego PWN*, <https://sjp.pwn.pl/slowniki/interfejs.html> (dostęp: 30.04.2023).

do celów komunikacji pomiędzy kartą dźwiękową a komputerem. Obecnie wykorzystywany także w aplikacjach na różne urządzenia multimedialne (w tym smartfony), w cyfrowych stacjach roboczych (ang. Digital Audio Stations, w skrócie DAWs), w sekwencerach sprzętowych (ang. hardware sequencers), w programach komputerowych (m.in. muzycznych, grach komputerowych) i połączeniach komputera z instrumentem elektronicznym.

„MIDI” jest to skrót od nazwy „Musical Instrument Digital Interface”, co w języku polskim oznacza „Cyfrowy interfejs instrumentów muzycznych”. Artykuł ten dotyczy przede wszystkim standardu MIDI 1.0. Jednakże wspomniano również w kilku fragmentach o najnowszej wersji, czyli MIDI 2.0.

System ten po raz pierwszy zademonstrowano w roku 1983 na NAMM Show, czyli na targach przemysłu muzycznego organizowanych corocznie przez (Amerykańskie) Narodowe Stowarzyszenie Handlowców Muzycznych (ang. National Association of Music Merchants, w skrócie NAMM). Był on efektem trzyletniej współpracy (od 1981 do 1983 roku) między gronem specjalistów (m.in. fizyków, inżynierów, elektroników, muzyków, przedsiębiorców) chcących ujednoczyć sposób przesyłania danych pomiędzy instrumentami elektronicznymi i jednocześnie przyspieszyć rozwój technologiczny elektrofonów. W projekt zaangażowane było sześć istotnych ówczesnie firm przemysłu elektroniki muzycznej: Roland Corporation, Oberheim Electronics, Sequential Circuits, Yamaha Group, Korg, Kawai Musical Instruments Company. Prace nad MIDI rozpoczęły się od rozmów w 1981 r. pomiędzy założycielami firm – Ikuwarem Kakehashim (Roland Corporation) z Tomem Oberheimem (Oberheim Electronics), a następnie z Davem Smithem (Sequential Circuits) oraz m.in. z pionierem muzyki elektronicznej – Robertem Moogiem (Moog Music; konstruktor syntezatora Mooga; dr inż. fizyki).

Należy wspomnieć również o tym, że proces dojścia do koncepcji MIDI rozpoczął się znacznie wcześniej. Z początkiem XX wieku powszechny dostęp do elektryczności pozwolił na skonstruowanie coraz bardziej zaawansowanych instrumentów. Mowa m.in. o Telharmonium, Trautonium, następnie Tereminie, Falach Martenota, Organach Hammonda, potem RCA Synthesiser (Mark I & II „Victor”), Clavivox, automat perkusyjny Wurlitzer Sideman (ang. Wurlitzer Sideman Drum Machine), elektrofony analogowe, analogowo-cyfrowe i w końcu elektrofony w pełni cyfrowe. Ponadto, okres od około 1950 roku do roku 1983 określany jest przez niektórych znawców muzyki elektronicznej jako „epoka ściany syntezatorów” (ang. „epoch of the wall of synthesizers”), gdyż w tamtym czasie ten rodzaj elektrofonów (tzn. syntezatory) z powodu skomplikowanej konstrukcji był dużych rozmiarów (zajmowały znaczną część pomieszczeń, w których się znajdowały i przez to nie można ich

było przenieść). Natomiast po roku 1983 nowy okres zaczęto nazywać „epoką syntezatorów montowanych na przenośnych rusztowaniach” (ang. „epoch of rack mounted synthesizers”), ponieważ po wprowadzeniu MIDI ich wielkość uległa zmniejszeniu, a to z kolei ułatwiło ich mobilność i wykorzystanie.

W okresie wynalezienia systemu MIDI istniały już elektrofony w pełni cyfrowe, oferujące szeroką gamę brzmień i efektów. Jednakże każda firma posiadała swoje własne oprogramowanie i interfejs. Do połączenia ich potrzebne były różnego rodzaju adaptery, które nie zawsze gwarantowały całkowitą zgodność i interaktywność pomiędzy oprogramowaniem instrumentów oraz ówczesnych komputerów i urządzeń zewnętrznych (np. do efektów barwowych).

Przedsiębiorcy przewidywali też, że z powodu braku kompatybilności między instrumentami ich sprzedaż nie będzie w przyszłości przynosić wystarczających dochodów. To doprowadziłoby do zaniku poszczególnych marek, a klienci częściej sięgali by po instrumenty z firmy, która posiadałaby system lepiej komunikujący się z innymi urządzeniami. W każdym razie pewien standard systemowy i tak by powstał. Między innymi z wyżej wymienionych względów zdecydowano się ujednoczyć system elektrofonów i bezpłatnie go udostępnić.

Podobny przypadek miał miejsce w roku 1996, kiedy wprowadzono złącze USB – obecny standard we wszystkich komputerach osobistych i laptopach. Również wtedy nad nową technologią współpracowało kilka firm (np. Microsoft, Intel, IBM i DEC<sup>33</sup>), które dzieliły się ze sobą swoimi rozwiązaniami.

MIDI to połączenie wcześniej istniejących technologii. Jak podano na portalu „MIDI Association”, prowadzonym przez „International MIDI Association”<sup>34</sup>, jego podstawę stanowiły dwa niezależne systemy: „USI” (skrót od „Universal Synthesizer Interface”)

---

<sup>33</sup> *Digital Equipment Corporation (DEC)*, amerykański producent, który stworzył nową linię tanich komputerów, zwanych minikomputerami, szczególnie do użytku w laboratoriach i instytucjach badawczych. Założona w 1957 roku firma w szczytowym momencie (w 1990 roku) zatrudniała ponad 120 000 osób na całym świecie i zarobiła ponad 14 miliardów dolarów. Firma została zakupiona przez Compaq Computer Corporation w 1998 roku. [tłumaczenie własne – Michał Gasztych]

Hasło: *Digital Equipment Corporation*, w: *Encyclopaedia Britannica*, 20.03.2023, <https://www.britannica.com/topic/Digital-Equipment-Corporation> (dostęp: 30.04.2023).

<sup>34</sup> *International MIDI Association* (pl. „Międzynarodowe Stowarzyszenie MIDI”) to oficjalna, globalna organizacja non-profit zajmująca się historią, rozwojem i promowaniem systemu MIDI wśród firm i opinii publicznej, a także tworzeniem muzyki i sztuki z jego wykorzystaniem. Poprzednio (od 1983 do 2016 roku) organizacja ta znana była pod nazwą MIDI Manufacturers Association (pl. Stowarzyszenie producentów MIDI; w skrócie MMA). [tłumaczenie własne – Michał Gasztych]  
*About*, „MIDI Association”, <https://www.midi.org/about> (dostęp: 1.05.2023).

firmy Sequential Circuits i „Oberheim System” od Oberheim Electronics<sup>35</sup>. Zawiera on także elementy systemów DCB<sup>36</sup> i DIN Sync<sup>37</sup> firmy Roland, CV/Gate<sup>38</sup> oraz ulepszenia będące efektem comiesięcznych spotkań dyskusyjnych pracowników firm zaangażowanych w projekt.

---

<sup>35</sup> Link do strony International MIDI Association i historii systemu MIDI: <https://www.midi.org/midi-articles/the-history-of-midi> (dostęp: 30.04.2023).

<sup>36</sup> Z kilku źródeł skrót posiada kilka rozwinięć nazwy: Digital Control Bus (pl. Cyfrowa magistrala kontrolna), Digital Connection Bus (pl. Cyfrowa magistrala połączeniowa), Digital Communication Bus (pl. Cyfrowa magistrala komunikacyjna), Digital Circuit Behaviour (pl. w wolnym tłumaczeniu: System działania obwodu cyfrowego).

W momencie powstawania niniejszej pracy firma Roland oficjalnie korzysta z rozwinięcia Digital Circuit Behaviour oraz odróżnia go od innego systemu – Analog Circuit Behaviour (pl. w wolnym tłumaczeniu: System działania obwodu analogowego; w skrócie: ACB).

DCB i ACB są autorskimi systemami stosowanymi w elektrofonach firmy Roland i są stale rozwijane. Ponadto, DCB zgodnie współpracuje z MIDI i stanowi jego uzupełnienie.

Hasło: *Digital Control Bus*, w: *Wikipedia*, 20.10.2022, [https://en.wikipedia.org/wiki/Digital\\_Control\\_Bus](https://en.wikipedia.org/wiki/Digital_Control_Bus) (dostęp: 28.04.2023);

Hasło: *DCB*, w: *Electronic Music Wiki*, 27.05.2014, <https://electronicmusic.fandom.com/wiki/DCB> (dostęp: 28.04.2023);

*Digital Communication Bus (DCB) of Roland*, „CHD Elektroservis, Electronic Equipment and Accessories for Musical Instruments”, <https://www.chd-el.cz/support/application/app003-dcb/> (dostęp: 28.04.2023);

*Realistic horn sounds from classic Roland wave expansion boards*, „Roland”,

[https://www.roland.com/us/products/rc\\_srx\\_brass/](https://www.roland.com/us/products/rc_srx_brass/) (dostęp: 30.04.2023);

RolandChannel, *Digital Circuit Behavior (DCB)*, w: *YouTube*, 9.09.2017,

<https://www.youtube.com/watch?v=K1Aq11TRH9w> (dostęp: 30.04.2023);

*What is Analog Circuit Behaviour? (ACB)*, „Roland”,

[https://rolandindonesia.com/what-is-analog-circuit-behaviour-](https://rolandindonesia.com/what-is-analog-circuit-behaviour-acb/#:~:text=Analog%20Circuit%20Behaviour%20%28ACB%29%20is%20the%20technology%20behind,design%20specifications%20and%20consultation%20with%20the%20original%20engineers)

[acb/#:~:text=Analog%20Circuit%20Behaviour%20%28ACB%29%20is%20the%20technology%20behind,design%20specifications%20and%20consultation%20with%20the%20original%20engineers](https://rolandindonesia.com/what-is-analog-circuit-behaviour-acb/#:~:text=Analog%20Circuit%20Behaviour%20%28ACB%29%20is%20the%20technology%20behind,design%20specifications%20and%20consultation%20with%20the%20original%20engineers) (dostęp: 30.04.2023).

<sup>37</sup> DIN Sync (znany też pod nazwą Sync 24) to interfejs synchronizujący ze sobą muzyczne instrumenty elektroniczne, funkcjonujący przed powstaniem systemu MIDI. Wprowadzono go przez firmę Roland w roku 1980 wraz z pojawieniem się automatu perkusyjnego Roland TR-808. Służył do łączenia ze sobą syntezatorów i automatów perkusyjnych, takich jak: TR-606, TR-808, TR-909, TB-303, MC-202. Interfejs ten został zastąpiony przez system MIDI.

Nazwa „DIN” pochodzi skrótu Niemieckiego Instytutu Normalizacji (niem. „Deutsches Institut für Normung e. V.”), w którym w połowie lat 50. przyjęto po raz pierwszy ten standard złącz (początkowo dotyczyło to wtyków trzypinowych).

Złącza interfejsu DIN Sync są identyczne do tych używanych w MIDI. Jednakże posiadają inną funkcjonalność i z tego powodu nie mogą być stosowane zamiennie.

Sweetwater, *DIN Sync*, „Sweetwater – inSync”, 24.05.2006, <https://www.sweetwater.com/insync/din-sync/> (dostęp: 1.07.2023);

Hasło: *DIN sync*, w: *Wikipedia*, 21.03.2023, [https://en.wikipedia.org/wiki/DIN\\_sync](https://en.wikipedia.org/wiki/DIN_sync) (dostęp: 1.07.2023);

Hasło: *DIN connector*, w: *Wikipedia*, 5.06.2023, [https://en.wikipedia.org/wiki/DIN\\_connector](https://en.wikipedia.org/wiki/DIN_connector)

(dostęp: 3.07.2023);

Hasło: *Roland TR-808*, w: *Wikipedia*, 26.06.2023, [https://en.wikipedia.org/wiki/Roland\\_TR-808](https://en.wikipedia.org/wiki/Roland_TR-808)

(dostęp: 1.07.2023).

<sup>38</sup> *CV/Gate* (skrót od *Control Voltage/Gate*) – jedna z najczęściej stosowanych analogowych metod synchronizacji muzycznych instrumentów elektronicznych. Metoda składa się z dwóch komponentów. Po pierwsze, polega na kontroli wysokości dźwięku za pomocą zmian napięcia prądu elektrycznego (sterowanie napięciem). Po drugie, poprzez funkcję Gate (ang. „brama”, „bramka”), będącą złączem transportującym impulsy elektryczne, możliwe jest naciśnięcie (tzn. wytworzenie) klawisza z danym dźwiękiem bądź jego zwolnienie (tzn. zanik). Gate zatem kontroluje m.in. długość impulsu elektrycznego wygenerowanego poprzez sterowanie napięciem (czyli w trakcie control voltage, CV). Metoda ta została zastąpiona systemem MIDI, który jest w pełni cyfrowy.

Hasło: *CV/Gate*, w: *Wikipedia*, 7.01.2023, <https://pl.wikipedia.org/wiki/CV/Gate> (dostęp: 1.07.2023);

Hasło: *CV/gate*, w: *Wikipedia*, 18.06.2022, <https://en.wikipedia.org/wiki/CV/gate> (dostęp: 1.07.2023);

W grudniu 1981 roku rozważano oficjalną nazwę powstającego systemu. Japońskie firmy proponowały „UMI” (skrót od „Universal Music Interface”, pl. „Uniwersalny interfejs muzyczny”). Wymowa skrótu w języku angielskim miała dodatkowo charakter gry słownej „You-Me” (pl. „Ty-ja”), co może odnosić się albo do interfejsu i podstawowej funkcji, jaką spełnia (tzn. umożliwienie komunikacji), albo do wreszcie uzyskanej całkowitej zgodności w funkcjonowaniu pomiędzy dwoma instrumentami/urządzeniami. Jednak ostatecznie wygrała obecnie używana nazwa „Musical Instrument Digital Interface” (w skrócie „MIDI”), której pomysłodawcą był założyciel firmy Sequential Circuits – Dave Smith.

Od 5 do 7 lutego 1982 roku odbyła się zimowa edycja NAMM Show, podczas której o mało co zaprzestano by dalszych prac nad rozwojem MIDI. Powodem był brak zgody w rozmowach pomiędzy amerykańskimi a europejskimi producentami zaangażowanymi w projekt. Niektórzy z nich chcieli dodania do systemu drogiej łączności o dużej szybkości transmisji danych, inni zaś nie widzieli w ogóle sensu jego powstawania. Nie osiągnięto wtedy konsensusu i spotkanie się zakończyło. Na szczęście, po pewnym czasie grono przedsiębiorców pracujących nad MIDI nie poddało się i zdecydowano o kontynuacji rozwijania systemu.

W tym samym roku powstawaniem standardu MIDI zainteresował się również Brian Vincek, wiceprezes przedsiębiorstwa informatycznego Hewlett-Packard Company (obecnie szerzej znanej pod skrótem „HP”), który nawiązał kontakt z Sequential Circuits, a następnie był współzałożycielem obecnie istniejącej organizacji International MIDI Association.

Oficjalna prezentacja MIDI odbyła się na zimowej edycji NAMM Show od 21 do 23 stycznia 1983 roku. Przedstawiono wtedy połączone i w pełni komunikujące się dwa syntezatory: Sequential Circuits Prophet-600 i Roland Jupiter-6. Należy dodać, że system nie był jeszcze całkowicie dopracowany. Jego ulepszoną wersję wydano dopiero 2 lata później – w roku 1985.

System MIDI w szybkim tempie zyskał popularność, m.in. za sprawą kolejnych edycji targów przemysłu muzycznego NAMM Show, wpływowi i rozpoznawalności firm od początku zaangażowanych w projekt, dzięki Międzynarodowemu stowarzyszeniu MIDI oraz osób zainteresowanych, a także poprzez producentów przemysłu komputerowego,

---

Ryan Gaston, *What is CV/Gate? What is it Doing on My Gear? Control Voltage and Gate Signals Explained*, „Perfect Circuit”, <https://www.perfectcircuit.com/signal/what-is-cv-gate> (dostęp: 1.07.2023).

dotychczas standard MIDI w swoich kartach dźwiękowych (Apple, Commodore, Amiga, Acorn Archimedes, IBM, a w szczególności Atari).

Aktualnie MIDI to system wchodzący w skład niemalże wszystkich urządzeń elektroniki muzycznej. Posiada on stałe wsparcie techniczne i jest ulepszany o nowe rozszerzenia programowe i interfejsowe. 17 stycznia 2020 na zimowej edycji NAMM show Międzynarodowe stowarzyszenie MIDI we współpracy z takimi firmami, jak Roland, Yamaha, Microsoft, Google, Ableton, Steinberg, Native Instruments, ROLI poinformowało o pojawieniu się najnowszej wersji – standardu MIDI 2.0.

Omawiając w skrócie koncepcję działania systemu MIDI, można podzielić ją na trzy obszary:

- przetworzenie informacji teoretycznych o dźwięku w kilkuparametrowy kod (pojęcie zbioru nut MIDI opisanych na klawiaturze fortepianowej; 2.2.1., opis na stronach 41. – 43.);
- kodowanie informacji w sygnale cyfrowym (np. opisany poniżej wygląd transferu danych, który zawiera informacje o nucie w postaci zapisu 8-bitowego; 2.2.2., opis na stronach 43. – 53.);
- oprogramowanie interfejsu (w celu zaistnienia zgodność pomiędzy układami scalonymi instrumentów/urządzeń działających według MIDI; 2.2.3., opis na stronach 53. – 55.).

### **2.2.1. Przetworzenie informacji teoretycznych o dźwięku w kilkuparametrowy kod**

Ta warstwa koncepcji jest bardzo istotna, ponieważ dotyczy przekształcenia teoretycznej i fizycznej wiedzy o dźwięku w kod, który służył będzie jako część języka programowania MIDI.



MIDI number	Note name	Keyboard	Frequency
21	A0		27.500
22	B0		30.868
23	C1		32.703
24	D1		36.708
25	E1		41.203
26	F1		43.654
27	G1		48.999
28	A1		55.000
29	B1		61.735
30	C2		65.406
31	D2		73.416
32	E2		82.407
33	F2		87.307
34	G2		97.999
35	A2		110.00
36	B2		123.47
37	C3		130.81
38	D3		146.83
39	E3		164.81
40	F3		174.61
41	G3		196.00
42	A3		220.00
43	B3		246.94
44	<b>C4</b>		<b>261.63</b>
45	D4		293.67
46	E4		329.63
47	F4		349.23
48	G4		392.00
49	<b>A4</b>		<b>440.00</b>
50	B4		493.88
51	C5		523.25
52	D5		587.33
53	E5		659.26
54	F5		698.46
55	G5		783.99
56	A5		880.00
57	B5		987.77
58	C6		1046.5
59	D6		1174.7
60	E6		1318.5
61	F6		1396.9
62	G6		1568.0
63	A6		1760.0
64	B6		1975.5
65	C7		2093.0
66	D7		2349.3
67	E7		2637.0
68	F7		2793.0
69	G7		3136.0
70	A7		3520.0
71	B7		3951.1
72	C8		4186.0

Obraz 20. Tabela przedstawiająca protokół MIDI wraz z jego parametrami.

MIDI przedstawiany jest na przykładzie klawiatury fortepianowej (jak pokazano na obrazie nr 20). Dźwięki uporządkowano w relacji półtonowej według systemu równomiernie temperowanego. Każdy z nich posiada przypisany numer w zakresie od 0 do 127 (razem system wspiera 128 dźwięków). Nazwy dźwięków podawane są w tzw. „Amerykańskim Standardzie Notacji Dźwięków” (ang. American Standard Pitch Notation, w skrócie ASPN)<sup>39</sup>. Najniższy dźwięk to c oktavę niżej od rejestru subkontra (w standardzie amerykańskim to dźwięk C<sub>-1</sub>), najwyższy to g<sup>6</sup> (G<sub>9</sub> w standardzie amerykańskim)<sup>40</sup>.

Dźwięki określane w sposób numeryczny nazywa się „nutami MIDI” (ang. „MIDI notes”). Dla przykładu dźwięk c<sup>1</sup> klawiatury fortepianowej systemu europejskiego (C<sub>4</sub> w nazewnictwie amerykańskim lub po prostu „środkowe c”), to nuta MIDI 60, będąca punktem odniesienia zarówno w systemie MIDI jak i w tradycyjnym nauczaniu teoretycznym (tzw. „środkowe c klawiatury fortepianowej”). Notację tę stworzono

na potrzeby konwersji poleceń komputerowych na dźwięk muzyczny.

<sup>39</sup> Hasło: *Oznaczenia oktav i dźwięków*, w: *Wikipedia*, 8.05.2023, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Oznaczenia\\_oktav\\_i\\_d%C5%BAwi%C4%99k%C3%B3w](https://pl.wikipedia.org/wiki/Oznaczenia_oktav_i_d%C5%BAwi%C4%99k%C3%B3w) (dostęp: 2.05.2023); *Nazewnictwo oktav i notacja wysokości dźwięków*, „Life About”, 31.10.2021, <https://littlewaterradio.com/pl/pages/8022-octave-naming-and-pitch-notation#:~:text=S%C4%85%20to%3A%201%20Nazwy%20oktav%20%28na%20zdj%C4%99ciu%20powy%C5%BCej%29%3A,C%20C2%3A%20peda%C5%82%20C%20C3%3A%20bas%20C%20> (dostęp: 2.05.2023); Hasło: *Octave Notation*, w: *Flutopedia*, 11.11.2014, <https://archive.ph/dAulU> (dostęp: 2.05.2023); Chelsey Hamm, Bryn Hughes, *Open Music Theory, I. Fundamentals, American Standard Pitch Notation (ASPN)*, „VIVA Open Publishing”, <https://viva.pressbooks.pub/openmusictheory/chapter/aspn/#:~:text=The%20octaves%20are%20labeled%20from%20lowest%20to%20highest%2C,portions%20of%20octaves%20%20and%20%20are%20included> (dostęp: 2.05.2023).

<sup>40</sup> *MIDI note numbers and center frequencies*, „Inspired Acoustics”, [https://www.inspiredacoustics.com/en/MIDI\\_note\\_numbers\\_and\\_center\\_frequencies](https://www.inspiredacoustics.com/en/MIDI_note_numbers_and_center_frequencies) (dostęp: 2.05.2023).

Ponadto, każdy dźwięk posiada informację o swojej częstotliwości, np. dla  $c^1 (= C_4)$  wynosi ona 261,63 Hz. Częstotliwości wszystkich dźwięków w systemie są nastrojone do częstotliwości  $a^1 = 440$  Hz. Przypisując do klawiatury MIDI częstotliwość dźwięku, numer nuty MIDI (odnosząc się do ASPN) można uzyskać w skrócie zarys szyfrowania dźwięków w systemie MIDI w oparciu o teorię muzyki.

MIDI posiada także takie parametry jak m.in.: intensywność dźwięku, artykulacja, efekty dźwiękowe, kombinacje itp., przez co istnieje możliwość manipulacji ekspresją gry, precyzyjnością i jakością dźwięku, stając się świetnym narzędziem dla muzyka instrumentalisty oraz poszerzeniem możliwości, doświadczeń muzycznych. Jest to system bardzo zróżnicowany i czuły na zmiany ekspresji, artykulacji, przez co pozwala na tworzenie różnych wrażeń słuchowych oraz całkowite oddanie intencji muzyka i treści zawartej w utworze (m.in. elementy dzieła muzycznego).

Warto również wspomnieć o wielkiej zaletie tego systemu, jaką jest prostota i uniwersalność, gdyż można stosować go do różnego rodzaju programów, urządzeń, instrumentów. Jest on niczym **biblioteka dźwięków**. Dlatego też możliwe jest wykorzystywanie go na każdym kontrolerze dźwięku czy programie na nim opartym, tj. tak samo w przypadku keyboardu, jak i na dętym elektronicznym instrumencie. Na jego podstawie możliwe jest również budowanie próbek dźwiękowych, czyli tzw. **biblioteki brzmienia instrumentu**<sup>41</sup> (ang. „patches”).

Dzięki kontroli innych parametrów tego protokołu i w połączeniu z próbkami dźwiękowymi, wytwarzanie tego samego dźwięku na elektrofonie może różnić się pod względem elementów dzieła muzycznego. MIDI sprawia, że elektrofon posiada właściwości wykonawcze podobne do tradycyjnego instrumentu, nawet jeśli musi być podłączony do zewnętrznej aparatury, tzn. komputera, wzmacniacza, głośników itd.

### 2.2.2. Kodowanie informacji w sygnale cyfrowym

Na wstępie należy zaznaczyć, że system MIDI nie wysyła żadnych dźwięków, czyli sygnałów audio. Zamiast tego komunikacja pomiędzy instrumentami/urządzeniami MIDI odbywa się całkowicie poprzez sygnał cyfrowy. Sygnał ten jest serią „wyrazów” zero-jedynkowych, czyli informacji zakodowanych w tzw. binarnym systemie liczbowym.

---

<sup>41</sup> Baza danych w formie sygnału dźwiękowego. Opiera się na naturalnych dźwiękach (uprzednio nagranych, następnie spreparowanych) bądź syntetycznie stworzonych na potrzeby instrumentu.

Każdy połączony instrument/urządzenie MIDI (inaczej – odbiornik) odczytuje wysłany sygnał z instrumentu/urządzenia MIDI, które go nadało (inaczej – nadajnika, zwanego też transmitterem).

Pod względem rodzaju transmisji danych system MIDI oparto na asynchronicznej komunikacji szeregowej (ang. asynchronous serial communication)<sup>42</sup> o konfiguracji wyrazów 8-N-1 (konfiguracji najczęściej spotykanej m.in. w komputerach). To oznacza, że:

- sygnał z danymi o dźwięku wysyłany jest do odbiornika w sposób pulsacyjny i w różnych odstępach czasu (w przeciwieństwie do synchronicznej komunikacji szeregowej, gdzie transfer danych odbywa się regularnie i bez przerw);
- sygnał składa się z serii wyrazów posiadających formę 8-N-1<sup>43</sup>. Rozwijając skrót, „8” określa 8-bitową długość wyrazu z zakodowaną informacją, „N” (od ang. „no”, czyli „nie” lub „none”, czyli „żaden”) – brak tzw. „bitów kontroli parzystości”<sup>44</sup>,

---

<sup>42</sup> Hasło: *Transmisja szeregową*, w: *Wikipedia*, 31.01.2023, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Transmisja\\_szeregową](https://pl.wikipedia.org/wiki/Transmisja_szeregową) (dostęp: 26.05.2023);

Hasło: *Asynchronous Serial Communication*, w: *Wikipedia*, 1.01.2023, [https://en.wikipedia.org/wiki/Asynchronous\\_serial\\_communication](https://en.wikipedia.org/wiki/Asynchronous_serial_communication) (dostęp: 26.05.2023).

<sup>43</sup> Graeme, *MIDI data protocol question...*, „MIDI Association – The MIDI Forum”, 7.01.2018, <https://www.midi.org/forum/1141-midi-data-protocol-question> (dostęp: 26.05.2023).

<sup>44</sup> Kontrola parzystości bitów jest to zabezpieczenie służące do wykrywania i zasygnalizowania błędów w transmisji danych. Proces polega na napisaniu kodu dla podzespołu, który będzie sprawdzał poprawność (identyczność) wyrazów przesyłanych z nadajnika do odbiornika i korygował ewentualne nieprawidłowości. Do wyrazu dodawany jest bit kontrolny, który w zależności od przyjętej konwencji sprawdzania błędów nazywa się też „bitem parzystości” lub „nieparzystości”. Najczęściej występuje jednak opcja kontrolna z „bitem parzystości”. Przykład prostej kontroli z „bitem parzystości”: jeśli po zsumowaniu jedynek w wyrazie podzespół wykryje, że ich liczba jest nieparzysta, dodaje on wtedy bit o wartości 1. Jeśli jednak suma jedynek będzie parzysta, zostanie dodany bit o wartości 0. Innymi słowy zadaniem bitu parzystości jest doprowadzenie, aby wynik sumy jedynek w wyrazie był zawsze liczbą parzystą. Przedstawiony proces eliminuje błędy w transmisji danych.

W informatyce istnieją także bardziej rozbudowane mechanizmy wychwytywania błędów oparte o bity kontrolne. Jednak najbardziej popularną metodą generowania bitów kontrolnych jest wykorzystywanie działania matematycznego (tzw. sumy modulo dwa) na wszystkich bitach jednym badanym wyrazie. Inaczej mówiąc, jest to zsumowanie wszystkich bitów o wartości 1 zawartych w jednym badanym wyrazie i wykonanie działania modulo dwa, którego funkcją jest wykrycie całej reszty lub jej braku (niemożliwy jest wynik w postaci ułamku). Przykład z działaniem modulo dwa na liczbie 5 i 8:

$5 \bmod 2 = 1$ , ponieważ  $5 = 4 + 1$ ; 4 jest podzielne przez 2, zaś 1 dzielone przez 2 daje ułamek  $\frac{1}{2}$  (co w działaniu modulo nie jest możliwe), zatem reszta wynosi 1;

$8 \bmod 2 = 0$ , ponieważ 8 jest podzielne przez 2 i daje wynik 4, zatem cała liczba 8 da się podzielić przez 2 i stąd wynik działania modulo dwa wynosi 0.

Rafał Bartoszak, *Generator bitu parzystości w FPGA – bit kontroli parzystości w FPGA*, „Rafał Bartoszak – Elektronika”, 25.12.2020, <https://rafal-bartoszak.blogspot.com/2020/12/generator-bitu-parzystosci-w-fpga.html#:~:text=Zadanie%20modu%C5%82u%20kontroli%20parzysto%C5%9Bci%20jest%20proste> (dostęp: 27.05.2023);

M@rek Pudelko – Urządzenia Techniki Komputerowej, *Złożone układy kombinacyjne*, „SlideToDoc”, <https://slidetodoc.com/zoone-ukady-kombinacyjne-mrek-pudeko-urzdzenia-techniki-komputerowej/#:~:text=Uk%C5%82ad%20kontroli%20parzysto%C5%9Bci%20%E2%80%A2%20Kontrola%20parzysto%C5%9Bci> (dostęp: 27.05.2023);

Hasło: *Kontrola parzystości*, w: *Wikipedia*, 21.04.2023, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Kontrola\\_parzysto%C5%9Bci](https://pl.wikipedia.org/wiki/Kontrola_parzysto%C5%9Bci) (dostęp: 27.05.2023);

Hasło: *Modulo*, w: *Wikipedia*, 11.04.2023, <https://en.wikipedia.org/wiki/Modulo> (dostęp: 27.05.2023).

„1” – 1 bit stopu bądź też w dokładniejszej interpretacji jako jedna para tzw. „bitów start/stop” na wyraz, które sygnalizują jego rozpoczęcie i zakończenie (bit startu posiada wartość 0, zaś stopu wartość 1).

Choć wydawać się może, że wyraz w serii po dodaniu bitów startu i stopu posiada 10 bitów, jedynie wspomniane wcześniej 8 bitów tworzy informację. Bity startu i stopu nie zaliczają się do wyrazu, ponieważ nie przenoszą danych. Znaleźć je można jedynie w asynchronicznej komunikacji szeregowej i pełnią one raczej funkcję podobną do znaków interpunkcyjnych. Występują zawsze na początku i końcu wyrazu, nie wpływając na jego znaczenie. Dzięki nim możliwe jest przerywanie sygnału cyfrowego i zachowanie różnych odstępów czasowych pomiędzy danymi (wymieniona uprzednio funkcja regulacji odstępów czasowych między wyrazami). Bit startu przygotowuje odbiornik na nadejście danych, natomiast bit stopu resetuje stan odbiornika, aby był gotowy przyjąć nową sekwencję.

Sygnal posiada serię 8-bitowych wyrazów o właściwościach konkretnego dźwięku (czyli różne kombinacje zer lub jedynek uszeregowane w sekwencjach 8-elementowych, np. 00100101, 10010110). Dla 8-bitowego wyrazu używana jest także inna nazwa – „wyraz 1-bajtowy”<sup>45</sup>. Jednakże trzeba też uwzględnić, że spośród 8 bitów, tylko 7 z nich posiada wartości wpływające na strukturę dźwięku, zaś jeden bit służy jako informacja, czy wyraz należy do typu „status” bądź „dane” (zagadnienie to rozwinięto w dalszej części pracy). Ponadto, MIDI pozwala na zakodowanie informacji o dźwięku we wspomnianych 7 bitach<sup>46</sup>. Istnieje ich aż 128 kombinacji według równania  $2^7 = 128$ . Stąd dość często

---

<sup>45</sup> Ogólna definicja bajta jest nadal niejednoznaczna, czyli nie ustalono ostatecznie, że składa się on z ośmiu bitów. W zależności od historii ewolucji jego rozmiarowości, a także m.in. od zainstalowanego oprogramowania i używanego języka programowania w urządzeniu dopuszcza się, że może przybierać dowolną wartość. Przykładowo, na początku (od 1956 roku i nieco później, kiedy dopiero zaczynano używać tego terminu) bajt miał wartość czterech, a czasami trzech bitów.

Wraz z pojawieniem się w 1966 roku komputera IBM System/360 upowszechniony został standard bajta złożonego z ośmiu bitów (zwanego inaczej „oktetem” lub „bajtem-oktetem”), który obowiązuje w czasach obecnych.

W związku z opisanym powyżej ustandaryzowaniem się rozmiaru jednostki bajta, w systemie MIDI przyjęto, że 1 bajt będzie składał się także z formatu ośmiobitowego.

Hasło: *Byte*, w: *Encyclopaedia Britannica*, 12.05.2023, <https://www.britannica.com/technology/byte> (dostęp: 8.06.2023);

Hasło: *Byte*, w: *Computer Hope*, 3.05.2023,

<https://www.computerhope.com/jargon/b/byte.htm#:~:text=A%20byte%20is%20a%20term%20first%20coined%20by,not%20it%20needs%20error%20correction%20%28%20parity%20%29> (dostęp: 8.06.2023);

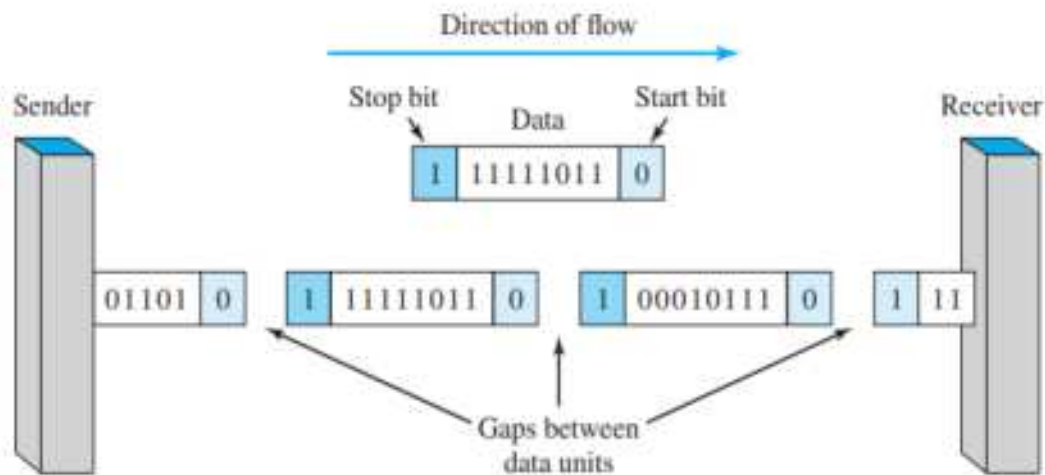
Hasło: *Byte*, w: *Wikipedia*, 2.06.2023, <https://en.wikipedia.org/wiki/Byte> (dostęp: 8.06.2023);

Hasło: *Bajt*, w: *Wikipedia*, 18.01.2023, <https://pl.wikipedia.org/wiki/Bajt> (dostęp: 8.06.2023).

<sup>46</sup> Soultrane, *Sound Design*, „Stack Exchange”, 19.01.2018,

<https://sound.stackexchange.com/questions/37245/why-is-midi-still-8-bit#new-answer?newreg=6b84382c57e847a2b47b89eb195980d4> (dostęp: 26.05.2023).

w systemie MIDI znaleźć można zakres wartości 0 – 127, co po ich zsumowaniu daje wynik 128. Aktualnie ilość kombinacji uległa zwielenokrotnieniu dzięki wprowadzeniu standardu MIDI 2.0.



Obraz 21. Przedstawienie koncepcyjne przesyłu serii danych jednobajtowych pomiędzy nadajnikiem (ang. sender) a odbiornikiem (ang. receiver) w asynchronicznej komunikacji szeregowej (wykorzystanej m.in. w systemie MIDI). Kierunek emisji danych na powyższym obrazie odbywa się w kierunku od strony lewej do prawej (od nadajnika do odbiornika).

Ciemniejszym kolorem błękitnym oznaczono bit stopu o wartości 1. Jaśniejszym kolorem błękitnym oznaczono bit startu o wartości 0. Pomiędzy każdym jednobajtowym odcinkiem znajduje się przerwa, która może być dłuższa bądź krótsza.

Asynchroniczna komunikacja szeregową została użyta w systemie MIDI m.in. ze względów:

- koncepcyjnych;

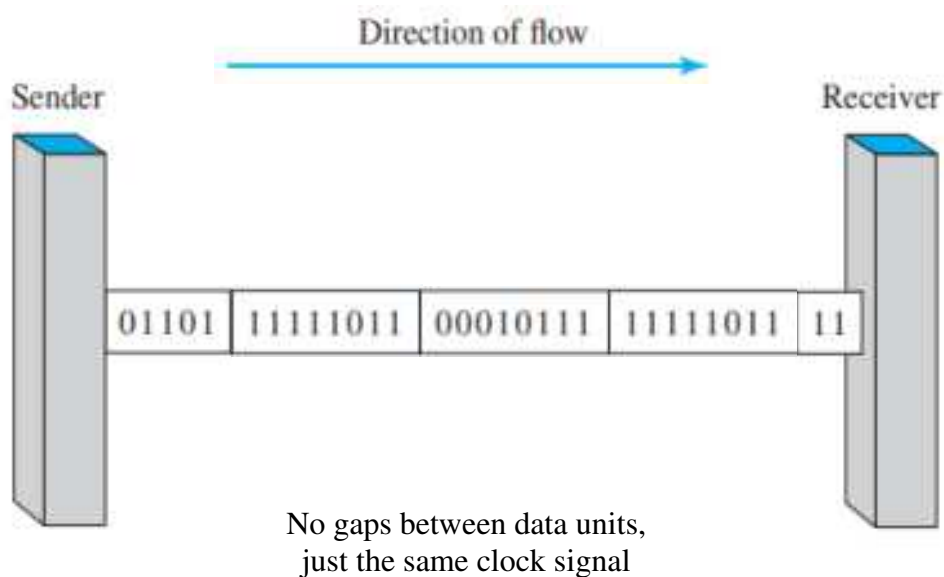
Połączone ze sobą elektrofony nie muszą wysyłać sobie informacji w sposób nieustanny i w tych samych, dokładnych okresach czasowych (czyli według tzw. „sygnału zegarowego” lub inaczej „taktowania”). Instrumenty te mogą działać niezależnie od siebie, komunikować się i wysyłać informacje w różnych odstępach czasowych, nie czekając, aż urządzenie nadające wyśle pełną wiadomość do odbiorcy – co jest konieczne w przypadku synchronicznej komunikacji szeregowej.

- ekonomicznych.

Koszt energetyczny oraz sprzętowy przy asynchronicznej komunikacji jest znacznie mniejszy niż przy synchronicznej komunikacji szeregowej ze względu na brak konieczności stałej emisji danych. Dla przykładu, jeśli urządzenie nadające jest

w stanie spoczynku (nie wysyła danych), to przy asynchronicznej komunikacji szeregowej odbiornik nie otrzymuje kolejnej porcji danych (występuje przerwa w wymianie informacji). Natomiast w synchronicznej komunikacji szeregowej, pomimo stanu spoczynku nadajnika, odbiornik stale otrzymuje dane, np. o tym, że nadajnik od pewnego czasu nie zmienił swojego stanu aktywności (czyli nadajnik ciągle powiadamia odbiornik, że jest w stanie spoczynku). W ten sposób, w wyniku stałej wymiany informacji zwiększa się wspomniane zużycie energii i sprzętu.

Oprócz systemu MIDI, asynchroniczną komunikację szeregową wykorzystuje się także w wysyłaniu wiadomości e-mail, transferze plików (online i na urządzeniu, np. wysyłanie informacji o dokumencie do drukarki), formularzach internetowych, forach i portalach społecznościowych, wiadomościach i czatach tekstowych. Synchroniczną komunikację szeregową stosuje się natomiast w konwersacjach telefonicznych, wideorozmowach i komunikatorach internetowych (np. Skype, Zoom, Microsoft Teams itd.), grach online, transmisjach wideodźwiękowych na żywo (tzw. „live streaming”, np. na serwisie YouTube, w telewizji) itp.



Obraz 22. Przedstawienie koncepcyjne przesyłu serii danych jednobajtowych pomiędzy nadajnikiem (ang. sender) a odbiornikiem (ang. receiver) w synchronicznej komunikacji szeregowej (wykorzystanej m.in. w transmisjach telefonicznych i wideodźwiękowych). Kierunek emisji danych na powyższym obrazie odbywa się w kierunku od strony lewej do prawej (od nadajnika do odbiornika).

W tym typie komunikacji nie występują bity startu i stopu, nie występują także przerwy pomiędzy wyrazami. Przesył danych odbywa się w regularnym, jednostajnym tempie określonym przez tzw. „sygnał zegarowy” (ang. clock signal). Sygnał ten jest identyczny zarówno w nadajniku jak i w odbiorniku.

Z procesem przepływu informacji w systemie MIDI związanych jest jeszcze wiele czynników. Opisano je szczegółowo w książce „The Complete MIDI 1.0 Detailed Specification” (pl. „Kompletna specyfikacja szczegółowa MIDI 1.0”, wydawnictwo MIDI Manufacturers Association, Los Angeles 2020)<sup>47</sup>. Jednak są jeszcze trzy ważne parametry, które należy wymienić. Dotyczą one zawartości wyrazu w zależności od wartości ostatniego<sup>48</sup> bitu (tzw. „najbardziej znaczącego bitu”, ang. „Most Significant Bit”, w skrócie MSB), prędkości transmisji danych oraz trybu transmisji pomiędzy nadajnikiem a odbiornikiem.

Pierwszy parametr, jak wyżej wspomniano, odnosi się do wartości najbardziej znaczącego bitu w wyrazie (czyli MSB). MIDI rozróżnia dwa typy jednobajtowych wyrazów – status i dane (ang. status and data). Wiadomość z zawartym w niej statusem posiada ostatni bit (MSB) o wartości 1. Opisując w uproszczeniu funkcje wyrazu ze statusem, ma on za zadanie zawiadamiać i przygotowywać odbiornik na przyjęcie danych o określonej specyfice. Pełni on rolę instrukcji, informującej, jakie pojawią się dane i gdzie je wysyłać (tzn. do jakiego kanału w odbiorniku). Są jednak czasami wyjątki, gdy występuje jedynie status bez danych<sup>49</sup>. Po pojawieniu się statusu w następnej kolejności zazwyczaj generowany jest jeden lub dwa wyrazy z danymi<sup>50</sup>. Zatem, dla przykładu, typowa wiadomość może składać się z następującego schematu:

**1mmccc 0nnnnnn 0vvvvvv**

, gdzie:

m – typ wiadomości

c – kanał

n – nuta MIDI (w zakresie od 0 do 127)

v – prędkość (o wartości od 0 do 127)

---

<sup>47</sup> Link do elektronicznej wersji książki: [https://archive.org/details/complete\\_midi\\_96-1-3/mode/2up](https://archive.org/details/complete_midi_96-1-3/mode/2up) (dostęp: 24.05.2023);

rozdział 2. „MIDI 1.0 Detailed Specification”, strony 28. – 113.

<sup>48</sup> Wyjaśnienie: w niektórych źródłach znaleźć można informację, że najbardziej znaczący bit położony jest na początku wyrazu. Jednakże pod względem kierunku transmisji danych znajduje się on na końcu wyrazu. Z tego powodu zdecydowałem się użyć w tekście głównym przymiotnika „ostatni”.

<sup>49</sup> *Status byte (of a MIDI message)*, „RecordingBlogs.com”, <https://www.recordingblogs.com/wiki/status-byte-of-a-midi-message#:~:text=The%20MIDI%20event%20contains%20two%20pieces%20of%20information%3A,which%20defines%20the%20type%20of%20the%20MIDI%20message> (dostęp: 25.05.2023).

<sup>50</sup> Jeff-Russ, *Explanation of MIDI Messages*, „Stack Overflow”, 6.04.2015, <https://stackoverflow.com/questions/29481090/explanation-of-midi-messages> (dostęp: 25.05.2023).

Wiadomość 8-bitowa w systemie MIDI zawiera w sobie takie informacje, jak:

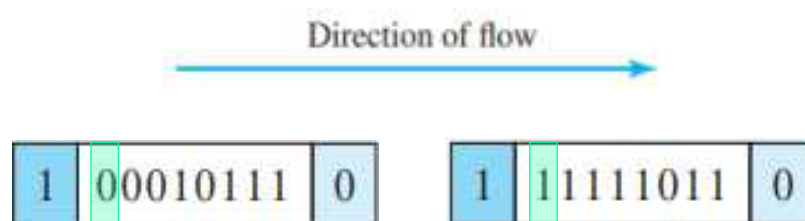
- jaką naciśnięto nutę;
- moment, w którym naciśnięto bądź puszczone daną nutę ;
- prędkość (tzn. czułość) z jaką naciśnięto klawisz danej nuty;
- efekt „aftertouch”, czyli „dociśnięcia” klawisza danej nuty w celu modulacji jej brzmienia<sup>51</sup>;
- vibrato i równy dźwięk;
- „pitch bend”, tzn. glissando, poprzez które dana wysokość dźwięku zamienia się w inną (informacja o wartości liczbowej glissanda).

Innymi słowy, są to poszczególne informacje: Note On, Note Off, Control Change, Program Change, Pitch Bend, Aftertouch, System Common, System Exclusive.

Wszystkie te informacje posiadają zakres wartości (czy też intensywności) od 0 do 127 jednostek<sup>52</sup>.

Dane te rozsyłane są potem do maksymalnie 16 kanałów MIDI zawartych w odbiorniku (choć w zależności od zawartości i roli danych niekoniecznie muszą zostać wysłane do każdego kanału). Wyrazy z danymi w strukturze bitowej posiadają MSB o wartości 0.

Podsumowując, wyrazy zawierające najbardziej znaczący bit o wartości 1 to wyrazy-statusy. Zaś te, których wartość wynosi 0 są wyrazami z danymi i wysyłane są według poleceń zawartych we wcześniej pojawiającym się wyrazie-statusie.



Obraz 23. Przykłady dwóch typów wyrazów jednobajtowych w asynchronicznej komunikacji szeregowej. Wyraz umiejscowiony z lewej strony to wyraz z danymi (zielonym polem zaznaczono jego MSB o wartości 0). Wyraz znajdujący się po prawej stronie jest wyrazem-statusem (jego MSB o wartości 1 został oznaczony zielonym polem). Niebieski wektor na górze obrazu wskazuje kierunek transmisji danych.

<sup>51</sup> Uptone.pl, *Jak działa funkcja Aftertouch?*, „Uptone.pl”, 11.07.2019, <https://uptone.pl/pianosynth/jak-dziala-funkcja-aftertouch/> (dostęp: 2.05.2023).

<sup>52</sup> Rob, *A Beginner's Guide To MIDI: What Is It? How Does It Work?*, „Musician's HQ”, <https://musicianshq.com/a-beginners-guide-to-midi/> (dostęp: 4.07.2023).



Drugi czynnik dotyczy prędkości transmisji danych, czyli jednostki natężenia strumienia danych w medium transmisyjnym (np. pomiędzy dwoma urządzeniami). Wielkość ta pozwala orientować się jaka ilość informacji może zostać wysłana z nadajnika do odbiornika w danym odcinku czasu. Mierzy się ją w bitach na sekundę (w skrócie bit/s).

W przypadku MIDI seria może być wysyłana z prędkością transmisji danych do maksymalnie 31250 bitów na sekundę<sup>53</sup>. W stosunku do wysyłanego w danej chwili jednego 8-bitowego komunikatu jest to zawrotna prędkość, która gwarantuje brak opóźnień (tzw. latencji) i niezakłóconą komunikację pomiędzy połączonymi instrumentami MIDI/urządzeniami MIDI. Należy zaznaczyć też, że wynik ten ulega wahaniom. Istnieje możliwość obliczenia średniej prędkości na podstawie kilkunastu pomiarów zebranych w stałych odstępach czasu.

W niektórych grafikach określających prędkość transmisji danych spotkać się można z jednostką zwaną bodem (ang. baud, skrót Bd). Bod według definicji jest miarą szybkości modulowania sygnału telegraficznego (szybkości telegraficznej) lub szybkości przekazywania elementów sygnału cyfrowego o stałym czasie trwania<sup>54</sup>. Modulacja sygnału polega na zmianie tzw. symbolu, znaku lub pulsu na sekundę, np. 250 bodów oznacza, że w ciągu jednej sekundy sygnał może zmienić się 250 razy (czyli w ciągu jednej sekundy może zostać przesłanych 250 symboli, pulsów). Druga część definicji przypomina wyjaśnienie prędkości transmisji danych. Jednakże bod jest wymiarem o ogólniejszym znaczeniu i zasięgu. Czasami wspomniany symbol zmieniający informację w sygnale może być utożsamiany z bitem, a w niektórych sytuacjach z kilkoma bitami (np. czterema bitami) lub też innymi działaniami

---

<sup>53</sup> Powodem, dla którego w systemie MIDI korzysta się z częstotliwości taktowania 31250 bitów na sekundę, jest to, że była to najwyższa szybkość transmisji danych, jaką można było osiągnąć dzięki dostępnej technologii w tamtym czasie (tj. około roku 1983). Mowa między innymi o maksymalnej przepustowości danych w pięciostykowym kablu DIN MIDI.

Soultrane, *Sound Design*, „Stack Exchange”, 19.01.2018,

<https://sound.stackexchange.com/questions/37245/why-is-midi-still-8-bit#new-answer?newreg=6b84382c57e847a2b47b89eb195980d4> (dostęp: 26.05.2023);

Dolores, *MIDI buffer limits*, „MIDI Association – The MIDI Forum”, 18.01.2023,

<https://www.midi.org/forum/17325-midi-buffer-limits#reply-17327> (dostęp: 26.05.2023).

Carlos, *Maximum limit of simultaneous events*, „MIDI Association – The MIDI Forum”, 19.02.2023,

<https://www.midi.org/forum/17672-maximum-number-of-simultaneous-events#reply-17682>

(dostęp: 26.05.2023);

Hasło: *Złącze DIN*, w: *Wikipedia*, 12.12.2022, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Z%C5%82%C4%85cze\\_DIN](https://pl.wikipedia.org/wiki/Z%C5%82%C4%85cze_DIN)

(dostęp: 26.05.2023).

<sup>54</sup> Hasło: *Bod*, w: *Encyklopedia PWN*, <https://encyklopedia.pwn.pl/haslo/bod;3878824.html>

(dostęp: 27.05.2023);

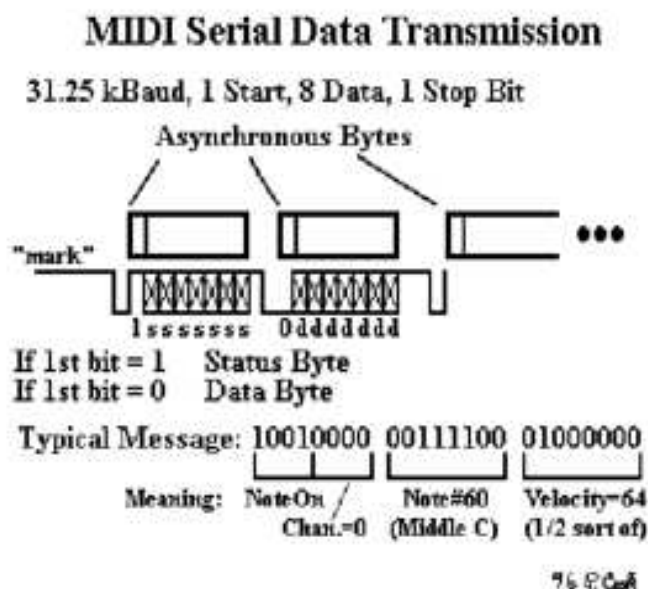
Hasło: *Bod*, w: *Encyklopedia PWN – Mały słownik techniczny angielsko-polski i polsko-angielski*,

<https://encyklopedia.pwn.pl/fragmenty/Maly-slownik-techniczny-angielsko-polski-i-polsko-angielski;2BBDFECFEB;bod.html> (dostęp: 27.05.2023);

Hasło: *Bod*, w: *Wikipedia*, 8.01.2023, <https://pl.wikipedia.org/wiki/Bod> (dostęp: 27.05.2023);

Hasło: *Baud*, w: *Wikipedia*, 20.01.2023, <https://en.wikipedia.org/wiki/Baud> (dostęp: 27.05.2023).

na symbolach/pulsach. W systemie MIDI zachodzi szczególny przypadek, kiedy jeden symbol oznacza jeden bit (ponieważ w tej sytuacji każdy jeden bit niesie za sobą zmianę w informacji sygnału). Zatem w tej okoliczności można zamiennie stosować jednostki bita na sekundę i boda (przykład na obrazie 24.).



Obraz 24. Przedstawienie przesyłu serii danych o dźwięku w systemie MIDI. Widoczne są informacje o:

- asynchronicznej komunikacji szeregowej (podano specyfikacje liczbowe o szybkości transferu danych w kilobodach, rodzaju konfiguracji 8-N-1 oraz ukazano jednobajtowe asynchroniczne wyrazy w formie prostokątów podążających w kierunku od lewej do prawej strony);
- typie wyrazu (zaprezentowano wewnętrzną strukturę bitową wyrazu przesyłającego status lub dane w formie prostokątów podzielonych na komórki-bity, a także zawarto poniżej krótkie wyjaśnienie);
- przykładzie wiadomości w postaci serii trzech wyrazów 8-bitowych z wyjaśnieniem ich znaczenia po rozkodowaniu.

Ostatni parament związany jest trybem transmisji pomiędzy nadajnikiem a odbiornikiem. Zależy on przede wszystkim od budowy urządzeń MIDI i sposobu wykorzystania w komunikowaniu się między sobą. Ogólnie, w systemie telekomunikacji wyróżnia się trzy typy: simplex (SX), half-duplex (HDX) i full-duplex (FDX)<sup>55</sup>. Simplex

<sup>55</sup> MKS075, *Difference between Simplex, Half Duplex and Full Duplex Transmission Modes*, „GeekforGeeks”, 21.06.2022, <https://www.geeksforgeeks.org/difference-between-simplex-half-duplex-and-full-duplex-transmission-modes/> (dostęp: 27.05.2023);

MKS075, *Difference between Synchronous and Asynchronous Transmission*, „GeekforGeeks”, 9.05.2023, <https://www.geeksforgeeks.org/difference-between-synchronous-and-asynchronous-transmission/> (dostęp: 27.05.2023);

adware, *Difference between Simplex Transmission Modes and Half Duplex Transmission Modes*, „GeekforGeeks”, 21.06.2023, <https://www.geeksforgeeks.org/difference-between-simplex-transmission-modes-and-half-duplex-transmission-modes/> (dostęp: 27.05.2023);

polega na wysyłaniu informacji jednokierunkowo (z nadajnika do odbiornika) bez możliwości odpowiedzi i odwrócenia funkcji urządzeń, m.in. z powodu wyboru tego typu transmisji w systemie lub opisanej wcześniej budowy aparatury (dane urządzenie przeznaczone jest albo jedynie do nadawania wiadomości, albo do odbioru).

Half-duplex to tryb, w którym obydwa urządzenia mogą wysyłać do siebie informacje. Odbywa się to jednak na zasadzie „kolejkowania”, czyli gdy jeden aparat nadaje wiadomość, drugi musi odczekać do zakończenia transmisji, zanim sam będzie mógł wysłać komunikat.

Full-duplex natomiast pozwala na jednoczesne przesyłanie i odbieranie informacji, co można zauważyć np. w rozmowach telefonicznych, komunikatorach internetowych typu Skype, Zoom itp.

Instrumenty działające w MIDI są zazwyczaj wyposażone w transponder i odbiornik. Może to być dedykowany dla nich tzw. opto-izolator UART (skrót od Universal Asynchronous Receiver/Transmitter, pl. „Uniwersalny Odbiornik/Transponder Asynchroniczny”) lub jakiegokolwiek inny element elektroniczny spełniający identyczne zadania<sup>56</sup>. Zarówno nadajnik jak i odbiornik powinny posługiwać się kodowaniem w formacie MIDI.

W zależności od przeznaczenia danego urządzenia MIDI/instrumentu MIDI (szczególnie od zainstalowanego w nim nadajnika i odbiornika), do komunikacji stosuje się jeden z wymienionych trzech trybów.

---

Douglas Lyon, *The Data Link Layer and SDS*, „IEEE Computer Society Press”, 1995, <https://www.lim.di.unimi.it/IEEE/LYON/DATA.HTM> (dostęp: 27.05.2023);

Hasło: *Full-duplex*, w: *Network Encyclopedia*, [https://networkencyclopedia.com/full-duplex/?utm\\_content=cmp-true](https://networkencyclopedia.com/full-duplex/?utm_content=cmp-true) (dostęp: 27.05.2023);

Scott Thornton, *Asynchronous serial communication explained (including TTL, UART, and RS232)*, „Microcontroller Tips”, 13.12.2017, <https://www.microcontrollertips.com/asynchronous-serial-communication-explained-including-ttl-uart-rs232/> (dostęp: 28.05.2023).

<sup>56</sup> The MIDI Manufacturers Association, *The Complete MIDI 1.0 Detailed Specification*, The MIDI Manufacturers Association, Los Angeles 2020, rozdział 2. „MIDI 1.0 Detailed Specification”, s. 3. Link do elektronicznej wersji książki: [https://archive.org/details/complete\\_midi\\_96-1-3/mode/2up](https://archive.org/details/complete_midi_96-1-3/mode/2up) (dostęp: 24.05.2023).

### Simplex



### Half-Duplex



### Full-Duplex



Obraz 25. Schematy przedstawiające kierunki przechodzenia wiadomości w zależności od trybu transmisji. W skrócie simplex dotyczy jednokierunkowego transferu informacji (z nadajnika do odbiornika), half-duplex wymaga urządzeń z wbudowanym podzespołem (lub podzespołami) nadającym i odbierającym (np. UART-u), zaś informacje wysyłane są fazami (według kolejki, turowo), full-duplex zapewnia dwukierunkową i równoczesną komunikację między dwoma urządzeniami i tak samo jak half-duplex konieczny jest podsystem zawierający nadajnik i odbiornik.

Instrument/urządzenie MIDI odbierający/odbierające opisany wyżej sygnał (serię wyrazów) przekształca go za pomocą swoich podsystemów elektronicznych na dźwięk cyfrowy. MIDI można zatem określić mianem pewnego rodzaju „instrukcji”, w jaki sposób urządzenie powinno odtworzyć dźwięk na podstawie podanego sygnału (kodu liczbowego).

### 2.2.3. Oprogramowanie interfejsu (w celu zaistnienia zgodności pomiędzy układami scalonymi instrumentów/urządzeń działających według MIDI)

Wraz ze wzrostem postępu w dziedzinie informatyki i komputeryzacji interfejs i jego oprogramowanie stale ewoluują. Początkowo twórcy MIDI poszukiwali rozwiązań pozwalających na bezproblemową i trwałą komunikację pomiędzy syntezatorami Sequential Circuits Prophet-600 i Roland Jupiter-6. To wiązało się z modyfikacjami w układach scalonych w obydwu instrumentach, ujednoliceniem oprogramowania, jak również gniazd i wtyczek.



Obraz 26. Wygląd kabli DIN Sync (wtyczka na górze) i MIDI DIN (wtyczka i gniazdo na dole).

Bardzo charakterystyczny dla urządzeń korzystających z systemu MIDI jest kabel z tzw. „złączem DIN” dla gniazd MIDI In, Out i Thru (łączącym kilka instrumentów). W nawiązaniu do poprzednich informacji (przypis 37.), złącze to wprowadzono w 1980 roku w interfejsie DIN Sync (znanym też jako Sync 24), który wykorzystano w automacie perkusyjnym Roland TR-808. Wyróżniało się ono główką zawierającą konkretną ilość pinów, która zależała od przeznaczenia kabla. W przypadku instrumentów DIN Sync i MIDI wtyczka i gniazdko posiadają miejsce na pięć pinów. Jednakże złącza te różnią się rozłożeniem funkcji pinów. W związku z tym nie można stosować zamiennie tych dwóch rodzajów kabli.

W latach 80. aż do powstania standardu USB złącze DIN było dość często spotykane w urządzeniach dołączanych do komputera (np. klawiatury, myszki, dżojstiki, skanery itd.), w łączeniach mikrofon-wzmacniacz-głośnik/słuchawki (obecnie zastąpione wtykami typu „jack”), w komputerach firm Apple, IBM, Commodore, w starych magnetofonach kasetowych (Unitra ZRK MK125 i B303) itd.

Aktualnie łącze zostało w większości zastąpione przez coraz nowszy standard USB, wtyki „jack”, FireWire czy Ethernet<sup>57</sup>. Chociaż nadal znaleźć je można w takich urządzeniach, jak np. wzmacniacz, interfejsy audio i MIDI, poszczególne elektrofony elektroniczne, odtwarzacze muzyki itp.

Pomimo ewolucji interfejsu i oprogramowania, podstawowa koncepcja systemu MIDI – komunikacja pomiędzy elektrofonami – pozostaje niezmienną i nadal funkcjonuje według ustalonych schematów. Zmieniają się za to możliwości technologiczne, czego wyrazem są wcześniej wspomniane modyfikacje oraz uniwersalizacja połączeń pomiędzy urządzeniami – nie tylko w zakresie instrumentów MIDI, lecz także w powiązaniu z informatyką i elektroniką

<sup>57</sup> Hasło: *MIDI (music technology)*, w: *Encyclopaedia Britannica*, 25.02.2023, <https://www.britannica.com/art/MIDI-music-technology> (dostęp: 4.07.2023).

(m.in. komputery, wirtualne emulatory instrumentów, programy kompozytorskie, DAW-y, sterowniki, nawet sterowanie instalacjami świetlnymi i teatralnymi).

Ważnym uaktualnieniem, będącym również konsekwencją rozwoju technologicznego, było wprowadzenie w 2020 roku standardu MIDI 2.0. Poprawiono m.in. sprawność i prędkość wysyłu instrukcji pomiędzy urządzeniami w dwóch kierunkach (w standardzie 1.0 odbiornik ledwo co otrzymywał niezbędne instrukcje od nadajnika). Oprócz tego, jak już wcześniej wspomniano, parametry dźwiękowe w 1-bajtowej wiadomości mogły przenosić 7 wartości o właściwościach dźwięku (pierwszy bit w 8-bitowym wyrazie określa jedynie status lub dane, zaś pozostałe 7 bitów zmienne dotyczące dźwięku). Zatem, dla przykładu parametr głośności dźwięku może posiadać  $2^7$  (czyli 128) kombinacji zero-jedynkowych, natomiast w MIDI 2.0 posiada  $2^{32}$  (czyli 4 294 967 296) różnorodnych kombinacji zero-jedynkowych, przez co jakość dźwięku cyfrowego znacząco upodobniła się do naturalnego brzmienia.

Warto na koniec wspomnieć, że oprócz systemu MIDI istnieje również alternatywny system (czasami służący też jako uzupełnienie dla MIDI), czyli powstały w 2002 roku OSC (ang. Open Sound Control)<sup>58</sup>. Wykorzystuje się go m.in. w syntezatorach, programach komputerowych, sterowaniu efektami scenicznymi, urządzeniami multimedialnymi. OSC dobrze przyjął się w przesyłaniu informacji poprzez Internet i sieci lokalne (np. Ethernet, UDP/IP).

---

<sup>58</sup> Hasło: *Open Sound Control*, w: *Wikipedia*, 22.06.2023, [https://en.wikipedia.org/wiki/Open\\_Sound\\_Control](https://en.wikipedia.org/wiki/Open_Sound_Control) (dostęp: 7.07.2023).

### 2.3. Historia rozwoju Elektronicznego Instrumentu Dętego oraz elektrofonów dętych innych marek

Historia EWI sięga lat 60. XX wieku, kiedy to Amerykanin – **Nyle Steiner**<sup>59</sup>, zbudował prototyp instrumentu o nazwie „Steiner Horn” (lub też „Steiner-Parker Horn”<sup>60</sup>), przypominający kształtem trąbkę. W okresie 1970-1975 kontynuował badania nad prototypem, zmieniając jego



Obraz 27. Wygląd Steiner Hornu od strony prawej. Instrument nazywano także Steiner-Parker MIDI EVI lub Steiner-Parker Horn EVI Trumpet Synth. W skład instrument wchodził futerał z analogowym syntezatorem modularnym (modułem dźwiękowym), do którego przyłączało się instrument za pomocą kabla.

nazwę na EVI (*Electronic Valve Instrument*, pl. *Elektroniczny Instrument Wentylowy*). Kilka lat później powstał pierwszy odpowiednik instrumentów dętych drewnianych – Elektroniczny Instrument Dęty, czyli „EWI”.

Obecnie produkcją EWI zajmuje się japońsko-singapurska firma „AKAI”, która specjalizuje się w wytwarzaniu sprzętu elektroniki użytkowej. Proces usprawniania kontrolera stale się rozwija, stąd powstają jego nowsze modele, odmiany. W sprzedaży znaleźć można EWI 4000s (coraz rzadziej spotykany), EWI 5000, EWI USB i EWI SOLO. Różnica pomiędzy nimi wynika m.in. z wyglądu, użycia innego systemu operacyjnego, biblioteki dźwięków i coraz to nowszych rozwiązań technologicznych (nowe porty informacyjne – USB, Bluetooth, nowsze sposoby zasilania, dodatkowe funkcje oprogramowania itp.). Pierwotną wersję „trąbkopochodną” – EVI coraz trudniej jest zdobyć, chociaż istnieje grono wykonawców tworzących muzykę na tym instrumencie.

Początki wykorzystywania EWI na estradzie sięgają lat 80. Instrument ten zyskał rzeszę fanów za sprawą takich muzyków, jak: Michael Brecker, Candy Dulfer, Masato Honda, Bob Mintzer, John Swana, Steve Tavaglione, w Polsce zaś – Maciej Maleńczuk, Marcin Nowakowski, Marek Podkova. Obecnie sięga po niego coraz więcej instrumentalistów.

---

<sup>59</sup> Artykuł na temat Nyle’a Steinera oraz jego działalności:

Matt, *The Nyle Steiner Homepage*, „Patchman Music”, 30.11.2018, <http://www.patchmanmusic.com/NyleSteinerHomepage.html> (dostęp: 8.03.2020).

<sup>60</sup> Steiner Horn był produktem Steiner-Parker Company Inc. z Salt Lake City w stanie Utah. Firma założona została przez Nyle’a Steinera, Dicka Parkera (obydwoje specjalizowali się w konstruowaniu instrumentów elektronicznych) oraz trzeciego partnera biznesowego. Firmę rozwiązano w 1979 roku.

*EVI (Electronic Valve Instrument)*, „Synthmuseum.com”, <https://synthmuseum.com/stp/stpevi01.html> (dostęp: 30.07.2023);

*Get to know Steiner-Parker*, „Synthmuseum.com”, <https://synthmuseum.com/magazie/jw0009.html> (dostęp: 30.07.2023).



Pisząc o EWI, nie sposób wspomnieć też o innym instrumencie – Lyriconie. Był to pierwszy elektroniczny dęty syntezator, który powstał kilka lat przed EWI (około 1970 roku). Został skonstruowany przez inżyniera Billa Bernardiego, przy współpracy z Rogerem Noblem, a także Chuckiem Greenbergiem – muzykiem, kompozytorem i producentem muzycznym, powiązany z zespołami Bee Gees i Shadowfax. Produkcją tego instrumentu zajmowała się firma Computone Inc.



Obraz 28. Wygląd Lyriconu I z syntezatorem analogowym (modułem dźwiękowym). Komplet mieścił się w jednym futerale.

Lyricon<sup>61</sup>, to elektrofon analogowy. Przypomina kształtem klarnet (lub też saksofon sopranowy) i połączony jest kablem do zewnętrznego syntezatora analogowego. Posiada ustnik, stroik i ligaturę podobne do klarnetu basowego. System klap odpowiada w większości układowi saksofonu, za wyjątkiem kilku klap zbliżonych do klarnetu. W przeciwieństwie do EWI, klapy Lyriconu działają w sposób

mechaniczny, a nie sensoryczny. To oznacza, że klapami można ruszać (co wywołuje zmianę dźwięku), a nie tylko dotknąć (wywołując natychmiastową reakcję). Podobny system występuje w elektrofonach dętych Yamaha WX7.

Producenci wydali trzy typy: Lyricon I, Lyricon Driver i Lyricon II. Różniły się one przede wszystkim modelem kontroli dźwięku za pomocą napięcia elektrycznego. Cała seria powstała jeszcze przed wynalezieniem systemu MIDI, dlatego wykorzystano w niej analogową syntezę o różnych typach (np. syntezę addytywną i subtraktywną, CV/Gate). Lyricon Driver i Lyricon II miały podobny schemat. Były kompatybilne wobec siebie i innych syntezatorów obecnych ówczesnie na rynku (np. syntezatory Mooga, Oberheima i ARP). Lyricon I, jako że był pierwszym instrumentem z serii spod ręki Billa Bernardiego, posiadał inny model syntezy dźwięku. Z tego względu nie mógł być sparowany z innymi elektrofonami.

---

<sup>61</sup> Hasło: *Lyricon*, w: *Electronic Music Wiki – Fandom*, 17.10.2022, <https://electronicmusic.fandom.com/wiki/Lyricon> (dostęp: 12.07.2023); *What is a Lyricon? – Lyricon History*, „Lyricon.com”, <https://www.lyricon.com/lyricon-history/> (dostęp: 12.07.2023).



Później amerykańska firma JLCooper<sup>62</sup> oraz amsterdamski STEIM<sup>63</sup> podejmowali się prób połączenia Lyriconu z systemem MIDI, lecz projekt nie był do końca skuteczny.

Początkowo grono muzyczne zachwalało Lyricon, chociaż nie był on tak masowo produkowany. Ostatecznie jednak zniknął on z rynku w latach 80. XX w. za sprawą wprowadzenia systemu MIDI oraz wypuszczenia innego elektrofonu dętego – Yamahy WX7, która wzorowała się na Lyriconie.

Z pewnością Lyricon stał się inspiracją do projektowania elektrofonów typu dętego z innych marek, wpływając pośrednio na ich kształt, dźwięk i konstrukcję wewnętrzną. Po nim, w 1986 roku firma AKAI (na licencji do elektrofonów Steinera) wydała na rynek EVI 1000 i EWI 1000, które były elektrofonami analogowo-cyfrowymi i do wytworzenia dźwięku potrzebowały dedykowanego modułu dźwiękowego EWV 2000<sup>64</sup> (połączenie kontrolera MIDI<sup>65</sup> z analogowym syntezatorem). Rok później powstał kontroler MIDI Yamaha WX7 (również korzystający z generatorów dźwięku lub syntezatorów). Następnie, firma AKAI wydała jeszcze (w kolejności chronologicznej):

- EWI 3000 z modułem dźwiękowym EWI 3000m (instrument analogowo-cyfrowy; wydany w kolorach czarnym i srebrno-białym);
- EWI 3020 z modułem dźwiękowym EWI 3020m (instrument analogowo-cyfrowy złożony z dwóch części – kontrolera MIDI i analogowego syntezatora; wydany w kolorach czarnym i srebrno-białym);
- EWI 3020 z modułem dźwiękowym EWI 3030m (instrument cyfrowy złożony z dwóch części – kontrolera MIDI i cyfrowego syntezatora);

---

<sup>62</sup> Link do oficjalnej strony firmy JLCooper i do informacji o jej historii:

*About JLCooper – The JLCooper Story*, „JLCooper Electronics”,  
[https://jlcooper.com/\\_php/corporate.php?view=about](https://jlcooper.com/_php/corporate.php?view=about) (dostęp: 13.07.2023).

<sup>63</sup> STEIM (skrót od *STudio of Electro Instrumental Music*, pl. „Studio Muzyki Elektro-Instrumentalnej”) – było centrum badań i rozwoju nowych instrumentów muzycznych w elektronicznych sztukach performatywnych. Miało swoją siedzibę w Amsterdamie w Holandii. Począwszy od lat 70. STEIM stał się znany jako pionierski ośrodek muzyki elektronicznej, gdzie kontekst tej muzyki był zawsze silnie związany z bezpośrednimi fizycznymi działaniami muzyka. W ramach tej tradycji STEIM wspierał artystów-rezydentów, takich jak kompozytorzy i wykonawcy, ale także artystów multimedialnych. Pomagano im w opracowaniu ustawień, które pozwalały na improwizację i występy z indywidualnie zaprojektowaną technologią.

STEIM oficjalnie przestał istnieć jako organizacja pod koniec 2020 roku, głównie z powodu cięć w holenderskim narodowym systemie finansowania kultury. [tłumaczenie własne – Michał Gasztych]  
Hasło: STEIM, w: *Wikipedia*, 1.03.2023, <https://en.wikipedia.org/wiki/STEIM> (dostęp: 31.07.2023).

<sup>64</sup> EWV 2000 jest skrótem od nazwy „EWI & EVI Sound Module 2000” (pl. „Moduł dźwiękowy dla EWI i EVI 2000”). Numer „2000” częścią oznakowania modelu.

Akai Professional, *EWV 2000, EWI & EVI Sound Module – Operator’s Manual*, Akai Professional, Japonia, str. 2.

<sup>65</sup> Patchman Music LLC., *The Wind Controller FAQ*; „Patchman Music”, 22.06.2023,  
<https://patchmanmusic.com/WindControllerFAQ.html> (dostęp: 16.07.2023).

- EWI 4000s i EWI 4000sw (instrument w pełni cyfrowy z wbudowanym syntezatorem i bankiem próbek dźwiękowych); model EWI 4000sw różnił się od EWI 4000s jedynie srebrno-białym kolorem obudowy;
- EWI 5000 (instrument cyfrowy z bankiem próbek dźwiękowych opartych o dźwięk tradycyjnych instrumentów; wydany w kolorach czarnym i srebrno-białym);
- EWI USB (instrument cyfrowy z koniecznością podłączenia do programu komputerowego);
- EWI SOLO (instrument cyfrowy z bankiem próbek dźwiękowych opartych o dźwięk tradycyjnych instrumentów oraz zainstalowanym głośnikiem; wydany w kolorach czarnym i srebrno-białym).

W aneksie 1. na stronach 274. i 275. załączono linki do instrukcji obsługi poszczególnych modeli EWI.



Obraz 29. W porządku od góry do dołu: Analogowy moduł dźwiękowy EWV 2000, EWI 1000 (Electronic Wind Instrument 1000), EVI 1000 (Electronic Valve Instrument; jego wygląd przypomina w budowie trąbkę wentylową). Obydwa instrumenty łączone były z modułem za pomocą tzw. „kablów multi” dodawanego w pakiecie.



Obraz 30. Prezentacja EWI 3000 wraz z analogowym modułem dźwiękowym EWI 3000m.



Obraz 31. Zestawienie wyglądu trzech modeli EWI: 4000s, 5000 i USB.



Obraz 32. EWI SOLO pokazany z przedniej i tylnej strony.

Od lat 70. XX wieku do chwili obecnej branża dętych elektrofonów znacząco się rozwinęła. W ofercie znaleźć można instrumenty takich marek, jak Roland (seria Aerophone, np. AE-01, AE-05, AE-10, AE-10G, AE-20, GO, Pro, mini), Yamaha (seria WX – 7, 5, 11), Aodyo Sylphyo. Można też stwierdzić, że z wymienionych wyżej elektrofonów wyodrębniła się podgrupa tzw. „elektronicznych saksofonów”, opartych o system MIDI, a także porty USB, Bluetooth do łączenia się z innymi elektrofonami i muzycznymi programami komputerowymi. Należą do nich m.in.: Casio (seria DH: 100, 200, 500, 800), Yamaha YDS-120 i YDS-150, Travel Sax i EMEO Digital Saxophone.



Obraz 33. Kontrolery MIDI innych muzycznych marek. Od strony lewej: Yamaha Wind MIDI Controller – modele WX7 i WX5, Roland AE-10 Aerophone, Aodyo Sylphyo.

Obraz 34. Przykłady elektronicznych saksofonów. Od strony lewej: Yamaha YDS-150, EMEO Digital Saxophone, Casio DH-800, Travel Sax.

W skrócie podsumowując historię rozwoju elektrofonów typu dętego, ważnymi wydarzeniami oddziałującymi na tempo postępu było skonstruowanie Lyriconu, wprowadzenie protokołu MIDI, powodującego stopniowe przejście z syntezatorów analogowych na sterowane cyfrowo, a następnie obecna teraz miniaturyzacja, usprawnienia programu, interfejsu i konstrukcji instrumentu, aby stał się jeszcze bardziej przystępny i prosty w obsłudze dla użytkownika.

Chociaż w całym okresie rozwoju ważne wymienienia jest kilka instrumentów (np. EWI 1000 i EVI 1000, Yamahę WX-7, Rolanda AE-10), niniejsza praca skupia się szczególnie na EWI 4000s. Ten elektrofon, powstały w 2006 roku, należy do najbardziej znanych spośród serii AKAI i cechuje się paroma nowymi rozwiązaniami, w tym

wprowadzeniem nowego systemu syntezy dźwięku. Ponadto, jest to pierwszy model z zainstalowanym syntezatorem wewnątrz korpusu (z tego powodu przy nazwie 4000 dodano literę „s”) oraz najbardziej przypomina on pierwotny koncept jego wynalazcy – Nyle’a Steinera. Ceni go wielu profesjonalistów muzyki rozrywkowej i jazzu.

Tak jak wszystkie powyższe elektrofony, EWI 4000s nie można klasyfikować jako elektronicznego saksofonu, chociaż często używa się tego wyrażenia w środowisku muzycznym jako myślowego uproszczenia (również dlatego, że największa grupa osób grających na EWI to saksofoniści). Fakt, że przypomina on kształtem saksofon sopranowy, nie oznacza, że potrafi on naśladować jedynie jeden instrument. Podobnie jest w przypadku przytoczonej podgrupy „saksofonów elektronicznych”. Mimo że wyglądają jak saksofony, posiadają w swoim systemie tzw. „bank sampli” (czyli bibliotekę próbek dźwiękowych), a także możliwa jest zmiana układu chwytów, przez co adaptują się one w przybliżeniu do układu palców różnych tradycyjnych instrumentów dętych, np. klarnetu, fletu, oboju, trąbki. Warto też wspomnieć, że dawni użytkownicy EWI 1000 mogą także korzystać z wersji EWI 4000s, przeprogramowując jego system klawiatury na ten z EWI (oczywiście z pewnymi drobnymi różnicami). Ten trąbkowy tryb klawiatury EWI zaprojektował Matt Traum, założyciel firmy „Patchman Music”, zajmującej się dystrybucją, oprogramowaniem do elektrofonów elektronicznych oraz pośrednictwem w ich zakupie.

EWI 4000s<sup>66</sup> jest specyficzny ze względu na połączenie nowej syntezy z elektronicznym brzmieniem sampli (zwanym też zamiennie „patchami”, czyli „łatkami”), których posiada 100. Sample opierają się na wbudowanym wirtualnym analogowym syntezatorze z efektami cyfrowymi. Innymi słowy, wszystko odbywa się drogą cyfrową imitującą sygnał analogowy. Ponadto, bank próbek dźwiękowych można modelować i personalizować komputerowego programu do edycji – Vyzex EWI4000S<sup>67</sup>. To program przypominający wyglądem syntezator analogowy.

EWI 4000s to ostatni model, w którym dźwięk posiada elektroniczną barwę. W kolejnych generacjach projektanci postanowili odejść od syntetycznego brzmienia na rzecz wykorzystania banków sampli przypominającymi instrumenty tradycyjne (podobnie, jak w przypadku większości keyboardów).

---

<sup>66</sup> Sonic Monkey, *EWI4000S*, „Sonicstate.com”, [https://sonicstate.com/synth/akai\\_ewi4000s/](https://sonicstate.com/synth/akai_ewi4000s/) (dostęp: 20.07.2023);

Patchman Music LLC., *The Wind Controller FAQ; What is Akai EWI4000S?; What does the Akai EWI4000S sound like?*, „Patchman Music”, 22.06.2023, <https://patchmanmusic.com/WindControllerFAQ.html> (dostęp: 20.07.2023).

<sup>67</sup> Więcej informacji o programie Vyzex EWI4000S znajduje się w podrozdziale 2.4. na stronie 64.

Na korpusie EWI 4000s znajduje się 7 potencjometrów sterujących wpływem włączanego powietrza na jakość dźwięku, vibratem, czasem, długością i wrażliwością efektu glissanda. Niektóre parametry zmieniać można też za pośrednictwem ustawień systemowych instrumentu, które wyświetlają się na małym ekranie.

Dodano bezpośrednio złącza MIDI IN i OUT do łączenia się z innymi urządzeniami i programami opartymi o MIDI oraz wyjście mini jack 3,5 mm i jack 6,3 mm line out na słuchawki lub do podłączenia pod wzmacniacz. Instrument posiada także zasilanie czterema bateriami typu AA lub prądem zmiennym, które można zmienić za pomocą przełącznika.

Przez wzgląd na wyżej wymienione czynniki, a także nie zważając na czasami przestarzałe rozwiązania technologiczne, EWI 4000s nadal cieszy się popularnością wśród muzyków. Jednakże wraz z pojawieniem się nowych modeli, firma AKAI zdecydowała się na zakończenie jego produkcji, przez co coraz trudniej go nabyć. Pasjonaci tego instrumentu nadal mogą znaleźć go w zagranicznych sklepach internetowych.

## 2.4. Opis Elektronicznego Instrumentu Dętego, jego funkcji i możliwości wykorzystania

Jak wspomniano wcześniej, modele począwszy od EWI 4000s po nowsze należą do grupy elektrofonów elektronicznych generujących dźwięk cyfrowy<sup>68</sup>. Zaś EWI 4000s jest jednocześnie syntezatorem i kontrolerem MIDI. W skrócie oznacza to, że wytwarza on dźwięk za pomocą przemiany prądu elektrycznego w falę dźwiękową i potrafi kontrolować inne urządzenia za pomocą protokołu MIDI.

Elektroniczny Instrument Dęty skonstruowano z myślą o osobach, które nie posiadają wysokich zdolności manualnych w grze na tradycyjnych instrumentach, a od czasu

---

<sup>68</sup> *Sygnal (dźwięk) analogowy* – sygnał, który może przyjmować dowolną wartość z ciągłego przedziału (nieskończonego lub ograniczonego zakresem zmienności). Jego wartości mogą zostać określone w każdej chwili czasu, dzięki funkcji matematycznej. Wadą sygnału analogowego jest duża podatność na zakłócenia.

Por. Hasło: *Sygnal analogowy*, w: *Wikipedia*, 10.01.2023, <https://pl.wikipedia.org/wiki/Sygnal%20analogowy> (dostęp: 20.07.2023);

Por. Hasło: *Sygnal analogowy*, w: *AGDlab.pl*, <https://agdlab.pl/slownik/Sygnal.analogowy,168> (dostęp: 14.05.2021).

*Sygnal (dźwięk) cyfrowy* – sygnał, którego dziedzina i zbiór wartości są dyskretne. Jego odpowiednikiem o ciągłej dziedzinie i ciągłym zbiorze wartości jest sygnał analogowy.

Wartości sygnału cyfrowego są ściśle określone, a ilość możliwych stanów zależy od jego rozdzielczości. Z tego względu jest on bardzo odporny na zakłócenia.

W odróżnieniu do sygnału analogowego, sygnał cyfrowy nie odzwierciedla idealnie analogowego odpowiednika, ale przy dostatecznie dużej rozdzielczości różnice są bardzo małe. Przykładowo obraz czy dźwięk zapisane w postaci cyfrowej w telewizji cyfrowej cechują się bardzo wysoką jakością i wiernością.

Por. Hasło: *Sygnal cyfrowy*, w: *Wikipedia*, 2.09.2020, <https://pl.wikipedia.org/wiki/Sygnal%20cyfrowy> (dostęp: 14.05.2021);

Por. Hasło: *Sygnal cyfrowy*, w: *AGDlab.pl*, <https://agdlab.pl/slownik/Sygnal.cyfrowy,169> (dostęp: 14.05.2021).

do czasu lubią tworzyć muzykę. Miał on umożliwić im swobodę gry i jednocześnie być prostym w obsłudze. Innymi słowy, instrument zaprojektowano mając na uwadze amatorów i nieprofesjonalnych muzyków.

Sposób gry przypomina w przeważającej części grę instrumentach dętych drewnianych, takich jak saksofon, klarnet, obój czy flet. EWI posiada dodatkowo własny tryb chwytów oraz tryb modelu trąbkowego znanego z EVI 1000. Nie można zatem całkowicie stwierdzić, że EWI to konkretny elektroniczny odpowiednik któregoś ze wspomnianych instrumentów. System klap przypomina mniej więcej ten spotykany wśród tradycyjnych instrumentów dętych drewnianych, czyli tzw. system Theobalda Böhma<sup>69</sup> oraz jego zmodyfikowane wersje.

Skala instrumentu wynosi nieco ponad osiem oktav – od  $\underline{H}$  do  $d^6$  (od  $\underline{A}$  do  $e^6$  z funkcją pitch bend, czyli innymi słowy niewielkim glissandem zaginającym intonację dźwięków, w tym przypadku do sekundy wielkiej w dół i w górę).

Na uwagę zasługuje również konstrukcja klap. W przeciwieństwie do instrumentów konwencjonalnych posiadających fizyczne mechanizmy otwierające i zamykające, EWI opiera się na nieruchomych, metalowych przyciskach sensorycznych, które reagują na dotyk, a następnie zmieniają dźwięk. Ich czułość regulowana jest w parametrach systemowych. Początkowo jednak osoby grające mogą odczuć nienaturalne wrażenie przy zmianie klap w porównaniu do mechaniki instrumentów konwencjonalnych oraz dyskomfort spowodowany szybką reakcją EWI na delikatne i nieumyślne dotknięcie innej klapy (instrument zareaguje natychmiastową zmianą dźwięku). Należy się do tej mechaniki przyzwyczaić.

Większość klap jest kolisto-wklęsłego kształtu, zaś niektóre podłużnego. Trzy klapy podłużne znajdujące się w pozycji małego palca prawej dłoni można zdemontować, ponieważ przymocowane są na śrubki krzyżakowe.

---

<sup>69</sup> *Theobald Boehm*, *Boehm* pisane również jako *Böhm*, (ur. 9 kwietnia 1794 w Monachium, Bawaria [Niemcy] — zm. 25 listopada 1881 w Monachium, Niemcy), niemiecki flecista, kompozytor na flet i twórca fletów, którego mechanizm klap i system palcowania został powszechnie przyjęty przez późniejszych konstruktorów.

W 1828 otworzył on fabrykę, w której w 1832 opracował pierwszy tzw. „flet Boehma”, charakteryzujący się systemem dźwigni (klap) i pierścieni do sterowania otwieraniem i zamykaniem otworów dźwiękowych.

Oryginalny system Boehma został ulepszony przez wielu twórców fletów, zwłaszcza Francuza Auguste’a Buffeta, dzięki którego umiejętnościom system Boehma stał się szeroko upowszechniany pod koniec lat trzydziestych XIX wieku. System fletowy przyjęto przychylnie we Francji i Anglii, zaś znacznie wolniej w Niemczech. W 1847 r. Boehm zaprojektował i zastosował swój system klapowy do cylindrycznego korpusu fletu i parabolicznego przegubu główki; nowy projekt został powszechnie zaakceptowany i występuje zasadniczo w nowoczesnym flecie orkiestrowym. Klarnet z systemem Boehma zaprezentowano już w 1839 r., znaleźć można również oboje w tym systemie. [tłumaczenie własne – Michał Gasztych]

Hasło: *Theobald Boehm*, w: *Encyclopaedia Britannica*, 5.04.2023,

<https://www.britannica.com/biography/Theobald-Boehm> (dostęp: 31.07.2023).

Dwa przezroczyste plastikowe przyciski po prawej stronie to tzw. przyciski funkcyjne. Służą one w tworzeniu dwóch rodzajów wielogłosowości na EWI. Górny przycisk aktywuje tzw. „funkcję burdonu”, czyli przytrzymanego jednego długiego dźwięku stanowiącego dźwięk akompaniujący. Dolny przycisk to funkcja grania według ustawionego interwału. Naciskając jeden z tych przycisków sprawi, że będą świecić się kolorem czerwonym. Należy zaznaczyć, że nie da się wcisnąć obydwu przycisków jednocześnie. Ich zastosowanie zostało dokładniej opisane w podrozdziale 2.7. *Notacja partii i efektów EWI w utworach*.

Ostatnimi rodzajami klap są rolki oktauwowe po spodniej (tylnej) stronie instrumentu (8 sztuk), suwaki glissand i efektu pitch bendingu (znajdujący się w okolicach kciuka prawej dłoni). Po tej samej stronie znajdują się także przyciski kontrolujące procesy systemowe instrumentu.

Reasumując, istnieje kilka rodzajów klap w EWI, które zależą od komfortu i ułożenia obydwu dłoni oraz ich przeznaczenia. Aktualne rozłożenie i ilość klap ewoluowała wraz z kolejnymi modelami EWI. Na przykład EWI 3000 nie posiadał jeszcze dwóch przycisków funkcji wielogłosowości. Opcja ta znajdowała się na jego module dźwiękowym – EWI 3000m. Pozostałe kłapy regulujące wysokość dźwięków wraz z rolkami oktauw, suwakami glissand i pitch bendingu mają charakter sensoryczny. Poniżej zamieszczono różnice w ilości klap w poszczególnych generacjach EWI:

- EWI 1000, EWI 3000, EWI 3020 – 13 klap przednich + 8 rolek oktauwowych;
- EWI 4000s, EWI 5000, EWI USB – 15 klap (13 przednich, 2 funkcyjne) + 8 rolek oktauwowych;
- EWI SOLO – 16 klap (14 przednich, 2 funkcyjne) + 8 rolek oktauwowych.

Ze względu na oprogramowanie oparte o system MIDI, szeroką skalę regulacji przepływu wydychanego powietrza, czułość klap i sensorów w ustniku, bogatą liczbę próbek dźwiękowych, specjalne funkcje, EWI posiada wysoką wrażliwość na różnicowanie elementów dzieła muzycznego, czyli melodykę, rytmikę, dynamikę, agogikę, artykulację, harmonikę i kolorystykę. Z tego względu jego możliwości wykonawcze dorównują instrumentom tradycyjnym.

Wielką zaletą kontrolerów MIDI jest ich zdolność do bezpośredniej współpracy z programami muzycznymi na komputerze (m.in. takimi programami, jak: *Sibelius*, *Finale*, *Logic Pro*, *Reaper*, *Pro Tools*, *Ableton Live* itp.). Kontrolery mogą być podłączone do smartfonów, odtwarzaczy muzycznych, mikserów. Posiadają także możliwość wymiany,



ładowania i kasowania danych poprzez zmianę ich programów operacyjnych. Dzięki temu mogą zarówno poszerzać, jak i zmieniać swoją bibliotekę brzmienia instrumentu.

Nawiązując do tematu biblioteki próbek dźwiękowych, czyli tzw. „sampli dźwiękowych”, EWI 4000s i następne modele zostały wyposażone w program komputerowy – edytor dźwięku. W przypadku wersji 4000s był to edytor o nazwie „Vyzex EWI4000S”, w skrócie znany jako „Vyzex”. Program pozwalał na modyfikacje brzmienia wybranej próbki dźwiękowej, zmianę porządku próbek w bibliotece (banku presetów), a także na zapis aktualnie używanej biblioteki, wyczyszczenie jej i wczytanie nowej kolekcji sampli. Do zmiany barwy danej próbki służył panel przypominający moduł dźwiękowy z poprzednich modeli EWI. Składał się m.in. z dwóch oscylatorów, filtrów, generatora szumu, generatora wielogłosowości, modyfikatora pasma częstotliwości dźwięku (tzw. formantu barwy), wzmacniaczy, potencjometrów (obraz 35.). Łączenie EWI 4000s z programem komputerowym odbywało się poprzez interfejs MIDI z dwoma wejściami MIDI In i Out.

Niestety, Vyzex nie jest aktualnie wspierany przez współczesne systemy operacyjne ze względu na niezgodność z ich architekturą przetwarzania danych. Edytor stworzono do pracy w systemie 32-bitowym, takim jak Windows 98, 2000, Millennium (ME) Edition, XP, Vista, 7. Aktualne systemy, jak np. Windows 11 oparte są na 64-, a czasami też 86-bitowej architekturze. Aby program działał poprawnie, konieczne jest zainstalowanie programu emulującego wcześniejszy system operacyjny lub wydzielenie partycji na dysku komputera i zainstalowanie drugiego, starszego systemu operacyjnego w architekturze 32-bitowej. Do tej pory firma Akai nie wydała jeszcze uaktualnionej wersji edytora Vyzex.



Obraz 35. Wygląd programu do modyfikacji barwy próbek dźwiękowych Vyzex EWI4000S. Z lewej strony – panel modułu dźwiękowego, ze strony prawej – przykładowa kolekcja biblioteki 100 próbek dźwiękowych.



Przy odpowiednim oprogramowaniu i modyfikacji barwy EWI jest w stanie brzmieć podobnie do organów lub instrumentu z innej rodziny niż aerofony – może nawet wydawać odgłosy znane z instrumentów perkusyjnych. Łącząc to dodatkowo z wbudowanym oprogramowaniem, zewnętrznymi potencjometrami do manipulacji barwą i obwiednią dźwięku<sup>70</sup>, wydychanym powietrzem, funkcje grania dwudźwiękami, akordami w różnych kombinacjach można osiągnąć niespotykane kombinacje barw dla celów wykonawczych, scenicznych, teatralnych. Łatwo go spersonalizować, dzięki czemu każdy muzyk jest w stanie uzyskać indywidualne i niepowtarzalne brzmienie.

## 2.5. Różnice między EWI a saksofonem w połączeniu z komputerem

W zależności od rodzaju elektrofonu, wytwarzany dźwięk może mieć formę analogową bądź cyfrową. Początkowo przeważały elektrofony analogowe. Potem ukształtowały się modele analogowo-cyfrowe. Zaś mniej więcej od początku lat 80. XX wieku, ze względu na rozwój komputeryzacji i digitalizacji, w sprzedaży pojawiły się wersje z dźwiękiem cyfrowym.

Elektroniczny Instrumenty Dęty od modelu 4000s należy do elektrofonów posługujących się dźwiękiem cyfrowym. W skrócie jest on próbą odwzorowania fali dźwiękowej, opartą na określonych parametrach (m.in. próbkowania, kwantyzacji, kodowania), która dociera do komputera w postaci konkretnego ciągu liczb. Taką formę informacji o fali komputer potrafi zrozumieć, przetworzyć i wysłać do innych jednostek – np. głośników, interfejsu audio, urządzeń sterowniczych.

W swojej budowie elektrofony mają do dyspozycji wiele portów (wtyczek), przez które wysyłają dźwięk oraz różne parametry bezpośrednio lub pośrednio do komputera.

W przypadku tradycyjnych, konwencjonalnych instrumentów, aby uzyskać podobne połączenie z komputerem, konieczne jest podłączenie aparatury elektronicznej przekształcającej naturalny dźwięk w sygnał cyfrowy. W skład wspomnianej aparatury wchodzi m.in. takie urządzenia, jak: mikrofon, interfejs audio, okablowanie, opcjonalnie wzmacniacz/mikser.

---

<sup>70</sup> *Obwiednia dźwięku* (ang. *sound envelope*) – w elektronicznych instrumentach muzycznych, a także w programach generujących sztuczny dźwięk, to krótki zapis cyfrowy przebiegu amplitudy syntezowanego dźwięku w czasie. Obwiednia decyduje o charakterze brzmienia dźwięku. Program lub instrument elektroniczny odtwarza we właściwych momentach (np. po wyzwoleniu sygnału MIDI) obwiednie.

Hasło: *Obwiednia dźwięku*, w: *Wikipedia*, 9.01.2020,

[https://pl.wikipedia.org/wiki/Obwiednia\\_d%C5%BAwi%C4%99ku](https://pl.wikipedia.org/wiki/Obwiednia_d%C5%BAwi%C4%99ku) (dostęp: 18.03.2020).

W ten sposób naturalny dźwięk zostanie najpierw przechwycony przez mikrofon, który przekształci go w sygnał analogowy (bądź cyfrowy). Następnie, po dotarciu do interfejsu audio, zostanie przetworzony do formy sygnału cyfrowego – dzięki czemu uzyska się dostęp do większej ilości parametrów do obróbki w komputerze.

EWI posiada natomiast dwie możliwości połączenia:

- **pośrednie** – wygenerowanie dźwięku cyfrowego z EWI do głośnika, następnie pobranie go przez mikrofon umiejscowiony blisko głośnika i jego wtórne przetworzenie przez aparaturę elektroniczną;
- **bezpośrednie** – poprzez wbudowane do niego gniazda (m.in. MIDI, USB).

Warto wspomnieć również o różnicach występujących podczas pobierania dźwięku. Mianowicie, aby zarejestrować sygnał podczas połączenia pośredniego, konieczne jest wyprodukowanie dźwięku w przestrzeni, np. w studiu nagrań, sali koncertowej itp. W przypadku bezpośredniej rejestracji sygnału instrument nie musi wydawać z siebie dźwięku (opcja możliwa jedynie dla elektrofonów elektronicznych). Dźwięk zostanie zarejestrowany przez oprogramowanie muzyczne w komputerze, które dalej może go wysłać do głośników.

Podsumowując, różnica w sposobie podłączenia obydwu typów instrumentów do komputera polega na:

- sposobie połączenia – pośrednim lub bezpośrednim;
- konieczności wydobywania realnego dźwięku z instrumentu.

## 2.6. Przykładowe sposoby łączenia instrumentów z układami nagłaśniającymi

Podany podrozdział zawiera informacje o przykładowych sposobach łączenia ze sobą trzech typów instrumentów: instrumentu tradycyjnego (np. saksofonu, skrzypiec, fortepianu), elektrofonu elektromechanicznego (np. gitary elektrycznej, gitary basowej) i elektrofonu elektronicznego (np. EWI 4000s, Yamahy YDS-150, akordeonu elektronicznego Roland FR 1).

Dla każdego z nich można wyróżnić trzy typy układów – prosty, podwójnie prosty i złożony. Układ prosty polega na wzmocnieniu dźwięku wydobywanego z instrumentu. Układ podwójnie prosty oznacza wykorzystanie dwóch wzmacniaczy w celu spotęgowania intensywności dźwięku. Układ złożony natomiast jest to dodanie dodatkowych efektów dźwiękowych w połączeniu np. z komputerem lub urządzeniem o podobnym przeznaczeniu.

Dobór danego układu zależy od instrumentu.

1) Instrument tradycyjny:

- układ prosty:

**Instrument tradycyjny → mikrofon → wzmacniacz → głośnik**

- układ złożony:

**Instrument tradycyjny → mikrofon → interfejs audio → komputer → interfejs audio →  
(wzmacniacz) → głośnik**

2) Elektrofon elektromechaniczny:

- układ prosty:

**Elektrofon elektromechaniczny → wzmacniacz → głośnik**

- układ podwójnie prosty (na przykładzie gitary elektrycznej):

**Elektrofon elektromechaniczny → wzmacniacz nr 1 (z wbudowanym głośnikiem) →  
mikrofon (blisko wzmacniacza nr 1) → wzmacniacz nr 2 → głośniki**

- układ złożony:

**Elektrofon elektromechaniczny → interfejs audio → komputer → interfejs audio →  
wzmacniacz → głośnik**

3) Elektrofon elektroniczny:

- układ prosty:

**Elektrofon elektroniczny → (wzmacniacz) → głośnik  
(lub głośnik przenośny połączony kablem z dwoma wtyczkami mini jack 3,5 mm)**

- układ złożony nr 1:

**Elektrofon elektroniczny → interfejs audio/midi → komputer → interfejs audio/midi →  
wzmacniacz → głośniki**

- układ złożony nr 2:

**Elektrofon elektroniczny → interfejs audio/midi → komputer → interfejs audio/midi →  
głośniki (lub głośnik przenośny połączony kablem z jedną wtyczką mini jack 3,5 mm  
i dwoma wtyczkami typu jack 6,35 mm z drugiej strony kabla)**

- układ złożony nr 3:

**Elektrofon elektroniczny → interfejs audio/midi → komputer → głośnik przenośny  
(połączony kablem z dwoma wtyczkami mini jack 3,5 mm)**

## 2.7. Notacja partii i efektów EWI w utworach

Każdy instrument oprócz standardowej notacji elementów dzieła muzycznego posiada specyficzne dla niego techniki wykonawcze. Z tego względu fragment ten poświęcono zagadnieniu ich zapisu w nutach dla Elektronicznego Instrumentu Dętego.

Pierwszy czynnik, który należy wziąć pod uwagę, to wspomniana wcześniej skala instrumentu, wynosząca nieco ponad osiem oktaf – od H do  $d^6$  (od A do  $e^6$  z funkcją pitch bend).

Kolejną rzeczą jest możliwość grania we wszystkich transpozycjach. Oprogramowanie EWI pozwala na ustawienie dowolnej z dwunastu tonacji, podobnie jak w przypadku keyboardów. Ponadto, można również zmienićestrojenie w granicach od 416 Hz do 465 Hz.

Trzecim zagadnieniem mającym wpływ na formę zapisu jest stosowanie funkcji gry kilkugłosowej. Większość modeli EWI ma zainstalowane po prawej stronie dwa przyciski, które po włączeniu świecą się w kolorze czerwonym. Górny aktywuje tzw. „funkcję burdonu”, czyli stałego dźwięku akompaniującego. Jeśli przed lub po wydobyciu pierwszego dźwięku włączy się ten przycisk, system zapamiętuje wspomniany dźwięk aż do momentu wzięcia kolejnego oddechu. Na jego podstawie można grać wtedy inne dźwięki (np. w formie melizmatu). Po ponownym zagraniu każdy pierwszy dźwięk zawsze zostaje zatrzymany jako burdon.



Obraz 36. Przedstawienie aktywnych funkcji wielogłosowości. Na zdjęciu po lewej stronie widać włączoną funkcję burdonu, zaś z prawej strony – interwału.

Drugi przycisk to funkcja interwału. Naciśnięcie go po pierwszym dźwięku i następnie wydobyć drugiego dźwięku powoduje powstanie dwudźwięku o takim interwale, jaki został zagrany. Od tego momentu EWI będzie wykonywało dwudźwięk bez względu na przerwy w nabieraniu oddechu. Aby zmienić interwał bądź wykasować ten efekt, należy wyłączyć przycisk poprzez jego ponowne naciśnięcie.

W EWI 4000s istnieje również „ukryta” funkcja, będąca raczej skutkiem nieznaczącego błędu w oprogramowaniu. Pozwala to na stworzenie akordu do czterech dźwięków. W zależności od wybranej próbki dźwięku wytworzyć można dwudźwięk lub czterodźwięk. Warunkiem zagrania dwudźwięku jest wybór monofonicznej próbki dźwięku, zaś dla czterodźwięku – wybór próbki będącej dwugłosem.

Poniżej zamieszczono tabelę nr 1 z wykazem próbek dźwiękowych ze standardowego (tj. fabrycznego) zbioru dla EWI 4000s (tzn. banku próbek dźwiękowych, banku sampli), które są dwudźwiękami. Podzielono je także według słyszanych interwałów.

**Tabela nr 1. Wykaz standardowych próbek dźwiękowych EWI 4000s zawierających dwudźwięki**

Tercjowe	Kwartowe	Kwintowe
37	0	17
	8	20
	64 (oktawa czysta + kwarta czysta)	28
	72	40
	78	
* Interwały liczone są od niższego do wyższego dźwięku.		

Warto przypomnieć, że interwały w próbkach dźwięków można zmienić za pomocą programu AKAI Vyzex EWI4000S z podłączonym EWI 4000s do interfejsu MIDI.

Składniki tych współbrzmień mogą być oddalone od siebie w bliskich bądź odległych interwałach.

Poniżej przedstawiono przykładowe kroki, które należy zrobić, aby wytworzyć dwudźwięk i czterodźwięk na dalekich interwałach.

- 1) Wybrać próbkę dźwięku (dla dwudźwięku – próbkę monofoniczną, dla czterodźwięku – próbkę dwudźwiękową);
- 2) Zagrać pierwszy dźwięk;

- 3) Nacisnąć klawisz burdonu;
- 4) Zmienić oktawę trzymając pierwszy dźwięk (np. 3 oktawy do góry);
- 5) Nacisnąć klawisz interwału (automatycznie wyłączy się klawisz burdonu);
- 6) Zmienić chwyt na drugi dźwięk w nowo wybranej oktawie (np. w 3 oktawie).

W ten sposób w zależności od wyboru próbki dźwiękowej powstanie albo dwudźwięk (z jednym nisko brzmiącym, a drugim wysoko brzmiącym dźwiękiem), albo czterodźwięk (z dwoma nisko brzmiącymi i z dwoma wysoko brzmiącymi dźwiękami; zarówno dwa pierwsze jak i dwa drugie dźwięki powiązane są ze sobą takim samym interwałem pomiędzy nimi).

Wracając do tematu notacji partii i efektów EWI w utworach, konieczne jest przyjrzenie się, jak wprowadzić powyższe informacje do zapisu nutowego. Po pierwsze, należy uwzględnić najpierw skład instrumentalny utworu i dobrać do niego odpowiednią transpozycję dla EWI. Jeśli jest to np. duet o składzie: saksofon sopranowy i EWI, wtedy EWI powinien dopasować się do stroju B (takiego samego, co saksofon sopranowy). W przypadku duetu z fortepianem, EWI może wykonywać swoją partię w stroju C (podobnie też, gdyby grał kompozycję solo). Jednakże decyzja doboru transpozycji powinna przypaść kompozytorowi, który znając swój utwór i sposób jego wykonania, sam wybierze odpowiedni strój. Jak wcześniej wspomniano, EWI jest w stanie pod tym względem dopasować się do każdego instrumentu.

Druga rzecz dotyczy zapisu interwałów i akordów oraz towarzyszących im efektów. Według mnie specjalne funkcje powinny być zapisywane za pomocą symboli, a melodie kilkudźwiękowe uwzględnione w notacji, w ten sam sposób, jak np. w skrzypcach, fortepianie czy gitarze. Funkcje burdonu, interwału i trzecią funkcję można by oznaczyć znakami bądź pojedynczymi literami, np. burdon – „I”, „b” (od wyrazu „burdon”), „s” (od angielskiego wyrazu „sustain”) lub „h” (od angielskiego wyrazu „hold”), interwał – „II”, „i” (od wyrazu „interwał”), interwał odległy/czterodźwięk – „III”, „ii” (jako proponowany symbol interwału oddalonego), „t” (od angielskiego wyrazu „tetrad”, czyli „czterodźwięk”). Dla przejrzystości informacji, taka forma zapisu mogłaby zawierać również legendę, w której kompozytor zawarłby wybrane przez siebie oznaczenia. Jest to oczywiście pewna propozycja zapisu, która może stać się podstawą do stworzenia jeszcze dokładniejszego systemu.

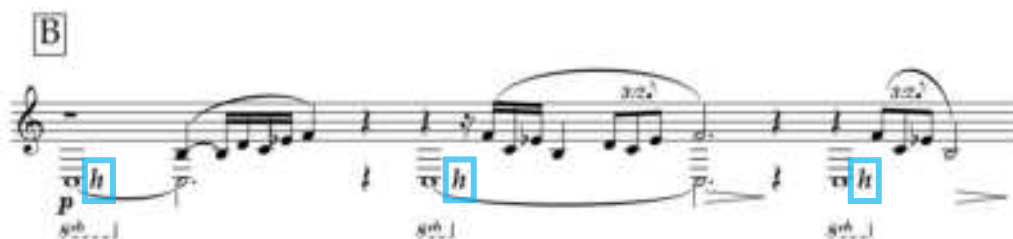
Wyżej opisany sposób połączenia ze sobą oznaczeń i dodanie melodii wielogłosowych określam jako „mieszany styl zapisu nutowego”. Dodatkowe informacje o innych stylach

notacji zawarto również w podrozdziale 3.6.3. *Notacja partii i efektów Harmonizatora Kontrolowanego w utworach – różne podejścia oparte na przykładach* (strony 229. – 240.).

Jako przykład zastosowanego stylu do zapisu efektów EWI przytoczyć można utwór Matteo Nicolina – „Il presagio degli alberi” na EWI solo. Aby zdefiniować użyty w dziele przycisk funkcji burdonu, kompozytor wykorzystał w nim literę „h” (od angielskiego wyrazu „hold”, czyli po polsku „trzymać”, „utrzymać”), która pojawia się zawsze w trakcie korzystania ze wspomnianego efektu. Kompozycja zawiera także krótką legendę tłumaczącą wykorzystaną symbolikę. Ten typ zapisu nazywam „symbolicznym stylem zapisu nutowego”. Poniżej przedstawiono przykład legendy oraz fragment przywołanego wcześniej utworu.

**LEGENDA**  
h = EWI hold function

Obraz 37. (i 95.) Wyjaśnienie symboli w legendzie umieszczonej na pierwszej stronie utworu „Il presagio degli alberi” kompozytora Matteo Nicolina. Litera „h” zapisywana kursywą przy odpowiedniej nucie informuje, że w trakcie jej trwania należy nacisnąć przycisk funkcji burdonu, który znajduje się na korpusie EWI.



Obraz 38. (i 96.) Przykład zastosowania w zapisie nutowym symbolu „h” w celu określenia miejsca włączenia funkcji burdonu podczas wykonywania utworu na EWI. Fragment utworu „Il presagio degli alberi” kompozytora Matteo Nicolina (strona 2., 3. pięciolinia).

Pisząc o notacji, warto przyjrzeć się jeszcze zagadnieniu rozpisania dźwięków z siedmiu oktaw na pięciolinii. Amerykanin Matthew J. Vashlishan z Uniwersytetu w Miami w swojej dysertacji z 2011 r. ‘The Akai Electric Wind Instrument (EWI4000s): A Technical and Expressive Method’, pl. „Elektryczny Instrument Dęty Akai (EWI4000s): Metoda techniczna i ekspresyjna”<sup>71</sup> (strony 48. – 53.) opisał problematykę zapisu dużej skali instrumentu na pięciolinii. Ponieważ rozpiętość EWI 4000s wynosi od  $\underline{H}$  do  $d^6$ , a osobami sięgającymi po niego są zazwyczaj muzycy grający na tradycyjnych instrumentach dętych,

<sup>71</sup> Link do elektronicznej wersji dysertacji dra Vashlishana: <https://www.scribd.com/document/293420899/The-Akai-Electric-Wind-Instrument-EWI4000s-a-Technical-and-Exp> (dostęp: 24.07.2023).



nie każdy z nich byłby w stanie uporać się z czytaniem nut w różnych kluczach (większość muzyków na swoich instrumentach posługuje się jedynie kluczem wiolinowym, czasami basowym). Na podstawie swojego doświadczenia, Vashlishan zaproponował system, w którym zamiast stosowania symboli przeniesienia dźwięków o oktawę, kwintdecymę lub też zmianę kluczy, pozostawi się klucz wiolinowy, a każdy dźwięk z danej oktawy zostanie oznaczony konkretnym kolorem (mowa o zaznaczeniu główki danej nuty). W ten sposób wprowadzony został kolorowy zapis nutowy dla utworów zawierających materiał nutowy w pełnej skali dźwiękowej EWI 4000s.

Poniżej, w zarysie ujęto schemat mapowania zapisu kolorowego:

- kolor fioletowy: 1. oktawa, dźwięki  $\underline{H} - c$ ;
- kolor niebieski: 2. oktawa, dźwięki  $d - c^1$ ;
- kolor czarny: 3. oktawa, dźwięki  $d^1 - c^2$ ;
- kolor zielony: 4. oktawa, dźwięki  $d^2 - c^3$ ;
- kolor brązowy: 5. oktawa, dźwięki  $d^3 - c^4$ ;
- kolor pomarańczowy: 6. oktawa, dźwięki  $d^4 - c^5$ ;
- kolor czerwony: 7. oktawa, dźwięki  $d^5 - d^6$ .

Zaproponowany system zapisu oktaw posiada swoje zalety, takie, jak np. prostotę, przejrzystość w czytaniu nut i łatwe do rozróżnienia wysokości dźwięków. Jest to interesujący pomysł do wykorzystania w kompozycjach korzystających z pełnej skali instrumentu. Jednakże do wad zapewne należy wzrost ceny zakupu takiego utworu ze względu na druk nut w kolorze. Być może ten kierunek rozwoju notacji może zostać jeszcze bardziej udoskonalony, uproszczony, aby kompozytorzy częściej po niego sięgali. Niemniej jednak jest to interesująca innowacja w zakresie zapisu nutowego, z której warto skorzystać w przypadku innych instrumentów.

Pozostałe ciekawe koncepcje zapisu wymienione przez Matthewa J. Vashlishana dotyczą m.in.:

- stosowania zmiany kształtu główki nuty przy zmianie chwytu ze zwykłego na alternatywny;

Dla przykładu, czarna główka ćwierćnuty przy zwykłym chwycie zmienia się na główkę o kształcie litery „x” przy wersji alternatywnej.

- wykorzystania kolorowego zapisu nutowego przy ćwiczeniach skoków oktaowych na tym samym dźwięku;
- zwrócenia uwagi na problem przeskoku z chwytu o wszystkich zaangażowanych palcach na chwyt jednopalcowy (i na odwrót) lub też trudne technicznie miejsce do zmiany chwytu.

Autor określa tę sytuację mianem „fingering break”, czyli w wolnym tłumaczeniu z języka angielskiego „załamaniem chwytu”. Dla przykładu, na saksofonie występuje ono pomiędzy dźwiękami  $c^2$  a  $d^2$ , na klarncie – między dźwiękami  $b^1$  i  $h^1$ , zaś na EWI – jest to przeskoczenie pomiędzy każdą z oktaw. Powoduje to charakterystyczne chwilowe „zanieczyszczenie” dźwięku, tzw. „blip”. W tego rodzaju miejscach przydatne okazuje się wykorzystanie chwytów alternatywnych, aby obejść problematyczną kombinację dźwięków. Informacja o „załamaniu chwytu” jest także bardzo istotna dla kompozytorów, którzy powinni mieć świadomość występowania słabego punktu w mechanice palcowania danego instrumentu. Tego typu trudności mogą stać się również inspiracją do stworzenia cyklu etud wspomagających naukę radzenia sobie z podobnymi okolicznościami.

## 2.8. Popularność instrumentu w środowisku muzycznym

Podobnie jak inne elektrofony, EWI świetnie nadaje się do tworzenia muzyki, jak również do eksperymentowania nad własnym stylem i dźwiękiem. Jest on często spotykany w muzyce rozrywkowej oraz jazzowej – przede wszystkim jako instrument wzbogacający brzmienie w zespołach lub też epizodycznie – w niektórych utworach, zastępując na chwilę saksofon.

Muzycy często sięgają po EWI, ze względu na jego unikatowe funkcje – łączność z komputerem i innymi elektronicznymi urządzeniami, syntetyczne brzmienie oparte o protokół MIDI oraz możliwość jego modyfikacji do własnych potrzeb, projektów. Instrument dość często używany jest na koncertach live electronics, również w celach badania i poszerzania jego możliwości wykonawczych.

W muzyce poważnej jest on jeszcze mało znany i dopiero co wprowadzany. Spotkać go można w eksperymentach muzycznych, improwizacjach, muzyce elektronicznej oraz prawdopodobnie w kilku utworach (albo napisanych specjalnie na ten instrument,

lub też epizodycznie). To niezwykle interesujący instrument, który dzięki inicjatywie niektórych muzyków i kompozytorów, ma szansę wkrótce stać się bardzo popularnym w świecie muzyki.

### 3. Harmonizator Kontrolowany

Utrudnienia związane z wydobyciem akordów zarówno na saksofonie, jak i na innych instrumentach jednodźwiękowych oraz pokonywanie ograniczeń konstrukcyjnych stały się inspiracją do stworzenia przeze mnie Harmonizatora Kontrolowanego. Jest to projekt nowatorski – nie istniał jeszcze nigdy w takiej postaci. Pomysł, zbieranie potrzebnych materiałów, a także praca nad projektem rozwijały się niezależnie, tzn. bez żadnych bliskich zbieżności do innych programów o podobnej tematyce.

Harmonizator Kontrolowany to urządzenie pozwalające instrumentom jednogłosowym na kontrolowane użycie większej ilości dźwięków podczas gry w czasie rzeczywistym, upodabniając je w pewnym stopniu do instrumentów wielogłosowych. Inaczej mówiąc umożliwia on budowanie interwałów i akordów, mianowicie – tworzenie harmonii.

To syntetyczny sposób wytwarzania dodatkowych dźwięków, za który odpowiada instrument podłączony do aparatury elektronicznej. Podobne połączenia spotkać można w trakcie koncertów, na których muzyka elektroniczna wykonywana jest na żywo<sup>72</sup>.

Występujący w nazwie harmonizatora i w powyższym wyrażeniu „kontrolowane użycie” przymiotnik „kontrolowany”, jest głównym założeniem tego urządzenia. Kontrola w tym przypadku ma jednak swoje zalety i wady. Do zalet zalicza się możliwość wyboru i projektowania konkretnych współbrzmień, które następnie ustawiane są w odpowiednim dla wykonawcy porządku. Wadą (być może dającą się rozwiązać w przyszłości) jest niemożliwość swobodnego i losowego przechodzenia pomiędzy akordami w utworzonej sekwencji w trakcie gry. Zatem w tym zakresie „kontrola” oznacza ustalenie porządku współbrzmień przed wykonaniem dzieła (tzn. utworu, improwizacji), lecz nie w jego trakcie – chyba że spośród akordów zawartych w sekwencji i to także bez przechodzenia na przykład z czwartego akordu na pierwszy, lecz jedynie po kolei – z czwartego na trzeci lub piąty (nie wliczając specjalnej funkcji pilota – cofnięcia się do początku sekwencji poprzez dłuższe wciśnięcie jednego z przycisków).

Podczas gry nie ma również możliwości dodania w błyskawiczny sposób innego współbrzmienia lub efektu nieznanego się w sekwencji, gdyby na przykład wykonawca zechciał zmienić harmonię lub brzmienie w improwizacji.

Aktualnie dostępne harmonizatory w mniejszym lub większym stopniu pozwalają na swobodę wyboru akordów w trakcie gry, lecz z tego powodu muszą mierzyć się z innymi

---

<sup>72</sup> Inne określenia dla tej formy muzyki to: live electronics, muzyka elektroniczna na żywo, estrada elektroniczna.

ograniczeniami konstrukcyjnymi. Między innymi są to: niemożliwość zmiany przewrotu akordu w danym momencie, mniejsza różnorodność typów współbrzmień i zawartości dźwięków składowych, funkcje arpeggio i opóźniania składników rozwinięte według jednej lub dwóch konkretnych koncepcji, lecz nie w pełnym potencjale.

Oprócz tego Harmonizator Kontrolowany posiada jeden istotny czynnik różniący go od reszty harmonizatorów. Mowa o projektowaniu współbrzmień za pomocą dodawania składników. Było to główne założenie, na którym opierała się jego konstrukcja. Kontrolowanie procesu budowania współbrzmień poprzez łączenie składników (czyli dodawanie dźwięku do dźwięku) daje użytkownikowi decyzyjność kształtowania ich od samych podstaw harmoniczych. Dzięki temu program jest bardzo interaktywny, zaś korzystający ma możliwość zaplanowania różnorodnych połączeń w obrębie 85 dźwięków na wirtualnej klawiaturze MIDI.

Niestety, również ta koncepcja posiada niedoskonałości polegające na ograniczeniu do pewnego stopnia tworzenia współbrzmień w czasie rzeczywistym. Nie ma oprogramowań nieposiadających ograniczeń. Limitacja jest konieczna, aby dany produkt posiadał kształt, specjalistyczną funkcjonalność w danym zakresie i wysoką jakość wykonania.

### **3.1. Problem wydobycia interwałów i akordów na instrumentach jednogłosowych**

Jak zaobserwowano w podrozdziale 1.3., wydobycie interwałów i akordów zarówno na saksofonie, jak i na innych jednodźwiękowych instrumentach dętych sprawia wiele trudności. Wynikają one z ograniczeń konstrukcyjnych. Jest to problematyka, którą warto się zainteresować. Jednym z pomysłów na uporanie się z nią jest wykorzystanie zasobów, jakie oferują elektronika i informatyka.

Proponowanym przeze mnie rozwiązaniem powyższej problematyki jest połączenie saksofonu z urządzeniami elektronicznymi oraz skonstruowanie urządzenia – Harmonizatora Kontrolowanego, który rozwija jego możliwości wykonawcze, tj. tworzenie współbrzmień podobnych do brzmienia kwartetu saksofonowego lub też efektu naciskania kilku klawiszy na fortepianie.

Projekt ten posiadałby również szersze zastosowanie. Mógłby zostać użyty w kombinacji z innymi instrumentami monofonicznymi (np. klarnetem, fletem, fagotem, trąbką, puzonem, głosem ludzkim itp.) oraz służyć instrumentom wielogłosowym w rozbudowie ich skali, możliwości sonorystycznych (np. w fortepianie, na skrzypcach, gitarze, harfie).

Właściwości wynikające z budowy instrumentu wydawać się mogą dużym ograniczeniem, lecz posiadają one także swoje zalety. Warto wspomnieć, że m.in. dzięki systemowi klap, które odpowiadają za przedłużanie słupa powietrza, saksofon ma możliwość płynnego przechodzenia między dźwiękami (technika *glissando*). Ze względu na cechy budowy oraz inne właściwości, saksofon częściej wykorzystywany jest w grze o charakterze solowym niż akompaniującym.

### 3.2. Geneza projektu oraz założenia

Kwestia zwiększania możliwości instrumentów oraz ich poprawy zawsze wzbudza wielkie zainteresowanie. W przeszłości niejednokrotnie eksperymentowano z urządzeniami przetwarzającymi sygnał dźwiękowy. Istniało jednak wiele trudności związanych z mobilnością i ograniczeniami sprzętowymi. Przełom w rozwoju technologicznym nastąpił w latach 80. XX wieku, kiedy powstał system MIDI oraz zminimalizowano urządzenia elektroniczne i syntezatory<sup>73</sup>.

Więcej uwagi problemowi harmonii na instrumentach jednogłosowych poświęcano w kręgu muzyki pop oraz jazzie, ponieważ odgrywa ona znaczącą rolę w improwizacji, a w dalszej kolejności, ma również wpływ na styl, kreatywność i rozpoznawalność artystów. Jednymi z najpopularniejszych pionierów w środowisku tamtych czasów byli m.in. Joe Zawinul i Michael Brecker, obydwójce zajmujący się eksperymentami nad brzmieniem, syntezą stylów muzycznych oraz popularyzacją muzyki elektronicznej.

Inspiracją do zaprojektowania Harmonizatora Kontrolowanego stały się dwa znane i cenione programy – Vocoder oraz Rotator MIDI (ang. MIDI Rotator). Mają one podobne założenia – poszerzenie ekspresji instrumentu/głosu ludzkiego. Są skonstruowane w oparciu o protokół MIDI, lecz każde z nich dotyczy innego zastosowania.

Vocoder został stworzony dla potrzeb wokalnych. Zajmuje się szczególnie transformacją brzmienia, manipulacją barwy głosu podczas śpiewu, dodawaniem specjalnych efektów przetwarzających pobierany dźwięk (możliwości jest tam bardzo wiele).

Rotator MIDI, autorstwa Robby'ego Kilgore'a<sup>74</sup>, budowany pierwotnie w celu rozszerzenia funkcji keyboardu, generuje na danym dźwięku trzy warianty akordów

---

<sup>73</sup> Informacje na temat rozwoju muzyki elektronicznej oraz systemu MIDI omówiono szerzej w pierwszej połowie rozdziału 2. (strony 34. – 54.).

<sup>74</sup> Link do artykułu na temat „Rotatora MIDI”:

Robby, *Harmonic Expansionism*, „Robby Kilgore|Art|Technology|Design”, 7.06.2006, <https://robbykilgore.com/harmonic-expansionism/> (dostęp: 10.03.2020).

w ustalonej, sekwencyjnej kolejności. W efekcie, grając cały czas tą samą nutę, otrzymuje się inne współbrzmienia, które są zapętlone, sekwencyjne, rotacyjne (stąd nazwa „rotator”).

Rotator MIDI powstał w drugiej połowie lat 80., przez co posiada już bardzo długą historię powiązaną ze sceną rozrywkową. Twórca sam przyznał, że „chciał uzyskać na nim efekty podobne do tych, które usłyszał po występie Joni Mitchell<sup>75</sup> na gitarze”<sup>76</sup>. Swoje eksperymenty zaczął od badania możliwości syntezatorów Prophet-5 firmy „Sequential Circuits” oraz Xpandera Toma Oberheima. Następnie, po uzyskaniu wiedzy z programowania i konstrukcji urządzeń elektronicznych, zakupie innych syntezatorów oraz wielu eksperymentach, stworzył on swoją pierwszą wersję tego programu, którą w celu harmonizacji dźwięków na EWI testował m.in. Michael Brecker.

Pomysł rozpoczęcia prac nad utworzeniem Harmonizatora Kontrolowanego powstał w roku 2017. Początkowo był on formą zaliczenia fakultetu „Introduction to Max/MSP/Jitter” prowadzonego w Konserwatorium w Amsterdamie (nl. Conservatorium van Amsterdam). Koncepcja poszerzyła się jednak o coraz bardziej skomplikowane elementy, skutkiem czego zaczęła ewoluować do interesującego, ambitnego projektu.

Pomysł ten to także efekt ciekawości i rozważania nad tym, jak brzmiałby instrument jednogłosowy, gdyby posiadał możliwości instrumentu wielogłosowego, np. fortepianu, gitary, akordeonu itp. Byłoby to niezmiernie interesujące, gdyby takie urządzenie było w stanie tworzyć również połączenia harmoniczne. Umożliwiłoby to prezentowanie utworów, które dotąd były poza zasięgiem techniczno-mechanicznym lub też wymagają kompromisów i redukcji w ich materiale dźwiękowym.

Założeniem konceptu jest stworzenie hybrydy – saksofonu i komputera, która rozwinie możliwości melodyczno-techniczne saksofonu oraz poprawi niedoskonałość będącą konsekwencją konstrukcji saksofonu i innych podobnych instrumentów (włączając także ludzki głos) – czyli niemożności bądź trudności grania (śpiewania) wielu dźwięków w tym samym czasie. Równie ważnym celem jest dotarcie do rozległego grona odbiorców, takich jak m.in. kompozytorzy, aranżerzy, wykonawcy, teoretycy muzyki, melomani, osoby zainteresowane.

---

<sup>75</sup> Joni Mitchell (właściwie Roberta Joan Mitchell z domu Anderson, ur. 1943 r.) – kanadyjska piosenkarka folkrockowa, popowa, jazzowa i jazzrockowa. Typ głosu: kontralt.

Hasło: *Joni Mitchell*, w: *Wikipedia*, 8.05.2018, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Joni\\_Mitchell](https://pl.wikipedia.org/wiki/Joni_Mitchell) (dostęp: 25.05.2019).

<sup>76</sup> Por. Robby, *Harmonic Expansionism*, „Robby Kilgore|Art|Technology|Design”, 7.06.2006,

<https://robbykilgore.com/harmonic-expansionism/> (dostęp: 10.03.2020).

[tłumaczenie własne – Michał Gasztych]

Celem projektu jest oferta szerokiego zakresu użytkowania w środowisku muzycznym. Ze względu na uniwersalność podstaw, na których opiera się program oraz prosty, zrozumiały w obsłudze wygląd, będą z niego mogli korzystać nie tylko saksofoniści, lecz także wokaliści i muzycy specjalizujący się na instrumentach jednogłosowych oraz wielogłosowych (m.in. w celu poszerzenia technik wykonawczych oraz zwielokrotnienia ilości głosów). Najistotniejszymi wymaganiami są znajomość podstaw harmonii i tworzenia akordów oraz modyfikacja części zewnętrznej programu.

W sektorze muzycznym istnieje pewien program komputerowy, którego podstawowe założenie (możliwość harmonizacji instrumentu) jest zbliżone do Harmonizatora Kontrolowanego. Jednakże, to ich jedyna wspólna cecha funkcyjna. Ten program (aplikacja) to „MIDI Harmonizer” (pl. „Harmonizator MIDI”)<sup>77</sup>. Zaprojektował go holenderski kompozytor i inżynier dźwięku – Johan Looijenga.

„MIDI Harmonizer” został napisany przy pomocy programu „Max/MSP/Jitter” i jest przeznaczony wyłącznie na elektrofony, takie jak EWI, syntezatory, kontrolery dźwięku. Z tego względu występują w nim znaczące różnice w budowie. Posiada on formę aplikacji, która przy pomocy cyfrowej wymiany danych, działa bezpośrednio z oprogramowaniem podłączonego do komputera elektrofonu. Nie wymaga to umieszczania dodatkowych zewnętrznych urządzeń odbierających i wysyłających sygnał, takich jak np. mikrofon czy pilot kontrolujący, ponieważ funkcje programu są zawarte i obsługiwane wewnątrz aplikacji. Natomiast w przypadku Harmonizatora Kontrolowanego urządzenia te są konieczne.

Pomysł oraz zbieranie potrzebnych materiałów, a także praca nad Harmonizatorem Kontrolowanym rozwijały się niezależnie, tzn. bez żadnych bliskich zbieżności do innych programów o podobnej tematyce. Pomimo podobieństw w obszarze zastosowania, zamierzenia obydwu programów nie kolidują między sobą, lecz wzajemnie siebie uzupełniają. Program Johana Looijengi obejmuje przestrzeń elektrofonów, natomiast Harmonizator Kontrolowany jest programem przeznaczonym na instrumenty tradycyjne.

---

<sup>77</sup> Dawna nazwa programu z 2018 roku to „MIDI Real-Time Harmonizer” (pl. „Harmonizator MIDI czasu rzeczywistego”).



### 3.3. Konstrukcja Harmonizatora Kontrolowanego oraz funkcje poszczególnych elementów

Harmonizator składa się z wielu podsystemów. Proces syntetycznego odtworzenia wielogłosowości opiera się na wielu skomplikowanych parametrach. Pomimo trudnych aspektów technicznych zawartych w programie, został on zaprojektowany w taki sposób, aby uczynić go zrozumiałym i łatwym w obsłudze.

Pod względem konstrukcji całego obwodu, harmonizator podzielić można na trzy części:

- aparatura elektroniczna (3.3.1.);
- pilot sterujący (3.3.2.);
- program komputerowy (3.3.3.).

#### 3.3.1. Aparatura elektroniczna

**Aparatura elektroniczna** – urządzenia niezbędne do prawidłowego działania wymiany informacji pomiędzy instrumentem a harmonizatorem.

W skład podstawowej aparatury zalicza się:

- 1-2 głośniki/monitory;
- interfejs audio z zasilaniem Phantom 48V;
- kabel USB z wtyczkami (męskimi) typu USB-A i USB-B;
- 2 kable z dwoma wtyczkami (męskimi) typu jack mono 6,35 mm;
- 2 kable z wtyczkami typu XLR z gniazdem i wtyczką;
- kable zasilające wymienione w tej liście urządzenia;
- komputer/laptop;
- 1-2 mikrofony pojemnościowe o charakterystyce kardoidalnej



Obraz 39. (i 54.) Wygląd oprogramowania oraz prototyp pilota zainstalowany na korpusie saksofonu altowego Buffet Crampon Prestige S3.

bądź superkardioidalnej, przeznaczone do mocowania na saksofonie;

- opcjonalnie – wzmacniacz/mikser.

Powyższe urządzenia umożliwiają pobranie dźwięku z instrumentu, przekształcenie go w sygnał analogowy, potem w cyfrowy, który następnie zostaje przetworzony przez program komputerowy i wygenerowany w postaci akordu (sposób połączenia urządzeń uwidacznia schemat 3. na stronie 229.).

### 3.3.2. Pilot sterujący



Obraz 40. Kształt pilotów przeznaczonych dla saksofonu altowego marki Buffet Crampon, model Prestige S3.

**Pilot sterujący** – urządzenie instalowane na instrumencie pod wspornikiem lewego kciuka. Służy do zmiany parametrów aplikacji w komputerze poprzez naciśnięcie umieszczonych na nim przycisków.

Pilot składa się z:

- powłoki chroniącej wykonanej z polilaktydu (PLA) drukiem 3D;
- dwóch gumowych sznurków elastycznych;
- 3 przycisków typu microswitch, rozmiar: 12 mm (dwa z dolnym prostym połączeniem, jeden z dolnym bocznym);
- diody adafruit RGB LED marki „NeoPixel”;
- płytki z mikrokontrolerem marki „Teensy”, model 3.2;
- kabelków łączących mikrokontroler z przyciskami i diodą LED;
- kabla USB z wtyczkami (męskimi) USB-A i mini USB-B;
- śrubek, nakrętek.

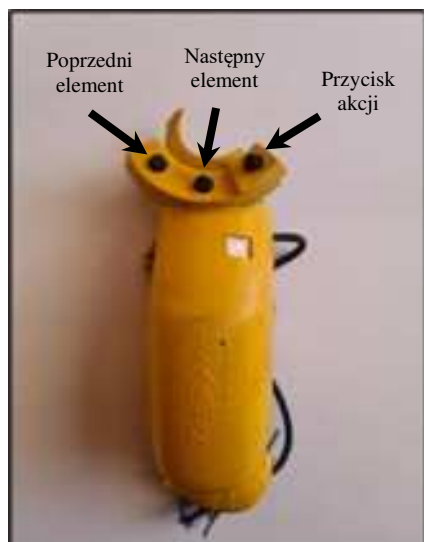
Kształt pilota został dopasowany w sposób nieutrudniający gry na instrumencie. W chwili pisania dysertacji istnieją jedynie 3 wersje prototypowe<sup>78</sup> na saksofon altowy marki Buffet Crampon Prestige S3.

Mikrokontroler zawiera kod sterujący wymianą informacji z aplikacją. Do kodowania użyto języka programowania „Teensy” – uproszczonej wersji języków C, C++.

Pilot pobiera sygnał z przycisków i przesyła go bezpośrednio do programu komputerowego. Więcej informacji znaleźć można w podrozdziałach 3.3.3. *Program komputerowy*, 3.6. *Instrukcje korzystania z Harmonizatora Kontrolowanego*, a także w dalszej części dysertacji.



Obraz 41. Widok na osłonę pilota oraz wgląd w jego wewnętrzną konstrukcję – w tym połączenia kablowe, przyciski, diodę i płytkę z mikrokontrolerem (w skrócie: czipem).



Obraz 42. Przypisane funkcje przycisków w pilocie sterującym w tak zwanym „trybie I”, czyli w podstawowym ustawieniu.

Każdy z przycisków posiada przypisaną funkcję. W porządku od strony lewej do prawej są to odpowiednio:

- *poprzedni element*<sup>79</sup> (dostępna jest również druga funkcja: *reset do pierwszego elementu* – w przypadku przytrzymania przycisku przez 2 sekundy);
- *następny element*;
- *przycisk akcji* (aktywuje procesy programu komputerowego oraz mikrofony).

<sup>78</sup> Pilot zaprojektowałem we współpracy z dwoma konstruktorami instrumentów elektronicznych ze Studia Muzyki Elektro-Instrumentalnej (ang. Studio for Electro-Instrumental Music, w skrócie: STEIM) w Amsterdamie w 2019 roku.

<sup>79</sup> Element to zamiennie określenie dla pól (komórek) zawartych w Panelu zapisu współbrzmień (opis panelu na stronach 124., 125., 216. – 219.), stosowane przy nazwie przycisków pilota. Po naciśnięciu przycisku poprzedni bądź następny element komórka z zapisanym współbrzmieniem w Panelu zapisu współbrzmień zmienia wtedy kolor z bordowego na czerwony.

Dioda LED informuje za pomocą koloru jaki interwał/akord/współbrzmienie/klaster jest generowany w danym czasie przez program. Dokładny przypis kolorów do odpowiednich współbrzmień znajduje się w zagadnieniu 4. „Systematyzacja współbrzmień”, tabele nr 3, 4 i 5 (strony 118. – 120.).

Pilot jest bezpośrednio połączony z komputerem przez kabel USB. Panel obsługi pilota – czyli półpierścień z trzema przyciskami – zainstalowano pod podpórką kciuka lewej dłoni. Odległości między przyciskami dostosowano do rozstawu kciuka i jego możliwości ruchowych. Pozycja kciuka pozwala na równoczesne używanie klapy oktawowej oraz przycisków, uzyskując optymalny efekt. Pilot nie zakłóca podstawowych funkcji lewego kciuka w grze na saksofonie – można nadal bez przeszkód wykorzystywać klapę oktawową w kombinacji z pilotem lub bez niego.

#### *Umieszczenie pilota w zasięgu lewej dłoni*

Decyzja umieszczenia pilota sterującego harmonizatorem w zasięgu lewej dłoni została podjęta na podstawie rozważnego przemyślenia kilku argumentów opartych o takie czynniki, jak: funkcjonalność, zręczność, intuicyjność, łatwy dostęp, wiedza o systemach klapowych instrumentów dętych drewnianych i ich tradycja.

Lewa dłoń odgrywa istotną rolę w grze na saksofonie, ponieważ odpowiada za zamykanie górnej partii korpusu instrumentu. Ze względu na konstrukcję (opartą o zmodyfikowany na potrzeby saksofonu system klapowy Theobalda Boehma dla klarnetu<sup>80</sup>), wiele ważnych klap i mechanizmów znajduje się w górnej części saksofonu (czyli w zasięgu lewej dłoni). W tym miejscu stożkowaty korpus ma węższą średnicę, a rozmiary mechanizmów otwierających i zamykających klapy/dźwignie są mniejsze, co wpływa na ich dokładniejszą pracę (precyzję działania). Poza tym, już od czasów starożytnych wykształcił się zwyczaj, że w instrumentach dętych drewnianych (np. różnych odmianach fletu, greckim aulosie, japońskim flecie Shakuhachi, ormiańskim duduku)

---

<sup>80</sup> System Boehma dla klarnetu to system ułożenia klap w klarnecie opracowany w latach 1839-1843 przez Hyacinthe'a Kloségo i Auguste'a Buffeta, Juniora. Nazwa jest nieco zwodnicza, ponieważ sam Theobald Boehm nie był zaangażowany w jego rozwój. System Boehma dla klarnetu został zainspirowany systemem na flet, lecz z pewnych praktycznych względów różni się od niego. Przykład: po zastosowaniu klapy duodecymowej w klarnecie następuje transpozycja (przesunięcie się) wysokości dźwięków granych na tych samych klapach o interwał duodecymy czystej. Ten przypadek nie występuje w systemie fletu, który posiada klapę oktawową, transponującą dźwięki na tych samych klapach o interwał oktawy czystej. [tłumaczenie własne – Michał Gasztych]

Hasło: *Boehm system (clarinet)*, w: *Wikipedia*, 11.09.2022, [https://en.wikipedia.org/wiki/Boehm\\_system\\_\(clarinet\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Boehm_system_(clarinet)) (dostęp: 16.02.2023).

lewa dłoń znajduje się bliżej ustnika, a prawa dalej (choć współcześnie istnieją także instrumenty o odwrotnym ułożeniu dłoni, lecz w znacznie mniejszej ilości).

Kciuk lewej dłoni ma duży zasięg poruszania się w różnych kierunkach i nie jest obciążony wagą instrumentu. Natomiast prawy kciuk nie posiada aż tak dużej swobody. Na przykład ze względu na zakrzywienie prawej dłoni w nadgarstku można odczuć czasami niewielkie blokowanie stawów i ścięgien. Ma to wpływ na ruch tego kciuka. Spoczywa też na nim pewna ilość ciężaru saksofonu.

Na podstawie powyższych przemyśleń zdecydowałem umieścić pilot w lewej dłoni pod wspornikiem kciuka i odpowiednim jego dopasowaniu. Znajduje się tam również dostatecznie duża przestrzeń, aby zmieścić całą zawartość pilota wraz z kablem USB łączącym go z komputerem.

Istnieje jednak jeden wyjątek, w którym pilot musiałby znajdować się w okolicy prawej dłoni. Mowa o przypadku saksofonu barytonowego, posiadającym dodatkową klapę niskiego dźwięku a (a z małej oktawy)<sup>81</sup> pod wspornikiem lewego kciuka. Uniemożliwia to instalację pilota w tamtym miejscu. W konsekwencji konieczne staje się ponowne zaprojektowanie wyglądu i funkcjonowania tego urządzenia.

Należy pamiętać również o fakcie, że dołączenie do korpusu pilota sterującego wymaga nauczenia się jego kontroli. To oznacza, że do całego instrumentu dodane są 3 nowe przyciski (klapy), a saksofonista/instrumentalista musi się nauczyć nowej motoryki. Aby temu sprostać, niezbędne są ćwiczenia z zastosowaniem pilota w różnych kombinacjach, skalach, pochodach, gdyż dodana została nowa funkcja w instrumencie.

Opisany w tej pracy prototyp pilota pasuje jedynie do konkretnego modelu saksofonu, mianowicie do marki Buffet Crampon Prestige S3. W przypadku zastosowania tego urządzenia w innych rodzajach i modelach saksofonów, wymagane jest wyprodukowanie nowego kształtu, dopasowanego indywidualnie do danej marki, modelu i typu saksofonu. W przyszłości planuję stworzyć uniwersalną wersję pilota do saksofonu, innych instrumentów i wersje spersonalizowane zgodne z prośbą klientów-użytkowników. Być może (o ile będzie takie zapotrzebowanie) zaprojektowane zostaną też typy dla odwrotnych systemów klapowych, w tym dla prawej dłoni.

---

<sup>81</sup> Kłapa niskiego dźwięku a spotykana jest obecnie we wszystkich nowoczesnych modelach saksofonów barytonowych. Jest to standard produkcji istniejący od końca lat 70. XX wieku, wraz z wprowadzeniem modeli Selmer Mark VII i Selmer Super Action 80. Zdarzają się jednak przypadki występowania tejże klapy w saksofonach altowych oraz niektórych modyfikowanych modelach, jak również w saksofonach produkowanych na zamówienie. We wszystkich standardowych typach saksofonu, od najwyższego soprillo do najniższego subkontrabas (wykluczając, oczywiście, baryton), kłapa niskiego dźwięku a nie występuje.

### 3.3.3. Program komputerowy

**Program komputerowy** (lub inaczej **aplikacja**) – zbudowany w oparciu o oprogramowanie „Max/MSP/Jitter” (znane potocznie jako „Max”; wersja 8), będące wizualnym językiem programowania<sup>82</sup>. Na tworzenie w tym programie zdecydowałem się ze względu na jego szerokie możliwości, logikę opartą o zrozumiały język algorytmów, prosty i widoczny interfejs, wykorzystywanie systemu MIDI, szereg materiałów pomocniczych oraz ciągłe wsparcie techniczne jego twórców.

Zakres jego czynności obejmuje kontrolę ustawień i operowanie wszystkimi procesami sygnałowymi, m.in.:

- przetwarza pojedynczy dźwięk instrumentu na wielość poprzez przesunięcia częstotliwościowe i barwowe z milisekundowym opóźnieniem czasowym (jedna z form tzw. pitch shiftingu<sup>83</sup> i chorusa<sup>84</sup>);
- posiada swobodę harmonizacji od interwału, poprzez wielodźwięk, do klastra (dostosowany na potrzeby użytkownika);
- działa interaktywnie z pilotem pod względem przepływu informacji;

---

<sup>82</sup> *Wizualny język programowania* (ang. *visual programming language*, w skrócie: *VPL*) – dowolny język programowania, który umożliwia użytkownikom tworzenie programów, manipulując jedynie graficznie elementami aplikacji, a nie określając je tekstowo. Wiele programów wizualnych opiera się na idei „pól i strzałek”, gdzie pola lub inne obiekty ekranu są traktowane jako platformy, połączone strzałkami, liniami lub łukami reprezentującymi relacje.

Por. Kowalczyk M., *Charakterystyka wizualnych, edukacyjnych języków programowania*, „Edux.pl”, <https://www.edukacja.edux.pl/p-41470-charakterystyka-wizualnych-edukacyjnych.php> (dostęp: 9.05.2021).

<sup>83</sup> *Pitch shifting* (pl. *zmiana wysokości tonu*) to technika nagrywania dźwięku, w której oryginalna wysokość dźwięku jest podnoszona lub obniżana. Urządzenia modyfikujące dźwięk (np. efekty gitarowe), które podnoszą lub obniżają wysokość dźwięku o wcześniej wyznaczony interwał muzyczny (tzn. transponują), nazywane są pitch shifterami (pl. przesuwnikami tonu, zmiennikami częstotliwości dźwięku). [tłumaczenie własne – Michał Gasztych]

Por. Hasło: *Pitch shifting*, w: *Wikipedia*, 6.06.2022, [https://en.wikipedia.org/wiki/Pitch\\_shift](https://en.wikipedia.org/wiki/Pitch_shift) (dostęp: 31.01.2023).

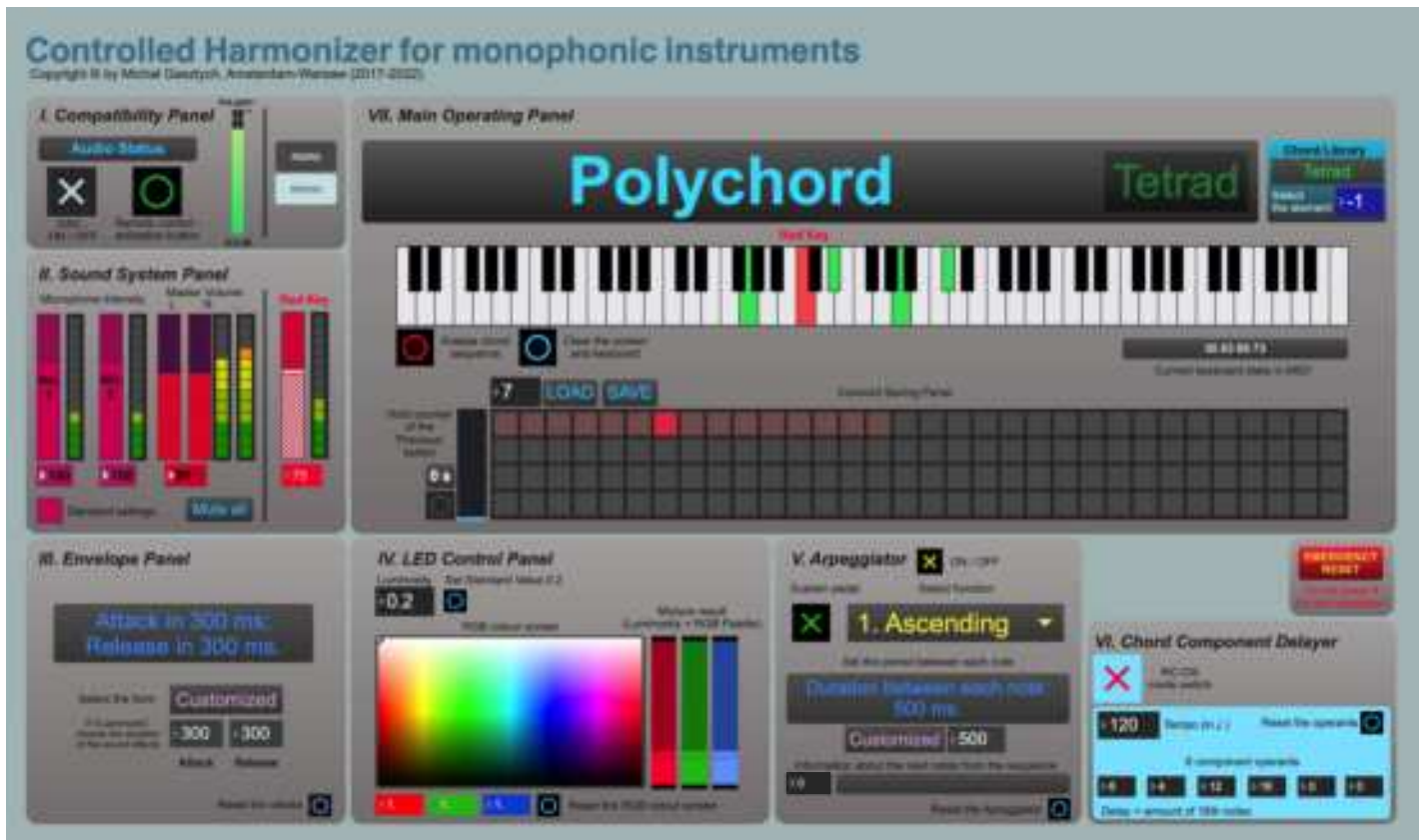
<sup>84</sup> *Chorus* – efekt gitarowy (też: urządzenie modyfikujące dźwięk – przyp. autora, Michała Gasztycha) należący do grupy efektów modulacyjnych. Jest uzyskiwany poprzez nakładanie lekko zmodulowanego i opóźnionego sygnału na sygnał oryginalny. Efektem takiej modulacji jest uzyskanie charakterystycznego brzmienia chóralnego.

Hasło: *Chorus*, w: *Wikipedia*, 17.11.2022, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Chorus\\_\(efekt\\_gitarowy\)](https://pl.wikipedia.org/wiki/Chorus_(efekt_gitarowy)) (dostęp: 31.01.2023).

*Chorus* (inaczej *choruser*, *chór*, *efekt chóralny*) to efekt dźwiękowy, który pojawia się, gdy poszczególne dźwięki o mniej więcej tym samym czasie trwania i o bardzo podobnych wysokościach zbiegają się. Zjawisko nakładania się podobnych dźwięków z wielu źródeł może występować naturalnie (w przypadku chóru lub orkiestry smyczkowej), jak również można je symulować za pomocą elektronicznych urządzeń modulujących dźwięk lub urządzenia przetwarzającego sygnał. [tłumaczenie własne – Michał Gasztych]

Por. Hasło: *Chorus*, w: *Wikipedia*, 27.01.2023, [https://en.wikipedia.org/wiki/Chorus\\_\(audio\\_effect\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Chorus_(audio_effect)) (dostęp: 31.01.2023).

- magazynuje informacje w postaci sekwencji akordów, głośności, obwiedni dźwięku, struktury arpeggio, koloru i intensywności światła LED (który przypisany jest do odpowiedniego akordu);
- wyświetla informacje o zaprogramowanym interwale, akordzie, wielodźwięku, klastrze;
- generuje sygnał wyjściowy do głośników.



Obraz 43. (i 55.) Wygląd interfejsu programu komputerowego (prototyp).

Interfejs aplikacji składa się z 8 podzespołów, których funkcje opisano poniżej.



## I. Panel Kompatybilności (ang. Compatibility Panel)



Obraz 43/1. (i 56.) Wygląd Panelu Kompatybilności.

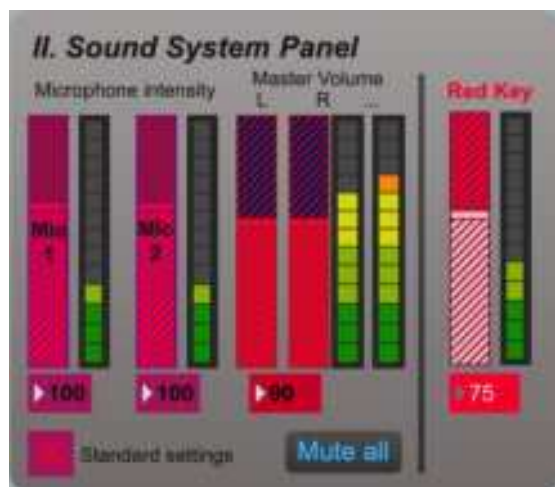
Podzespół służący do zintegrowania ze sobą pilota sterującego i aparatury elektronicznej z aplikacją, jak również sprawdzenia przepływu sygnału dźwiękowego i zmiany ustawień w systemie. W jego skład wchodzi następujące elementy (w porządku

od lewej do prawej strony):

- Audio Status, znany również jako Przetwornik/Przetwarzanie Cyfrowych Próbek (ang. Digital Sample Processor/Processing, w skrócie DSP);
- Włącznik przetwornika analogowo-cyfrowego (ang. Digital-Audio Converter – ON/OFF toggle, w skrócie: DAC ON/OFF toggle), który pozwala wysłać sygnał dźwiękowy do głośników/monitorów;
- Przycisk aktywacji/resetu pracy pilota (ang. Remote control – activation button);
- Tester sygnału w postaci suwaka z regulacją głośności. Dzięki niemu można sprawdzić poprawne działanie aplikacji bez konieczności przesyłania sygnału źródłowego z instrumentu przez mikrofony;
- Przełącznik pomiędzy monofonią a stereofonią odtwarzania sygnału z harmonizatora (potocznie okreśłany skrótem „mono-stereo”), czyli wybór pomiędzy jednokanałowym, prostym brzmieniem wydobywającym się z głośnika/głośników, a przestrzennym odbiorem brzmienia harmonizatora.



## II. Panel Nagłośnienia (ang. Sound System Panel)



Obraz 43/2. Wygląd Panelu Nagłośnienia.

Z prawej strony panel posiada także suwak i licznik głośności dźwięku źródłowego, czyli „czerwonego klawisza” (ang. „Red Key”) na klawiaturze MIDI. Parametry wraz suwakiem znikają (przybierają szary kolor i nie są aktywne), gdy klawisz zostaje wyłączony.

Skala wartości każdego suwaka wynosi 0-157 jednostek. Po przekroczeniu liczby 127, użytkownik otrzymuje ostrzeżenie o zdwojeniu efektu zgłoszenia, aby nie przeciążyć głośników i mikrofonów oraz nie narazić się na nagły trzask i szum w uszach.

## III. Panel Obwiedni (ang. Envelope Panel)



Obraz 43/3. (i 77.) Wygląd Panelu Obwiedni.

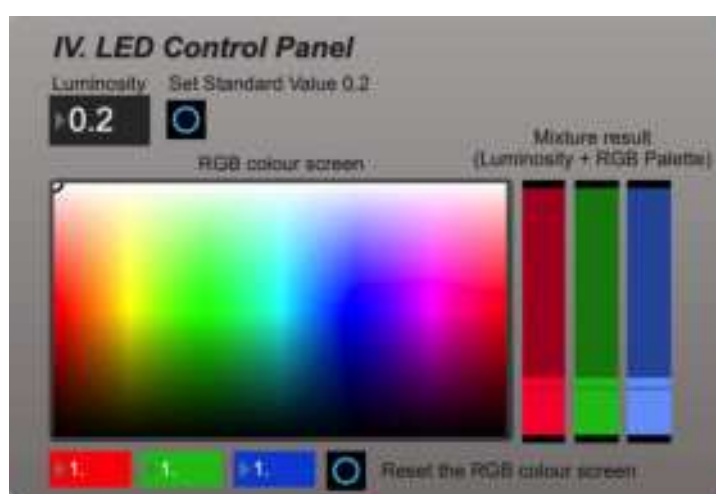
Podzespół kontrolujący obwiednię dźwięku. Posiada charakter „Attack-Sustain-Release” z możliwością regulacji inicjacji (ang. „Attack”) oraz zaniku dźwięku (ang. „Release”). Według koncepcji przetwarzania sygnału wewnątrz programu nie było konieczności dodania fazy obniżenia głośności dźwięku (ang. „Decay”), ponieważ dźwięk po osiągnięciu maksymalnej głośności miał na tym poziomie pozostać. Fazę podtrzymywania ciągłości dźwięku (ang. „Sustain”) regulują niezmiennie sterowniki wewnątrz aplikacji, jak również trzymanie

naciśniętego „przycisku akcji” na pilocie. Zaprzeszanie naciskania tego przycisku natychmiastowo aktywuje fazę zaniku dźwięku (ang. „Release”).

Okres inicjacji i zaniku dźwięku wyrażono w milisekundach. Standardowa wartość obydwu procesów wynosi 300 milisekund. Wartości te można personalizować i zapisywać osobno dla każdego akordu.

W prawym dolnym rogu okna podzespołu znaleźć można przycisk resetujący obwiednię do wartości standardowej.

#### IV. Panel Kontroli Diody LED (ang. LED Control Panel)



Obraz 43/4. (i 79.) Wygląd Panelu Kontroli Diody LED.

Zadaniem Panelu Kontroli Diody LED<sup>85</sup> jest informowanie za pomocą diody LED o granym w danym momencie interwale bądź akordzie, gdy użytkownik znajduje się daleko od ekranu komputera i interfejsu harmonizatora. Dioda znajduje się w pilocie sterującym pod trzema przyciskami funkcyjnymi.

Panel ten pozwala na ustawienie koloru i intensywności światła dla każdego współbrzmienia (od interwału po klaster). Działa także interaktywnie z akordami wybranymi z bazy danych w Bibliotece Akordów<sup>86</sup> (ustawia ich standardowe kolory).

Kolor akordu wybranego z biblioteki można zmieniać nie wpływając na jego domyślne ustawienia w bazie danych. Zawsze istnieje opcja powrotu do standardowej konfiguracji danego akordu poprzez jego ponowne załadowanie z biblioteki.

W celu wybrania odpowiedniego koloru dla danego współbrzmienia, należy najpierw dostosować odpowiednią intensywność światła w diodzie. Standardowa wartość tego

<sup>85</sup> *LED* – skrót z języka angielskiego od wyrażenia „light-emitting diode”. Nazwy polskie dla LED to „dioda elektroluminescencyjna”, „dioda emitująca światło”, „dioda świecąca”.

Por. Hasło: *Dioda elektroluminescencyjna*, w: *Wikipedia*, 18.02.2023, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Dioda\\_elektroluminescencyjna](https://pl.wikipedia.org/wiki/Dioda_elektroluminescencyjna) (dostęp: 1.03.2023).

<sup>86</sup> *Biblioteka Akordów* (ang. *Chord Library*) mieści się w prawym górnym rogu Głównego Panelu Operacyjnego. Każdy akord z tej bazy posiada wstępnie przypisany indywidualny kolor, który można potem spersonalizować w Panelu Kontroli LED.

parametru wynosi 0,2 jednostki, maksimum to 1 jednostka. Wartość 0,2 jest dobrze zauważalna i łagodna dla oczu. Natomiast spoglądanie na diodę LED przy wartości 1 powoduje efekt oślepiający. Po prawej stronie od okna kalibracji intensywności umiejscowiony został przycisk powrotu do standardowej jednostki 0,2.

Drugi etap stanowi dobór koloru za pośrednictwem trzech możliwych metod regulacji modelem RGB<sup>87</sup>:

- 1) przy użyciu ekranu RGB (ang. „RGB colour screen”), zmieniając kursorem myszy położenie okręgu próbkowego;
- 2) poprzez trzy suwaki znajdujące się po prawej stronie od ekranu RGB (są to tzw. „Suwaki mikstury RGB”, ang. „RGB mixture sliders”);
- 3) za pomocą trzech okien numerycznych RGB (skalę liczbową dla każdego okna określono w ułamku dziesiętnym; minimalna wartość wynosi 0, maksymalna 1).

Wszystkie trzy powyższe metody są ze sobą sprzężone. Oznacza to, że zmiana parametrów w jednej z nich automatycznie aktualizuje wyniki w dwóch pozostałych do identycznych wartości.

Sprzężeniu w sposób proporcjonalny podlegają również suwaki mikstury RGB, gdy zmieni się wskaźnik intensywności światła diody. Ekran RGB i okna numeryczne RGB pozostają niezmienione. Przykład: jeśli wartości na suwakach mikstury RGB wynoszą R-1 G-1 B-1 (wizualnie wszystkie trzy suwaki są maksymalnie podniesione) przy intensywności równej 1 jednostce, to zmieniając intensywność na 0,2 jednostki spowoduje się spadek suwaków (również wizualny) do wartości R-0,2 G-0,2 B-0,2 i nie będzie można podnieść ich powyżej tej liczby. Jest to zależność procentowa pomiędzy tymi dwoma parametrami, w żaden sposób nie oddziałująca na resztę elementów Panelu Kontroli Diody LED ani na jego poprawne funkcjonowanie.

Obok okien numerycznych RGB mieści się przycisk resetu panelu do ustawień początkowych, Naciśnięcie go spowoduje, że na ekranie RGB nastąpi przesunięcie okręgu

---

<sup>87</sup> *Model RGB (Red Green Blue)* – należy do jednego z modeli przestrzeni barw, czyli do widma fal elektromagnetycznych należących do zakresu od 380 do 780 nanometrów. Przedział ten jest tzw. światłem widzialnym. Model ten składa się z trzech kolorów – czerwonego (RED), zielonego (GREEN) i niebieskiego (BLUE). Związany jest on także z właściwościami ludzkiego oka, odpowiedzialnego za odbieranie wiązek światła. Właściwości te sprawiają, że oko jest w stanie dostrzec dowolną barwę dzięki wymieszaniu, w odpowiednich proporcjach, trzech ww. wiązek światła.

Hasło: RGB, w: *Akademia Produkcji*, 4.10.2013, <http://www.akademiaprodukcji.pl/rgb/> (dostęp: 25.05.2019).

próbekowego w lewy górny róg do koloru białego (ten sam kolor pojawi się również w diodzie LED), a okna numeryczne RGB zmieniają zestawienie swoich wielkości na 1, 1, 1.

## V. Arpeggiator



Obraz 43/5. (i 67.) Wygląd Arpeggiatora.

Jak wskazuje nazwa, Arpeggiator służy do tworzenia arpeggia, czyli wykonywania współbrzmienia poprzez dołączanie kolejnych jego składników w ustalonym odstępie czasu. Inaczej mówiąc, pozwala na zmianę akordów harmoniczných na melodyczne.

Arpeggiator przypomina swoim założeniem sekwencer<sup>88</sup>. Jednakże, w zależności od wybranego typu arpeggia, wykonuje on jedną lub dwie serie wskazanych dźwięków.

Podsystem ten jest opcjonalną funkcją – rozszerza on możliwości harmonizatora. Przy projektowaniu akordu w Głównym Panelu Operacyjnym można go aktywować bądź wyłączyć za pomocą przycisku „ON/OFF”, jeśli użytkownik nie zamierza z niego korzystać.

Należy pamiętać, że używa się go w trakcie fazy projektowania serii akordów. Następnie konieczne jest zapisanie utworzonego współbrzmienia w Panelu zapisu akordów (ang. „Memory panel”), który mieści się w Głównym Panelu Operacyjnym.

Poniżej przełącznika „ON/OFF” znajduje się włącznik efektu pedału forte (ang. „Sustain pedal”). Posiada on podobną funkcję, co prawy pedał w fortepianie. Gdy przycisk jest aktywny, powoduje on przytrzymanie każdego pojawiającego się składnika akordu, w sposób podobny do trzymania przyciśniętych klawiszy na fortepianie lub użycia pedału forte. Pod koniec procesu wszystkie składniki brzmią jednocześnie. Efekt ten utrzymuje się aż do zaprzestania naciskania przycisku akcji na pilocie sterującym. Wtedy dźwięki stopniowo zanikają, co kontrolowane jest przez Panel Obwiedni.

<sup>88</sup> *Sekwencer* – urządzenie lub program komputerowy sterujący urządzeniem MIDI, np. syntezatorem, które zapamiętuje sekwencję dźwięków i umożliwia wielokrotne jej odtwarzanie.  
Hasło: *Sekwencer*, w: *Wikipedia*, 26.03.2022, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Sekwencer\\_\(muzyka\)](https://pl.wikipedia.org/wiki/Sekwencer_(muzyka)) (dostęp: 31.03.2023).

Jeśli przycisk pedału forte nie został włączony, wtedy dany składnik pojawia się pojedynczo, to znaczy wybrzmiewa do momentu, kiedy pojawi się następny. Poprzymomina to artykulację staccato bądź tenuto. Czas trwania składnika akordu zależy od ustalenia okresu milisekundowego w okienku poniżej włącznika pedału forte.

Obok włącznika umiejscowiono okno wyboru kierunku rozchodzenia się arpeggio. Liczba opcji po jego rozwinięciu różni się w zależności od tego, czy funkcja pedału forte jest aktywna. W przypadku włączonego pedału, dostępne są trzy opcje:

- 1) arpeggio wstępujące (ang. „ascending”), czyli pojawianie się akordu od najniższego składnika do najwyższego;
- 2) arpeggio zstępujące (ang. „descending”) – wytwarzanie składników od najwyższego do najniższego;
- 3) arpeggio losowe (ang. „random”) – kolejność generowanych składników za każdym razem jest inna.

W sytuacji, gdy efekt pedału jest wyłączony dochodzą dwie dodatkowe możliwości (razem pięć opcji):

- 1) arpeggio do góry i w dół (ang. „up-down”);
- 2) arpeggio w dół i do góry (ang. „down-up”).

Jak wynika z powyższego opisu, można uzyskać trzy typy arpeggia jednokierunkowego (jednofazowego) oraz dwa typy dwukierunkowe (dwufazowe). Postanowiłem ograniczyć liczbę typów arpeggia do trzech przy włączonym pedale forte ze względów logicznych, ponieważ druga faza w arpeggiach dwukierunkowych (tzn. faza zstępowania w arpeggio do góry i w dół oraz faza wstępowania w arpeggio w dół i do góry) byłaby nieco głośniejsza z powodu zdwojenia tych samych składników akordu, co nie jest spotykane w instrumentach konwencjonalnych (np. w fortepianie). Taki efekt byłby możliwy jedynie, gdyby fortepian posiadał dwie klawiatury. Oczywiście, istnieje taka możliwość w przypadku organów. Jednakże stwierdziłem, że podczas zdwojenia składników akordu nie słychać znaczącej różnicy w barwie akordu. W związku z tym arpeggia dwufazowe są dostępne jedynie przy wyłączonej funkcji pedału forte.

Pod włącznikiem pedału forte i oknem wyboru kierunku arpeggio mieści się regulator okresu pojawiania się kolejnych składników oraz ekran informujący o obecnie wybranej wartości okresu. Okres obejmuje czas pomiędzy jednym składnikiem akordu a wygenerowaniem kolejnego. Wyrażany jest w milisekundach. W sposób podobny do Panelu Obwiedni, w Arpeggiatorze umieszczono zarówno wartość standardową (wynosząca

500 milisekund) jak i możliwość personalizacji okresu (opcja „Customized”). Należy też wspomnieć, że okres w żaden sposób nie wpływa na wydłużanie bądź skracanie składników – czynnik ten zależy jedynie od długości trwania dźwięku źródłowego.

Na dole podzespołu znajdują się dwa ekrany. Pierwszy (mniejszy, liczbowy) to licznik informujący o numerze porządkowym generowanego w danej chwili składnika w strukturze akordu. Na przykład: jeśli akord składa się z czterech składników i pojawia się numer 3, oznacza to, że Arpeggiator wytwarza w danej chwili trzeci z czterech składników tego akordu. Drugi ekran (dłuższy) wyświetla po kolei następne składniki akordu. Prezentowane są one jako liczby-dźwięki MIDI i są takie same jak liczby-dźwięki pod klawiaturą MIDI w Głównym Panelu Operacyjnym.

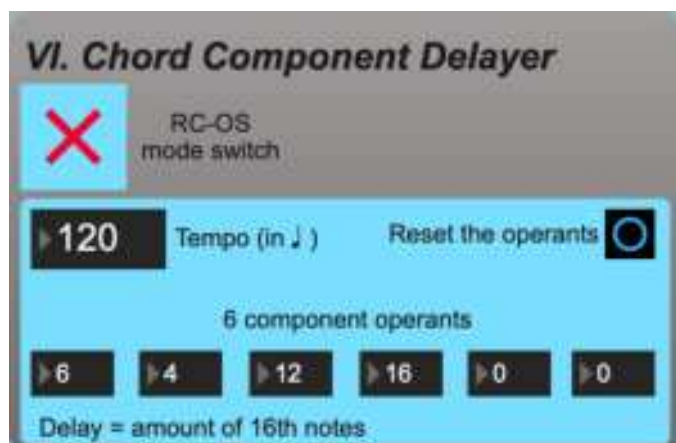
Pod ekranami informacyjnymi umiejscowiono również przycisk resetu Arpeggiatora. Po jego wciśnięciu podzespół wraca do ustawień początkowych. Reset następuje jedynie w obrębie Arpeggiatora. Nie ma on żadnego wpływu na wcześniej przygotowane i zapisane w Panelu Głównym akordy.

Podsumowując, warto jeszcze wspomnieć o istotnym czynniku logicznym, który dotyczy dźwięku źródłowego i dźwięków wtórnych wytwarzanych przez Harmonizator Kontrolowany. Jest on także związany z porządkiem pojawiania się składników akordu.

Aby mogła nastąpić harmonizacja, program potrzebuje źródła w postaci dźwięku z instrumentu. Zatem, według tego założenia, dźwięk źródłowy powinien być zawsze pierwszym składnikiem akordu, ponieważ reszta dźwięków powstaje z jego udziałem. Wówczas uzyskany akord najlepiej naśladuje współbrzmienie grane na instrumencie konwencjonalnym. Jednakże w Harmonizatorze Kontrolowanym istnieje także możliwość, że w wybranym akordzie dźwięk źródłowy niekoniecznie będzie jego pierwszym składnikiem. Może być na przykład piątym z akordu siedmiodźwiękowego. Efekt ten jest słyszalny w przypadku akordów melodycznych, czyli podczas stosowania Arpeggiatora.

W takiej sytuacji najpierw zabrzmiał składnik piąty (dźwięk źródłowy), a następnie, w zależności od wybranego typu arpeggio (dla przykładu – arpeggia wstępującego), wygenerowany zostanie składnik pierwszy, drugi, trzeci, czwarty, szósty i siódmy. Niestety, taki akord traci tradycyjną, uporządkowaną kolejność pojawiania się składników, przez co brzmi nieco „nienaturalnie”. Jest to warunek, którego nie można w żaden sposób obejść. Opisana okoliczność świadczy o tym, że Harmonizator Kontrolowany jest programem odtwórczym, zawsze zależnym od instrumentu konwencjonalnego.

## VI. Opóźniacz Składników Akordu (ang. Chord Component Delayer)



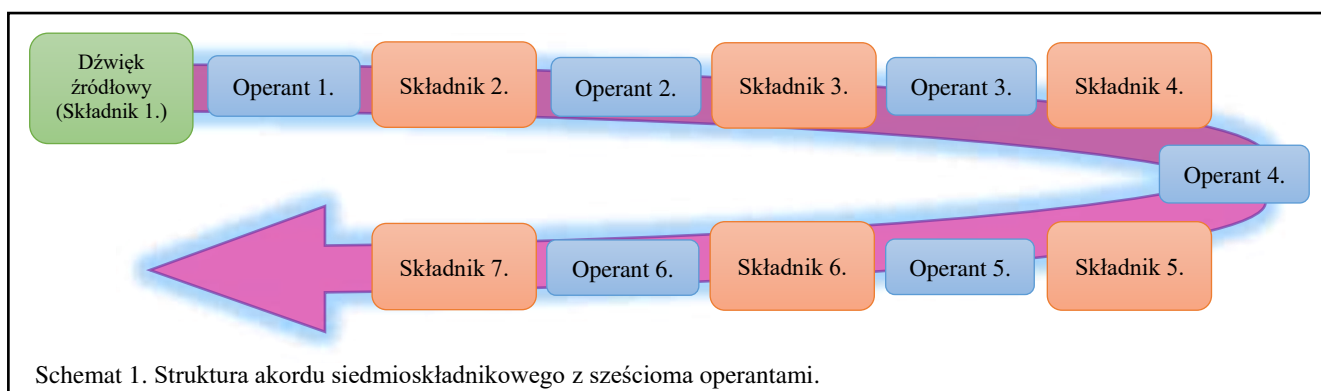
Obraz 43/6. (i 84.) Wygląd Opóźniacza Składników Akordu.

System pełniący funkcję opóźniania poszczególnych składników akordu. Jest w stanie tworzyć różne struktury rytmiczne manipulując czasem pojawiania się kolejnych składników danego współbrzmienia.

Opóźniacz Składników Akordu powstał na potrzeby kompozycji Wojciecha Błażejczyka pt. „Drunek Hornets”. Koncept tego modułu przypomina w znacznym stopniu procesy zachodzące w Arpeggiatorze, czyli tworzenie akordów melodycznych. Można by powiedzieć, że jest on „drugim Arpeggiatorem”. Dlatego prawdopodobnie kiedyś obydwa podzespoły zostaną ze sobą połączone, a także rozbudowane.

Analizując wygląd panelu obsługi Opóźniacza Składników Akordu w kierunku od góry do dołu, znaleźć można takie elementy, jak:

- przełącznik trybów pracy pilota sterującego (ang. RC-OS mode switch);
- okno zmiany parametru tempa dla miary ćwierćnotowej;
- przycisk resetu operantów (ang. Reset the operants), czyli okienek umiejscowionych poniżej; przycisk sprowadza je do wartości zero;
- sześć tzw. „operantów składników akordu” (ang. chord component operants), czyli okienek, w których ustala się okres w postaci szesnastkowego opóźnienia względem poprzednich składników (należy zauważyć, każdy operant występuje między poprzednim a kolejnym składnikiem akordu; jak pokazano w schemacie 1.).



Schemat 1. Struktura akordu siedmioskładnikowego z sześcioma operantami.



Pierwotnym założeniem Opóźniacza Składników Akordu (używanym w kompozycji Wojciecha Błażejczyka) było chronologiczne przechodzenie między składnikami, przypominając arpeggio wstępujące – czyli od składnika pierwszego (tj. dźwięku źródłowego) do składnika siódmego. W podobny sposób (w kierunku od lewej strony do prawej) wizualnie uszeregowano sześć operantów w panelu obsługi modułu. Jednakże kolejność pojawiania się składników nie musi on trzymać się reguły arpeggia wstępującego, ponieważ układ można zmienić poprzez odpowiednie ustawienie opóźnień szesnastkowych w operantach (dokładniejsze wyjaśnienie poniżej).

Istnieje kilka znaczących różnic pomiędzy Opóźniaczem a Arpeggiatorem. Pierwszą i najważniejszą jest inna intencja wykorzystania podzespołów. Arpeggiator miał w przybliżonym stopniu przypominać technikę arpeggio. Opóźniacz Składników Akordu został zaprojektowany w celu rytmiczacji danego akordu. Ich odmienność obrazuje inny wygląd interfejsów i wewnętrzna konstrukcja.

Druga różnica dotyczy sterowania okresem, czyli odstępem czasowym pomiędzy dwoma sąsiadującymi składnikami akordu. Arpeggiator posiada jednolity okres dla wszystkich składników, mierzony w milisekundach. Oznacza to, że po ustaleniu pewnej wartości okresu, będzie on taki sam pomiędzy pierwszym a drugim, trzecim i kolejnym składnikiem akordu. Natomiast Opóźniacz posiada całkowicie inną formę. Po pierwsze, zamiast z fizycznej jednostki czasu – milisekundy, korzysta z rozwiązań podobnych do metronomu. Najpierw ustala się tempo dla miary ćwierćnotowej (standardowa wartość to ♩ = 120 BPM<sup>89</sup>). Następnie, program przelicza podane tempo na szesnastkę, czyli podstawową jednostkę opóźnienia (standardowa wartość: ♪ = 480 BPM). Po drugie, Opóźniacz pozwala na dopasowanie okresu pojedynczo pomiędzy kolejnymi składnikami, umożliwiając w ten sposób tworzenie zrytmizowanej harmonizacji. Jest to realizowane za pomocą operantów (lub też ‘operandów’). Znajdują się one pod okienkiem zmiany tempa.

W celu lepszego zrozumienia działania opóźnień szesnastkowych i operantów, jako przykład posłużyć może panel obsługi Opóźniacza widoczny na obrazie 43/6. (i 84.). Pierwszy operant, znajdujący się pomiędzy pierwszym składnikiem (tj. dźwiękiem źródłowym) a drugim, posiada opóźnienie 6 szesnastek względem pierwszego składnika. Kolejny zawiera

---

<sup>89</sup> *BPM* (skrót od *Beats Per Minute*, pl. *uderzenia na minutę*) – częstotliwość, miara tempa utworu muzycznego lub akcji serca, wyznaczająca liczbę regularnych uderzeń metronomu lub ćwierćnut przypadających na jedną minutę. Tempo wynoszące 60 BPM oznacza jedno uderzenie na sekundę, czyli 1 Hz. 1 BPM oznacza uderzenia z częstotliwością 1/60 Hz (1/60 s).

Por. Hasło: *Uderzenia na minutę*, w: *Wikipedia*, 11.02.2021, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Uderzenia\\_na\\_minut%C4%99](https://pl.wikipedia.org/wiki/Uderzenia_na_minut%C4%99) (dostęp: 5.03.2023).



4 szesnastki w odniesieniu do drugiego dźwięku akordu, a następne operanty – 12 i 16 szesnastek w stosunku do składnika trzeciego i czwartego. Dwa ostatnie operanty są nieaktywne i mają wartość 0, ponieważ podany akord składa się z 5 składników.

Warto również wspomnieć, że wprowadzanie zmian opóźnień w operantach nie ma wpływu na długość brzmienia dźwięku źródłowego, ani także na dźwięki wtórne. Długość trwania zarówno dźwięku źródłowego jak i dźwięków wtórnych zależy jedynie od czasu wytwarzania dźwięku na instrumencie.

Jako trzecią różnicę wymienić należy inne rozwiązanie w sterowaniu kolejnością wytwarzania składników. Arpeggiator posiada pięć opcji arpeggio<sup>90</sup>, w których prawie wszystkie składniki pojawiają się w zaprogramowanej kolejności, czyli najpierw dźwięk źródłowy, następnie (w zależności od wybranej funkcji) od najniższego składnika do najwyższego lub na odwrót, lub seria do góry w dół, lub z dołu do góry. Wyjątek stanowi jedynie arpeggio losowe, w którym to Arpeggiator wybiera kolejność generowanych składników. Opóźniacz, ze względu na wykorzystanie operantów, pozwala na manualne ustalenie kolejności składników. Na przykład, ten sam akord może mieć różny porządek pojawiających się dźwięków, który reguluje użytkownik poprzez odpowiednie dopasowanie opóźnień szesnastkowych (przykład praktyczny: w trójdźwięku drugi składnik jest opóźniony o pięć szesnastek względem pierwszego składnika – dźwięku źródłowego, zaś trzeci o dwie). Niestety, w chwili powstawania niniejszej pracy Opóźniacz zawiera jedynie sześć operantów. Oznacza to, że obsługiwane mogą być akordy zawierające maksymalnie siedem składników (jednym z nich jest dźwięk źródłowy). W przeciwieństwie do opcji wyboru pięciu trybów w Arpeggiatorze, system operantów w Opóźniaczu wydaje się lepszym rozwiązaniem, gdyż pozwala zarówno na swobodę w kształtowaniu arpeggia jak i jego rytmizację. Z drugiej strony trudno zaprojektować wersję Opóźniacza ze zmienną ilością operantów. Jest to skomplikowane przedsięwzięcie na poziomie konstrukcji programu. Niemniej jednak funkcja ta będzie możliwa w kolejnych wydaniach Harmonizatora Kontrolowanego.

Podsumowując, kolejność wytwarzanych składników w Arpeggiatorze została sprowadzona do pięciu funkcji wyboru kierunku arpeggio. W Opóźniaczu Składników Akordu porządek składników określa użytkownik za pomocą operantów. Należy również pamiętać, że w związku z logiką działań, dźwięk źródłowy jest dźwiękiem nadrzędnym, bez którego nie powstanie żadne współbrzmienie. Stąd w obu modułach zawsze pojawia się jako pierwszy i jest wyjęty z procesu ustalania kolejności składników.

---

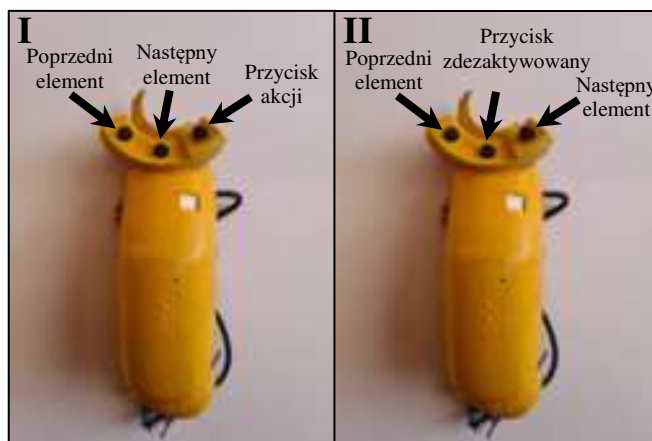
<sup>90</sup> Dokładne wyjaśnienie zakresu opcji opisano na stronach 93., 222. i 223.

Czwartą różnicą są specyficzne funkcje charakterystyczne dla obydwu modułów. W Opóźniaczu Składników Akordu nie ma możliwości tworzenia arpeggiów dwufazowych. Nie posiada on także funkcji pedału forte z powodu innego założenia dotyczącego przetworzenia dźwięku źródłowego. Zatem użytkownik ma do wyboru jedynie takie opcje jak arpeggio wstępujące, zstępujące i ze spersonalizowaną kolejnością składników (alternatywa i jednocześnie przeciwieństwo arpeggia losowego).

Moduł zaopatrzone w funkcję detekcji non-legato w dźwięku źródłowym, co sprawia, że przy każdym oddzieleniu dźwięku na instrumencie dany akord i rytm generowany jest od początku. Powstają wtedy równoległe linie melodyczne przypominające formę kanonu lub echo.

Na potrzeby podzespołu stworzono również opcjonalny przełącznik, który zmienia działanie pilota sterującego i samego programu z oryginalnego trybu I na alternatywny tryb II. Znajduje się on nad oknem regulacji tempa [kwadratowy obiekt ze znakiem „X”, jak na obrazie 43/6 (i 84.)]. Jego naciśnięcie (i tym samym zmiana z koloru szarego na czerwony) powoduje:

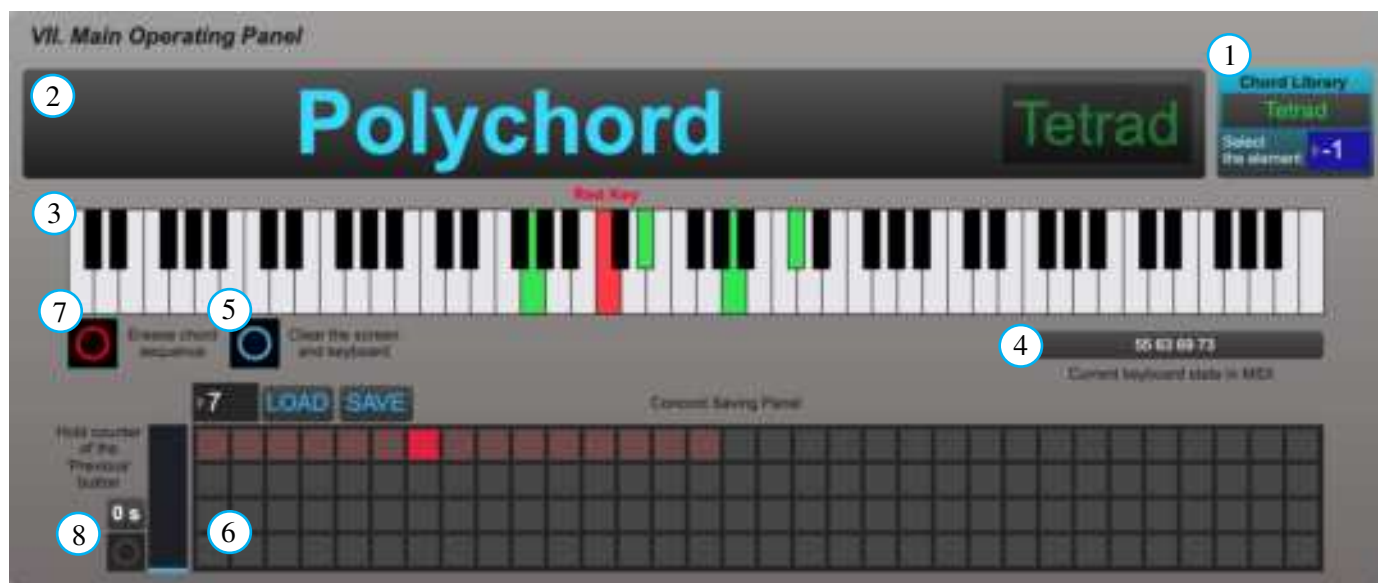
- stałą aktywację pobierania sygnału z mikrofonów, czyli efekt identyczny do ciągle naciśniętego przycisku akcji na pilocie;
- zmianę funkcji przycisków pilota: lewy przycisk – poprzedni element (bez zmian), środkowy przycisk – zdezaktywowany (poprzednio – następny element), prawy przycisk – następny element (zamiast przycisku akcji, który w tym trybie pracy pilota jest zawsze aktywny).



Obraz 43/6/1. Różnice w funkcjach przycisków pilota sterującego w trybie I i trybie II.

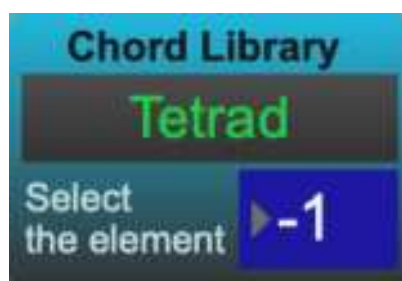
Przełącznik zmiany trybów pracy pilota zaprojektowano w celu ułatwienia przechodzenia na kolejne akordy w utworze „Drunk Hornets”.

## VII. Główny Panel Operacyjny (ang. Main Operating Panel)



Obraz 43/7. (i 69.) Wygląd Głównego Panelu Operacyjnego.

Główny Panel Operacyjny odpowiada za projektowanie struktury akordu i jego przechowanie. W jego skład wchodzi sieć powiązanych ze sobą obiektów. Dlatego, aby dokładnie opisać każdy z nich, zostały one ponumerowane od 1 do 8.



Obraz 43/7/1. Wygląd Biblioteki Akordów.

1) **Biblioteka Akordów** (ang. Chord Library) – jeden z najwcześniej powstałych obiektów Harmonizatora Kontrolowanego, służący do wybierania różnych typów współbrzmień i ich przewrotów z dostępnych zbiorów. Biblioteka składa się ze złożonej struktury opartej o sterowniki z danymi. Umiejscowiona została w prawym górnym rogu Głównego Panelu Operacyjnego.

Jest zintegrowana z ekranem informacyjnym, klawiaturą i wyświetlaczem stanu klawiatury.

Pomimo że w obecnej wersji harmonizatora Biblioteka jest obiektem opcjonalnym, odpowiada nadal za kilka istotnych procesów wewnątrz programu (m.in. segregowanie i pomoc w rozpoznawaniu akordów).

Celem powstania Biblioteki było zmagazynowanie akordów – czyli podstawy, na której harmonizator miał funkcjonować. Początkowo planowano zawarcie najbardziej popularnych współbrzmień (m.in. takich jak akord durowy, durowy 7, molowy, molowy 7, dominantowy 7, zmniejszony, zmniejszony 7, półzmniejszony 7, zwiększony, zwiększony 7) i posegregowanie



molowo-durowy 7 (inaczej: ambiwalentny 7<sup>96</sup>), zwiększony 7, zwiększony dominantowy 7<sup>97</sup>, ostry zmniejszony 7<sup>98</sup>, półzmniejszony 7, zmniejszony 7.

Suma obydwu zbiorów wynosi 181 współbrzmień, zwanych inaczej „elementami”. Zawarte w Bibliotece współbrzmienia występują w pozycji zasadniczej, przewrotach

---

DDim7 3 = Dom7 2 (legenda: DDim7 – symbol akordu podwójnie zmniejszonego 7, Dom7 – symbol akordu dominantowego 7; 0 – pozycja zasadnicza; 1, 2, 3 – przewroty).

Dodatkowe informacje wykazujące enharmoniczność akordów podwójnie zmniejszonego septymowego i dominantowego septymowego, a także akordów podwójnie zmniejszonego i dominantowego septymowego bez kwinty znaleźć można w aneksie 2. (strony 276. i 277.).

<sup>96</sup> *Ambiwalentny 7* – druga nazwa akordu molowo-durowego 7 nadana przeze mnie na potrzeby systematyzacji w Harmonizatorze Kontrolowanym. Jest to próba uproszczenia nazewnictwa oficjalnego do nazwy własnej. Na podstawie dwoistości w nazwie oficjalnej (kombinacja trybu molowego z durowym) i jego specyficznym, kontrastowym brzmieniu, postanowiłem opisać czterodźwięk mianem „ambiwalentnego”. Według Słownika Języka Polskiego, wyraz „ambiwalentny” znaczy: 1. zawierający sprzeczne uczucia, chęci; przeciwstawny; 2. dwuznaczny, niejasny; niejednoznaczny.

W angielskim nazewnictwie dla akordu molowo-durowego 7 używa się określenia „minor-major 7th chord” bądź „The Hitchcock Chord”. Natomiast w nomenklaturze niderlandzkiej znany jest jako „akord bez nazwy” (nl. „naamloos akkoord”).

Akord molowo-durowy 7 posiada w pozycji zasadniczej pomiędzy składnikami strukturę interwałową 3>, 3, 3 (licząc od prymy po septymę). Przykład pozycji zasadniczej: c<sup>1</sup>-es<sup>1</sup>-g<sup>1</sup>-h<sup>1</sup>. Symbol: C<sup>mMaj7</sup>, C<sup>mM7</sup>, C<sup>minmaj7</sup> lub C<sup>mΔ7</sup>. Por. Hasło: *Minor Major Seventh Chord*, w: *Wikipedia*, 9.02.2022, [https://en.wikipedia.org/wiki/Minor\\_major\\_seventh\\_chord](https://en.wikipedia.org/wiki/Minor_major_seventh_chord) (dostęp: 12.03.2022);

Hasło: *Ambiwalentny*, w: *Słownik języka polskiego (SJP.pl)*, <https://sjp.pl/ambiwalentny> (dostęp: 5.06.2022).

<sup>97</sup> *Zwiększony dominantowy 7* – czterodźwięk alterowany o strukturze interwałowej w pozycji zasadniczej 3, 3, 3>. Jest on zbliżony strukturą interwałową do akordu dominanty 7 (3, 3>, 3>). Nazwę współbrzmienia zapożyczono z terminologii muzyki jazzowej, chociaż nie jest ona ostatecznie określona. W zależności od źródła informacji akord definiuje się albo jako „zwiększony dominantowy 7”, albo jako „zwiększony 7”. Druga opcja nazewnictwa koliduje z nazwą współbrzmienia o budowie interwałowej 3, 3, 3, który także określa się jako „zwiększony 7”. W przypadku drugiej opcji akord o budowie interwałowej 3, 3, 3 nosi wtedy nazwę akordu zwiększonego durowego 7.

Na potrzeby ujednoczenia terminologii w niniejszej dysertacji oraz w Harmonizatorze Kontrolowanym, zdecydowałem się pozostać przy pierwszej opcji – zwiększony dominantowy 7 (3, 3, 3>), zwiększony 7 (3, 3, 3). Analizując dodatkowo nazwy „zwiększony dominantowy 7” i „dominantowy zwiększony 7” (lub „dominanta zwiększona 7”) pod względem logicznym i znaczeniowym zauważyłem, że pomimo zamiany miejsc członów „zwiększony” i „dominantowy” oba warianty nadal określają ten sam akord i z tego powodu mogą być używane zamiennie.

Symbol akordu w pozycji zasadniczej: C<sup>7aug</sup>, C<sup>7+</sup>, C<sup>7#5</sup>.

Por. Hasło: *Akkoord (muziek)*, w: *Wikipedia*, 26.03.2022,

[https://nl.wikipedia.org/wiki/Akkoord\\_\(muziek\)?msslid=13b2beb5c34d11ecb8403f7f25b9f553](https://nl.wikipedia.org/wiki/Akkoord_(muziek)?msslid=13b2beb5c34d11ecb8403f7f25b9f553) (dostęp: 23.04.2022);

Por. Hasło: *Chord (music)*, w: *Wikipedia*, 12.04.2022, [https://en.wikipedia.org/wiki/Chord\\_\(music\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Chord_(music)) (dostęp: 24.04.2022).

<sup>98</sup> *Ostry zmniejszony 7* – akord o strukturze interwałowej w pozycji zasadniczej 3, 3>>, 3; przykład: c<sup>1</sup>-e<sup>1</sup>-ges<sup>1</sup>-b<sup>1</sup>. Posiada jedynie dwa przewroty. Struktura interwałowa pozycji zasadniczej jest identyczna jak drugiego przewrotu (stąd symbolika na ekranie informującym wskazuje 0/2). Natomiast pierwszy przewrót jest taki sam jak przewrót trzeci (symbolika 1/3). Jednakże, należy wspomnieć, że pomiędzy 0 a 2 oraz 1 a 3 istnieje enharmoniczna różnica w zapisie nutowym.



Postać 0/2 (w szczególności notacja nutowa II przewrotu) posiada również alternatywną nazwę – akord sekstowy francuski (druga z trzech odmian akordu seksty zwiększonej). W dramacie muzycznym „Tristan i Izolda” Ryszarda Wagnera posłużył on jako centralny element tzw. „akordu tristanowskiego”.

Przykład akordu sekstowego francuskiego w porządku od basu do sopranu: ges-b-c<sup>1</sup>-e<sup>1</sup> (tercja-kwinta-septyma-pryma). Symbol akordu w pozycji zasadniczej: C<sup>7b5</sup>, Fr<sup>+6</sup> lub Fr<sup>4</sup>/<sub>3</sub>.

Por. Hasło: *Augmented sixth chord*, w: *Wikipedia*, 9.02.2022,

[https://en.wikipedia.org/wiki/Augmented\\_sixth\\_chord?msslid=c1fbf1ec33611ec9c172bf3966f75ef](https://en.wikipedia.org/wiki/Augmented_sixth_chord?msslid=c1fbf1ec33611ec9c172bf3966f75ef) (dostęp: 23.04.2022).

i wariantach, gdzie dźwięk źródłowy (czyli czerwony klawisz na klawiaturze) umiejscowiony jest w różnych składnikach (np. prymie, tercji, kwincie, septymie itd.). Wszystkie posiadają formę harmonizacji układu ścisłego, czyli każdy składnik uszeregowano blisko siebie, bez żadnych odstępów.

Użytkownik może wybrać konkretny zbiór poprzez naciśnięcie okienka zmiany zbioru. Następuje wtedy zmiana typu akordów, koloru napisu wewnątrz okienka (  lub  ), a także wyczyszczenie klawiatury MIDI (jeśli znajdowały się na niej naciśnięte zielone klawisze).

Selekcja odpowiedniego akordu (elementu) ze zbioru następuje poprzez zmianę numeru w granatowym okienku zlokalizowanym poniżej.

W celu zrozumienia działania omawianego obiektu, temat podzielono na kilka ważnych zagadnień.

### *Zagadnienie 1. Postać bezwzględna współbrzmień*

Należy wziąć pod uwagę regułę, że wszystkie współbrzmienia Biblioteki pojawiające się na klawiaturze mają postać bezwzględną. Oznacza to, że klawiatura nie pokazuje dźwięków, które są w danym momencie generowane, lecz jest to wizualizacja odległości interwałowych względem dźwięku źródłowego (który na klawiaturze pozostanie zawsze dźwiękiem  $c^1$  – MIDI 60, tzw. „czerwonym klawiszem”). Dana konfiguracja interwałów tworzy wskazane współbrzmienie. Jeśli dźwięk źródłowy grany przez muzyka na instrumencie się zmieni (np. z dźwięku  $c^1$  na  $e^1$ ), dojdzie do paralelizmu, czyli przesunięcia się wszystkich składowych akordu o interwał zmiany, czyli w danym przykładzie o tercję wielką.

W przypadku utworów, jeśli kompozytor stosuje w zapisie współbrzmień postać bezwzględną, wtedy ten rodzaj notacji można określić jako „postać bezwzględną zapisu współbrzmień”.

Ponieważ w postaci bezwzględnego zapisu współbrzmień nie jest istotna wysokość dźwięków, tonacja czy też strój instrumentu<sup>99</sup>, w utworach zakłada się sporządzanie linii melodycznej harmonizatora domyślnie w stroju koncertowym C. Kompozytorzy nie muszą jednak trzymać się tej zasady i dla przykładu mogą zapisywać partię harmonizatora w tym samym stroju, co partię instrumentu. Z wyżej wymienionych powodów nie wpływa to w żaden

---

<sup>99</sup> Wyraz „strój” użyto w kontekście wariantu transpozycyjnego instrumentu. Szczegółowe informacje o wariantach transpozycyjnych zawarto w przypisie 7. na stronach 19. i 20.

sposób na zgodność strojów pomiędzy instrumentem a harmonizatorem – nadal będą grały w tej samej harmonii. Zgodność harmoniczna pozostanie również w przypadku, gdy na przykład partia instrumentu będzie podana w stroju Es, a partia harmonizatora w D (tzn. nie wystąpi sytuacja politonalności i poliharmonii).

### *Zagadnienie 2. Możliwości harmonizatora w odniesieniu do zasad harmonii*

Znajdujące się w bazie danych Biblioteki trójdźwięki i czterodźwięki posiadają składniki ulokowane blisko siebie, bez przestrzeni pomiędzy sobą. Nawiązując do zagadnień z zakresu harmonii, struktura ta jest identyczna założeniom układu ścisłego. W początkowej fazie prac nad Biblioteką nie zastanawiałem się jednak nad sposobem łączenia ze sobą akordów w układzie ścisłym bądź swobodnym. Każdy akord traktowany był jako oddzielny, niezależny element, nie zaś jako kilka odmian tej samej „cegiełki”, które należy dopasować do drugiej, trzeciej i kolejnej „cegiełki” w odpowiednim układzie.

Mówiąc inaczej, Harmonizator Kontrolowany nie jest urządzeniem posiadającym automatyczną funkcję doboru odpowiedniego układu, przewrotu lub rozlokowania składników w sposób umożliwiający prawidłowe prowadzenie głosów w harmonii. Byłby to bardzo skomplikowany program, który musiałby korzystać ze sztucznej inteligencji. Rozbudowa takiej wersji programu trwałaby znacznie dłużej i potrzebowała zaangażowania np. programistów specjalizujących się tworzeniem sztucznych sieci neuronowych, aby harmonizator uczył się poprawnie łączyć ze sobą akordy. Nie odrzucam takiego pomysłu, chociaż jest to ambitny plan – być może na dalsze lata badań i rozbudowy urządzenia.

Niemniej jednak istnieje obecnie możliwość manualnego dopasowywania współbrzmienia zgodnie z zasadami harmonii. Służy temu klawiatura, dzięki której poprzez właściwą kombinację naciskanych klawiszy można samemu tworzyć akordy o różnych rozmieszczeniach. Jednakże, utworzone w ten sposób spersonalizowane akordy nie zawsze będą rozpoznawane przez Bibliotekę, ponieważ jej założeniem było wywoływanie ze zbiorów określonych akordów w formie niezależnej od zasad harmonii. Z tego powodu Biblioteka służy jako obiekt opcjonalny, do wykorzystania np. w celu improwizacji bądź kompozycji niekorzystających szczegółowo z łączenia akordów.

### *Zagadnienie 3. Dźwięk źródłowy i dźwięki wtórne*

Dźwięk źródłowy (inne określenie: dźwięk pierwotny) to jakikolwiek dźwięk wydobywany z tradycyjnego instrumentu, który służy jako próbka do generowania współbrzmień. Jest czynnikiem koniecznym do prawidłowego funkcjonowania harmonizatora. Bez niego nie powstanie żadne współbrzmienie.

Dźwięk źródłowy pobierany jest przez mikrofon (lub mikrofony), a następnie zamieniany w sygnał analogowy i/lub cyfrowy w zależności od zawartości aparatury elektronicznej użytkownika (w szczególności posiadanego mikrofonu i interfejsu audio). Potem trafia on do komputera z otwartym oprogramowaniem harmonizatora, gdzie zostaje przekształcony w dźwięki wtórne (lub inaczej – transponowane), czyli dźwięki będące transpozycjami dźwięku źródłowego, powstałe na skutek wielu procesów obliczeniowych zachodzących w oprogramowaniu. W dalszej kolejności dźwięki wtórne przechodzą do aparatury elektronicznej i wydobywają się z głośników w formie współbrzmienia. Dźwięki te oznaczone są kolorem seledynowym na klawiaturze MIDI.

Ilość i wysokość poszczególnych dźwięków wtórnych określa się poprzez wybranie konkretnego współbrzmienia z Biblioteki Akordów albo poprzez naciśnięcie odpowiednich klawiszy na klawiaturze.

Kolejne informacje o dźwięku źródłowym znaleźć można we fragmencie poświęconym tematowi czerwonego klawisza (strony 122. i 123.), podrozdziale 3.4. dotyczącym stroju harmonizatora (strony 128. – 148.), a także w dalszej części pracy.

### *Zagadnienie 4. Systematyka współbrzmień*

Istotnym zadaniem podczas tworzenia bazy danych akordów była konieczność ich systematyzacji. Chciałem, aby wybór danego współbrzmienia z Biblioteki mógł być widoczny zarówno na klawiaturze jak i na ekranie informacyjnym w formie nazwy własnej<sup>100</sup> danego akordu bądź komunikatu. Dzięki temu użytkownik uzyskałby pewność, że wybrał odpowiednią kombinację dźwięków.

---

<sup>100</sup> *Nazwa własna* to wyraz lub wyrażenie służące do identyfikacji osoby/osób, miejscowości, ulic, budowli itp. i odróżnieniu ich od innych osób, miejscowości itd., ale niemające znaczenia leksykalnego (tzn. nazwę własną w podstawowym użyciu nie tyle się rozumie, co wie jedynie, do czego lub kogo się odnosi). Synonim: nomina propria, onim.

Hasło: *Nazwa własna*, w: *Dobryśownik.pl*, <https://dobryśownik.pl/slowo/nazwa+w%C5%82asna/224896/> (dostęp: 16.06.2022).



Proces systematyzacji podzielono na pięć etapów:

- A. podział współbrzmień na trzy zbiory: trójdźwięków, czterodźwięków i wszystkich niewymienionych współbrzmień, istniejących w zakresie klawiszy klawiatury Harmonizatora Kontrolowanego;
- B. wybór sposobu określania współbrzmień w harmonizatorze; zebranie danych o nazwach własnych z systemów nazewniczych Polski i innych krajów; złączenie ich w jeden system;
- C. ustalenie porządku akordów według wariantu, trybu i postaci (pozycji zasadniczej bądź przewrotów) w zbiorach trójdźwięków i czterodźwięków;
- D. dopasowanie nazw własnych, form skróconych i komend do porządku z czynności C oraz w przypadku braku nazwy polskiej i angielskiej, utworzenie jej na podstawie systematyzacji z innych krajów – szczególnie systemu niemieckiego i holenderskiego (ponieważ na podstawie aktualnie zebranej przeze mnie wiedzy są one najbardziej rozwinięte);
- E. stworzenie trzech zbiorów z plikami danych, które odpowiadają zbiorom wymienionym w etapie A.

Jak wspomniano wcześniej w postanowieniu etapu A, akordy rozlokowane są w trzech zbiorach: dwóch uporządkowanych, czyli trójdźwięków (ang. Triad; zawierający 57 elementów) i czterodźwięków (ang. Tetrad; zawierający 124 elementy) oraz jednym, wielkim Zbiorem losowym, do którego należą dwa wyżej wymienione. Zatem, zbiór trójdźwięków i czterodźwięków to dwa różniące się od siebie podzbiory Zbioru losowego, co matematycznie przedstawia następujące sformułowanie:

$$(X \cup Y) \subset Z$$

, gdzie:

Z – Zbiór losowy

X – Zbiór trójdźwięków

Y – Zbiór czterodźwięków

U – symbol sumy zbiorów

$\subset$  – symbol przynależności do zbioru

„Zbiór losowy” (oznaczany w Bibliotece Akordów jako liczba/element -1) to zbiór wszystkich możliwych kombinacji współbrzmień na klawiaturze, zaczynając od żadnego naciśniętego klawisza po wszystkie 85 naciśniętych klawiszy, czyli „hiperklastery”<sup>101</sup>. Liczbę wszystkich kombinacji na klawiaturze i jednocześnie liczbę elementów tego zbioru wyraża poniższy wzór na sumę kombinacji:

$$\sum_{k=m}^n \frac{p!}{k!(p-k)!} = \frac{p!}{m!(p-m)!} + \frac{p!}{(m+1)![p-(m+1)]!} + \dots + \frac{p!}{(n-1)![p-(n-1)]!} + \frac{p!}{n!(p-n)!}$$

, gdzie:

$\sum$  – operator sumy

n – górna granica sumowania

m – dolna granica sumowania

p – liczba wszystkich elementów badanego zbioru

k – konkretny element zbioru

k = m – konkretny element zbioru zawarty w pierwszym wyrazie wzoru na sumę kombinacji zaczyna się od wartości „m”

$\frac{p!}{k!(p-k)!}$  – zmienna przedstawiająca każdy kolejny wyraz z szeregu; „k” będzie zmieniało wartość liczbową

Należy zaznaczyć, że wartość „n” nie zawsze jest identyczna z liczbą wszystkich elementów zbioru (tj. wartością „p”) i nie musi być jego ostatnim elementem. Zaś „m” nie oznacza początku zbioru, lecz np. element z jego środka, skąd wzór na sumę kombinacji będzie się zaczynać. Wartości „n” i „m” mogą obejmować niepełny zakres elementów zbioru, np. m = 3, a n = 48.

---

<sup>101</sup> Nazwa utworzona przeze mnie na potrzeby niniejszej pracy. Opisuje klastery składający się z liczby przekraczającej 50 dźwięków.

Rozwinięcie wzoru po podstawieniu danych dla przypadku 85 klawiszy klawiatury harmonizatora:

$$\sum_{k=0}^{85} \frac{85!}{k!(85-k)!} = \frac{85!}{0!(85-0)!} + \frac{85!}{1!(85-1)!} + \dots + \frac{85!}{84!(85-84)!} + \frac{85!}{85!(85-85)!}$$

, gdzie:

$\sum$  – operator sumy

85 – wartość „n” i jednocześnie „p”; „n” = „p” to szczególny przypadek, który występuje w powyższym równaniu. Oznacza, że górna granica sumowania (tzn. górna granica badanego zakresu zbioru) jest identyczna z liczbą wszystkich elementów zbioru

k = 0 – pierwszy wyraz kombinacji (po znaku „=”) rozpoczyna się od elementu 0 w mianowniku

$\frac{85!}{k!(85-k)!}$  – zmienna przedstawiająca każdy kolejny wyraz z szeregu z podstawioną wartością „p”; „k” będzie zmieniać wartość liczbową

Bardziej szczegółowa analiza kombinacji Zbioru losowego znajduje się w aneksach 5A. (strona 285.) i 5B. (strona 286.).

Rozwiązanie równania daje wynik  $3.86856 \times 10^{25}$ . Ta ogromna liczba elementów Zbioru losowego mieści w sobie zbiory trójdźwięków i czterodźwięków, interwały i akordy (od trójdźwięków po siedmiodźwięki) w różnych układach harmonicznym (ściśłym i swobodnym), przewrotach i powtórzonych składnikach, każdą kombinację klastrów w zakresie dostępnych 85 klawiszy oraz inne niewymienione zestawienia dźwięków.

W skład Zbioru losowego wchodzi wszystkie niezawarte w zbiorach trójdźwięków i czterodźwięków współbrzmienia. Każdy interwał, pięcio-, sześć-, siedmiodźwięk, klaster, jakkolwiek niezidentyfikowany trójdźwięk czy czterodźwięk nieistniejący w bazie danych Biblioteki (czyli w wyżej wymienionych szczegółowych zbiorach) będzie oznaczany

jako numer -1 w granatowym okienku Biblioteki. Ten rodzaj współbrzmień utworzyć można wyłącznie poprzez naciśnięcie odpowiednich klawiszy na klawiaturze.

Do 181 elementów-akordów należy uwzględnić też numer 0, który również jest częścią (podzbiorem) Zbioru losowego. To tak zwany „Zbiór elementu 0” lub prościej ”Element 0” i oznacza brak współbrzmienia. Występuje w czterech przypadkach:

- a. uruchomienia bądź resetu harmonizatora;
- b. podczas naciśnięcia okienka zmiany zbioru;
- c. jeśli użytkownik zdecyduje, że dany moment w utworze/improvizacji nie powinien zawierać współbrzmienia, przez co nie wybierze on żadnego akordu z Biblioteki lub klawiatura nie będzie zawierać naciśniętych klawiszy;
- d. czerwone okienko w panelu pamięci nie zawiera w sobie zapisanego akordu; inaczej mówiąc, w okienku zapisano pusty element bądź klawiaturę bez naciśniętych klawiszy.

Sformułowanie zależności zbiorów – uzupełnienie i dokładniejsze wyjaśnienie

Formuła działania na zbiorach:

Formuła z ilością elementów  
w każdym ze zbiorów:

$$(W \cup X \cup Y) \subset Z \quad \longrightarrow \quad (1 + 57 + 124) \subset 3.86856 \times 10^{25}$$

, gdzie:

Z – Zbiór losowy ( $3.86856 \times 10^{25}$  elementów)

W – Zbiór elementu 0 (1 element)

X – Zbiór trójdzwięków (57 elementów)

Y – Zbiór czterodźwięków (124 elementy)

U – symbol sumy zbiorów

$\subset$  – symbol przynależności do zbioru

Dzięki powyższym fundamentalnym ustaleniom architektury Biblioteki można było przejść do etapu B, w skład którego wchodziły wymienione wcześniej trzy zadania:

- wybór sposobu określania współbrzmień w harmonizatorze.

W muzyce jazzowej i rozrywkowej przyjęto formę oznaczania akordów za pomocą symboli. Jest to praktyczne rozwiązanie, szczególnie w zapisie nutowym, gdzie zwięzła i prosta informacja zapobiega nieczytelności i spiętrzeniu się wiadomości w partyturze. Wziąłem jednak pod uwagę czynnik, że nie każdy muzyk korzystający z programu będzie orientował się w czytaniu symboli. Prawdopodobnie znajdą się także osoby, które lepiej rozumieją oznaczenia niż nazwy.

- zebranie danych o nazwach własnych z systemów nazewniczych Polski i innych krajów.

Gromadzenie nazw własnych dla trójdźwięków i czterodźwięków okazało się czynnością problematyczną, ponieważ nie zostały one do końca doprecyzowane zarówno w Polsce jak i w innych krajach (m.in. krajach anglojęzycznych, Niemczech, Niderlandach, Francji). Niestety, niektóre akordy nie posiadają określeń w formie epitetu (rzeczownik + przymiotnik), tak, jak to występuje na przykład w przypadku nazwy „akord durowy”. Problem ten dotyczy przede wszystkim współbrzmień powstałych poprzez alterację<sup>102</sup> któregoś z ich składników. Występuje także okoliczność, w której jedno (to samo) sformułowanie stosuje się do dwóch odrębnych akordów (np. stosowanie nazwy „zwiększony 7” zarówno dla akordu zwiększonego 7 jak i zwiększonego dominantowego 7 w systemie anglojęzycznym).

Nie oznacza to jednak, że systemy nazewnicze w wyżej wymienionych krajach/regionach są niepoprawne. Cechują się jednak niekompletnością w różnym stopniu. Brakuje opinii teoretyków i środowiska muzycznego, którzy by takie nazwy ostatecznie ustalili i powszechnie zatwierdzili. Widocznie nie zaistniała jeszcze sytuacja, która by tego wymagała lub przypuszczalnie nie jest to konieczne.

---

<sup>102</sup> *Alteracja* (z łac. *alteratio* – zmiana) – chromatyczne podwyższenie bądź obniżenie jednego lub więcej dźwięków składowych skali diatonicznej, należącego do linii melodycznej bądź akordu, którego celem jest zazwyczaj stworzenie sztucznego dźwięku prowadzącego, a tym samym modulację do nowej tonacji.

Hasło: *Alteracja*, w: *Wikipedia*, 17.01.2018, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Alteracja\\_\(muzyka\)](https://pl.wikipedia.org/wiki/Alteracja_(muzyka)) (dostęp: 3.05.2022);

Hasło: *Alteracja*, w: *Słowniczek muzyczny*, red. Jerzy Habela, Polskie Wydawnictwo Muzyczne, 2005, ISBN 83-224-0336-4, str. 14

- złączenie ich w jeden system.

Po namyśle podjąłem decyzję, aby to skróty nazw własnych określały akordy, gdyż na początku nauki o współbrzmieniach muzycy poznają najpierw ich nazwy, a następnie, w późniejszych latach – symbole. Używając systemu nazw własnych harmonizator ma możliwość stania się zrozumiałym dla większego grona odbiorców.

Etap C rozpoczął się wraz ze rozstrzygnięciem wyżej opisanej metody nazewnictwa. To procedura wymagająca podziału współbrzmień na szczegółowy i zhierarchizowany system gatunkowy wewnątrz zbiorów trójdźwięków i czterodźwięków.

Etap ten dotyczy także Zbioru losowego. Jednakże z uwagi na swój rozmiar, potraktowany został w sposób ogólny. Współbrzmienia w nim zawarte nie posiadają opisu trybu, przewrotu, pozycji dźwięku źródłowego. Zastosowano jedynie klasyfikację według komend<sup>103</sup>.

Spis komend stosowanych w Zbiorze losowym:

- Brak współbrzmienia (ang. No concord);
- Interwał (ang. Interval);
- Nieznany trójdźwięk (ang. Unknown triad);
- Nieznany czterodźwięk (ang. Unknown tetrad);
- Poliakord (ang. Polychord).

Wracając do zbiorów trójdźwięków i czterodźwięków, to, jak wcześniej wspomniano, są one zbiorami szczegółowymi. Zatem funkcję komend zastępują w nich skróty nazw własnych. Jednak same nazwy nie wystarczą do ukończenia systematyki. Istnieje wiele form tego samego akordu, które trzeba rozróżnić. Aby system nazewniczy pojawiający się na ekranie informacyjnym harmonizatora był prosty w zrozumieniu, należało wprowadzić jeszcze trzy czynności względem zbiorów szczegółowych:

- a. zapoznać się z wiadomościami teoretycznymi dotyczącymi trybów akordów, przekształcić (w sensie: rozbudować) tradycyjne tryby dur i moll do pięciu kategorii oraz posegregować do nich skróty nazw własnych.

---

<sup>103</sup> *Komenda* (jako wyraz w sensie słownictwa użytego na potrzeby Harmonizatora Kontrolowanego) to komunikat określający strukturę danego współbrzmienia, ilość składowych dźwięków oraz stan klawiatury, który pojawia się na wyświetlaczu. Komendami mogą być zarówno ogólne informacje (w przypadku zbioru losowego) jak i skróty nazw własnych (ponieważ skróty w szczegółowy sposób opisują dany akord).

Współbrzmienia zawarte w zbiorach trójdźwięków i czterodźwięków pogrupowane są w poniższej kolejności oraz według następujących kategorii (tzn. trybów):

- durowe: durowy, durowy 7, dominantowy 7 (enharmonicznie: podwójnie zmniejszony 7);
- molowe: molowy, molowy 7, molowo-durowy 7 (inaczej: ambiwalentny 7);
- durowopochodne<sup>104</sup>: zwiększony, zwiększony 7, zwiększony dominantowy 7, ostry zmniejszony, ostry zmniejszony 7;
- molowopochodne<sup>105</sup>: zmniejszony, zmniejszony 7, półzmniejszony 7;
- inne: podwójnie zmniejszony, trójdźwięk kwartowy i jego przewroty – Sus4 i Sus2.

Powyższy porządek został ustalony na podstawie takich czynników, jak rozpoznawalność i powszechność używania.

Współbrzmienia durowe i molowe znajdują się na pierwszym i drugim miejscu, ponieważ korzysta się z nich już na początku edukacji muzycznej – z tego powodu są pospolite. Współbrzmienia durowopochodne, molowopochodne i inne znajdują się w trzeciej, czwartej i piątej kolejności, gdyż rzadziej pojawiają się w utworach. Wykorzystuje się je na ogół w muzyce improwizowanej, rozrywkowej, jazzie, kompozycjach o rozbudowanej harmonii. Są przeznaczone raczej dla zaawansowanych muzyków i dlatego umiejscowiono je na liście za akordami popularnymi.

- b. uporządkować elementy zbioru (akordy) od pozycji zasadniczej do ostatniego przewrotu; wprowadzić stosowne oznaczenie.

Niezależnie od zbioru każdy akord pogrupowany został pod względem postaci, to znaczy najpierw pojawia się pozycja zasadnicza, a następnie kolejno przewrót pierwszy, drugi i – w przypadku czterodźwięków – również przewrót trzeci. W obranej metodzie skrótów nazw własnych pozycję zasadniczą oznacza się cyfrą zero na końcu nazwy. Dla przewrotów stosuje się także cyfry arabskie na końcu nazwy oraz dodaje się człon „INV”, będący skrótem od angielskiego wyrazu „inversion”, czyli „przewrót”.

---

<sup>104</sup> Jeden z typów systematyzacji współbrzmień według ich trybu, który powstał na potrzeby niniejszej dysertacji. Są to akordy posiadające w pozycji zasadniczej pierwszy człon durowy (interwał pomiędzy prymą a tercją tworzy tercję wielką). Następne człony różnią się w zależności od struktury interwałowej.

<sup>105</sup> Jeden z typów systematyzacji współbrzmień według ich trybu, który powstał na potrzeby niniejszej dysertacji. Są to akordy posiadające w pozycji zasadniczej pierwszy człon molowy (interwał pomiędzy prymą a tercją tworzy tercję małą). Następne człony różnią się w zależności od struktury interwałowej.

- c. uwzględnić dźwięk źródłowy w każdym elemencie; oznaczyć elementy odpowiednim symbolem.

Oprócz tradycyjnego rozpoznawania postaci, współbrzmienia zawarte w Bibliotece posiadają jeszcze jeden parametr – warianty pozycji dźwięku źródłowego. Z tego powodu dany akord, pomimo że wygląda i brzmi podobnie, posiada dźwięk źródłowy w innym składniku.

Aby rozróżnić poszczególne warianty, zastosowano liczbę rzymską przed nazwą własną. Liczba ta oznacza, że w strukturze akordu wskazany składnik jest dźwiękiem źródłowym.

Warianty stosuje się dla każdej postaci współbrzmienia, tzn. występują zarówno w pozycji zasadniczej jak i w przewrotach.

Liczba wariantów zależy od ilości składników danego współbrzmienia. Dlatego trójdzwięki posiadają trzy warianty (I, III i V), a czterodźwięki – cztery (I, III, V i VII).

W Bibliotece wszystkie akordy uszeregowane są od pierwszego do ostatniego wariantu (tzn. wszystkie akordy w zbiorze z wariantem I, potem wszystkie z wariantem III, następnie z V i VII). Kolejne informacje o wariantach i ich zastosowaniu zawarto w dalszej części pracy, na stronach 183. – 190. – „Zasady stosowania wariantów”.

Dodatkowo, w Bibliotece uwzględniono także współbrzmienia rzadko spotykane i osobliwe. Do takich należą m.in. akord podwójnie zmniejszony septymowy, który brzmieniem przypomina dominantę septymową bez kwinty oraz akord seksty zwiększonej w trzech potencjalnych postaciach: włoskiej<sup>106</sup>, francuskiej i niemieckiej. Informację o postaci francuskiej znaleźć można w przypisie 98., natomiast odmianę niemiecką opisano w przypisie 95. Uzupełnienie wiadomości o akordzie włoskim zawarto w przypisie 93. W zbiorze czterodźwięków brakuje akordu podwójnie zmniejszonego 7, ponieważ jest on enharmonicznie tożsamy z dominantą 7. Jednak z uwagi na drobne różnice w ich strukturze i wykorzystaniu harmonicznym, w trakcie wyboru dominanty 7 harmonizator wyświetli krótki

---

<sup>106</sup> *Akord sektowy włoski* – jedna z trzech odmian tzw. akordu seksty zwiększonej, powstałego poprzez podwyższenie (alterację) IV stopnia gamy molowej (tj. subdominanty molowej). Jest to także I przewót trójdzwięku podwójnie zmniejszonego. Składa się z trzech dźwięków, jednakże częściej spotkać można jego czterodźwiękową postać w pierwszym przewrocie ze zdwojoną kwintą. Akord ten dąży do rozwiązania na dominantę danej skali. Nazwa współbrzmienia pochodzi od interwału seksty zwiększonej, który występuje pomiędzy skrajnymi składnikami akordu.

Przykład akordu sektowego włoskiego w zapisie czterodźwiękowych, w porządku od basu do sopranu: as-c<sup>1</sup>-c<sup>1</sup>-fis<sup>1</sup> (tercja-kwinta-kwinta-pryma). Symbol akordu: #IV<sup>6</sup>, It<sup>6</sup>, It<sup>+6</sup>.

Por. Hasło: *Augmented sixth chord*, w: *Wikipedia*, 9.02.2022,

[https://en.wikipedia.org/wiki/Augmented\\_sixth\\_chord?msclkid=c1fbf1eec33611ec9c172bf3966f75ef](https://en.wikipedia.org/wiki/Augmented_sixth_chord?msclkid=c1fbf1eec33611ec9c172bf3966f75ef) (dostęp: 23.04.2022).



komunikat informujący o „drugim obliczu” dominanty (czyli o akordzie podwójnym zmniejszonym 7) i o innych okolicznościach użycia obu czterodźwięków.

Podobny sposób zastosowano w przypadku akordów włoskiego, francuskiego i niemieckiego. Aby zapobiec dwukrotnemu umieszczeniu współbrzmień o tej samej strukturze, przy skrócie nazwy własnej I przewrotu trójdzwięku podwójnie zmniejszonego dodano symbol gwiazdki („\*”) oraz komunikat zawierający informację o jego alternatywnej nazwie – akordzie sekstowym włoskim. Odmianę francuską przypisano do postaci 0/2 ostrego zmniejszonego 7 i oznaczono dwoma gwiazdkami („\*\*”), zaś odmianę niemiecką dołączyło do pozycji zasadniczej dominanty 7 wraz z trzema gwiazdkami („\*\*\*”).

W poniższej tabeli nr 2 zaprezentowano schemat zastosowania opisanej metody oznakowania akordów seksty zwiększonej w Harmonizatorze Kontrolowanym.

**Tabela nr 2. Oznakowanie akordów seksty zwiększonej w Bibliotece Akordów**

L. p.	Postać akordu seksty zwiększonej	Pełna nazwa angielska danej odmiany	Nazwa własna z Biblioteki, adekwatna do poszczególnej odmiany (w wersji polskiej i angielskiej)	Skrót nazwy własnej z Biblioteki (w wersji angielskiej)
1.	Włoska	Italian sixth chord	Podwójnie zmniejszony w I przewrocie / Double diminished in the 1 <sup>st</sup> inversion	DDim 1 INV *
2.	Niemiecka	German sixth chord	Dominantowy septymowy w pozycji zasadniczej / Dominant seventh in the root position	Dom 7 0 **
3.	Francuska	French sixth chord	Ostry zmniejszony septymowy w postaci 0/2 / Harsh diminished seventh in the 0/2 form	HshDim7 0/2 INV ***

Poprzez połączenie ze sobą opisanych wyżej czynności z działaniami z etapu D (tzn. uzupełnienie nazw własnych z częściowym zastosowaniem systemów innych krajów oraz zespolenie form skróconych nazw, informacji o dźwięku źródłowym, postaci, komend), powstał uporządkowany system nazewnictwa użyty w oprogramowaniu harmonizatora. Jego koncept odzwierciedlają poniższe przykłady i schematy z objaśnieniem.

Przykłady systematyki współbrzmień z pełnymi nazwami własnymi:

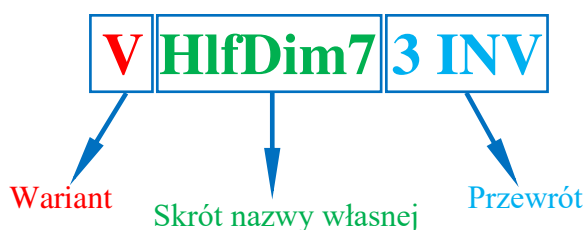
- pierwszy przewrót akordu durowego z dźwiękiem źródłowym w I składniku;
- pierwszy przewrót akordu durowego z dźwiękiem źródłowym w V składniku;
- pozycja zasadnicza akordu zwiększonego septymowego z dźwiękiem źródłowym w III składniku;
- pozycja zasadnicza akordu zwiększonego septymowego z dźwiękiem źródłowym w VII składniku.

Schemat uporządkowania każdego elementu zbioru w formie komunikatu na ekranie informacyjnym:

**Wariant** | **Skrót nazwy własnej z uwzględnioną kategorią (trybem)** | **Postać**

Trzy przykłady skrótów nazw własnych, zawierające wszystkie systematyczne podziały. Zapisy te pojawiają się na ekranie informacyjnym.

Przykład 1. Wyjaśnienie notacji skrótów nazwy własnej.



Powyższy zapis oznacza czterodźwięk półzmnieszony septymowy w trzecim przewrocie z dźwiękiem źródłowym w V składniku (kwincie).

Przykład 2.

**I Maj 0**

Zapis przedstawia trójdzwięk durowy w pozycji zasadniczej z dźwiękiem źródłowym w I składniku (prymie).

Przykład 3. „Akord o podwójnym obliczu”<sup>107</sup>:

### VII/III HshDim7 0/2 INV \*\*\*

Informacja przedstawia czterodźwięk ostry zmniejszony septymowy w pozycji zasadniczej i jednocześnie w drugim przewrocie z dźwiękiem źródłowym w VII składniku (septymie) w przypadku pozycji zasadniczej, a w III składniku (tercji) w przypadku drugiego przewrotu. Druga nazwa to: francuski akord seksty zwiększonej z dźwiękiem źródłowym w VII składniku (septymie) w przypadku pozycji zasadniczej, a w III składniku (tercji) w przypadku drugiego przewrotu.

W celu podsumowania funkcjonowania wyżej opisanej systematyki w Bibliotece Akordów jako przykład posłuży sposób segregowania akordów-elementów ze zbioru czterodźwięków. Rozkład ten znaleźć można w formie listy w sterowniku Biblioteki – „ChordNames4.txt”.

Przykład:

Zbiór czterodźwięków (ang. tetrad set)

Wariant: dźwięk źródłowy w pozycji **I składnika akordu**:

Kategoria: **Durowe**

1. I durowy septymowy w pozycji zasadniczej (skrót nazwy własnej: I Maj7 0)
2. I durowy septymowy w 1. przewrocie (I Maj7 1 INV)
3. I durowy septymowy w 2. przewrocie (I Maj7 2 INV)
4. I durowy septymowy w 3. przewrocie (I Maj7 3 INV)
5. I dominantowy septymowy w pozycji zasadniczej (I Dom7 0)
6. I dominantowy septymowy w 1. przewrocie (I Dom7 1 INV)
7. I dominantowy septymowy w 2. przewrocie (I Dom7 2 INV)
8. I dominantowy septymowy w 3. przewrocie (I Dom7 3 INV)

---

<sup>107</sup> Dodatkowe, istotne informacje o tym akordzie zawarto w Aneksie 4., w notatce pt. „Wyjaśnienie dotyczące nazewnictwa czterodźwięku ostrego zmniejszonego septymowego (HshDim7)”, na stronach 280. i 281.

**Kategoria: Molowe**

9. I molowy septymowy w pozycji zasadniczej (I Min7 0)
10. I molowy septymowy w 1. przewrocie (I Min7 1 INV)
11. I molowy septymowy w 2. przewrocie (I Min7 2 INV)
12. I molowy septymowy w 3. przewrocie (I Min7 3 INV)
13. I ambiwalentny septymowy w pozycji zasadniczej (I Amb7 0)
14. I ambiwalentny septymowy w 1. przewrocie (I Amb7 1 INV)
15. I ambiwalentny septymowy w 2. przewrocie (I Amb7 2 INV)
16. I ambiwalentny septymowy w 3. przewrocie (I Amb7 3 INV)

Kolejne kategorie według klasyfikacji to:

**Durowopochodne** (akordy-elementy od numeru 17 do 26)

**Molowopochodne** (akordy-elementy od numeru 27 do 31)

Wariant: dźwięk źródłowy w pozycji **III składnika akordu**

**Durowe** (akordy-elementy od numeru 32 do 39)

**Molowe** (akordy-elementy od numeru 40 do 47)

**Durowopochodne** (akordy-elementy od numeru 48 do 57)

**Molowopochodne** (akordy-elementy od numeru 58 do 62)

Wariant: dźwięk źródłowy w pozycji **V składnika akordu**

(akordy-elementy od numeru 63 do 93)

itd. od akordów-elementów 94 do 124.

Spis każdego współbrzmienia znajdującego się Bibliotece Akordów i opartego o zaproponowaną systematyzację znaleźć można w aneksach 3. (strony 278. i 279.) i 4. (strony 281. – 284.).

Finalizacją pracy nad systematyzacją współbrzmień było przełożenie jej koncepcji na pliki, według założeń etapu E.

Pliki stanowią źródło informacji dla oprogramowania harmonizatora. Podzielone są na dwa typy ze względu na zakres działania – dane trwałe i jeden sterownik.

Dane trwale zintegrowane są z Biblioteką Akordów. Posiadają format listy z tekstem (rozszerzenie<sup>108</sup> .txt). Dostarczają informacji o:

- ilości dźwięków budujących akord (trójdźwięki lub czterodźwięki);
- kategorii (trybie);
- postaci (pozycji zasadniczej i przewrotach);
- wariancie (pozycji) dźwięku źródłowego;
- kolorze diody LED, który odpowiada danemu rodzajowi akordu.

Sterownik o nazwie „Chord Comparator” (pl. „Porównywarka Akordów”) – to obiekt niebędący częścią Biblioteki Akordów, ale z nią współpracujący. Korelacja ta umożliwia identyfikację współbrzmień wprowadzanych na klawiaturze i na panelu z Biblioteki, a także kontrolę określonej grupy procesów.

Z powodu swojej wielopoziomowej struktury, Chord Comparator napisany został językiem programowania JavaScript. Odpowiada on za kontrolę stanu klawiatury i porównuje go z danymi z Biblioteki. Inaczej mówiąc, sprawdza, czy utworzone na klawiaturze współbrzmienie należy do zbioru trójdźwięków bądź czterodźwięków. Jeśli nie, kwalifikuje je do Elementu -1. Do jego zadań należy również wysyłanie komend, w zależności od wybranego zbioru.

Informacje dotyczące trójdźwięków, ich trybie, przewrocie, pozycji dźwięku źródłowego zawarte zostały w danych trwałych o nazwie „TranspLibrary3.txt” i „ChordNames3.txt”. Podobne pliki utworzono dla czterodźwięków – „TranspLibrary4.txt” i „ChordNames4.txt”.

Pliki „TranspLibrary...” zawierają ciąg informacji o budowie i głośności akordów. Dane te wyrażone są numerycznie za pomocą kodu MIDI (wartości od 0 do 127).

Następna kategoria danych trwałych – „ChordNames3.txt” i „ChordNames4.txt” – składa się z listy tradycyjnych nazw dla każdego akordu i jego przewrotu. To właśnie dane z tych list pojawiają się pojedynczo na wyświetlaczu informacyjnym harmonizatora.

---

<sup>108</sup> *Rozszerzenie nazwy pliku* – sposób oznaczania typu pliku za pomocą sufiksu jego nazwy. Rozszerzenie jest oddzielone od reszty nazwy za pomocą kropki. Ponieważ w nowoczesnych systemach nazwa pliku może sama w sobie zawierać kropki, przyjmuje się, że rozszerzeniem jest część nazwy po ostatniej kropce, a samo rozszerzenie nie zawiera kropek. Przykłady: .jpg, .mp3, .exe, .html .

Hasło: *Rozszerzenie nazwy pliku*, w: *Wikipedia*, 9.07.2021, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Rozszerzenie\\_nazwy\\_pliku](https://pl.wikipedia.org/wiki/Rozszerzenie_nazwy_pliku) (dostęp: 14.07.2022).

Dane zawarte w „ChordNames...” ułożono w tej samej chronologii, co w plikach „TransLibrary...”.

Trzeci typ danych trwałych – „ChordColours3” i „ChordColours4” – skupia się na dopasowaniu indywidualnego koloru do konkretnego typu akordu, który następnie wytwarza dioda LED wbudowana w pilot sterujący. Pliki te także korzystają z kodu MIDI, czyli wartości 0-127. Ponieważ zainstalowana dioda posługuje się współrzędnymi według modelu przestrzeni barw Red-Green-Blue (pl. Czerwony-Zielony-Niebieski; w skrócie RGB), istnieją trzy parametry liczbowe o ustalonych wartościach z zakresu 0-127, których nałożenie się powoduje konkretną barwę.

Przykład: barwę żółtą, którą reprezentuje kombinacja (R)127 – (G)102 – (B)0, przypisano dla akordów durowego i durowego z septymą wielką oraz ich wszystkich przewrotów. Oznacza to, że przy wyborze akordu durowego, dioda na pilocie zaświeci się na żółto.

Aktualne dopasowanie barw do akordów bazuje na mojej subiektywnej decyzji.

**Tabela nr 3. Uporządkowanie komunikatów ogólnych pod względem modelu przestrzeni barw RGB**

Informacje ogólne			
Komendy po polsku	Komendy po angielsku	Kod RGB	Kolor
Brak współbrzmienia	No concord	0-0-0	„Czarny” <sup>109</sup>
Interwał	Interval	127-127-127	Biały
Trójdźwięk nieznan	Unknown triad		
Czterodźwięk nieznan	Unknown tetrad		
Wielokord	Polychord		

<sup>109</sup> Kolor czarny w modelu RGB oznacza wyłączoną diodę; kombinacja 0-0-0.

**Tabela nr 4. Uporządkowanie trójdźwięków pod względem modelu przestrzeni barw RGB**

Trójdźwięki					
Nazwa potoczna	Nazwa angielska	Symbol w muzyce popularnej (na dźwięku c) <sup>110</sup>	Skrót nazwy własnej w Bibliotece Akordów w wersji angielskiej	Kod RGB	Kolor
Durowy	Major	C, C $\Delta$ , C <sup>maj</sup> , C <sup>M</sup>	Maj	127-102-0	Żółty
Molowy	Minor	c, C <sup>-</sup> , C <sup>min</sup> , C <sup>m</sup>	Min	127-0-0	Czerwony
Zwiększony	Augmented	C <sup>+</sup> , C <sup>aug</sup> , C <sup>maj#5</sup> , C <sup>maj(#5)</sup> , C <sup>maj+5</sup> , C <sup>maj(+5)</sup> , C <sup>M#5</sup> , C <sup>M(#5)</sup> , C <sup>M+5</sup> , C <sup>M(+5)</sup>	Aug	0-0-127	Niebieski
Ostry zmniejszony	Harsh diminished	C <sup>b5</sup> , C $\Delta$ <sup>b5</sup> , C $\Delta$ <sup>(b5)</sup> , C <sup>majb5</sup> , C <sup>maj(b5)</sup> , C <sup>Mb5</sup> , C <sup>M(b5)</sup>	HshDim	0-127-127	Turkusowy
Zmniejszony	Diminished	C <sup>o</sup> , C <sup>dim</sup> , C <sup>o5</sup> , C <sup>mb5</sup>	Dim	70-0-105	Fioletowy
Podwójnie zmniejszony	Double diminished	–, (C <sup>ddim</sup> , C <sup>o bb3</sup> , C <sup>dim bb3</sup> , C <sup>bb3b5</sup> ) <sup>111</sup>	DDim	0-127-0	Zielony
Trójdźwięk kwarty czystej, zawieszony kwartowy i sekundowy	Perfect fourth triad, Suspended fourth and second	C <sup>sus2</sup> , C <sup>sus4</sup>	P4 triad, Sus4, Sus2	127-117-57	Siarkowy

**Tabela nr 5. Uporządkowanie czterodźwięków pod względem modelu przestrzeni barw RGB**

Czterodźwięki						
Nazwa potoczna	Nazwa według systematyki niemieckiej	Nazwa angielska	Symbol w muzyce popularnej (na dźwięku c)	Skrót nazwy własnej w Bibliotece Akordów w wersji angielskiej	Kod RGB	Kolor
Durowy septymowy	Durowy septymowy większy	Major seventh	C $\Delta$ <sup>7</sup> , C <sup>maj7</sup> , C <sup>M7</sup>	Maj7	127-102-0	Żółty
Dominantowy septymowy	Durowy septymowy mniejszy	Dominant seventh (Major-minor seventh)	C <sup>7</sup> , C <sup>dom7</sup>	Dom7	0-127-0	Zielony
Podwójnie zmniejszony septymowy (enharmonicznie: dominatowy)	–	Double diminished seventh (enharmonically: dominant seventh)	–, (C <sup>7/B<sup>b</sup></sup> , C <sup>dom7/B<sup>b</sup></sup> , C <sup>ddim7</sup> , C <sup>dim7bb3</sup> ) <sup>112</sup>	Dom7	0-127-0	Zielony

<sup>110</sup> Poniższa symbolika może nieznacznie różnić się czcionką od innych źródeł książkowych i internetowych.

<sup>111</sup> Przytoczone w nawiasie nazwy są sugestiami w oparciu o powszechnie stosowaną symbolikę. Jednakże nie istnieje oficjalny symbol dla podanego akordu.

<sup>112</sup> Symbole w pierwszej części nawiasu zapisano enharmonicznie jako III przewrót dominanty septymowej. W drugiej części (po średniku) zastosowano sugerowane oznaczenia akordu podwójnie zmniejszonego septymowego.

septymowy w III przewrocie)		in the third inversion)				
Ambiwalentny septymowy (Molowo-durowy septymowy)	Molowy septymowy większy	Ambivalent seventh (Minor-major seventh)	$C^{mMaj7}, C^{mM7}, C^{minmaj7}, C^{m\Delta7}, (C^{amb7})^{113}$	Amb7	120-40-0	Pomarańczowy
Molowy septymowy (Dominanta molowa septymowa)	Molowy septymowy mniejszy	Minor seventh	$C^7, C^{-7}, C^{min7}, C^{m7}$	Min7	127-0-0	Czerwony
Zwiększony septymowy	Zwiększony septymowy większy	Augmented seventh	$C^{+M7}, C^{aug7}, C^{\Delta7\#5}, C^{\Delta7(\#5)}, C^{\Delta7+5}, C^{M7\#5}, C^{M7(\#5)}, C^{M7+5}, C^{M7(+5)}, C^{maj7\#5}, C^{maj7(\#5)}, C^{maj7+5}, C^{maj7(+5)}$	Aug7	0-0-127	Niebieski
Dominantowy zwiększony septymowy	Zwiększony septymowy mniejszy	Augmented dominant seventh	$C^{+7}, C^{augdom7}, C^{7\#5}, C^{7(\#5)}, C^{7+5}, C^{7(+5)}$	AugDom7	25-30-90	Ametystowy
Ostry zmniejszony septymowy	–	Harsh diminished seventh	$C^{7b5}, C^{7(b5)}$	HshDim7	0-127-127	Turkusowy
Półzmniejszony septymowy	Półzmniejszony septymowy	Half diminished seventh	$C^{\circ7}, C^{-7b5}, C^{-7(b5)}, C^{-7\#5}, C^{-7(\#5)}, C^{-7dim5}, C^{-7(dim5)}, C^{m7b5}, C^{m7(b5)}, C^{m7\#5}, C^{m7(\#5)}, C^{m7dim5}, C^{m7(dim5)}, C^{min7b5}, C^{min7(b5)}, C^{min7\#5}, C^{min7(\#5)}, C^{min7dim5}, C^{min7(dim5)}$	HlfDim7	127-51-76	Różowy
Zmniejszony septymowy	Całkowicie zmniejszony septymowy	Diminished seventh	$C^{\circ7}, C^{dim7}$	Dim7	70-0-105	Fioletowy

<sup>113</sup> W nawiasie zamieszczono sugerowane nowe oznaczenie akordu ambiwalentnego (molowo-durowego) septymowego.



# Polychord

Tetrad

Obraz 43/7/2. Wygląd Wyświetlacza informacyjnego.

2) **Wyświetlacz informacyjny** (ang. Information Display) – obiekt znajdujący się po stronie lewej od panelu Biblioteki Akordów. Składa się z dwóch okienek.

Pierwsze, główne okienko wyświetla komendy i skróty nazw własnych odtwarzanych w danym momencie współbrzmień. To odzwierciedlenie danych zawartych w Bibliotece Akordów oraz kombinacji naciskanych klawiszy na klawiaturze, które tworzą konkretne współbrzmienie (kieruje tym sterownik – Porównywarka Akordów).

Drugie, boczne okienko z prawej strony to Wyświetlacz orientacyjnej struktury składnikowej współbrzmienia. Informuje on, z jakiego zbioru pochodzi wytwarzany w danej chwili akord. Dotyczy ono jedynie trójdźwięków i czterodźwięków znajdujących się w Bibliotece Akordów. Współbrzmienia z Elementu -1 (w tym także Zbiór pusty) nie są rozpoznawane, ponieważ okienko nie posiada połączenia z Porównywarką Akordów, odpowiadającą za komendy. W związku z tym czasami może pokazać się na przykład mylący komunikat rodzaju „Unknown tetrad – Triad”, czyli „Nieznany czterodźwięk” jako komunikat w okienku głównym, a w okienku bocznym informacja „Trójdźwięk”. Połączenie okienka bocznego ze sterownikiem byłoby jednak nielogiczne, gdyż zarówno w okienku głównym jak i bocznym pojawiałyby się te same informacje.

Zatem, okienko boczne pełni raczej funkcję drugorzędną, ograniczoną do informowania o zbiorach szczegółowych uwzględnionych w Bibliotece.



Obraz 43/7/3. Wygląd Klawiatury MIDI.

3) **Klawiatura MIDI** (lub **Klawiatura**; ang. MIDI Keyboard or Keyboard) – obiekt znajdujący się poniżej wyświetlacza informacyjnego. Obok Biblioteki Akordów, służy jako druga – ręczna metoda wprowadzania współbrzmień do harmonizatora.

Klawiatura wyglądem przypomina klawiaturę fortepianu, chociaż różni się od fortepianowej tym, że dźwięki reprezentują wartości bezwzględne, czyli odległości interwałowe, a nie konkretne dźwięki przypisane do klawiszy, tzn. klawisz  $d^1$  nieczęsto

odpowiada za dźwięk d<sup>1</sup> (temat ten szerzej wyjaśniono w zagadnieniu 1. „Postać bezwzględna współbrzmień”, w opisie Biblioteki Akordów; strony 102. i 103.). Składa się z 85 klawiszy. Pierwszy klawisz odpowiada numerowi 23 w systemie MIDI, a ostatni – numerowi 108. W pobliżu środka klawiatury znajduje się „czerwony klawisz” o numerze MIDI 60. Jego specyfikę opisuje poniższe zagadnienie o tym samym tytule.

Obiekt pozwala wprowadzać własne kombinacje dźwiękowe bez konieczności wyboru z katalogu Biblioteki Akordów. Mogą to być takie zestawienia jak interwały, trójdźwięki, czterodźwięki, akordy pięcio-, sześć-, siedmioskładowe, współbrzmienia z powtarzającymi się składnikami, współbrzmienia o ścisłym bądź swobodnym układzie harmonicznym, proste i złożone klastry o różnej strukturze.

Klawiatura to prosty sposób na wprowadzanie spersonalizowanych zestawień harmonicznym. Wybierane klawisze na klawiaturze (czyli dźwięki wtórne) oznaczane są jasnym kolorem zielonym (seledynowym). Wyjątek stanowi czerwony klawisz, który po naciśnięciu podświetli się na różowo. Moment przyciśnięcia klawisza bez jego puszczenia będzie świecił się na żółto.

Klawiaturę zintegrowano z Biblioteką Akordów za pomocą Porównywarki Akordów. Oznacza to, że jeśli użytkownik wprowadzi dźwięki identyczne ze strukturą któregoś z akordów znajdujących się w Bibliotece, dany akord zostanie automatycznie rozpoznany przez Porównywarkę jako jeden z elementów Biblioteki, a na wyświetlaczu informacyjnym wyświetli się jego skrót nazwy własnej.

### *Czerwony klawisz (ang. Red Key)*

Dźwięk źródłowy został wizualnie umiejscowiony na klawiaturze w formie czerwonego klawisza. Oczywiście, znajduje się on tam w pozycji bezwzględnej jako klawisz MIDI 60 (stosownie do zasady z zagadnienia 1. zamieszczonej w opisie „Biblioteki Akordów”). Decyzję o umiejscowieniu go jako klawisza MIDI 60 (a nie np. jako MIDI 48 lub MIDI 69) podjąłem na samym początku projektowania wyglądu harmonizatora.

Czerwony klawisz pełni funkcję inną niż pozostałe klawisze. Zamiast oznaczać składniki akordu (czyli dźwięki wtórne, które mają zostać wygenerowane przez harmonizator) działa podobnie do łącznika elektrycznego o dwóch stanach – 0 i 1. Jego naciśnięcie powoduje przejście ze stanu 0 w 1, zmianę koloru z czerwonego na różowy i wzmocnienie przez harmonizator dźwięku źródłowego (staje się słyszalny w głośnikach razem z dźwiękami

wtórnymi). Standardowo klawisz pozostaje w stanie 0 (czyli koloru czerwonego – wyłączenia), co oznacza brak wzmocnienia dźwięku instrumentu.

Początkowo czerwony klawisz pełnił jedynie funkcję estetyczną i wskazywał wizualnie lokalizację dźwięku źródłowego na klawiaturze. Postanowiłem jednak, aby ten szczególnie klawisz odpowiadał za wzmocnienie sygnału pochodzącego z instrumentu, co może okazać się pomocne podczas korzystania z harmonizatora na otwartej przestrzeni, gdzie odgłos instrumentu może zostać zagłuszony przez dźwięki wtórne.

Dodatkowo, po naciśnięciu czerwonego klawisza, uaktywnia się suwak znajdujący się w prawej części Panelu Nagłośnienia. Odpowiada on za regulację głośności wzmocnionego dźwięku źródłowego. Funkcję suwaka poziomu głośności dla czerwonego klawisza opisano wcześniej we fragmencie poświęconej Panelowi Nagłośnienia (strona 89.) oraz w dalszej części dysertacji – w podrozdziałach 3.6.1.1. *Ustawienia kompatybilności aplikacji z aparaturą elektroniczną oraz poziomu wysterowania i jakości sygnału* (strony 213. i 214.) i 3.6.1.2. *Projektowanie sekwencji współbrzmień* (strona 216.).

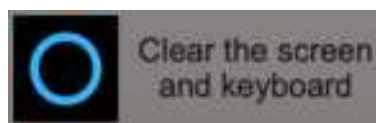


Obraz 43/7/4. Wygląd Wyświetlacza zmiany stanu klawiatury MIDI.

#### 4) Wyświetlacz zmiany stanu klawiatury MIDI

(ang. MIDI Keyboard Status Change Display) – obiekt zintegrowany z klawiaturą MIDI. Odczytuje numery MIDI naciśniętych

w danej chwili klawiszy, czyli określa stan struktury współbrzmienia w kodzie MIDI. Nie pokazuje jedynie czerwonego klawisza, który niezmiennie pozostaje wartością MIDI 60.



Obraz 43/7/5. (i 73.) Wygląd Przycisku resetu Klawiatury MIDI, wyświetlacza informacyjnego i wyświetlacza zmiany stanu klawiatury MIDI.

#### 5) Przycisk resetu Klawiatury MIDI, wyświetlacza informacyjnego i wyświetlacza zmiany stanu klawiatury MIDI

(ang. Reset Button for the MIDI Keyboard, Information Display and MIDI Keyboard Change Status Display) – służy do czyszczenia stanu klawiatury i jednocześnie obydwu wyświetlaczy z wpisanych w danym momencie kombinacji

klawiszy. Przycisk nie dezaktywuje jednak czerwonego klawisza. Jest on pomocny przy szybkim wpisywaniu współbrzmień, gdyż automatycznie wyłącza wszystkie naciśnięte klawisze. W przeciwnym wypadku użytkownik musiałby wyłączać każdy klawisz pojedynczo.



Obraz 43/7/6. Wygląd Panelu zapisu współbrzmień.

6) **Panel zapisu współbrzmień** (ang. Concord Saving Panel) – przestrzeń do zapisywania współbrzmień wybranych z Biblioteki Akordów bądź utworzonych na klawiaturze MIDI. Składa się ze 128 okienek (komórek), których można zapisać jeden element. To znaczy, że panel i jednocześnie harmonizator są w stanie pomieścić 128 współbrzmień, co też w konsekwencji ogranicza możliwość użycia współbrzmień w utworze/improvizacji/projekcie o tą samą liczbę. Przewiduję zniesienie tego limitu w kolejnych wersjach urządzenia.

Komórka zawierająca zapisany element posiada kolor bordowy, a pusta – grafitowy. Pusta komórka pozostaje nieaktywna, dopóki nie znajdzie się w niej przypisany element.

Aby zapisać dany interwał/akord/poliakord/klaster w pustej komórce, należy przytrzymać przycisk „shift” na klawiaturze komputera. Do wykasowania elementu stosuje się kombinację „shift” + „alt” naciśniętą równocześnie.

Możliwe jest także nadpisanie w bordowym okienku innego współbrzmienia, co powoduje wykasowanie wcześniej znajdującego się współbrzmienia lub jego uaktualnienie.

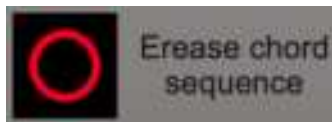
Elementy zapisywać również można w sposób nieuporządkowany (czyli np. jeden w komórce 1., drugi w 32., trzeci w 57. itp.), chociaż wskazaną i praktyczniejszą metodą jest zapełnianie okienek po kolei.

Komórka o kolorze czerwonym oznacza podświetlenie bordowej komórki, której współbrzmienie harmonizator aktualnie wytwarza. Jest to także miejsce w sekwencji, gdzie wykonawca utworu/improvizacji/projektu w danej chwili się znajduje.

Obiekt oddziałuje na informacje przesyłane z mikrokontrolera pilota sterującego, co powoduje zmianę pozycji czerwonego podświetlenia okienek. Przy naciśnięciu przycisku „następny element”, czerwona komórka przemieści się na kolejne bordowe okienko, wytwarzając przy tym przez harmonizator zapisane tam współbrzmienie. Użycie przycisku „poprzedni element” cofnie podświetlenie na okienko znajdujące się przed obecnie czerwoną komórką i wytworzenie zapisanego tam współbrzmienia.

Nad panelem zlokalizowane są trzy okienka. Pierwsze z lewej to Okienko naliczania kolejności wybranego do wygenerowania współbrzmienia. Informuje ono za pomocą numeru,

która komórka w sekwencji jest obecna odtwarzana (czyli świeci się na czerwono). Drugie i trzecie okienko to odpowiednio przyciski „LOAD” (pl. „wczytaj”) i „SAVE” (pl. „zapisz”). Ich funkcja służy do magazynowania na komputerze wpisanych do panelu sekwencji w postaci listy o formacie JavaScript Object Notation (rozszerzenie .json). Oznacza to, że zamiast wpisywać do panelu tą samą sekwencję współbrzmień przy każdym otwarciu harmonizatora bądź powrocie do projektu, można zapisać go w formie dokumentu w komputerze, a następnie go wczytać. Jest to rozwiązanie praktyczne, zapobiegające utracie czasu na wpisywanie „któryś raz z rzędu” po kolei tych samych elementów i pozwalające w szybki sposób na przechodzenie pomiędzy sekwencjami. Dodatkowe informacje dotyczące obsługi Panelu zapisu współbrzmień opisano w podrozdziale 3.6.1.2. *Projektowanie sekwencji współbrzmień* (strony 216. – 219.).



Obraz 43/7/7. (i 74.) Wygląd Panelu resetu sekwencji elementów w Panelu zapisu współbrzmień.

7) **Przycisk resetu sekwencji elementów w Panelu zapisu współbrzmień** (ang. Reset Button for the sequence of elements in the Concord Saving Panel) – przycisk posiada podobne działanie, jak w przypadku obiektu nr 5. Nie wpływa on na aktywność czerwonego klawisza. Dodatkowo całkowicie czyści sekwencję elementów zapisanych w Panelu zapisu współbrzmień. Z tego względu przydaje się on w sytuacji szybkiego wykasowania wszystkich elementów panelu, przez co konieczne będzie wprowadzanie ich na nowo.

Używając tego obiektu, użytkownik powinien najpierw zdecydować, czy na pewno chce wykasować zaprojektowaną sekwencję – chyba że uprzednio utworzył jej kopię, używając znajdującego się nad panelem przycisku „SAVE”. W przeciwnym wypadku sekwencja zostanie utracona.



Obraz 43/7/8. Wygląd Licznika sekundowego drugiej funkcji przycisku „poprzedni element”.

8) **Licznik sekundowy drugiej funkcji przycisku „poprzedni element”** (ang. Seconds counter for the second function of the ‘previous element’ button) – wizualny informator o stanie ładowania się efektu drugiej funkcji w przycisku „poprzedni element”, znajdującego się na pilocie sterującym. Składa się on z licznika i czarno-niebieskiego suwaka, które odliczają trzy sekundy, po czym zaświeci się biała kropka wewnątrz okienka z szarym kółkiem. Oznacza to włączenie się drugiej funkcji, czyli powrót czerwonego podświetlenia komórki w Panelu zapisu współbrzmień z aktualnie zajmowanej pozycji do komórki pierwszej. Przykład: po aktywacji drugiej funkcji przycisku „poprzedni element”, współbrzmienie z czerwonego okienka 34. przeskakuje na współbrzmienie z okienka 1.

Druga funkcja jest przydatna w przypadku pomyłki i zatrzymania się wykonawcy z powodu zagubienia się w sekwencji. W tej sytuacji, zamiast kilkukrotnego naciskania przycisku „poprzedni element” w celu powrotu do początku sekwencji, wystarczy przytrzymać przycisk przez 3 sekundy.

### VIII. Reset Awaryjny (ang. Emergency Reset)



Obraz 43/8. (i 85.) Wygląd Przycisku Resetu Awaryjnego.

Ze względu na ostrożność i nieprzewidywalność działania systemów elektronicznych (w większości przypadków „zawodzą w najistotniejszych chwilach”), zdecydowałem się umieścić system wyciszający i restartujący harmonizator do fazy po otwarciu przez użytkownika bazy akordów dla wybranego utworu. Jest on reprezentowany przez czerwony przycisk Resetu Awaryjnego (ang. „Emergency Reset”) oraz informację przestrzegającą, aby używać go jedynie w sytuacjach problematycznych, np. gdy program się „zawiesi” lub też użytkownik nie jest pewien przyczyny usterki i nie potrafi jej w danej chwili naprawić.

## *Zawartość plików oraz wymagania sprzętowe Harmonizatora Kontrolowanego*

W wersji finalnej Harmonizator Kontrolowany to aplikacja działająca na silniku Maxa/MSP, jednakże nie wymagająca od użytkownika posiadania tego oprogramowania. Osoby, które mają zainstalowanego Maxa (przynajmniej w wersji 8) na swoim komputerze, uzyskają dodatkowo dostęp do modyfikacji harmonizatora na potrzeby własnych projektów.

W większości podsystemów użytkownik ma możliwość zmiany parametrów, co pozwala na uzyskanie różnorodnych efektów w zależności od potrzeby realizowanego projektu. Jednakże istnieją również takie podzespoły (szczególnie w wewnętrznej strukturze programu), gdzie ze względu na ważne funkcje obliczeniowe zmiana ich właściwości może doprowadzić do nieprawidłowego działania aplikacji. Dlatego, w celu dokonywania zmian wewnątrz aplikacji, osoby powinny zaznajomić się z logiką działania procesów harmonizatora i posiadać wystarczającą wiedzę o programowaniu w środowisku Max/MSP/Jitter.

Aby aplikacja funkcjonowała poprawnie, do programu należy załączyć pakiet 10 plików w formatach tekstowym (.txt), JavaScript (.js) i łatki Max/MSP/Jitter (.maxpat). Przechowują one:

- dane biblioteki akordów (nazwę generowanego akordu, jego rozkład dźwiękowy na klawiaturze MIDI i przypisany do niego kolor diody LED);
- sterownik rozpoznawania wprowadzonego współbrzmienia na klawiaturze MIDI – Chord Comparator (pl. Porównywarka Akordów);
- trzy sterowniki tworzenia dźwięków transponowanych od dźwięku źródłowego – CHTransposer.maxpat, CHTrspctrl-4poly~.maxpat, 2CHTrspctrl-4poly~.maxpat.

W wersji niezależnej od Maxa Harmonizator Kontrolowany posiada już zintegrowane z aplikacją sterowniki bez konieczności ich dołączania.

Wykaz 10 plików:

- TranspLibrary3.txt;
- TranspLibrary4.txt;
- ChordNames3.txt;
- ChordNames4.txt;
- ChordColours3.txt;
- ChordColours4.txt;

- ChordComparator.js;
- CHTransposer.maxpat;
- CHTrspctrl-4poly~.maxpat;
- 2CHTrspctrl-4poly~.maxpat.

Rozmiar 10 sterowników: 76 kB

Rozmiar 10 sterowników i aplikacji, otwieranych jako projekt w Maxie (konieczne posiadanie Maxa/MSP/Jitter, wersja 8): 580 kB

Rozmiar niezależnej aplikacji: 931,7 MB

### 3.4. Strój harmonizatora

Strój<sup>114</sup> Harmonizatora Kontrolowanego jest to suma nałożenia na siebie dwóch strojów – tak zwanego „Standardu Nastrojenia MIDI” (ang. „MIDI Tuning Standard”, w skrócie „MTS”) oraz stroju instrumentu podłączonego do harmonizatora.

Dwuskładnikowy strój wynika z konstrukcji harmonizatora i jednego z jego głównych założeń – integracji z instrumentem konwencjonalnym w celu tworzenia harmonii. Aby umożliwić rozbudowane przetwarzanie i powielanie sygnału (tzn. podstawowe, istotne funkcje), konstrukcja harmonizatora musiała opierać się o system MIDI. MIDI natomiast posiada swój własny, stały strój MTS (w którym  $a^1 = 440$  Hz), pełniący rolę „punktu odniesienia” – aby określać wysokości dźwięków i różnice częstotliwościowe między nimi.

Większość instrumentów konwencjonalnych (w tym m.in. saksofon, klarnet flet, skrzypce, gitara) ma możliwość szybkiej regulacji częstotliwości stroju. Natomiast MTS używany w Harmonizatorze Kontrolowanym trudniej zmienić z powodu swojej stałej częstotliwości nastrojenia (przypomina to w pewnym sensie strojenie instrumentów klawiszowych). Zatem, na obecnym etapie konstrukcji harmonizatora uznaje się, że MTS jest niezmienny i kalibracji stroju można dokonać tylko w instrumencie.

Strój MTS ma tak elementarne znaczenie dla funkcjonowania systemu MIDI (i tym samym dla harmonizatora), jak strój dla instrumentu konwencjonalnego, który pod względem właściwości fizycznych jest jego nierozzerwalną częścią i oczywistą

---

<sup>114</sup> W niniejszym podrozdziale wyrazu „strój” użyto prawie zawsze w kontekście „temperatury”, czyli określania systemów porządkowania dźwięków w obrębie oktawy. Inne znaczenie wyróżniono kolejnym przypisem.



konsekwencją. Z perspektywy logiki, tak jak strój ustala się w trakcie konstruowania instrumentu i dostrzega się go podczas wydobywania dźwięków, w ten sam sposób strój harmonizatora wpływa na jego obecną formę i jest słyszalny poprzez wytwarzane dźwięki wtórne.

Istnienie równoległe ze sobą dwóch strojów prowadzi do problemu ich zestrojenia. Zarówno instrument konwencjonalny (w przypadku niniejszej pracy jest to saksofon) jak i Harmonizator Kontrolowany (działający na MTS) zaadaptowano do powszechnie używanego dwunastotonowego systemu równomiernie temperowanego. Jednak to nie wystarczy, ponieważ po przeprowadzonych testach okazało się, że nieprecyzyjność stroju różni się w każdej z badanych sytuacji.

Niemniej jednak udało się zauważyć pewne regularnie pojawiające się schematy. Na podstawie wyliczeń i obserwacji wnioskuję, że może to mieć związek z procesami obliczeniowymi programu, które łączą ze sobą częstotliwości dźwięku źródłowego z danymi systemu MTS. Połączenie ze sobą dwóch różniących się częstotliwościami strojów (np. instrument nastrojony do  $a^1 = 442$  Hz, MTS –  $a^1 = 440$  Hz) wywołuje obniżenie bądź podwyższenie częstotliwości niektórych dźwięków wtórnych względem ich prawidłowych wartości. Przypomina to do pewnego stopnia fizyczne zjawisko dudnienia, podczas którego nałożenie się fal dźwiękowych o różnych częstotliwościach powoduje okresowe obniżenie bądź podwyższenie wysokości dźwięku – ze względu na interferencję konstruktywną i destruktywną, czyli cykliczne wzmocnienia i wygaszenia się fali wypadkowej. Jednakże harmonizator nie generuje całego fizycznego procesu dudnienia, lecz jedynie jego skutek – czyli dźwięki wtórne odchylone powyżej lub poniżej ich normalnej częstotliwości. Różnica odchyłu wzrasta nieregularnie wraz z oddalaniem się w skraję klawiatury MIDI. Część dźwięków wtórnych zachowuje jednak swoje prawidłowe częstotliwości, zaś niektóre są zniekształcone. Schemat występowania prawidłowych i zniekształconych dźwięków wtórnych na klawiaturze MIDI zależy od czterech czynników:

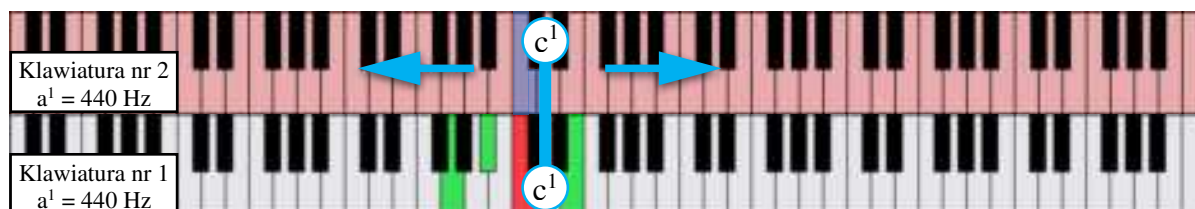
- indywidualnych cech instrumentu konwencjonalnego, oddziałującymi na strój i barwę dźwięku;
- różnicy w częstotliwości nastrojenia instrumentu konwencjonalnego względem MTS Harmonizatora Kontrolowanego;
- wysokości granego dźwięku na instrumencie konwencjonalnym, służącego jako dźwięk źródłowy;

- miejsca ulokowania dźwięków wtórnych względem czerwonego klawisza na klawiaturze MIDI.

W przypadku, gdy instrument nastrojono do identycznej częstotliwości, jaka występuje w MTS (tzn. do  $a^1 = 440$  Hz), opisany wyżej proces quasi-dudnieniowy znika lub pojawia się z niewielkim zniekształceniem na dźwiękach ze skrajów klawiatury.

Kontynuując badanie różnic w zniekształceniu dźwięków wtórnych w stosunku do wyboru częstotliwości nastrojenia instrumentu stwierdzono kolejną nieprawidłowość – niezależnie od częstotliwości nastrojenia instrumentu dźwięki wtórne w prawym skraju klawiatury MIDI posiadały niemalże identyczną wysokość. Podobna sytuacja występowała w lewym skraju, czyli skrajnie niskich dźwiękach wtórnych. Skrajnie wysokie dźwięki wtórne brzmiały jednakowo wysoko i posiadały zbliżoną częstotliwość zniekształcenia, zarówno przy nastrojeniu instrumentu do  $a^1 = 440$  Hz, jak i do  $a^1 = 445$  Hz. W ten sam sposób reagowały skrajnie niskie dźwięki – brzmiały jednakowo nisko względem siebie. Z obserwacji wynika, że program zawiera pewną nieścisłość bądź ograniczenie w kodzie. Konieczne będzie zlokalizowanie i naprawienie tej usterki w kolejnych wersjach oprogramowania.

W celu analizy schematów użyte zostanie porównanie dźwięku źródłowego i klawiatury MIDI do wyobrażenia dwóch klawiatur keyboardu oraz przedstawione będą trzy przypadki różniące się od siebie warunkami. Pierwsza klawiatura reprezentuje nieruchomą klawiaturę MIDI harmonizatora, na której można grać współbrzmienia. Druga klawiatura – ruchoma, ustawiona nad pierwszą – stanowi wyobrażenie gry na instrumencie konwencjonalnym. Może ona grać tylko jeden dźwięk w danym momencie. Zawsze nakłada się jednym granym dźwiękiem wyłącznie w jednym miejscu – na dźwięku  $c^1$  nieruchomej klawiatury (czyli czerwonym klawiszu – dźwięku źródłowym).

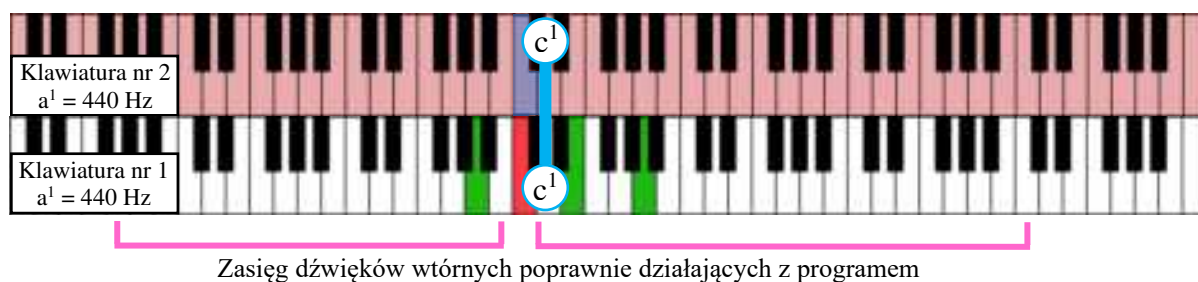


Obraz 44. Wizualizacja stosunku interwałowego pomiędzy instrumentem a harmonizatorem na przykładzie dwóch klawiatur. Klawiatura nr 1 reprezentuje klawiaturę MIDI harmonizatora w systemie MTS  $a^1 = 440$  Hz. Klawiatura nr 2 przedstawia grany w danym czasie dźwięk pierwotny instrumentu. Nastrojenie w klawiaturze nr 2 może zawierać różne wartości. Ponieważ badany instrument może posiadać inny wariant transpozycyjny (jak np. saksofon altowy w stroju Es), dla ujednocnienia danych przyjęto regułę, że na klawiaturze nr 2 jego dźwięk pierwotny podaje się w wariantcie transpozycyjnym C, tzn. w stroju koncertowym C.

## Przypadek 1. – przeważające zestrojenie

Warunki:

- obie klawiatury nastrojone do częstotliwości  $a^1 = 440$  Hz;
- ułożenie dźwięku klawiatury nr 2 do czerwonego klawisza klawiatury nr 1:  $c^1 - c^1$  (relacja interwału prymy czystej, tzn. bez transpozycji);
- pozycja dźwięków wtórnych na klawiaturze nr 1 – prawie cały obszar klawiatury, z wyłączeniem skrajów.



Obraz 44/1. Przypadek 1. Zestawienie klawiatur zapewniające przeważające zestrojenie harmonizatora z instrumentem, gdzie występuje zgodne ze sobą nastrojenie, a dźwięk  $c^1$  harmonizatora utożsamiany jest z dźwiękiem  $c^1$  instrumentu (to ten sam dźwięk).

### Relacja interwałowa

Jest to pojęcie wykorzystywane do określenia przesunięcia brzmienia dźwięków wtórnych klawiatury MIDI (i tym samym współbrzmienia) o konkretny interwał powstały poprzez zmianę wysokości dźwięku źródłowego względem  $c^1$  klawiatury MIDI (dźwięku MIDI 60 – czerwonego klawisza). Interwał ten powoduje transpozycję wszystkich dźwięków wtórnych.

Należy pamiętać, że relację interwałową podaje się w stroju koncertowym  $C^{115}$  w celu sprowadzenia brzmienia dźwięków klawiatury MIDI i instrumentu konwencjonalnego do wspólnego nazewnictwa.

Jeśli dźwięk instrumentu konwencjonalnego będzie identyczny z dźwiękiem MIDI 60 (czyli zagrany zostanie dźwięk  $c^1$  w stroju C i pokryje się on z  $c^1$  klawiatury MIDI), wtedy pojawi się tak zwana „relacja interwału prymy czystej” (inaczej „relacja  $c^1 - c^1$ ”). Dzięki temu nie wystąpi transpozycja brzmienia dźwięków wtórnych, ponieważ stosunek pomiędzy dźwiękiem instrumentu a czerwonym klawiszem klawiatury MIDI wynosi interwał prymy

<sup>115</sup> Strój koncertowy C – wyrazu „strój” użyto w kontekście wariantu transpozycyjnego C. Szczegółowe informacje o wariantach transpozycyjnych zawarto w przypisie 7. na stronach 19. i 20.

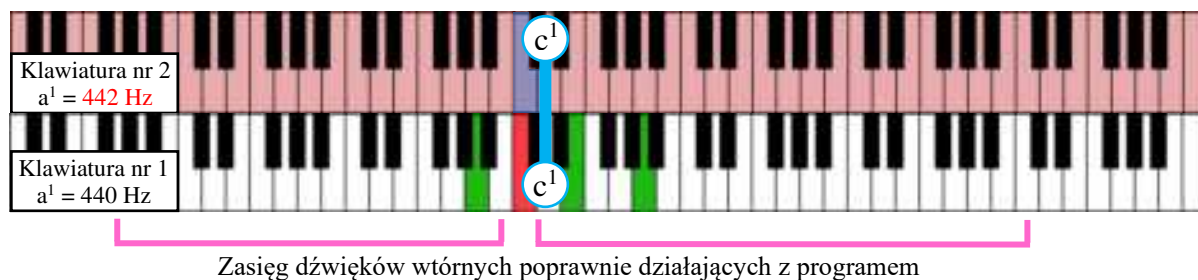
czystej. Jeśli zaś instrument zagra np. dźwięk  $d^1$  bądź  $h$  (liczone w stroju C), wtedy brzmienie wszystkich dźwięków wtórnych klawiatury MIDI przesunie się (tj. przetransponuje się) w przypadku dźwięku  $d^1$  o sekundę wielką do góry, a w przypadku dźwięku  $h$  – o sekundę wielką w dół.

Wracając do wyobrażenia dwóch klawiatur keyboardu, często zdarzyć się może, że dźwięk  $c^1$  z klawiatury ruchomej pokryje się z dźwiękiem  $c^1$  z klawiatury nieruchomej. Wtedy (ze względu na relację  $c^1 - c^1$ ) naciśnięte dźwięki klawiatury nr 1 (tj. nieruchomej) zabrzmiały bez transpozycji (np. klawisz  $a^1$  powoduje wydobycie dźwięku  $a^1$ , a nie innego). Ponadto, dźwięk źródłowym  $c^1$  połączony z dźwiękami klawiatury nr 1 (wychodzącymi z głośników) wytworzy w przeważającej większości<sup>116</sup> strojące współbrzmienie.

#### Przypadek 2. – inaczej nastrojone klawiatury

Warunki:

- klawiatura nr 1 w stroju  $a^1 = 440$  Hz; klawiatura nr 2 –  $a^1 = 442$  Hz;
- ułożenie dźwięku klawiatury nr 2 do czerwonego klawisza klawiatury nr 1:  $c^1 - c^1$ ;
- pozycja dźwięków wtórnych na klawiaturze nr 1 – prawie cały obszar klawiatury, z wyłączeniem skrajów.



Obraz 44/2. Przypadek 2. Zestawienie klawiatur różniących się nastrojeniem, lecz posiadające tożsame dźwięki  $c^1$ . Zmieniony strój klawiatury nr 2 oznaczono na czerwono.

Jeśli przestroji się klawiaturę nr 2 do częstotliwości innej niż w klawiaturze nr 1 ( $a^1 = 440$  Hz) oraz zachowa się relację  $c^1 - c^1$ , wtedy dźwięk  $c^1$  klawiatury nr 1 zostanie w stroju klawiatury nr 2. Natomiast pozostałe dźwięki klawiatury nr 1 wybrzmiały z głośników

<sup>116</sup> „W przeważającej większości” a nie „w pełni”, ponieważ jak wykazały testy, niektóre dźwięki z lewej strony klawiatury MIDI (tj. klawiatury nr 1) od czerwonego klawisza z przyczyn nieścisłości wewnątrz kodu programu odznaczają się niedostrojem w zakresie pomiędzy 1 Hz a 3,6 Hz. Problem ten dotyczy również skrajów klawiatury.

albo z poprawną częstotliwością, albo z niedostrojem (tj. poniżej normy) bądź nadstrojem (tj. powyżej normy) w stosunku do stroju klawiatury nr 2. Wartości rozstrojenia będą nieregularnie rosnąć wraz ze zbliżaniem się do skrajów klawiatury nr 1.

Jak wcześniej wspomniano, opisany proces przypomina w pewnym zakresie efekt zjawiska dudnienia.

### Wnioski z obserwacji niestroju<sup>117</sup> w harmonizatorze

Postrzeżenie niestroju pomiędzy dźwiękiem źródłowym (w  $a^1 = 442$  Hz) a dźwiękami wtórnymi w powstałych w tym przypadku współbrzmieniach rośnie, im bardziej oddalone od siebie są dźwięki wtórne. Jeśli ulokowane będą bliżej dźwięku  $c^1$  klawiatury MIDI (tj. czerwonego klawisza), efekt jest coraz mniej zauważalny.

Gdyby nastrojono instrument np. do  $a^1 = 444$  Hz, niestraj stałby się jeszcze bardziej słyszalny. Wyjątek stanowi wcześniej opisana okoliczność ze skrajami klawiatury, gdzie rozstrój pozostaje taki sam, bez względu na częstotliwość nastrojenia instrumentu.

Przypadek 3. – niejednakowo nastrojone klawiatury, dźwięk  $c^1$  klawiatury nr 2 nie pokrywa się z  $c^1$  klawiatury nr 1

Przypadek nr 3 należy do najczęściej występujących podczas gry z harmonizatorem i posiada wiele cech wspólnych z przypadkiem nr 2. Jednakże brak relacji prymy czystej oraz inne częstotliwości nastrojenia pomiędzy obiema klawiaturami znacznie komplikują zestrojenie dźwięków wtórnych z dźwiękiem źródłowym.

Przypadek ten podzielono na dwie kategorie, aby pokazać:

- jaki wpływ na strój ma zmiana wysokości dźwięku źródłowego przy niezmiennym układzie klawiszy na klawiaturze nr 1 (inaczej ujmując, mowa o transpozycji współbrzmienia o tej samej strukturze; kategoria 1.);
- jaki wpływ na strój ma rozstawienie każdego składnika współbrzmienia w innej oktawie (kategoria 2.).

---

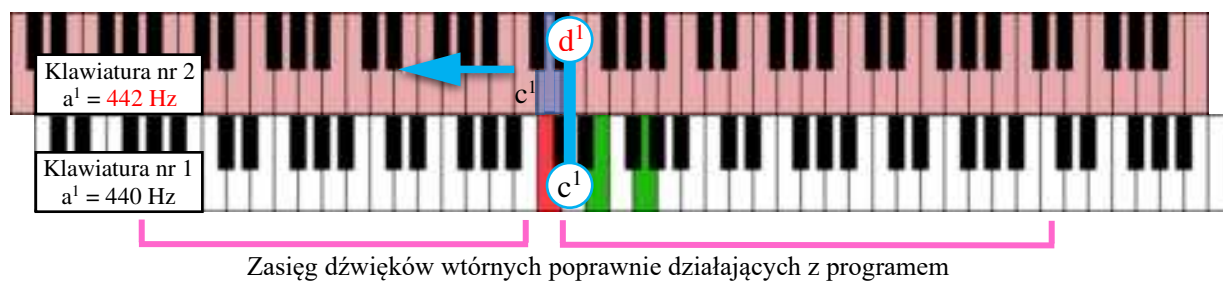
<sup>117</sup> Pojęcie „niestraj” lub stosowane zamiennie „rozstrój”, „rozstrojenie”, „brak nastrojenia”, „brak zestrojenia”, oznaczają przeciwieństwo nastrojenia (lub też zestrojenia) czyli wychylenie wartości częstotliwościowych danego dźwięku od normy. Niestraj występuje w dwóch formach: „niedostraj” – badana częstotliwość dźwięku znajduje się poniżej wartości prawidłowej; „nadstrój” – badana częstotliwość dźwięku znajduje się powyżej wartości prawidłowej.

## Kategoria 1. – Przykłady różnych transpozycji dla jednego, niezmiennego współbrzmienia

Warunki:

- Klawiatura nr 1 w stroju  $a^1 = 440$  Hz; klawiatura nr 2 –  $a^1 = 442$  Hz
- Pierwsze ułożenie dźwięku klawiatury nr 2 do czerwonego klawisza klawiatury nr 1:  $d^1 - c^1$  (tzn. transpozycja dźwięku źródłowego o sekundę wielką powyżej  $c^1$ ); pozycja dźwięków wtórnych na klawiaturze nr 1 – po prawej stronie od czerwonego klawisza;
- Drugie ułożenie dźwięku klawiatury nr 2 do czerwonego klawisza klawiatury nr 1:  $a^1 - c^1$  (tzn. transpozycja dźwięku źródłowego o sekstę wielką powyżej  $c^1$ ); pozycja dźwięków wtórnych na klawiaturze nr 1 – po prawej stronie od czerwonego klawisza;
- Trzecie ułożenie dźwięku klawiatury nr 2 do czerwonego klawisza klawiatury nr 1:  $d^1 - c^1$  (tzn. transpozycja dźwięku źródłowego o sekundę wielką powyżej  $c^1$ ); pozycja dźwięków wtórnych na klawiaturze nr 1 – po lewej stronie od czerwonego klawisza;
- Czwarte ułożenie dźwięku klawiatury nr 2 do czerwonego klawisza klawiatury nr 1:  $g - c^1$  (tzn. transpozycja dźwięku źródłowego o kwartę czystą poniżej  $c^1$ ); pozycja dźwięków wtórnych na klawiaturze nr 1 – po lewej stronie od czerwonego klawisza;

Analiza pierwszego ułożenia (relacja  $d^1 - c^1$ )



Obraz 44/3. Przypadek 3., kategoria 1., pierwsze ułożenie. Zestawienie klawiatur różniących dwoma zmiennymi – strojem i relacją interwałową. Ruchoma klawiatura nr 2 (instrument) posiada strój  $a^1 = 442$  Hz. Ze względu na niezgodność dźwięku klawiatury nr 2 w stosunku do klawiatury nr 1 występuje transpozycja dźwięków wtórnych o sekundę wielką do góry. Ujmując krócej, pomiędzy klawiaturą nr 1 a nr 2 występuje relacja interwałowa sekundy wielkiej w górę. Dźwięki wtórne znajdują się po prawej stronie od czerwonego klawisza klawiatury nr 1.

Na ruchomej klawiaturze (nastrojonej do  $a^1 = 442$  Hz) naciśnięty został dźwięk  $d^1$ . Na nieruchomej klawiaturze (nastrojonej do  $a^1 = 440$  Hz) użyto dźwięków  $e^1$  i  $g^1$ .

Relacja interwałowa pomiędzy klawiaturą nr 2 a nr 1:  $d^1 - c^1$  (tj. transpozycja o sekundę wielką do góry).

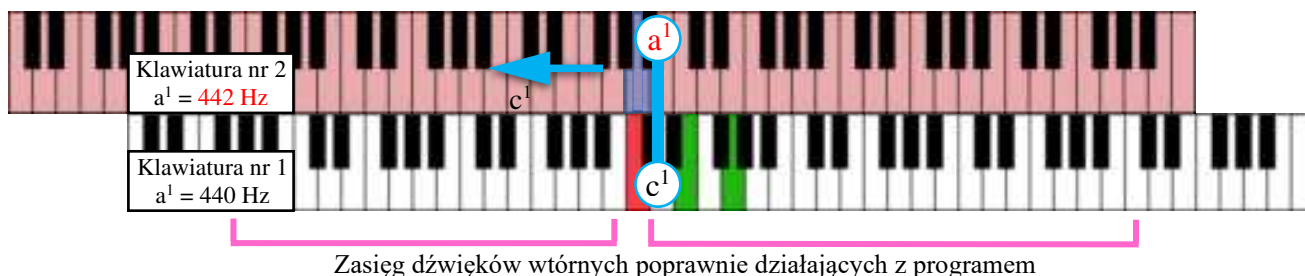
Jako rezultat powstał trójdźwięk D-dur w pozycji zasadniczej ( $d^1 - fis^1 - a^1$ ) z dźwiękami wtórnymi po prawej stronie od czerwonego klawisza klawiatury nr 1 (nieruchomej). Dźwięki  $e^1$  i  $g^1$  przekształciły się w  $fis^1$  i  $a^1$  z powodu relacji  $d^1 - c^1$  pomiędzy klawiaturą nr 2 a nr 1, co doprowadziło do transpozycji dźwięków klawiatury nr 1 o sekundę wielką do góry.

Pierwszy składnik trójdźwięku –  $d^1$  brzmi zgodnie z częstotliwością stroju  $a^1 = 442$  Hz, ponieważ jest to dźwięk powstały na klawiaturze nr 2 (czyli dźwięk źródłowy, niepodlegający przetworzeniu). Natomiast dźwięki  $e^1$  i  $g^1$ , które po transpozycji zmieniają się w  $fis^1$  i  $a^1$ , wykazują niedostrój. Po przeprowadzonym teście częstotliwość  $fis^1$  wynosiła około 366 Hz (5,675 Hz poniżej normy, czyli 371,675 Hz w częstotliwości stroju  $a^1 = 442$  Hz), natomiast  $a^1$  osiągnęło około 433 Hz (9 Hz poniżej normy, czyli 442 Hz). Podane wyniki zawarto dodatkowo w poniższej tabeli nr 6.

**Tabela nr 6. Różnice w stroju dźwięków wtórnych w stosunku do ich właściwych częstotliwości – przypadek 3., kategoria 1., ułożenie 1.**

Dźwięk trójdźwięku	Składnik w trójdźwięku	Częstotliwość właściwa dla $a^1 = 442$ Hz	Częstotliwość z testu (w zaokrągleniu)	Różnica w stosunku do nastrojenia $a^1 = 442$ Hz (+ podsumowanie)
$d^1$	pryma	295 Hz	295 Hz	0 Hz (norma)
$fis^1$	tercja	371,675 Hz	366 Hz	- 5,675 Hz (niedostrój)
$a^3$	kwinta	442 Hz	433 Hz	- 9 Hz (niedostrój)

Analiza drugiego ułożenia (relacja  $a^1 - c^1$ )



Obraz 44/4. Przypadek 3., kategoria 1., drugie ułożenie. Zestawienie klawiatur różniących dwoma zmiennymi – strojem i relacją interwałową. Ruchoma klawiatura nr 2 (instrument) posiada strój  $a^1 = 442$  Hz. Pomiedzy klawiaturą nr 1 a nr 2 występuje relacja interwałowa seksty wielkiej do góry. Dźwięki wtórne znajdują się po prawej stronie od czerwonego klawisza klawiatury nr 1.



Dźwięk naciśnięty na ruchomej klawiaturze (nastrojonej do  $a^1 = 442$  Hz) –  $a^1$ .

Dźwięki użyte na nieruchomej klawiaturze (nastrojonej do  $a^1 = 440$  Hz) –  $e^1$  i  $g^1$ .

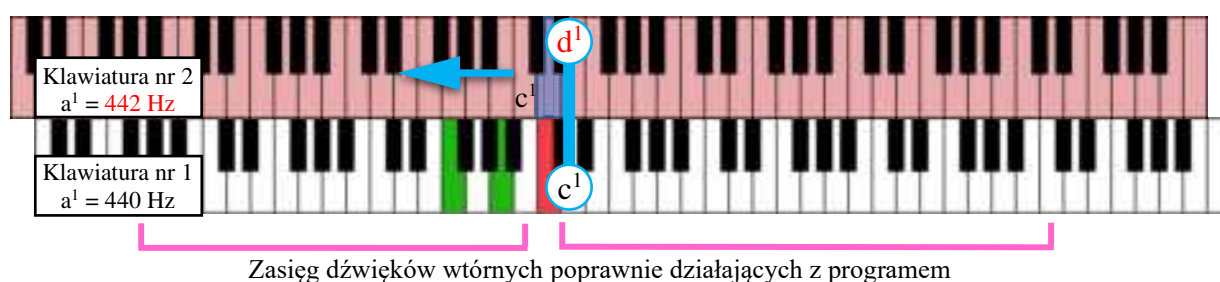
Relacja interwałowa pomiędzy klawiaturą nr 2 a nr 1:  $a^1 - c^1$  (seksta wielka do góry).

Z powyższego ułożenia powstał trójdźwięk A-dur w pozycji zasadniczej ( $a^1 - cis^2 - e^2$ ) z dźwiękami wtórnymi po prawej stronie od czerwonego klawisza klawiatury nr 1. Dźwięki  $e^1$  i  $g^1$  przekształciły się w  $cis^2$  i  $e^2$  z powodu relacji  $a^1 - c^1$  pomiędzy klawiaturą nr 2 a nr 1, co doprowadziło do transpozycji dźwięków klawiatury nr 1 o sekstę wielką do góry. Zbiór danych stanowi poniższa tabela nr 7.

**Tabela nr 7. Różnice w stroju dźwięków wtórnych w stosunku do ich właściwych częstotliwości – przypadek 3., kategoria 1., ułożenie 2.**

Dźwięk trójdźwięku	Składnik w trójdźwięku	Częstotliwość właściwa dla $a^1 = 442$ Hz	Częstotliwość z testu (w zaokrągleniu)	Różnica w stosunku do nastrojenia $a^1 = 442$ Hz (+ podsumowanie)
$a^1$	pryma	442 Hz	442 Hz	0 Hz (norma)
$cis^2$	tercja	556,885 Hz	556 Hz	+/- 0,885 Hz (norma)
$e^2$	kwinta	662,221 Hz	660 Hz	- 2,221 Hz (niedostrój)

Analiza trzeciego ułożenia (relacja  $d^1 - c^1$ )



Obraz 44/5. Przypadek 3., kategoria 1., trzecie ułożenie. Zestawienie klawiatur różniących dwoma zmiennymi – strojem i relacją interwałową. Ruchoma klawiatura nr 2 (instrument) posiada strój  $a^1 = 442$  Hz. Pomiędzy klawiaturą nr 1 a nr 2 występuje relacja interwałowa sekundy wielkiej do góry. Jest to ułożenie podobne do pierwszego, lecz z innymi dźwiękami wtórnymi (znajdującymi się po lewej stronie od czerwonego klawisza klawiatury nr 1).

Dźwięk naciśnięty na ruchomej klawiaturze (nastrojonej do  $a^1 = 442$  Hz) –  $d^1$ .

Dźwięki użyte na nieruchomej klawiaturze (nastrojonej do  $a^1 = 440$  Hz)  $f$  i  $a$ .

Relacja interwałowa pomiędzy klawiaturą nr 2 a nr 1:  $d^1 - c^1$  (sekunda wielka do góry).



Rezultatem tego połączenia dźwięków jest trójdźwięk G-dur w pozycji zasadniczej (g – h – d<sup>1</sup>) z dźwiękami wtórnymi po lewej stronie od czerwonego klawisza klawiatury nr 1. Z racji występowania relacji d<sup>1</sup> – c<sup>1</sup> (przesunięcia o interwał sekundy wielkiej do góry), dźwięki f i a stały się adekwatnie dźwiękami g i h. Dokładne dane o trójdźwięku prezentuje poniższa tabela nr 8.

**Tabela nr 8. Różnice w stroju dźwięków wtórnych w stosunku do ich właściwych częstotliwości – przypadek 3., kategoria 1., ułożenie 3.**

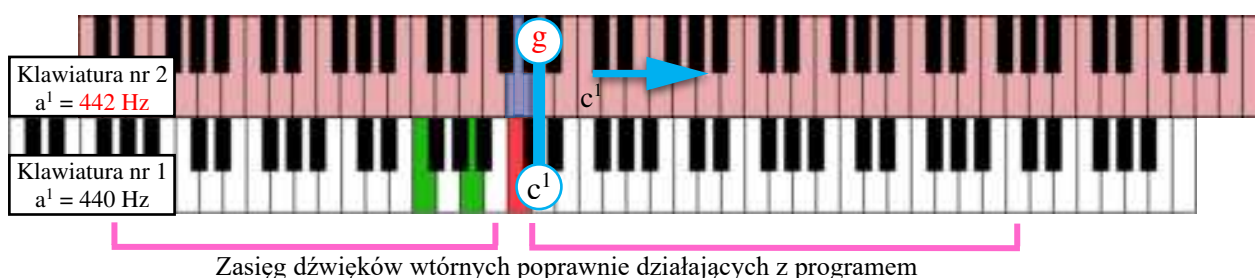
Dźwięk trójdźwięku	Składnik w trójdźwięku	Częstotliwość właściwa dla a <sup>1</sup> = 442 Hz	Częstotliwość z testu (w zaokrągleniu)	Różnica w stosunku do nastrojenia a <sup>1</sup> = 442 Hz (+ podsumowanie)
d <sup>1</sup>	kwinta	295 Hz	295 Hz	0 Hz (norma)
h	tercja	248,064 Hz	250 Hz	+ 1,936 Hz (nadstrój)
g	pryma	196,889 Hz	201 Hz	+ 4,111 Hz (nadstrój)

Analiza czwartego ułożenia (relacja g – c<sup>1</sup>)

Dźwięk naciśnięty na ruchomej klawiaturze (nastrojonej do a<sup>1</sup> = 442 Hz) – g.

Dźwięki użyte na nieruchomej klawiaturze (nastrojonej do a<sup>1</sup> = 440 Hz) f i a.

Relacja interwałowa pomiędzy klawiaturą nr 2 a nr 1: g – c<sup>1</sup> (kwarta czysta w dół).



Obraz 44/6. Przypadek 3., kategoria 1., czwarte ułożenie. Zestawienie klawiatur różniących dwoma zmiennymi – strojem i relacją interwałową. Ruchoma klawiatura nr 2 (instrument) posiada strój a<sup>1</sup> = 442 Hz. Pomiędzy klawiaturą nr 1 a nr 2 występuje relacja interwałowa kwarty czystej w dół. Dźwięki wtórne znajdują się po lewej stronie od czerwonego klawisza klawiatury nr 1.

Czwarta analiza dotyczy trójdźwięku C-dur w pozycji zasadniczej (C – e – g) z dźwiękami wtórnymi po lewej stronie od czerwonego klawisza klawiatury nr 1 (nieruchomej).

Dźwięki f i a pod wpływem relacji  $g - c^1$  zostały przetransponowane kwartę czystą w dół do odpowiednio dźwięków C i e. Szczegóły dotyczące trójdźwięku przedstawia tabela nr 9.

**Tabela nr 9. Różnice w stroju dźwięków wtórnych w stosunku do ich właściwych częstotliwości – przypadek 3., kategoria 1., ułożenie 4.**

Dźwięk trójdźwięku	Składnik w trójdźwięku	Częstotliwość właściwa dla $a^1 = 442$ Hz	Częstotliwość z testu (w zaokrągleniu)	Różnica w stosunku do nastrojenia $a^1 = 442$ Hz (+ podsumowanie)
g	kwinta	196,889 Hz	196,889 Hz	0 Hz (norma)
e	tercja	165,563 Hz	165 Hz	+/- 0,563 Hz (norma)
C	pryma	131,408 Hz	130 Hz	- 1,408 Hz (niedostrój)

Wnioski z kategorii 1.

Przyglądając się powyższym analizom, zaobserwować można wzrastające niedostroje po prawej stronie od czerwonego klawisza klawiatury nr 1 oraz wzrastające nadstroje po stronie lewej. Ponadto, w ułożeniach drugim i czwartym zauważono, że trzeci składnik trójdźwięków pozostaje w normie względem częstotliwości właściwej. Różnice częstotliwościowe wahają się w granicach 0,5 Hz – 9 Hz.

W chwili pisania niniejszej pracy niemożliwe jest ustalenie uniwersalnego schematu obliczeń, który połączyłby ze sobą wyniki powyższych tabel. Na ich różnice częstotliwościowe wpływa zbyt wiele zmiennych czynników.

Kategoria 2. – Rozstawienie każdego składnika współbrzmienia w innej oktawie

Warunki:

- Klawiatura nr 1 w stroju  $a^1 = 440$  Hz; klawiatura nr 2 –  $a^1 = 442$  Hz;
- Pierwsze ułożenie dźwięku klawiatury nr 2 do czerwonego klawisza klawiatury nr 1:  $d^1 - c^1$  (tzn. transpozycja dźwięku źródłowego o sekundę wielką powyżej  $c^1$ ); pozycja dźwięków wtórnych na klawiaturze nr 1 – po prawej stronie od czerwonego klawisza;
- Drugie ułożenie dźwięku klawiatury nr 2 do czerwonego klawisza klawiatury nr 1:  $d1 - c1$  (tzn. transpozycja dźwięku źródłowego o sekundę wielką powyżej  $c^1$ ); pozycja dźwięków wtórnych na klawiaturze nr 1 – po lewej stronie od czerwonego klawisza;

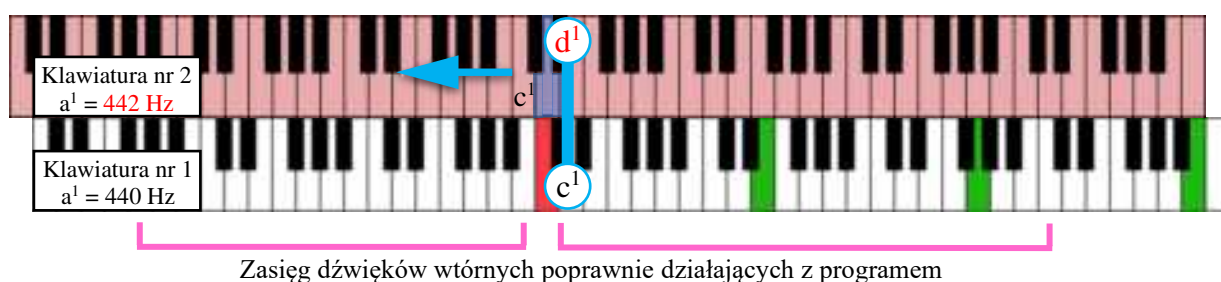
- Każdy składnik czterodźwięku umiejscowiono w kolejnych oktawach w kierunkach do góry lub w dół.

Analiza pierwszego ułożenia (relacja  $d^1 - c^1$ )

Dźwięk naciśnięty na ruchomej klawiaturze (nastrojonej do  $a^1 = 442$  Hz) –  $d^1$ .

Dźwięki użyte na nieruchomej klawiaturze (nastrojonej do  $a^1 = 440$  Hz) –  $e^2$ ,  $g^3$  i  $h^4$ .

Relacja interwałowa pomiędzy klawiaturą nr 2 a nr 1:  $d^1 - c^1$  (sekunda wielka do góry).



Obraz 44/7. Przypadek 3., kategoria 2., pierwsze ułożenie. Zestawienie klawiatur różniących dwoma zmiennymi – strojem i relacją interwałową. Ruchoma klawiatura nr 2 (instrument) posiada strój  $a^1 = 442$  Hz. Pomiędzy klawiaturą nr 1 a nr 2 występuje relacja interwałowa sekundy wielkiej do góry. Dźwięki wtórne znajdują się po prawej stronie od czerwonego klawisza klawiatury nr 1. Dodatkowo, są one od siebie bardzo oddalone.

Opisana poniżej w tabeli nr 10 analiza pierwszego ułożenia przedstawia czterodźwięk D-dur septymowy w pozycji zasadniczej, który ze względu na badanie zmian częstotliwości stroju został rozlokowany w zasięgu czterech oktaw ( $d^1 - fis^2 - a^3 - c^5$ , po jednym składniku akordu na każdą oktawę). Wszystkie składniki (dźwięki wtórne) znajdują się po prawej stronie od czerwonego klawisza klawiatury nr 1. Zgodnie z relacją  $d^1 - c^1$  są one przetransponowanymi o sekundę wielką w górę dźwiękami  $e^2$ ,  $g^3$  i  $h^4$ .

**Tabela nr 10. Różnice w stroju dźwięków wtórnych w stosunku do ich właściwych częstotliwości – przypadek 3., kategoria 2., ułożenie 1.**

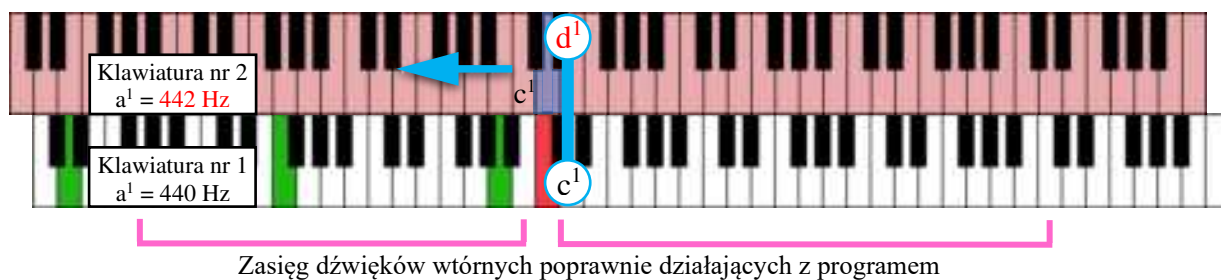
Dźwięk czterodźwięku	Składnik w trójdźwięku	Częstotliwość właściwa dla $a^1 = 442$ Hz	Częstotliwość z testu (w zaokrągleniu)	Różnica w stosunku do nastrojenia $a^1 = 442$ Hz (+ podsumowanie)
$d^1$	pryma	295 Hz	295 Hz	0 Hz (norma)
$fis^2$	tercja	743,353 Hz	717 Hz	- 26,353 Hz (niedostrój)
$a^3$	kwinta	1768 Hz	1684 Hz	- 84 Hz (niedostrój)
$c^5$	septyma	4205,037 Hz	4465 Hz	+ 259,963 (nadstrój)

## Analiza drugiego ułożenia (relacja $d^1 - c^1$ )

Dźwięk naciśnięty na ruchomej klawiaturze (nastrojonej do  $a^1 = 442$  Hz) –  $d^1$ .

Dźwięki użyte na nieruchomej klawiaturze (nastrojonej do  $a^1 = 440$  Hz) –  $\underline{D}$ , F i a.

Relacja interwałowa pomiędzy klawiaturą nr 2 a nr 1:  $d^1 - c^1$  (sekunda wielka do góry).



Obraz 44/8. Przypadek 3., kategoria 2., drugie ułożenie. Zestawienie klawiatur różniących dwoma zmiennymi – strojem i relacją interwałową. Ruchoma klawiatura nr 2 (instrument) posiada strój  $a^1 = 442$  Hz. Pomiędzy klawiaturą nr 1 a nr 2 występuje relacja interwałowa sekundy wielkiej do góry. Dźwięki wtórne znajdują się po lewej stronie od czerwonego klawisza klawiatury nr 1. Dodatkowo, są one od siebie bardzo oddalone.

Analiza drugiego ułożenia przedstawia czterodźwięk e-moll septymowy w pozycji zasadniczej (struktura:  $\underline{E} - G - h - d^1$ ), który podobnie jak w przypadku pierwszego ułożenia, rozmieszczono w czterech oktawach. Tym razem dźwięki wtórne znajdują się po lewej stronie od czerwonego klawisza klawiatury nr 1. Akord ten powstał z podwyższenia dźwięków wtórnych (tzn. należących do klawiatury nr 1)  $\underline{D}$ , F i a o sekundę wielką w górę na skutek relacji  $d^1 - c^1$ . Szczegółowe dane zawarto w tabeli nr 11.

**Tabela nr 11. Różnice w stroju dźwięków wtórnych w stosunku do ich właściwych częstotliwości – przypadek 3., kategoria 2., ułożenie 2.**

Dźwięk czterodźwięku	Składnik w trójdzźwięku	Częstotliwość właściwa dla $a^1 = 442$ Hz	Częstotliwość z testu (w zaokrągleniu)	Różnica w stosunku do nastrojenia $a^1 = 442$ Hz (+ podsumowanie)
$d^1$	septyma	295 Hz	295 Hz	0 Hz (norma)
h	kwinta	248,064 Hz	250 Hz	+ 1,936 Hz (nadstrój)
G	tercja	98,444 Hz	101 Hz	+ 2,556 Hz (nadstrój)
$\underline{E}$	pryma	41,390 Hz	72 Hz	+ 30,61 (nadstrój)

Wnioski z kategorii 2.

Wyniki tabel zarówno z pierwszego jak i z drugiego ułożenia wskazują, że analogicznie do kategorii 1. dźwięki wtórne ulegają zniekształceniu. Jednak różnice w stosunku do ich prawidłowych częstotliwości są większe i szybciej wzrastają. Wyjątek stanowią dźwięki z obydwu skrajów klawiatury MIDI, gdzie systematyczny wzrost zostaje zakłócony bądź całkowicie odwrócony na skutek nieprawidłowości kodu wewnątrz programu.

Dla dźwięków wtórnych mieszczących się po prawej stronie od czerwonego klawisza występują wartości ujemne względem nastrojenia  $a^1 = 442$  Hz, co oznacza ich niedostrój. Te znajdujące się po lewej stronie wykazują nadstrój, a ich wynik w porównaniu z nastrojeniem  $a^1 = 442$  Hz jest dodatni.

Patrząc na zestawienie różnic w stosunku do nastrojenia  $a^1 = 442$  Hz w obu tabelach widać znacznie różniące się wartości liczb – w tabeli nr 11 są one z zakresu 0 Hz – 2,556 Hz, natomiast w tabeli nr 10 – od - 84 Hz do 0 Hz. Powodem tego jest rozmieszczenie badanych współbrzmień w innych oktawach. W niskich oktawach różnice częstotliwościowe pomiędzy dźwiękami są małe. Wzrastają one wraz z przechodzeniem do wyższych oktaw w postępie geometrycznym – podobnie jak każda częstotliwość kolejnego dźwięku jest większa od poprzedniej o wartość  $\sqrt[12]{2}$  (tj.  $\approx 1.059463$ ), zgodnie z zasadą dwunastostopniowego podziału oktawy w systemie równomiernie temperowanym.

Należy wziąć pod uwagę, że zastosowany wzór można przytoczyć tylko do obserwacji z powyższych dwóch tabeli i podczas porównywania z innymi przykładami może znacząco się różnić.

Nadal istnieje wiele czynników, które mogą zmienić wynik obliczeń, m.in. zmiana dźwięku na instrumencie, nieprecyzyjność stroju niektórych dźwięków w instrumencie, minimalne zmiany w udźwięcznieniu dźwięku (tzn. zmiana układu ust, pozycji języka, inna prędkość i kąt włączanego w ustnik powietrza itp.), dobór innych dźwięków wtórnych i oktaw, efekt quasi-dudnienia (tzn. opisana wcześniej nieprawidłowość w kodzie programu).

## *Podsumowanie*

W obecnej wersji harmonizatora jego strój jest daleki od sprawnie działającego. Zdaję sobie też sprawę, że nie uda mi się całkowicie go skalibrować, ponieważ część jego mechaniki zależy od instrumentu konwencjonalnego. Zaś strój każdego instrumentu to rzecz indywidualna i unikatowa – przy jego użyciu można odróżnić od siebie dwa identyczne modele. Stąd też trudno zaprojektować harmonizator o dopasowaniu uniwersalnym.

W momencie pisania niniejszej pracy, stwierdzam, że nie jestem w stanie określić dokładnej przyczyny nieścisłości w kodzie. Jednakże opierając się na zebranej wiedzy i obserwacji dostrzegam, że w pewnym stopniu harmonizator naśladuje zjawisko dudnienia na podstawie porównywania sygnału z dźwięku źródłowego z danymi MTS. Dalsze prace ulepszające harmonizator będą konsultowane ze specjalistami z wyżej wymienionych dziedzin w celu uzyskania najefektywniejszej synchronizacji dwuskładnikowego stroju.

Proces usprawniania stroju harmonizatora należy zacząć od głębszego przeanalizowania kodu programu. Następnie trzeba byłoby naprawić obecnie wykryte usterki. W końcowej fazie konieczne byłoby stworzenie dodatkowego obiektu wewnątrz programu, który automatycznie wykrywałby niedoskonałości w stroju instrumentu, dopasowałby do niego strój harmonizatora oraz dawał możliwość precyzyjnego przestroju dźwięków wtórnych np. o wartości mikrotonalne. Jest to jednak bardzo ambitny projekt, wymagający sporządzenia odpowiednich algorytmów oraz prawdopodobnie stworzenia sztucznych sieci neuronowych, dzięki którym program uczyłby się lepiej radzić z kolejnymi przypadkami niestroju.

Przeprowadzone badania nad strojem na różnych współbrzmieniach i w odmiennych warunkach wykazały konkretne sposoby działania harmonizatora, na podstawie których można opracować kierunki jego usprawnienia. Wskazały także, jakie czynności należy podjąć, aby zminimalizować problem niestroju w jego aktualnej wersji. Dzięki obserwacjom wiadomo, że:

- częstotliwość nastrojenia instrumentu ma wpływ na dźwięki wtórne; nie wiadomo jednak, jaką formę posiada efekt quasi-dudnienia, to znaczy:
  - jaki jest schemat obliczeniowy, gdy na MTS nakłada się dźwięk instrumentu;
  - jak zmienia się wyżej opisany schemat w przypadku obniżenia bądź podniesienia częstotliwości nastrojenia instrumentu;

- istnieje nieścisłość w kodzie „blokująca” wartości częstotliwościowe skrajnych dźwięków klawiatury MIDI;

Po przeprowadzonych dodatkowych doświadczeniach z różnorodnymi współbrzmieniami na klawiaturze MIDI wynika, że zniekształcenie dźwięków wtórnych związanych z nieścisłością kodu rozpoczyna się mniej więcej w granicach dźwięków  $c^4$  przy prawej granicy klawiatury i  $G$  przy lewej granicy klawiatury.

- na nieprawidłowe częstotliwości dźwięków wtórnych oddziałują cztery czynniki. Czynniki te mogą występować równocześnie. Należą do nich:
  - indywidualne cechy instrumentu;

Dwa identycznie wyglądające instrumenty mogą różnić się przykładowo strukturą materiału, z którego powstały oraz precyzją wykonania – czyli indywidualnymi cechami. Te czynniki oddziałują do pewnego stopnia m.in. na komfort gry, barwę dźwięku i strój instrumentu. Na przykład milimetrowe różnice w odległości pomiędzy dwoma wywierconymi kominami dźwiękowymi w saksofonie mogą spowodować kilkuhercowy niestój danego dźwięku. Cechy tego typu mogą stać się wyraźniejsze podczas zamiany dźwięku źródłowego w dźwięki wtórne.

- inna wartość częstotliwości nastrojenia instrumentu w stosunku do systemu MTS;

Im większa różnica pomiędzy daną wartością a wartością systemu MTS, tym efekt braku zestrojenia wzrasta. Przykład: efekt niestroju jest bardziej zauważalny w częstotliwości nastrojenia  $a^1 = 445$  Hz niż w  $a^1 = 442$  Hz.

Najbardziej optymalną częstotliwością nastrojenia instrumentu do harmonizatora jest  $a^1 = 440$  Hz z powodu identyczności do częstotliwości nastrojenia systemu MTS;

- relacja interwałowa pomiędzy dźwiękiem źródłowym a klawiaturą MIDI;

Każdy interwał nieco inaczej wpływa na częstotliwość stroju dźwięków wtórnych. Zmienia się wtedy „punkt styku” klawiatury nr 2 (tj. klawiatury MIDI) z klawiaturą nr 1 (tj. dźwiękiem źródłowym), co oddziałuje na strukturę fali wypadkowej quasi-dudnienia.

Inaczej mówiąc, zmiana relacji interwałowej powoduje przemieszczenie punktów interferencji konstruktywnej i destruktywnej, przez co fala wypadkowa ma inny kształt (cykliczne wzmocnienia i wygaszenia występują w innych miejscach).

- miejsce ich ulokowania względem czerwonego klawisza na klawiaturze MIDI;

Im dalej oddalony jest dany dźwięk wtórny od czerwonego klawisza, tym większe zniekształcenie częstotliwości względem prawidłowej wartości dla danego nastrojenia (np. dla nastrojenia do  $a^1 = 442$  Hz prawidłowa częstotliwość dźwięku  $d^2$  w 12-tonowym systemie równomiernie temperowanym wynosi 590 Hz).

Wzrost różnic ma charakter zbliżony do geometrycznego, tak jak w przypadku wzrostu częstotliwości kolejnych dźwięków w systemie równomiernie temperowanym. Jednakże wartości te zależą również od efektu quasi-dudnienia oraz od częstotliwości nastrojenia instrumentu (np. nieco różnią się w przypadku nastrojenia do  $a^1 = 442$  Hz lub do  $a^1 = 445$  Hz); Wartości ze skrajnych dźwięków wtórnych nie są brane pod uwagę ze względu na wyżej wymienioną nieścisłość w kodzie.

- strój instrumentu konwencjonalnego i MTS mają podobne cechy (charakterystyka stroju instrumentu i MTS oraz ich podobieństwo);

Odległości (stosunki) częstotliwościowe między półtonami w dwunastostopniowym systemie równomiernie temperowanym mają charakter stały i bezwzględny. System MTS funkcjonuje podobnie, tyle że w elektronicznej postaci. Jest to zbiór ustalonych, uporządkowanych i niezmiennych wartości częstotliwościowych przypisanych do każdego dźwięku. Każda wysokość oddalona jest od siebie w stosunku zgodnym ze współczynnikiem  $\sqrt[12]{2}$  oraz z nastrojeniem  $a^1 = 440$  Hz.

- istnieje zależność MTS od stroju instrumentu konwencjonalnego (obserwacja na podstawie analizy obydwu strojów pod względem stopnia oddziaływania na strukturę częstotliwościową i brzmienie dźwięków wtórnych; hierarchia pierwszeństwa).



Dźwięki wtórne to produkt harmonizatora, który stanowi istotne kryterium jego prawidłowego działania. Analizując dźwięki wtórne można określić, który z dwóch strojów (tzn. MTS czy strój instrumentu) bardziej wpływa na zmianę ich struktury częstotliwościowej i brzmienia. Z obserwacji oddziaływania obydwu strojów na wartości częstotliwościowe dźwięków wtórnych wynika, że nie MTS, lecz strój instrumentu ma kluczową rolę na zmianę kształtu fali wypadkowej quasi-dudnienia i tym samym wpływa on na dany rozkład wspomnianych wartości.

Na podstawie powyższej analizy można zastosować podział hierarchizujący obydwie stroje pod względem pierwszeństwa oddziaływania na dźwięki wtórne (czyli produkt harmonizatora). Zatem strój instrumentu pełni w tym przypadku rolę pierwszorzędą, natomiast MTS – rolę drugorzędą.

Dzięki ustalonemu porządkowi wiadomo, jak wyglądać będzie koncepcja obiektu<sup>118</sup> odpowiedzialnego za dopasowywanie stroju w ulepszonej wersji harmonizatora. Ponieważ MTS jest strojem drugorzędnym, to właśnie on powinien posiadać funkcje dostrajania się. Z tego powodu dodane zostaną odpowiednie elementy adaptujące go do stroju pierwszorzędnego.

---

<sup>118</sup> Obiekt ten (lub dokładniej zespół kilku obiektów) będzie stanowił bezpośrednie rozwiązanie problemu niestroju w Harmonizatorze Kontrolowanym.

### *Maskowanie niestroju – następstwo podsumowania i rozwiązanie pośrednie*

Maskowanie niestroju to pośrednie rozwiązanie występującego w harmonizatorze problemu zestrojenia instrumentu konwencjonalnego z MTS. Składa się ono z kilku opisanych poniżej czynności.

Aby zamaskować niedoskonałość stroju harmonizatora (i tym samym współbrzmienia), należy wziąć pod uwagę kilka czynników oraz odpowiednio je ze sobą połączyć. Należą do nich:

- akustyka pomieszczenia;

W miejscach o większej powierzchni niestrój łatwiej zamaskować, zaś w małych, dobrze wyłumionych salach staje się on bardziej wyraźny.

- poziom skoncentrowania słuchacza w danej chwili;

Jest to raczej czynnik losowy, zmieniający się m.in. od pory dnia, pogody, zmęczenia, emocji, leków i używek, wieku, zdrowia, samopoczucia itp. Stąd rzadko wiadomo jaki jest poziom koncentracji słuchacza i nie można się na nim opierać.

- nastrojenie instrumentu do harmonizatora;

Aby zminimalizować efekt quasi-dudnienia na dźwiękach wtórnych i tym samym zestroić ze sobą składniki współbrzmienia, należy przemyśleć możliwość nastrojenia instrumentu do częstotliwości  $a^1 = 440$  Hz, która występuje w systemie MTS.

- regulacja głośności pomiędzy dźwiękiem źródłowym instrumentu a dźwiękami wtórnymi harmonizatora;

Poprzez zmniejszenie wrażliwości mikrofonów oraz ściszenie głównego regulatora głośności w panelu nagłośnienia można nie tylko wyciszyć dźwięki wtórne, lecz także uregulować balans głośności pomiędzy instrumentem a harmonizatorem, co przyczyni się do zmniejszenia słyszalności niestroju.

- unikanie głośnych poziomów dynamicznych;

Korzystanie z głośnych poziomów dynamicznych (od mezzo forte do fortissimo possibile) potęguje efekt niestroju. Z tego względu należy rozsądnie korzystać z głośnych zakresów dynamicznych.

Proponowanym, optymalnym rozwiązaniem jest zmniejszenie natężenia dźwięku (tzn. wykorzystanie poziomów dynamicznych od pianissimo possibile do mezzo forte) oraz użycie regulacji głośności pomiędzy dźwiękiem źródłowym instrumentu a dźwiękami wtórnymi harmonizatora (metoda omówiona we wcześniejszym punkcie).

- technika vibrato;

Korzystanie z tej techniki pozwala skutecznie radzić sobie z niedoskonałościami stroju poprzez ciągłą i minimalną zmianę wysokości dźwięku źródłowego – co oczywiście wpływa poprzez paralelizm<sup>119</sup> na częstotliwość dźwięków wtórnych.

- szybkie przechodzenie pomiędzy serią współbrzmień bądź granie ich krótko, co jakiś czas;

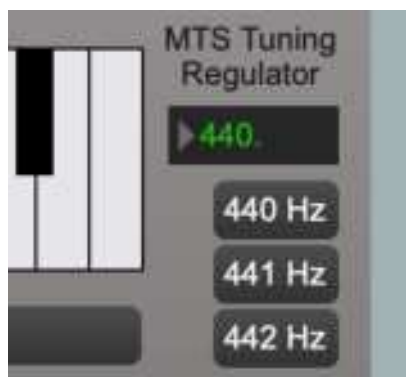
Wytwarzanie serii współbrzmień w szybkim tempie, granie ich na krótkich wartościach rytmicznych lub używanie ich niezbyt często także pozwala zamaskować niedoskonałości stroju harmonizatora.

- mieszanie wyżej wymienionych sposobów.

Doświadczony, wrażliwy muzyk zapewne będzie korzystał z kilku wymienionych powyżej sposobów w zależności od potrzeb utworu/wykonania, aby otrzymać jak najefektywniejszy poziom zamaskowania trudności w stroju.

---

<sup>119</sup> W opisanym przypadku paralelizm polega na przeniesieniu efektu vibrato z dźwięku źródłowego na dźwięki wtórne. Program kopiuje sygnał dźwięku źródłowego wraz z techniką vibrato i wytwarza niemalże identyczne vibrato w dźwiękach wtórnych.



Obraz 45. Regulator stroju MTS znajduje się z prawej strony od Klawiatury MIDI.

W dniu 16.11.2022 r. do obecnej wersji Harmonizatora Kontrolowanego, w Głównym Panelu Operacyjnym dodano 9. obiekt – **Regulator stroju MTS** (ang. MTS Tuning Regulator). Umiejscowiono go z prawej strony Klawiatury MIDI. Składa się z okienka do swobodnej regulacji stroju (za pomocą wpisania odpowiedniej wartości częstotliwości) oraz trzech przycisków szybkiego przestrojenia do współcześnie stosowanych częstotliwości 440 Hz, 441 Hz i 442 Hz.

Regulator stroju MTS dołączono z myślą o usprawnieniu stroju harmonizatora. Pozwala on na zmianę wartości stroju MTS o dowolną wartość. Z tego względu uzyskano możliwość sterowania MTS-em i minimalną poprawę efektu dudnienia. Niestety, problem niestroju i dudnienia nadal pozostał. Jednakże, dzięki tej obserwacji można stwierdzić, że przyczyna niestroju ma charakter bardziej złożony i wymaga wnikliwej analizy kodu programu w celu znalezienia i naprawy błędów.

Jak wcześniej wspomniano, dalsze prace nad usprawnieniem stroju harmonizatora będą nadal kontynuowane.

### 3.5. Zależność odbioru barwy współbrzmienia od wariantów i skali instrumentu/głosu

Umiejscowienie dźwięku źródłowego w konkretnym składniku wpływa na odbiór barwy współbrzmienia oraz na częstotliwość pozostałych składników<sup>120</sup>. Rozwijając stwierdzenie, wybór pozycji dźwięku źródłowego we współbrzmieniu (tzn. dobór wariantu) oddziałuje na jego pozostałe składniki będące dźwiękami wtórnymi.

W momencie testowania kilkunastu akordów z Biblioteki w różnych wariantach wykazano również, że współbrzmienie brzmi w znacznym stopniu naturalnie, jeśli wariant danego współbrzmienia dopasuje się do skali głosu lub instrumentu, a dźwięki wtórne

<sup>120</sup> Zmiana częstotliwości pozostałych składników współbrzmienia (w sensie – dźwięków wtórnych harmonizatora) zachodzi pod wpływem czynników opisanych w podrozdziale 3.4. pt. „Strój harmonizatora”. W szczególności chodzi o częstotliwość nastrojenia dźwięku źródłowego względem MTS oraz relację interwałową, czyli interwał transpozycyjny pomiędzy dźwiękiem MIDI 60 a granym dźwiękiem źródłowym.

rozmieszczone będą od dźwięku źródłowego (tzn. czerwonego klawisza na klawiaturze MIDI) w stronę prawą lub lewą mniej więcej w obszarze trytonu.

Wyrażenie „w znacznym stopniu naturalnie” można by skrócić do określenia „quasi-naturalnie”. W tym kontekście oznacza ono, że dane współbrzmienie przypomina brzmienie konwencjonalnych instrumentów polifonicznych lub zespołu wokalnego, lub zespołu kameralnego złożonego z instrumentów monofonicznych pochodzących z tej samej bądź podobnej rodziny, reprezentujących inne wysokości głosów. Do wymienionych grup należą m.in. fortepian, gitara, skrzypce, kameralne zespoły saksofonowe, smyczkowe, wokalne, chór itp.

To, czy dane współbrzmienie brzmi jak np. kwartet smyczkowy czy zespół wokalny zależy oczywiście od tego, jaki instrument został użyty w połączeniu z harmonizatorem. W tym przypadku byłyby to albo skrzypce, albo wokalista/wokalistka.

Przemiana brzmienia w sztuczne przebiega stopniowo wraz z oddalaniem się kolejnych dźwięków wtórnych (tzn. składników współbrzmienia) od dźwięku źródłowego o coraz większe interwały. Skutkuje to wzrastającymi różnicami w częstotliwościach pomiędzy oddalającymi się dźwiękami transponowanymi a dźwiękiem źródłowym. Im większa ta różnica, tym bardziej „przetworzony” przez komputer staje się dźwięk źródłowy znajdujący się w każdym dźwięku wtórnym.

Należy pamiętać, że dźwięk wtórny to dźwięk źródłowy poddany przetworzeniu, czyli przetransponowaniu o pewien interwał ustalony na klawiaturze MIDI.

Dodatkowo na jakość barwy współbrzmienia wpływają także poniższe czynniki:

- moc obliczeniowa komputera, na którym uruchomiono Harmonizator Kontrolowany oraz jakość aparatury elektronicznej (tzn. mikrofonów, interfejsu audio, głośników, okablowania bądź portu Bluetooth).

Im mocniejszy sprzętowo komputer i im wyższej jakości sprzęt elektroniczny, tym lepsze brzmienie dźwięków wtórnych. Dzięki temu naturalna fala dźwiękowa instrumentu zostaje dokładniej odtworzona w wersji sygnału cyfrowego.

- ustawienia wewnątrz harmonizatora, czyli w tzw. DSP (skrót od Digital Sample Processor/Processing, pl. Przetwornik/Przetwarzanie Cyfrowych Próbek), obecnie znanym pod nazwą Audio Status.

Ustawieniom podlegają m.in. częstotliwość próbkowania dźwięku, liczba próbek wysyłanych w tym samym czasie do interfejsu audio i z powrotem do harmonizatora, liczba próbek przetwarzanych przez obiekty zawarte w wewnętrznej konstrukcji harmonizatora, procentowe obciążenie procesora komputera na wykonywanie zadań harmonizatora.

Jeśli użytkownik zdecyduje się użyć współbrzmień zawierających składniki bardzo oddalone od dźwięku źródłowego (czerwonego klawisza na klawiaturze), czyli w obszarze większego interwału niż tryton, wtedy każdy z tych składników zacznie brzmieć coraz bardziej nienaturalnie, a następnie sztucznie.

Wspomniana sztuczność przejawia się w postaci zniekształcenia barwy danego instrumentu bądź głosu ludzkiego. Rodzaj sztuczności zależy od tego, czy składnik położony jest z prawej lub z lewej strony od centrum na klawiaturze.

Jeśli składniki współbrzmienia położone są po stronie prawej od czerwonego klawisza, to w przypadku instrumentu zaczynają brzmieć coraz bardziej „cienko”. Na początku odnosi się wrażenie, że są lekko piskliwie, a potem dźwięk staje się elektroniczny. Po lewej stronie od centrum barwy dźwięków wtórnych przekształcają się w coraz „ciemniejsze”, „grubsze”, „mrużące”, „chropowate”.

W przypadku głosu ludzkiego, składniki współbrzmienia zlokalizowane po prawej stronie brzmią karykaturalnie, jak głosy „postaci z kreskówek”, a następnie zmiernają do barwy elektronicznej. W kierunku składników ulokowanych z lewej strony – coraz ciemniejsze, chropowate i nienaturalnie grube w barwie.

Chcąc zrozumieć zależność zmiany barw dźwięków wtórnych (tzn. składników współbrzmienia) od ich położenia na klawiaturze MIDI, należało rozpocząć badania od ustalenia rodzaju instrumentów wykorzystywanych do doświadczeń, a następnie przeprowadzić testy na klawiaturze MIDI, wykazujące jej różnorodne właściwości.

Do zbadania wspomnianego wyżej zjawiska, zdecydowałem się wybrać za przykład głos ludzki i saksofon, gdyż są one ze sobą zbliżone m.in. zakresem rozpiętości dźwiękowych. Zapoznałem się również w stopniu wystarczającym z działaniem obydwu instrumentów.

W ramach uzupełnienia, aby można było dokładniej zapoznać się wynikami badań, obydwie instrumenty podzielono na podstawowe typy [dla głosu ludzkiego: sopran, alt, tenor, bas (z dodatkowym uwzględnieniem barytonu); dla saksofonu: sopran, alt, tenor, baryton] i porównano ze sobą ich rozpiętości dźwiękowe. Zestawienie analizy prezentuje tabela nr 12. Na potrzeby eksperymentów, spośród tych typów wybrano dla głosu ludzkiego skalę barytonu

(ze względu na typ głosu, który posiadam i również z tego powodu, że osobiście przeprowadzałem badanie), a dla saksofonu – typ altowy i tenorowy.

**Tabela nr 12. Porównanie rozpiętości dźwiękowych podstawowych głosów ludzkich i typów saksofonu w stroju C**

Podstawowe rodzaje głosu/typy instrumentu	Głos ludzki (w skali chóralnej)	Saksofon (w stroju C, tzw. „koncertowym”)
Sopran	$c^1 - a^2$	$as - e^3 (f^3)^{121}$
Alt	$f - f^2$	$des - a^2$
Tenor	$c - c^2$	$As - e^2$
Bas/Baryton	Bas: $E - e^1$ / Baryton: $A - f^1$	Baryton: (C) $Des - a^1$

### *Eksperyment nr 1*

Po przyswojeniu informacji o rozpiętości skal poszczególnych typów głosu ludzkiego i saksofonu, skupiłem się na ustaleniu na klawiaturze MIDI tzw. „strefy barwy quasi-naturalnej” (tj. przypominającej naturalny kolor instrumentu), „sektorów modulacji barwy dźwięku”, czyli granic występowania barw przekształconych (m.in. nienaturalnych i sztucznych) oraz „standardowego rozmieszczenia sektorów na klawiaturze MIDI”, tzn. ogólnego, najczęściej występującego rozkładu sektorów, będącego punktem odniesienia do dalszych badań nad ich właściwościami.

W tym celu przeprowadzony został pierwszy, rozpoznawczy eksperyment, polegający na obserwacji właściwości klawiatury MIDI przy użyciu głosu – na jednym, losowym dźwięku. Dzięki kilkukrotnemu powtórzeniu testu, udało się wyznaczyć lewą i prawą granicę strefy quasi-naturalnej oraz podzielić klawiaturę na siedem obszarów – „sektorów”, w których pojawia się znaczna słyszalna modulacja barwy dźwięku.

Na podstawie obserwacji zmian barwy dźwięku zdecydowano, że uporządkowanie sektorów zaczynnie się od środka – czerwonego klawisza i zarazem dźwięku źródłowego. Kolejne sektory rozchodzić się będą w kierunku do prawego i lewego skraju klawiatury.

<sup>121</sup> Dźwięki zapisane w nawiasie przedstawiają rozszerzoną skalę, dostępną w niektórych markach i typach saksofonów. Nowsze modele zazwyczaj posiadają już skalę rozszerzoną ze względu na usprawnioną konstrukcję i mechanikę klap na korpusie instrumentu.

Środkowy obszar z ulokowanym w nim czerwonym klawiszem otrzymał nazwę sektora I. Jego zasięg obejmuje interwał oktawy czystej, licząc od jego lewej granicy do prawej. Zakres ten pokrywa się także z obszarem występowania strefy quasi-naturalnej. Stąd sektor I jest tożsamy ze strefą quasi-naturalną, przez co ich nazwy mogą być używane zamiennie.

Od sektora I w kierunku rozchodzącym umieszczono pozostałych sześć sektorów. Po prawej stronie są to kolejno sektory IIA, IIIA i IVA, po lewej stronie IIB, IIIB i IVB. Dodanie wielkich liter „A” i „B” do cyfr rzymskich ma na celu rozróżnienie, po której stronie od dźwięku źródłowego zostały one umiejscowione.

Porządek sektorów od lewego do prawego skraju klawiatury prezentuje się w następujący sposób: IVB – IIIB – IIB – I – IIA – IIIA – IVA. Podział sektorów na klawiaturze MIDI przedstawia poniższy obraz 46.



Obraz 46. Wizualizacja standardowego porządku rozmieszczenia sektorów modulacji barwy dźwięku na klawiaturze MIDI. Ze względów praktycznych i technicznych nie są one widoczne w Harmonizatorze Kontrolowanym.

Pośrodku umiejscowiono strefę quasi-naturalną z czerwonym klawiszem, czyli sektor I. Po lewej stronie od czerwonego klawisza znajdują się sektory oznaczone wielką literą „B” – IVB, IIIB i IIB. Po stronie prawej mieszczą się sektory zawierające w nazwie literę „A” – IIA, IIIA i IVA.

Należy wziąć pod uwagę, że każdy sektor, pomimo podobnych nazw (np. IIIA i IIIB), posiada inną, specyficzną barwę dźwięku. Dalsze badania nad właściwościami sektorów z wykorzystaniem głosu ludzkiego i saksofonów opisano w eksperymentach drugim, trzecim i czwartym.



## *Eksperyment nr 2*

Drugi test dotyczył sprawdzenia ogólnych właściwości modulujących sektorów, niezależnych od typu głosu. Do jego przeprowadzenia użyty został mój typ głosu, czyli baryton. Podzielono go na 3 fazy:

- stosowanie zwykłej mowy;
- śpiew na kilku niskich dźwiękach;
- śpiew na kilku wysokich dźwiękach.

Eksperyment polegał na wciskaniu po kolei białych i czarnych klawiszy, zaczynając od pierwszego klawisza po prawej stronie czerwonego klawisza i przesuwać się do następnych sektorów. Następnie to samo działanie wykonano po lewej stronie.

Podczas zwykłej mowy w sposób przewidywalny modulacji ulegała barwa, która w przypadku oddalania się w prawy skraj klawiatury brzmiała coraz bardziej „cienko” i „karykaturalnie”, zaś w stronę lewą – „ciemniej” i „grubiej”. Zauważono też niewielką zmianę wysokości głosu na dźwiękach wtórnych bardziej oddalonych od czerwonego klawisza.

Podobny mechanizm sztucznej zmiany barwy wykorzystuje się np. w modulatorach głosu stosowanych przez policję, dziennikarzy śledczych, aplikacjach na komputer lub telefon, po inhalacji gazami wpływającymi na zmianę barwy głosu – helem i heksafluorkiem siarki (substancjami bezpiecznymi w niewielkich ilościach).

Warto w tym miejscu zaznaczyć, że na przykład melodia składająca się z pięciu śpiewanych po kolei dźwięków zostaje odwzorowana w identycznej postaci jako seria pięciu dźwięków źródłowych (to znaczy w skrócie: śpiew = dźwięk źródłowy).

Zmiany wysokości dźwięku wpływają także proporcjonalnie na wysokość naciskanych kolejno dźwięków wtórnych i przekształcanie się barw w poszczególnych sektorach.

Badanie wykazało, że najbardziej optymalny ze wszystkich sektorów barwowych okazał się sektor I (lewy skraj sektora brzmiał nieco mniej quasi-naturalnie). Reszta przedziałów miała nienaturalne brzmienie. Podsumowanie eksperymentu prezentuje poniższa tabela nr 13. Zawarłem w niej swoje wrażenia słuchowe opisujące zmodyfikowaną barwę jego głosu w każdym sektorze oraz dokładne określenie obszarów występowania poszczególnych sektorów. Porządek tabeli: od najniższej brzmiącego sektora po najwyższy.

**Tabela nr 13. Wrażenia słuchowe przetworzonej barwy głosu  
w poszczególnych sektorach**

Numer sektora	Interwałowy obszar występowania sektora (licząc od pierwszego dźwięku każdego nowego sektora)	Zakres klawiszy na klawiaturze MIDI	Wrażenie słuchowe
IVB	Kwinta czysta – 5	<u>C</u> - <u>G</u>	Głos bardzo niski, chroboczący, przypominający szum.
IIIB	Nona mała – 9>	<u>As</u> -A	Głos coraz niższy, poniżej skali basu, gruby, szorstki i chroboczący;
IIB	Kwinta czysta – 5	B-f	Wymowa nienaturalnie niska, jak w modulatorze głosu w trybie niskim lub przy inhalacji heksafluorkiem siarki;
I	Oktawa czysta – 8	fis-fis <sup>1</sup>	Głos quasi-naturalny; na lewej granicy basowy;
IIA	Septyma wielka – 7<	g <sup>1</sup> -fis <sup>2</sup>	Efekt karykaturalny, kreskówkowy, podobny do mowy po inhalacji helem lub modulatora głosu w trybie wysokim;
IIIA	Septyma wielka – 7<	g <sup>2</sup> -fis <sup>3</sup>	Wymowa piskliwa, wyobrażenie mowy kanarka z kreskówki;
IVA	Undecyma czysta – 11	g <sup>3</sup> -c <sup>5</sup>	Głos na wysokich częstotliwościach, elektroniczny ze słyszalnymi wysokimi alikwotami;

### *Eksperyment nr 3*

Trzeci eksperyment dotyczył wykorzystania saksofonów altowego i tenorowego<sup>122</sup> w celach:

- sprawdzenia, czy granice sektorów przy wykorzystaniu saksofonu zamiast głosu ludzkiego pozostaną takie same;
- udowodnienia hipotezy przemieszczania się strefy quasi-naturalnej (i tym samym sektorów) dla różnych typów tego samego instrumentu – na przykładzie serii współbrzmień ze zmieniającymi się wariantami;

W przypadku potwierdzenia hipotezy konieczne byłoby dopasowanie odpowiedniej pozycji dźwięku źródłowego (tj. wariantu) dla poszczególnych typów tego samego instrumentu w celu zachowania standardowego ułożenia sektorów na klawiaturze MIDI.

W przypadku odrzucenia należałoby znaleźć inne czynniki i wyjaśnić ich działanie.

<sup>122</sup> Testy z wykorzystaniem saksofonu tenorowego wymagały niewielkiej modyfikacji pilota kontrolnego, który w normalnym przypadku pasuje jedynie do saksofonu altowego marki Buffet Crampon et C<sup>ie</sup>, seria III, model „Prestige”. Marka i model saksofonu tenorowego to: Selmer, Mark VII.

- w jakim stopniu zmiana dźwięku granego na instrumencie (tzn. zmiana wysokości dźwięku źródłowego) wpływa na barwę i przesunięcie sektorów.

Badanie po raz pierwszy przeprowadzono w 2020 roku w Sali Koncertowej Państwowej Szkoły Muzycznej I stopnia im. Fryderyka Chopina w Miastku w województwie pomorskim. Sporządzono także nagrania z obserwacji. Następnie kilka razy powtarzano eksperyment w 2021 roku m.in. w celach potwierdzenia hipotezy, uaktualnienia, udoskonalenia danych oraz z innych pomniejszych powodów.

Do pomiarów użyto osiem typów czterodźwięków z Biblioteki granych od I do VII wariantu. Były to według następującego porządku: durowy w pozycji zasadniczej, molowy w pozycji zasadniczej, durowy septymowy w pozycji zasadniczej, durowy septymowy w drugim przewrocie, molowy septymowy w pozycji zasadniczej, dominantowy septymowy w pozycji zasadniczej, zmniejszony septymowy w pozycji zasadniczej, ostry zmniejszony w postaci 0/2.

Każdą serię akordów w różnych wariantach zagrano na dźwiękach  $a^1$  i  $d^2$  (w stroju C dla altu są to dźwięki:  $c^1$  i  $f^1$ ; dla tenoru:  $g$  i  $c^1$ ). Zdecydowałem się wybrać do testów właśnie te konkretne dźwięki, ponieważ znajdują się one w środku skali wspomnianych saksofonów (stąd są jednymi z najczęściej używanych dźwięków przez saksofonistów), charakteryzują się bogatą, silną i czystą barwą oraz dużą intensywnością, doniosłością (tzn. rezonansem).

Założenie uwzględnione w pierwszym punkcie zostało potwierdzone. Granice sektorów pozostały mniej więcej takie same, z małą różnicą – quasi-naturalne brzmienie dźwięku źródłowego sięgało nieco dalej niż jedynie sektor I oraz przypominało do pewnego stopnia barwy innych typów saksofonu, np. wykorzystany do badań saksofon altowy brzmiał w prawym skraju sektora I i na początku sektora IIA jak saksofony sopranowy i sopraninowy.

Należy także podkreślić, że powyższa obserwacja stanowi istotną informację. Dzięki niej wiadomo, że sektory to stabilny i jednolity system podziału barw na klawiaturze MIDI, niezależny od zmian instrumentu, ich skal, indywidualnych specyfików oraz granych w danym momencie dźwięków źródłowych. To cecha harmonizatora, która wykształciła się z właściwości obiektu klawiatury MIDI oraz z jego złożonej struktury.

Zaobserwowano również, że podczas wykonywania tej samej serii akordów przez saksofon tenorowy, jego barwa quasi-naturalna przesunęła się nieco w prawą stronę klawiatury, obejmując przeważającą część sektora I oraz sektor IIA w zasięgu nieco dalszym niż w przypadku badań z użyciem saksofonu altowego. W dodatku sektor I przy lewej granicy

posiadał bardziej basowe brzmienie. Test wykazał zatem, że strefa quasi-naturalna harmonizatora przemieszcza się wraz ze zmianą typu instrumentu/rodzaju głosu, co jest potwierdzeniem hipotezy z punktu drugiego.

Wnioski z trzeciego eksperymentu prezentują się w następujący sposób:

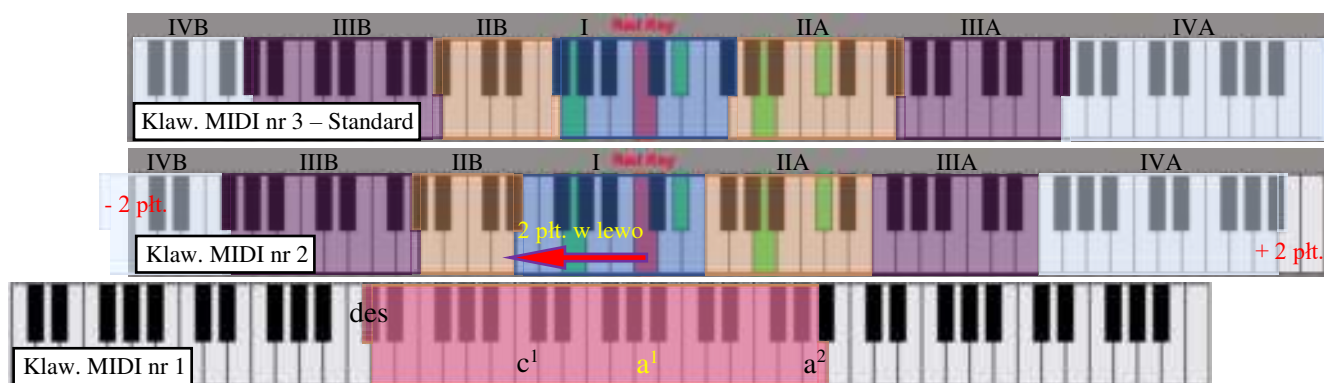
- istnieją trzy powody przemieszczania się strefy quasi-naturalnej, sektorów oraz barwy dźwięku:
  - użycie innego rodzaju głosu/typu instrumentu;
  - zmiana relacji interwałowej pomiędzy dźwiękiem źródłowym instrumentu a klawiaturą MIDI;
  - zmiana częstotliwości nastrojenia instrumentu bądź harmonizatora o dużą wartość, np. z  $a^1 = 442$  Hz na  $a^1 = 415$  Hz.

Powyższe czynniki przesuwają sektory barwy dźwięku o określoną wartość mierzoną w półtonach. Następuje wtedy przesunięcie granicy każdego sektora w stronę prawego bądź lewego skraju klawiatury MIDI – w stosunku do ich standardowego ułożenia. Dotyczy to także obszarów zawierających nienaturalne barwy (tzn. od sektorów II do IV).

Konsekwencją przesunięcia się sektorów jest wcześniejsze bądź późniejsze pojawianie się barw nienaturalnych (tj. dokładniej nie-quasi-naturalnych) i nietypowych dla danego sektora.

- zestawiając ze sobą skale typów tego samego instrumentu w kolejności od najniżej do najwyżej brzmiącego (np. od saksofonu barytonowego do sopranowego), zauważyć można stopniowe przesuwanie się ich sektorów w kierunku do lewego skraju klawiatury MIDI.

Jeśli skalę danego instrumentu (oraz jego typu) zobrazuje się w postaci zakresu dźwiękowego na klawiaturze MIDI nr 1 oraz ułoży się nad nią klawiaturę MIDI nr 2 z rozkładem sektorów dla badanego dźwięku i klawiaturę MIDI nr 3 ze standardowym ułożeniem sektorów, to można zauważyć, że sektory będą przesuwane się w kierunku przeciwnym do skali danego instrumentu (przykłady: obraz 47. i 48.).

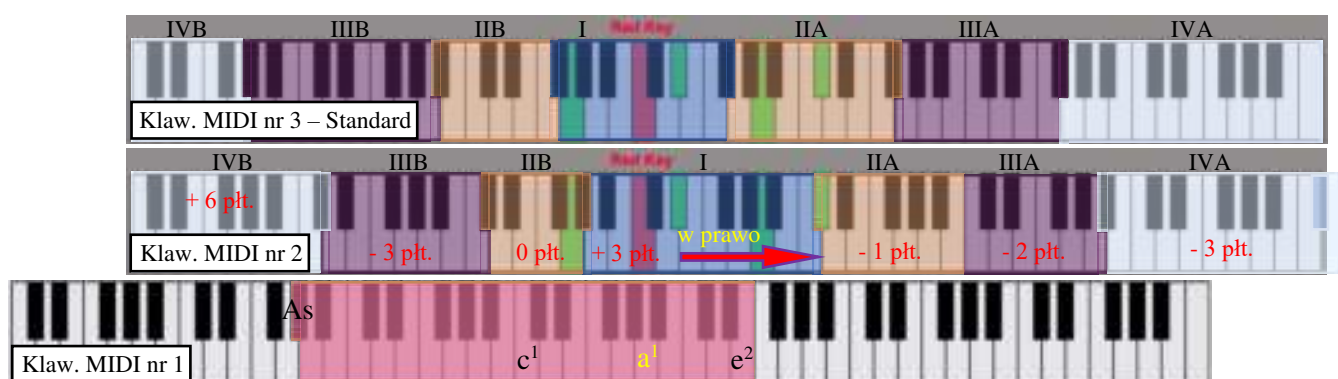


Obraz 47. Przykład przesunięcia sektorów (klawiatura MIDI nr 2) względem standardowego ułożenia (klawiatura MIDI nr 3) dla saksofonu altowego na dźwięku źródłowym  $a^1$  (klawiatura MIDI nr 1). Kolor różowy na klawiaturze MIDI nr 1 reprezentuje skalę instrumentu.

Według obserwacji z eksperymentu nr 3 sektory brzmieniowe wraz z strefą quasi-naturalną przesunęły się o dwa półtony w lewą stronę. Ponadto, sektor IVB traci swój zasięg na rzecz sektora IVA.

Powyższy układ obrazuje wynik interakcji harmonizatora z dźwiękiem źródłowym  $a^1$  dla saksofonu altowego i obowiązuje jedynie dla tego konkretnego dźwięku i tego typu saksofonu (jest to indywidualny rozkład).

Dźwięk  $a^1$  saksofonu tenorowego, sopranowego lub innego instrumentu będzie posiadał inną formę rozkładu ze względu na czynniki fizyczne, m.in. barwę, częstotliwość (wysokość dźwięku), specyfikę instrumentu, rezonans, strukturę alikwotową badanego dźwięku itp.



Obraz 48. Przykład przesunięcia sektorów (klawiatura MIDI nr 2) względem standardowego ułożenia (klawiatura MIDI nr 3) dla saksofonu tenorowego na dźwięku źródłowym  $a^1$  (klawiatura MIDI nr 1). Kolor różowy na klawiaturze MIDI nr 1 reprezentuje skalę instrumentu.

Według obserwacji z eksperymentu nr 3 sektory brzmieniowe wraz z strefą quasi-naturalną przesunęły się prawą stronę o różne wartości półtonowe. Sektor IVA traci swój zasięg na rzecz sektora IVB, a strefa quasi-naturalna uległa wydłużeniu w kierunku prawego skraju klawiatury MIDI nr 2.

Przesunięcia sektorów o różne wartości wynikają z właściwości akustycznych dźwięku źródłowego. Każdy dźwięk instrumentu różni się od pozostałych, przez co inaczej wpływa na każdy sektor. Jednakże zmiana kierunku położenia sektorów w zależności od skali instrumentu nadal występuje.

Z obserwacji wynika zależność, że im wyższa jest skala danego instrumentu, tym bardziej położenie sektorów przybliży się do lewego skraju klawiatury MIDI w stosunku do standardowego ułożenia.

Wyjaśnienie zależności na przykładzie obrazów 47. i 48.:

Instrumenty ze skalą składającą się z niskich dźwięków (tzn. z zakresem dźwięków umiejscowionym bliżej lewego skraju klawiatury MIDI nr 1), na klawiaturze MIDI nr 2 posiadają sektory wychylone w prawą stronę w stosunku do standardowego (kontrolnego) ułożenia klawiatury MIDI nr 3.

Natomiast instrumenty ze skalą złożoną z wysokich dźwięków (tzn. z zakresem dźwięków umiejscowionym bliżej prawego skraju klawiatury MIDI nr 1), na klawiaturze MIDI nr 2 mają sektory wychylone w lewą stronę w stosunku do standardowego (kontrolnego) ułożenia klawiatury MIDI nr 3.

Im niższa/wyższa skala instrumentu, tym większe wychylenie od normy sektorów według opisanego schematu – szczególnie na ich skrajnych dźwiękach (najwyższym dźwięku w instrumencie o wysokiej skali oraz najniższym dźwięku w instrumencie o niskiej skali).

Uwarunkowania wymienione w powyższych dwóch punktach można określić jako „zależność przesunięcia sektora w stosunku do wysokości skali i granego dźwięku”.

- aby strefa quasi-naturalna pozostała w obszarze sektora I, trzeba dokonać korekcji rozlokowania sektorów na klawiaturze względem skali instrumentu/głosu i wysokości granego/śpiewanego dźwięku źródłowego, aby pozostały mniej więcej w pozycji standardowej – czyli tej przedstawionej na obrazach 47. i 48. (wygląd klawiatury MIDI nr 3). Inaczej mówiąc, należy dopasować odpowiedni wariant danego współbrzmienia do skali instrumentu/głosu oraz do wysokości wykonywanego w danym momencie dźwięku źródłowego.

Korekcja położenia sektorów do standardowego ułożenia za pomocą odpowiedniego wariantu bazuje na wniosku z wymienionego wyżej drugiego punktu:

„Jeśli skalę danego instrumentu (oraz jego typu) zobrazuje się w postaci zakresu dźwiękowego na klawiaturze MIDI, to można zauważyć, że sektory przesuwają się w kierunku przeciwnym do skali danego instrumentu”.

Zatem, w celu przywrócenia standardowego ułożenia sektorów należy odwrócić efekt zawarty w cytacie (czyli efekt przesunięcia sektorów w kierunku przeciwnym do skali danego instrumentu) poprzez wybór wariantu, który zawierać będzie dźwięk źródłowy w składniku zgodnym z jego typem skali (np. basowym, barytonowym, tenorowym, altowym lub sopranowym itd.). To znaczy, że jeśli instrument posiada niską skalę dźwiękową (jak np. saksofon barytonowy), jego dźwięk źródłowy we współbrzmieniu powinno się umieszczać w najniższym składniku. Natomiast w instrumentach o wysokiej skali dźwięku (jak np. saksofon sopranowy) dźwięk źródłowy powinien być umiejscowiony na najwyższym składniku współbrzmienia. Czynność tę określić można mianem „zasadę zachowania balansu”.

- dopuszczany jest przypadek niedopasowywania wariantów do skali. Może być to czynność zaplanowana (np. w celach uzyskania danej barwy w kompozycji), spontaniczna (np. w improwizacji, kompozycji aleatorycznej), nieświadoma (np. nieznanostwo zasady dopasowania wariantu do skali głosu/instrumentu). Przykład niedopasowania wariantów przedstawiają obrazy 47. i 48. (wygląd klawiatur MIDI nr 2 z przesunięciami sektorów, przed etapem dopasowania pokazanym w klawiaturze MIDI nr 3).

Po zapoznaniu się z wynikami dwóch poprzednich obserwacji pozostało skupić się na trzecim założeniu eksperymentu, czyli w jakim stopniu zmiana wysokości dźwięku źródłowego wpływa na barwę i przesunięcie sektorów. Na potrzeby tego testu porównane zostały wrażenia słuchowe z gry na saksofonie altowym na dźwiękach  $a^1$  i  $d^2$  (w stroju C –  $c^1$  i  $f^1$ ).

Wykonując wspomnianą wcześniej serię ośmiu akordów w różnych wariantach, zauważono, że wybór dźwięku na instrumencie ma również wpływ na przesunięcie sektorów. Z przeprowadzonego badania wynika, że ma to związek z odległościami interwałowymi, które zachodzą z udziałem dźwięku źródłowego – pomiędzy dźwiękiem instrumentu a dźwiękiem MIDI 60.

Wykonując serię na dźwięku  $a^1$  sektory pokrywały się ze strefą quasi-naturalną ze standardowego ułożenia sektorów, nawet nieco nachodząc na sektor IIA (trzy półtony). Reszta sektorów miała podobne przesunięcie w prawy skraj klawiatury.

Barwowo prawa granica sektora I oraz lewa połowa IIA brzmiała podobnie do saksofonów sopranowego i sopraninowego, prawa połowa sektora IIA i IIIA – jak średniowysokie i wysokie dźwięki akordeonu, które następnie (na styku IIIA i IVA) przechodziły w brzmienie piszczałek organowych, a w drugiej połowie IVA w dźwięk elektroniczny. Lewa granica sektora I do lewej połowy IIB przypominała barwę saksofonu tenorowego, prawa połowa sektora IIB do początku IIIB – brzmienie saksofonów barytonowego i nieco basowego. Dalej (trzy czwarte IIIB do IVB) dźwięk stawał się coraz „grubszy”, „chroboczący” i nienaturalny.

Seria na dźwięku  $d^2$  różniła się nieco od dźwięku  $a^1$  miejscami przechodzenia w inne barwy. Szczególnie wyraźnie można było usłyszeć miejsce przejścia w barwę saksofonów sopranowego i sopraninowego. Ten fakt wskazuje na przesunięcie się sektorów w lewą stronę w sposób podobny dla instrumentów posiadających wysoką skalę dźwięków.

Z obserwacji wynika, że nie tylko skala instrumentu, lecz także grany na instrumencie dźwięk wpływa na zmianę sektorów. Jest to jednak mniejsze oddziaływanie, ponieważ „ogólny kolor” (tj. brzmienie rezonujące z całego instrumentu; np. dla altu ciepły, głęboki ton, dla sopranu – jaskrawszy, „nosowy”) do pewnego stopnia pozostaje. Druga uwaga dotyczy dźwięków użytych w doświadczeniu. Dźwięk  $a^1$  na saksofonie altowym (posiadającym strój  $Es^{123}$ ) to dźwięk  $c^1$  w stroju C. Należy zauważyć, że jest to dźwięk identyczny z reprezentacją czerwonego klawisza, czyli dźwięku MIDI 60 (również dźwięku  $c^1$ ). Jest to zatem przypadek, kiedy dźwięk instrumentu pokrywa się z wizualizacją klawisza  $c^1$  (tj. czerwonego klawisza) na klawiaturze MIDI. To tak jakby naciśnięcie tego klawisza dawało dźwięk  $c^1$ , lecz jego barwa przypomina wybraną próbkę saksofonu z bazy danych keyboardu (ang. „keyborad sample library”). W tym przypadku dźwięki wtórne są także identyczne do tych wskazanych na klawiaturze MIDI (można je przeczytać bez obawy, że są przetransponowane). Jest to spowodowane tym, że pomiędzy MIDI 60 a dźwiękiem instrumentu występuje pryma czysta (czyli relacja interwałowa  $c^1 - c^1$ ). Dzięki temu sektory pozostały w pozycji standardowej. Natomiast seria z dźwiękiem  $d^2$  (w stroju C –  $f^1$ ) oddalona jest od MIDI 60 o kwartę czystą, co doprowadziło do przesunięcia się sektorów. Grając dźwięk  $d^2$ , konieczny będzie też odczyt dźwięków wtórnych z klawiatury MIDI z transpozycją kwarty czystej, gdyż nie są już one zgodne z wizualizacją klawiatury (relacja  $f^1 - c^1$ , ponieważ relację odczytuje się w stroju koncertowego C).

---

<sup>123</sup> Strój  $Es$  – w tym przypadku wyrazu „strój” użyto w kontekście wariantu transpozycyjnego  $Es$ . Szczegółowe informacje o wariantach transpozycyjnych zawarto w przypisie 7. na stronach 19. i 20.



Opisana powyżej obserwacja jest potwierdzeniem wpływu granego w danej chwili dźwięku na instrumencie (czyli zmiany wysokości dźwięku źródłowego) na zmianę barwy i sektorów. Oznacza także, że sektory mogą przemieszczać się zarówno powoli jak i dynamicznie, w zależności od tempa gry wykonawcy. Oddziaływanie na barwę dźwięku w tym przypadku jest mniejsze niż podczas zmiany typu instrumentu. Dla rozróżnienia, wpływ na zmianę sektorów poprzez zmianę wysokości dźwięku źródłowego można określić mianem „oddziaływania mniejszego na sektor”. Natomiast dobór typu instrumentu/rodzaju głosu to „oddziaływanie większe na sektor”, ponieważ strefa quasi-naturalna w zależności od danego typu instrumentu może obejmować większy bądź mniejszy obszar. Występuje tam również różnica w tak zwanym „ogólnym kolorze”.

Pod koniec eksperymentu trzeciego, na podstawie zebranych danych sporządzono schemat 2. prezentujący zasięg (lub inaczej zakres) modulacji barwy dźwięku  $a^1$  granego na saksofonie altowym (dźwięk  $c^1$  w stroju C) rozpoczynający się od brzmienia przypominającego saksofon basowy do brzmienia podobnego do saksofonu sopraninowego. W schemacie dodano również autentyczne skale poszczególnych typów saksofonu (w celu porównania do modulacji barwowej dźwięku  $a^1$ ) oraz szczegółowo określono granice sektorów – dźwiękowo i częstotliwościowo (w stroju  $a^1 = 440$  Hz, używanym w systemie MIDI). Schemat 2. umieszczono na stronie 162.

Zasięg barwowy dla danego dźwięku źródłowego mierzy się w hercach. Jest to różnica między częstotliwością najwyższego a najniższego dźwięku wtórnego brzmiącego quasi-naturalnie. Ściślej ujmując, zasięg barwowy to rozpiętość częstotliwościowa, którą oblicza się przy pomocy wzoru na przyrost częstotliwości:

$$\Delta f = f_2 - f_1$$

, gdzie:

$\Delta f$  – przyrost (różnica) częstotliwości

$f_1$  – wartość częstotliwości najniższego dźwięku wtórnego brzmiącego quasi-naturalnie

$f_2$  – wartość częstotliwości najwyższego dźwięku wtórnego brzmiącego quasi-naturalnie

Wynik podaje się w hercach i różni się on dla każdego dźwięku źródłowego.



Schemat przedstawia w sposób wizualny zasięg modulacji dla dźwięku  $a^1$  ( $c^1$  w stroju C), wynoszący 29 półtonów (czyli dwie oktawy czyste i kwartę czystą), zapisany na osi w stroju C. Na klawiaturze MIDI zasięg rozpoczyna się od dźwięku MIDI 43 (tj. G leżące w sektorze IIIB) do MIDI 72 (tj.  $c^2$  leżące w sektorze IIA). Pozostałe dźwięki znajdujące się w sektorach IVB, IIIB, IIA, IIIA i IVA, czyli od dźwięku  $\underline{C}$  (MIDI 24) do Ges (MIDI 42) i od  $cis^2$  (MIDI 73) do  $c^5$  (MIDI 108) brzmią najpierw nienaturalnie, a następnie sztucznie.

Patrząc na strukturę zasięgu, można w nim zaobserwować kurczące się obszary kolejnych barw, które rozchodzą się od środka. Najdłuższa barwa to barwa quasi-naturalna saksofonu altowego. Następnie, po lewej i prawej stronie mniej więcej o połowę mniejsze są barwy quasi-tenorowa, quasi-barytonowa i quasi-sopranowa. Na końcu, ponownie pomniejszone mniej więcej o połowę od poprzednich, barwy quasi-basowa i quasi-sopraninowa. Wygląd struktury zgadza się z wrażeniami słuchowymi wymienionymi wcześniej w opisie trzeciego eksperymentu.

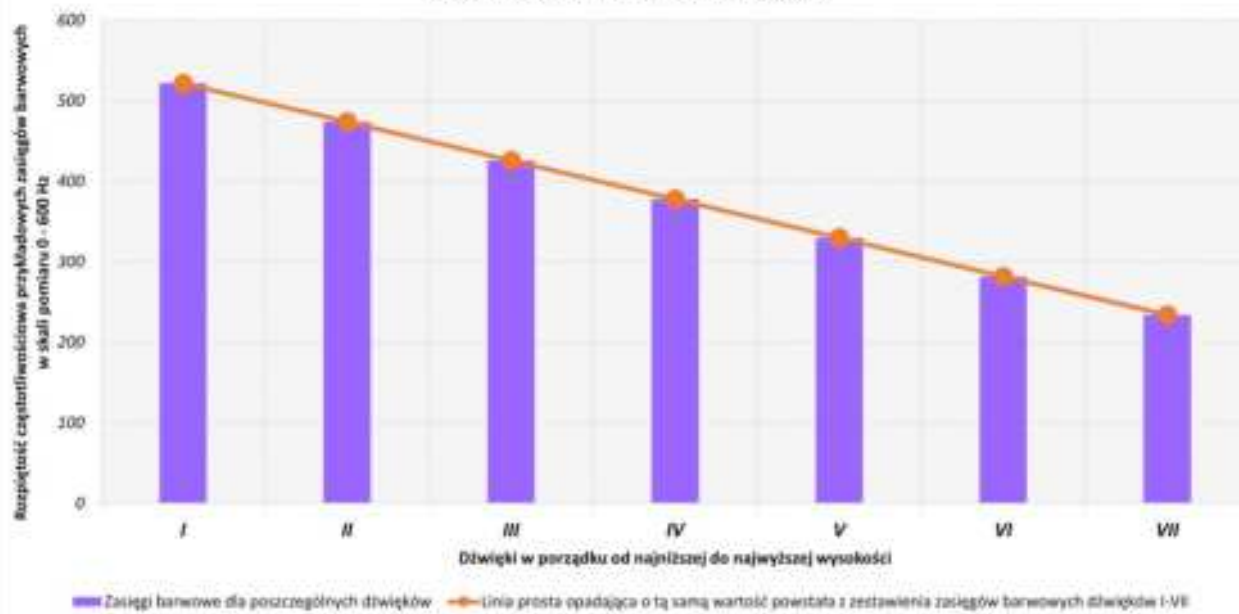
W oparciu o zebrane dane nasuwa się wniosek, że każdy dźwięk grany na instrumencie powoduje zarówno przesunięcie sektorów w kierunku lewego bądź prawego skrajów klawiatury jak i ma wpływ na długość zasięgu z powodu zmieniającej się jego wysokości (czyli zmieniającej się częstotliwości i długości fali danego dźwięku).

Inaczej, jest to zależność długości zakresu barwowego od wysokości dźwięku. Każdy dźwięk ze względu na swoją wysokość (tzn. częstotliwość wyrażaną w hercach) posiada inny zakres barwowy. Niższe dźwięki wydobywane z instrumentu będą ten zasięg poszerzać i zgodnie z zależnością przesunięcia sektorów w stosunku do wysokości skali i granego dźwięku (opisanej na stronie 158.) – będą przesuwać sektory w prawo (w skrócie: niski dźwięk = dłuższy zasięg, przesunięcie w prawo). Natomiast wysokie dźwięki (w tym wspomniany wcześniej dźwięk  $d^2$ ) będą skracać swój zasięg barwowy i przesuwać sektory w stronę lewą (w skrócie: wyższy dźwięk = krótszy zasięg, przesunięcie w lewo). Proces ten można nazwać mianem „zdolności barwowo-sektorowej dźwięku”.

Należy zaznaczyć, że przebieg skracania bądź wydłużania się zakresu niekoniecznie musi być regularny. Dla przykładu, siedem sąsiadujących dźwięków, ustawionych w porządku od niżej do wyżej brzmiącego częściej mają strukturę stopniowo malejącą, ale z różnymi wychyleniami zakresów (wykres 2.) niż malejącą regularnie o daną wartość (wykres 1.). Jest to związane z różnego rodzaju czynnikami fizyczno-akustycznymi danego dźwięku. Zatem wykres porównawczy zakresu siedmiu dźwięków miałby kształt nieregularnie opadającej krzywej linii, podobnej do wykresu notowań giełdowych z kursu walut niż linii prostej opadającej o regularną wartość (czyli funkcji liniowej).

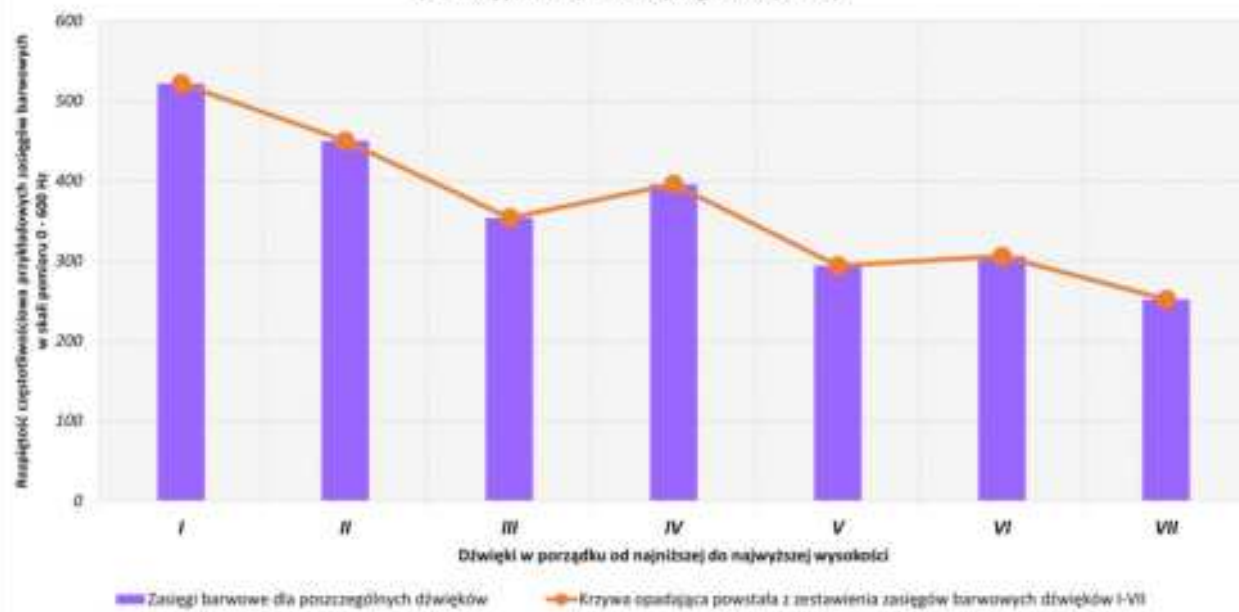
Wykres 1.

Przykładowy wykres porównawczy rozpiętości częstotliwościowej zasięgów barwowych dla dźwięków źródłowych I - VII (mało prawdopodobna prognoza wykresu)



Wykres 2.

Przykładowy wykres porównawczy rozpiętości częstotliwościowej zasięgów barwowych dla dźwięków źródłowych I - VII (bardziej prawdopodobna prognoza wykresu)



Wykresy 1. i 2. Wykresy są hipotetycznym zobrazowaniem zestawienia zasięgów barwowych – w tym przypadku dla siedmiu przykładowych dźwięków źródłowych oznaczonych od I (najniższego dźwięku) do VII (najwyższego dźwięku). Prezentują one, w jaki sposób zmniejszałyby się rozpiętości częstotliwościowe kolejnych zasięgów, jeśli dźwięki, których dotyczą, uporządkuje się według wzrastającej wysokości brzmienia.

Oś X określa kolejność dźwięków, natomiast oś Y zawiera wartość rozpiętości częstotliwościowej dla każdego podanego zasięgu w skali pomiaru od 0 do 600 Hz.

Fioletowe słupki reprezentują rozpiętości częstotliwościowe zasięgów barwowych poszczególnych dźwięków. Pomarańczowa linia wskazuje kształt, który uformował się z wyników rozpiętości częstotliwościowych.

Gdyby sporządzono rzeczywisty wykres według identycznych parametrów, pomarańczowa linia miałaby raczej kształt podobny do wykresu 2. niż do wykresu 1. Ma to związek z dużą ilością zmiennych czynników fizyczno-akustycznych, które sprawiają, że dany dźwięk źródłowy posiada swoją niepowtarzalną barwę i inną zdolność barwowo-sektorową (słyszalną na dźwiękach wtórnych).

#### *Eksperyment nr 4*

Wnioski z eksperymentu nr 3 pomogły zorientować się, jak funkcjonuje system przekształcania barw dźwięku źródłowego. Jeszcze wcześniej – w trakcie zbierania i analizowania danych, zastanawiałem się, gdzie leży przyczyna powodująca, że pewna część dźwięków źródłowych po przejściu przez harmonizator wytwarzała bardziej naturalnie brzmiące dźwięki wtórne (i jednocześnie lepiej brzmiące współbrzmienia), a inna część generowała w różnym stopniu nienaturalnie brzmiące dźwięki wtórne (i tym samym również współbrzmienia). Aby dowiedzieć się, jak oddziałują inne dźwięki na lokalizację sektorów, aby znaleźć czynniki akustyczne, które są tego powodem i aby uskutecznić metodę doboru wariantów współbrzmienia do danego dźwięku źródłowego zdecydowano się przeprowadzić eksperyment nr 4.

Zebrane dane z eksperymentu nr 3 uzasadniły, że zmiana barwy jest zależna od rodzaju, typu i specyficznych cech instrumentu. Jednak są jeszcze inne, ważne czynniki, które należy wziąć pod uwagę. Należą do nich m.in. położenie badanego dźwięku w skali instrumentu, indywidualne właściwości akustyczne danego dźwięku (m.in. rozkład struktury alikwotowej, interferencja poszczególnych alikwotów, intensywność rezonansu instrumentu), temperatura instrumentu, ilości energii dostarczonej do instrumentu w postaci konkretnej prędkości strumienia powietrza, rodzaj i kształt ustnika (dla saksofonu – również stroika), wytrzymałość ustnika na przeforsowanie dźwięku (inaczej oporności ustnika) itd. Zbiór wymienionych elementów można sklasyfikować do wspólnej grupy indywidualnych czynników fizyczno-akustycznych.

Rezultatem połączenia powyższych (oraz niewymienionych) czynników jest wspomniana zdolność barwowo-sektorowa dźwięku, dzięki której można oszacować, ile współbrzmień wytworzonych przez harmonizator na danym dźwięku będzie brzmiało pod względem barwowym quasi-naturalnie. Im większa ich ilość, tym większa tzw. „skuteczność dźwięku źródłowego”, czyli zdolności danego dźwięku instrumentu do wytwarzania naturalnie brzmiących współbrzmień i dźwięków wtórnych na Harmonizatorze Kontrolowanym lub też inaczej interpretując – zdolności harmonizatora do wytwarzania na danym dźwięku źródłowym naturalnie brzmiących współbrzmień i dźwięków wtórnych. Obydwie definicje skuteczności dla dźwięku źródłowego są względem siebie równoważne.

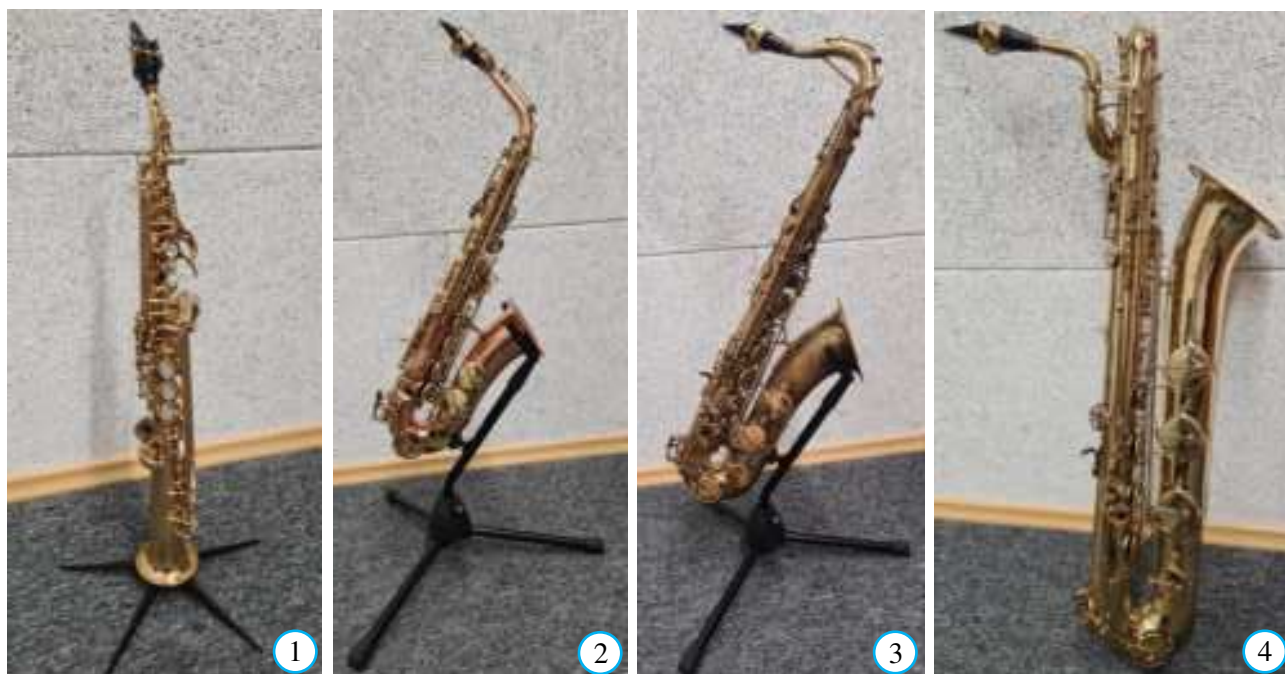
Należy wspomnieć, że w związku z tak dużą ilością wymienionych wcześniej aspektów oddziałujących na barwę dźwięku, dla konieczności uzyskania jak najbardziej poprawnych

wyników, podczas badań postanowiono nie zmieniać warunków akustyki pomieszczenia, wykonywać nagrania dźwięków źródłowych za pomocą tych samych saksofonów, tego samego wyposażenia (tzn. ustników, stroików, ligatur itp.), tego samego urządzenia do nagrywania dźwięku, identycznej odległości osoby grającej od urządzenia nagrywającego.

Pomimo zdobycia wielu istotnych informacji, trzeci eksperyment pozostawił trzy nierozwiązane i powiązane ze sobą kwestie:

- jak inne dźwięki zawarte w skali danego instrumentu (bądź jego typu) wpływają na wartość przesunięcia sektorów;
- czy można sprawdzić, który dźwięk źródłowy ze skali instrumentu będzie posiadał najwięcej zniekształconych dźwięków wtórnych, tzn. mniejszą skuteczność;
- czy istnieje schemat pozwalający przewidzieć, które dźwięki w skali instrumentu sprawniej działają z Harmonizatorem Kontrolowanym (powodują mniej zniekształceń dźwięków wtórnych), a które gorzej.

Eksperyment nr 4 koncentrował się na wyjaśnieniu powyższych pytań, posługując się metodą sprawdzenia skuteczności dźwięku źródłowego. Do badań posłużyły cztery typy saksofonu – sopran, alt, tenor i baryton (dokładne specyfikacje podano poniżej w obrazie 49.).



Obraz 49. Saksofony wykorzystane do pomiarów przy eksperymencie nr 4.

Zdjęcie nr 1 przedstawia saksofon sopranowy Yamaha YSS-675 z zakrzywioną szyjką, z ustnikiem Vandoren V5 S27, skórzaną ligaturą Rovner Custom „Mark III” C-1RVS Dark i plastikowym stroikiem Legère Signature 3  $\frac{3}{4}$ .

Na zdjęciu drugim znajduje się saksofon altowy marki Buffet Crampon et C<sup>ie</sup>, model „Prestige”, Serie III z mostkiem brzmieniowym LerfreQue wykonanym z miedzi, ustnikiem Selmer Soloist D, pozłacaną mosiężną ligaturą Vandoren Optimum i plastikowym stroikiem Legère Signature 3  $\frac{3}{4}$ .

Na trzecim zdjęciu figuruje saksofon tenorowy Selmer Mark VII z zainstalowanym ustnikiem Selmer S80 C\* (nowej generacji), pozłacaną mosiężną ligaturą Vandoren Optimum i plastikowym stroikiem Legère Signature 3  $\frac{3}{4}$ .

Czwarte zdjęcie zawiera saksofon barytonowy marki Selmer Super Action 80, Serie I z ustnikiem Selmer S80 C\* (nowej generacji), pozłacaną mosiężną ligaturą Vandoren Optimum i plastikowym stroikiem Legère Classic 4.

W tym eksperymencie postanowiono skupić się jedynie na czterech typach saksofonu, ponieważ testy dotyczą poznania właściwości barwy wybranych, konkretnych dźwięków spośród każdego typu saksofonu. W tym przypadku jest to eksperyment specjalistyczny, którego wyników nie można porównywać do innych instrumentów, lecz jedynie do typów z rodziny badanego instrumentu. Zaś testy dotyczące właściwości barw poszczególnych dźwięków z rodziny innego instrumentu należałoby powtórzyć według tej samej metody badawczej. Założenie to wynika z konieczności badania barwy, będącej cechą odmienną i indywidualną dla każdego dźwięku – może się różnić nawet pomiędzy dwoma modelami tego samego typu instrumentu (np. dwa niemalże identyczne saksofony altowe), które grają ten sam dźwięk.

Testy polegały na nagraniu pięciu dźwięków dla altu i tenoru rozmieszczonych w różnych rejestrach oraz sześciu dźwięków ze skali sopranu i barytonu. Zdecydowałem się wybrać dodatkowy szósty dźwięk dla sopranu i barytonu, ponieważ typy te posiadają po jednym specjalnym dźwięku w swojej budowie – dla barytonu jest to najniższy dźwięk w jego skali – dźwięk a (w stroju C: dźwięk C), a dla sopranu najwyższy dźwięk w jego skali, czyli dźwięk g<sup>3</sup> (w stroju C: dźwięk f<sup>3</sup>).

Reasumując, w wymienionych typach saksofonów zostały wybrane następujące dźwięki (razem: 22 dźwięki źródłowe):

- sopran w stroju B: b, a<sup>1</sup>, d<sup>2</sup>, h<sup>2</sup>, fis<sup>3</sup>, g<sup>3</sup> (w stroju C: as, g<sup>1</sup>, c<sup>2</sup>, a<sup>2</sup>, e<sup>3</sup>, f<sup>3</sup>);
- alt w stroju Es: b, a<sup>1</sup>, d<sup>2</sup>, h<sup>2</sup>, fis<sup>3</sup> (w stroju C: des, c<sup>1</sup>, f<sup>1</sup>, d<sup>2</sup>, a<sup>2</sup>);
- tenor w stroju B: b, a<sup>1</sup>, d<sup>2</sup>, h<sup>2</sup>, fis<sup>3</sup> (w stroju C: As, g, c<sup>1</sup>, a<sup>1</sup>, e<sup>2</sup>);
- baryton w stroju Es: a, b, a<sup>1</sup>, d<sup>2</sup>, h<sup>2</sup>, fis<sup>3</sup> (w stroju C: C, Des, c, f, d<sup>1</sup>, a<sup>1</sup>).

Warto podkreślić, że w powyższym zbiorze uwzględniono także dźwięki a<sup>1</sup> i d<sup>2</sup>. Były one dość szczegółowo przetestowane na saksofonach altowym i tenorowym jako dźwięki źródłowe, na których opierał się eksperyment nr 3. Wykazano wtedy, jak bardzo różnią się one od siebie pod względem akustycznym. Postanowiłem jeszcze raz dokładnie sprawdzić ich właściwości, aby posłużyły jako punkt odniesienia dla reszty testowanych dźwięków.

Kolejnym krokiem było ustawienie dwóch współbrzmień na Harmonizatorze Kontrolowanym – akordów durowego w pozycji zasadniczej i durowego z septymą wielką w pozycji zasadniczej we wszystkich wariantach (dla trójdźwięku – trzy warianty w kolejności: I, III i V, dla czterodźwięku – cztery w kolejności: I, III, V i VII). Następnie, przeprowadzano test w formie odsłuchu według podanego schematu:

A. Odsłuchanie barwy akordu durowego w pozycji zasadniczej w pierwszym wariacie powstałej z pierwszego (najniższego) dźwięku ze zbioru dźwięków sopranu;

B. Odsłuchanie pojedynczo barw każdego składnika (czyli dźwięku wtórnego) z akordu durowego w pozycji zasadniczej w I wariacie, który powstał z pierwszego dźwięku ze zbioru dźwięków sopranu;

C. Odsłuchanie barwy akordu durowego z septymą wielką w pozycji zasadniczej w pierwszym wariacie powstałej z pierwszego dźwięku ze zbioru dźwięków sopranu;

D. Odsłuchanie barwy siódmego składnika z akordu durowego z septymą wielką w pozycji zasadniczej w I wariacie, który powstał z pierwszego dźwięku ze zbioru dźwięków sopranu.



Schemat powtarzał się do wyczerpania się wariantów w pierwszym dźwięku. Następnie przechodzą do kolejnych dźwięków danego typu saksofonu (tzn. najpierw sopranu), a potem do sprawdzania kolejnego typu saksofonu, czyli od altu do barytonu.

Łącznie, na potrzeby eksperymentu nr 4, na 22 dźwiękach źródłowych (od sopranu do barytonu) przebadano:

- 66 akordów durowych w pozycji zasadniczej w 3 wariantach;
- 88 akordów durowych z septymą wielką w pozycji zasadniczej w 4 wariantach.

Całkowita ilość pojedynczo przebadanych składników dla obydwu akordów wynosi 264<sup>124</sup>.

Dane z badań pomogły stworzyć przybliżone wyobrażenie obrazu, jak wygląda układ dźwięków w skali danego typu saksofonu pod względem skuteczności w tworzeniu „prawidłowych”<sup>125</sup> dźwięków wtórnych. Obraz posiada wygląd klawiatury fortepianu, na którą nałożono skalę danego instrumentu – w tym przypadku danego typu saksofonu. Jest on przybliżony, ponieważ składa się jedynie z 5 bądź 6 zbadanych dźwięków spośród 33 lub 34 dźwięków należących do skali saksofonu<sup>126</sup>. Niestety sprawdzenie całej skali dla każdego typu saksofonu byłoby bardzo czasochłonne, dlatego zdecydowano się wybrać najbardziej charakterystyczne i najczęściej wykorzystywane dźwięki z każdego rejestru. Niemniej jednak warto byłoby powrócić do badań i przetestować pozostałe 28 dźwięków ze skali od saksofonu barytonowego po sopranowy (28 × 4 = 112 dźwięków).

Rozpoczynając eksperyment nr 4, dopatrywano się źródła problemu w różnicy w długościach skal badanych instrumentów (tzn. ilości dźwięków w danej skali) w połączeniu z różnymi typami wysokości skal<sup>127</sup>. Zakładano wtedy, że im bardziej rozległa jest skala instrumentu, tym bardziej wzrasta tendencja do zniekształceń barwy i tym samym dalekiego odchylenia sektorów od normy. Największa taka tendencja miała występować na skrajnych

---

<sup>124</sup> Wynik wyliczono na podstawie trzech składników z czterodźwięku, czyli według wzoru  $22 \times 4 \times 3$  (22 dźwięki źródłowe x 4 warianty x 3 składniki). Obliczenia na trójdzźwięku nie uwzględniono, ponieważ wybrany do obliczeń czterodźwięk durowy z septymą wielką posiada te same składniki co trójdzźwięk durowy. Jeden ze składników obydwu akordów to dźwięk źródłowy, dlatego został pominięty w obliczeniu.

<sup>125</sup> „Prawidłowych” – w znaczeniu posiadających po przetworzeniu przez harmonizator niezaburzoną, quasi-naturalną barwę (przypominającą barwę dźwięku źródłowego). Niektóre dźwięki wtórne nie zawsze brzmią podobnie do dźwięku źródłowego. Dlatego konieczne jest zbadanie skuteczności danego dźwięku źródłowego.

<sup>126</sup> Skala współczesnych saksofonów altowego i tenorowego składa się z 33 dźwięków. Natomiast saksofony sopranowy i barytonowy zawierające wspomniane dodatkowe dźwięki posiadają skalę 34-dźwiękową.

<sup>127</sup> Nawiązując do zagadnienia, dla przykładu, występują basowe typy danego instrumentu, zawierające niskie dźwięki rozpoczynające się od oktawy kontra, wielkiej, małej do oktawy razkreslonej, instrumenty tenorowe i altowe, posiadające skalę w zakresie oktawy małej po oktawę dwukreslną, instrumenty sopranowe i wyższe – od oktawy razkreslonej do trzykreslonej itd.

dźwiękach skali (niskich bądź wysokich). Oznaczałoby to, że gdy jako dźwięk źródłowy grany jest najwyższy dźwięk wysoko brzmiącego instrumentu (np. saksofonu sopranowego) bądź najniższy nisko brzmiącego instrumentu (np. saksofonu barytonowego), pojawi się najdalsze oddalenie od standardowego ułożenia sektorów. W związku z tym konieczne byłoby zastosowanie największych możliwych korekcji (tzn. wariantów) o działaniu przeciwnym do wartości przesunięcia sektorów.

W instrumentach zawierających skale tenorowe lub altowe efekt ten miał nie być w takim stopniu zauważalny, co w instrumentach basowych (też barytonowych) i sopranowych.

Wizualizację tej koncepcji, dla rozróżnienia nazwanej „koncepcją odśrodkowego regularnego wzrostu zdolności zniekształcania barwy dla dźwięków ze skali danego instrumentu” stanowią dwa poniższe obrazy – 50. i 51.

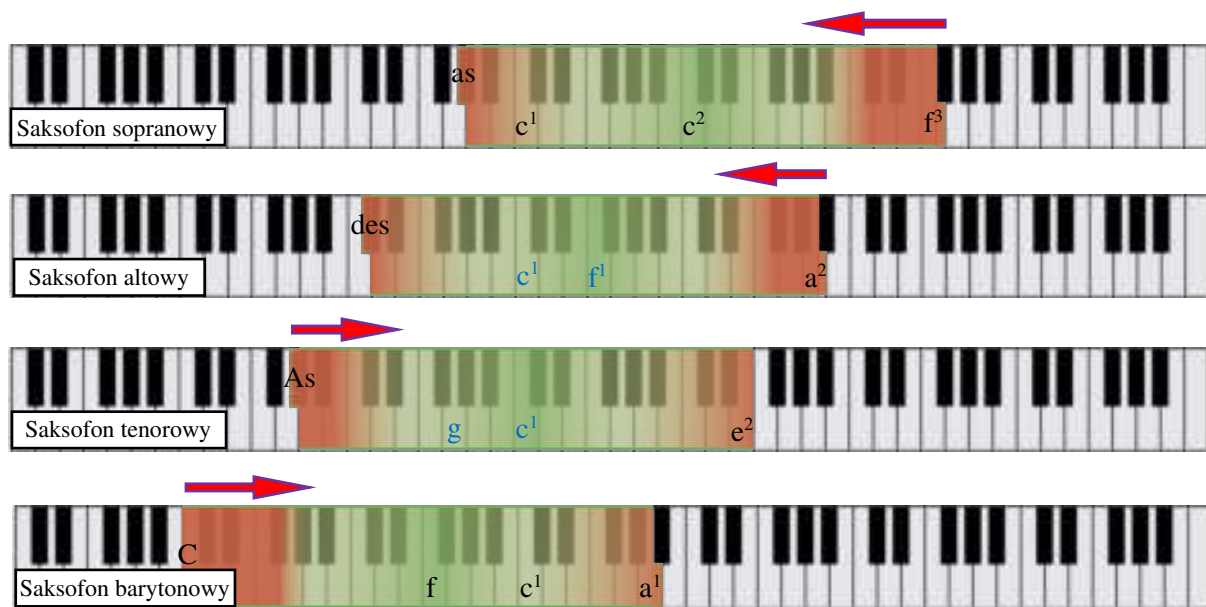


Obraz 50. Wizualny przykład standardowej skali saksofonu sopranowego w przełożeniu na klawiaturę fortepianu w stroju C (współcześnie 34 dźwięki). Każdy dźwięk zawarty w zakresie powyższej skali stanowi dźwięk źródłowy, który posiada indywidualną zdolność barwowo-sektorową.

Kolorami oznaczono stopniowo wrastający efekt zdolności odchylenia sektorów, co jednakowo powoduje szybsze pojawianie się zmodulowanych barw.

Czerwonym kolorem zaznaczono dźwięki mające największe oddziaływanie na przesunięcie sektorów i szybsze pojawianie się nienaturalnych barw. Kolor żółty wskazuje obszar dźwięków o średnim wpływie na przesunięcie sektorów, a dźwięki w obrębie zielonego koloru – o znikomym wpływie na barwę bądź niezmienną jej wcale (tzn. sektory przesunęły się minimalnie albo w ogóle).

Strzałka wskazuje czerwony obszar, w którym powinno pojawiać się najwięcej dźwięków źródłowych zniekształcających barwę dźwięków wtórnych. Ostatni dźwięk ( $f^3$ ) miał powodować największą ilość nienaturalnie brzmiących dźwięków wtórnych i tym samym – współbrzmień wytwarzanych przez harmonizator.



Obraz 51. Zestawienie skal czterech typów saksofonu według „koncepcji odśrodkowego regularnego wzrostu zdolności zniekształcania barwy”, w przełożeniu na klawiaturę fortepianu w stroju C.

Według założeń koncepcji skala każdego typu instrumentu posiadałaby podobną, regularną formę z środkowymi dźwiękami oznaczonymi kolorem zielonym (centralne dźwięki źródłowe w najmniejszym stopniu zniekształcające barwę dźwięków wtórnych), poprzez rozchodzące się w obu kierunkach dźwięków o kolorze żółtym, po skrajne dźwięki w kolorze czerwonym.

Najwięcej zniekształconych barwowo współbrzmień i dźwięków wtórnych pojawiałyby się, gdyby jako dźwięki źródłowe użyto dźwięków ze skrajów każdej ze skal (oznaczonych czerwonym kolorem), w szczególności z obszaru najniższych dźwięków saksofonu barytonowego i najwyższych saksofonu sopranowego.

Strzałki wskazują obszar w skali, gdzie znajduje się najwięcej dźwięków zniekształcających barwę dźwięków wtórnych. Im dłuższa strzałka, tym większy obszar. Dłuższe strzałki występują w skrajnych typach instrumentu – barytonowym i sopranowym, natomiast krótsze – w tenorowym i altowym (zgodnie z założeniami koncepcji).

Kolorem niebieskim oznaczono dźwięki  $c^1$  i  $f^1$  w skali saksofonu altowego i  $g$  i  $c^1$  w skali saksofonu tenorowego. Są to dźwięki, na których opierały się pomiary w eksperymencie nr 3.

Na podstawie dalszych doświadczeń i obserwacji stwierdzono, że powyższa koncepcja jest błędna, lecz nie w pełni. Pozwoliła ona dojść do wniosku, że problematyka występowania zniekształceń barwy dźwięków wtórnych na pewnej części dźwięków źródłowych nie zależy ani od typu z rodziny danego instrumentu (czyli od położenia jego skali w konkretnych oktawach/rejestrach), ani od ilości dźwięków wchodzących w skład jego skali, lecz od indywidualnych czynników fizyczno-akustycznych każdego pojedynczego dźwięku w badanym typie instrumentu. To doprowadziło mnie do zrobienia serii testów odsłuchowych na wybranych dźwiękach z każdego typu saksofonu według opisanego wcześniej schematu w celu stworzenia nowej koncepcji opartej o nowy czynnik – skuteczność dźwięku źródłowego. Koncepcję nazwano „mapą skuteczności dźwięków dla danego instrumentu”.

Poniżej przedstawiono błędy zawarte w „koncepcji odśrodkowego regularnego wzrostu zdolności zniekształcania barwy dla dźwięków ze skali danego instrumentu”:

- koncentrowała się wokół założeń, po których przebadaniu nie otrzymano wyników wyjaśniających problem zależności zniekształceń barw dźwięków wtórnych od wyboru dźwięku źródłowego;
- podczas odsłuchu dźwięków źródłowych ze skraju każdej z czterech skal nie zaobserwowano dużej ilości zniekształceń w barwie ich dźwięków wtórnych. Jest to zatem sprzeczne z regularnym rozłożeniem kolorów i strzałek, zaproponowanym w omawianej koncepcji;
- zdolności barwowo-sektorowe w zestawieniu skal czterech typów saksofonu posiadają podobne rozłożenie kolorów i strzałek. Ta regularność wydaje się dużym stopniu upraszczać i uogólniać właściwości fizyczno-akustyczne pojedynczego dźwięku źródłowego.

Z aktualnych informacji wiadomo, że każdy dźwięk różni się od reszty z powodu indywidualnych cech fizyczno-akustycznych. Należy osobno przebadać jego wpływ na barwę dźwięków wtórnych zamiast przewidywać jego zdolność barwową na podstawie jego położenia w skali instrumentu. Dopiero po osobnym teście można nadać danemu dźwiękowi odpowiedni kolor. W związku z tym każda skala powinna mieć odmienne, mniej regularne rozłożenie kolorów.

Odmienne rozkład kolorów dla skal saksofonów sopranowego, altowego, tenorowego i barytonowego udowodniono później na podstawie odsłuchu wybranych dźwięków źródłowych;

- potwierdzeniem opisu nieprawidłowości z poprzedniego punktu są dźwięki wyróżnione na niebiesko w obrazie 51. Dźwięki te różnią się barwowo od siebie ze względu na pochodzenie od innych typów saksofonów oraz innych właściwości fizyczno-akustycznych. Z tego względu na wspomnianym obrazie powinny być widoczne różnice w ich zdolnościach barwowo-sektorowych (tzn. każdy z nich powinien być oznaczony innym kolorem z zakresu od zielonego do czerwonego). Jednakże na obrazie dźwięki c<sup>1</sup> altu i g tenoru mają identyczne zdolności barwowo-sektorowe (także kolory), tak samo jak f<sup>1</sup> altu i c<sup>1</sup> tenoru. Posiadanie identycznych zdolności barwowo-sektorowych (i jednocześnie zasięgów barwowych) dla dwóch różnych typów tej samej rodziny instrumentu jest mało prawdopodobne, o czym świadczą wyniki eksperymentu nr 3, założenie zawarte w wykresie 2. oraz testy odsłuchowe przeprowadzane w ramach eksperymentu nr 4.

Nowa metoda – „mapa skuteczności dźwięków dla danego instrumentu” bazowała na pomysłach poprzedniej. Zachowano wizualne odwzorowanie skal typów saksofonów na klawiaturze. Odstąpiono jednak od określania obszarów dźwięków kolorami od zielonego po czerwony oraz od założenia, że każdy typ saksofonu posiada mniej więcej takie samo regularne rozłożenie kolorów w swojej skali. Postawiono na traktowanie każdego dźwięku indywidualnie, ponieważ różnią się one od siebie parametrami fizyczno-akustycznymi. Z powodu konieczności zbadania skuteczności, opierającej się na opisanym wcześniej kilkietapowym schemacie, wybrano jedynie po 5-6 dźwięków ze skali danego typu saksofonu.

Istotnym krokiem, dzięki któremu eksperyment 4. po nieudanej koncepcji ruszył we właściwym kierunku, było odejście od ogólnego, schematycznego traktowania skal instrumentów z tej samej rodziny na rzecz szczegółowego przebadania (osobno i po kolei) wybranych dźwięków źródłowych. Test miał nadal charakter porównawczy, ponieważ ciągle dotyczył skal czterech typów saksofonu (sopranu, altu, tenoru i barytonu) z dźwiękami rozłożonymi w takich samych odstępach interwałowych.

Indywidualny odsłuch każdego z wyselekcjonowanych dźwięków pozwolił oprócz poznania ich skuteczności m.in. na zapoznanie się z obserwacją sztucznej przemiany barwy jednego typu saksofonu w drugi, np. przemiana barwy barytonu w barwę quasi-altu, słuchowe ocenienie podobieństwa barwy quasi-altowej (powstałej na dźwięku źródłowym barytonu) do prawdziwej barwy altu. Następnie odwracano efekt i sprawdzano, jak zabrzmiał niski dźwięk wtórny o barwie quasi-barytonu, powstały na dźwięku źródłowym sopranu. Porównywano go później z autentyczną barwą barytonu.

Badaniom poddawano również inne cechy brzmieniowe, np. czy gruba, chropowata barwa saksofonu barytonowego bądź ciemna, „ciepła” i nieco „nosowa” barwa tenoru ma szansę do pewnego stopnia przekształcić się za pomocą harmonizatora w charakterystyczną, jaskrawą, „nosową” barwę sopranu. Możliwość utrzymania tych cech po przekształceniu dźwięku źródłowego we wtórny ma duży wpływ na to, w jakim stopniu quasi-naturalna barwa dźwięku wtórnego jest identyczna do naturalnej barwy dźwięku źródłowego.

Wymienione inne cechy barwy (nazywane na potrzeby rozróżnienia „cechami drugorzędnymi”) oraz oddziaływanie harmonizatora na ich transformację również zasługują w przyszłości na oddzielny, szczegółowy projekt badawczy.

Jak wspomniano wcześniej na stronie 168., na potrzeby uzyskania „mapy skuteczności dźwięków dla danego instrumentu” przebadano 22 wyselekcjonowane dźwięki źródłowe (po 6 dźwięków ze skali sopranu i barytonu, po 5 ze skali altu i tenoru). Posłużyły one do wytworzenia na harmonizatorze 66 akordów durowych w pozycji zasadniczej w 3 wariantach i 88 akordów durowych z septymą wielką w pozycji zasadniczej w 4 wariantach (łącna ilość przesłuchanych współbrzmień: 154). Ponadto, sprawdzono pojedynczo barwy 264 składników dla obydwu akordów.

Wyniki badań odsłuchowo-opisowych zapisano w czterech tabelach, które stanowią Aneks 6. na stronach 287. – 302.

W dalszej kolejności, na podstawie danych z tabel sporządzono wzór pozwalający obliczyć skuteczność testowanego dźwięku źródłowego. Wylicza się go za pomocą sumy wariantów dwóch zbiorów współbrzmień z odjętymi nienaturalnie brzmiącymi wariantami (dane z tabel), które następnie dzieli się przez sumę wariantów dwóch zbiorów współbrzmień. Powstały ułamek dziesiętny mnoży się na koniec przez 100%. Wynik równania podaje się jako procentowy ułamek dziesiętny w zaokrągleniu do dwóch miejsc po przecinku.

$$Ks_x = \frac{a_1b_1 + a_2b_2 - c}{a_1b_1 + a_2b_2} \times 100\%$$

, gdzie:

$Ks_x$  – skuteczność dźwięku źródłowego „x”; za „x” podstawia się nazwę badanego dźwięku źródłowego w stroju C, np. „d<sup>2</sup>”

$a_1$  (dłuższa nazwa: zbiór spółbrzmień  $a_1$ ) – ilość spółbrzmień posiadających taką samą ilość składników/wariantów, która różni się od zbioru spółbrzmień  $a_2$  (w przypadku danych z tabel mowa o 1 konkretnym spółbrzmieniu – trójdzwięku durowym w pozycji zasadniczej, więc  $a_1 = 1$ )

$b_1$  – liczba składników/wariantów<sup>128</sup> zbioru spółbrzmień  $a_1$

$a_2$  (dłuższa nazwa: zbiór spółbrzmień  $a_2$ ) – ilość spółbrzmień posiadających taką samą ilość składników/wariantów, która różni się od zbioru spółbrzmień  $a_1$  (w przypadku danych z tabel mowa o 1 konkretnym spółbrzmieniu – czterodźwięku durowym z septymą wielką w pozycji zasadniczej, więc  $a_2 = 1$ )

$b_2$  – liczba składników/wariantów zbioru spółbrzmień  $a_2$

$c$  – liczba nienaturalnie brzmiących wariantów ze zbiorów spółbrzmień  $a_1$  i  $a_2$  (oznaczono je w tabelach kolorem szarym)

Wyjaśnienia:

- parametr „a” określa zbiór spółbrzmień o identycznej ilości składników/wariantów. Spółbrzmienia te mogą posiadać różne postacie, tzn. w zbiorze mogą znajdować się zarówno pozycje zasadnicze jak i przewroty, interwały. Oprócz tego, spółbrzmienia zawarte w zbiorze nie muszą być ze sobą spokrewnione pod względem pozycji zasadniczej i jej przewrotów. Istotną cechą zbioru nie jest pokrewieństwo jego elementów, lecz jedynie ta sama ilość składników. Zatem, w zbiorze składającym się z 3 spółbrzmień trzyskładnikowych mogą znajdować się np. trójdzwięk durowy w pozycji zasadniczej, trójdzwięk molowy w pozycji zasadniczej, I przewrót trójdzwięku molowego lub zamiast niego trójdzwięk zmniejszony („wspólnym mianownikiem” tego zbioru są tylko trójdzwięki, bez żadnych innych zależności pomiędzy tymi trójdzwiękami);
- zbiory  $a_1, a_2, \dots, a_n$  segregują spółbrzmienia pod względem różniącej się ilości składników/wariantów;
- zbiory  $a_1, a_2, \dots, a_n$  mogą posiadać wartość większą bądź równą 1. Wszystko zależy od tego, ile dany zbiór zawiera elementów (tzn. spółbrzmień).

---

<sup>128</sup> Pod względem logiki ilość możliwych wariantów spółbrzmienia zależy od ilości składników, jak również ilość wariantów określa z ilu składników składa się dane spółbrzmienie. Wynika z tego wniosek, że liczba wariantów będzie zawsze taka sama, jak ilość składników (inaczej: liczba składników jest „splątana” z liczbą wariantów). Zatem w przypadku opisu liczby „b” wyrażenia „liczba składników” i „liczba wariantów” można stosować zamiennie.

Więcej informacji o współzależności składników i wariantów spółbrzmienia znaleźć można na stronie 112.

Przykład praktycznego zastosowania powyższego równania na dźwięku h<sup>2</sup> saksofonu altowego w stroju Es (w stroju C – dźwięk d<sup>2</sup>), korzystając z danych z tabeli 2. („Saksofon altowy”) ze stron 293. i 294. (Aneks 6.):

Dane:

a<sub>1</sub> – 1 (1 badany element – trójdźwięk durowy w pozycji zasadniczej)

b<sub>1</sub> – 3 składniki/warianty

a<sub>2</sub> – 1 (1 badany element – czterodźwięk durowy z septymą wielką w pozycji zasadniczej)

b<sub>2</sub> – 4 składniki/warianty

c – 1 wariant oznaczony szarym kolorem dla dźwięku źródłowego h<sup>2</sup> [d<sup>2</sup>] – dane z tabeli 2.

$$\text{Krok 1.} \quad Ks_{d^2} = \frac{[(1 \times 3) + (1 \times 4)] - 1}{[(1 \times 3) + (1 \times 4)]} \times 100\%$$

$$\text{Krok 2.} \quad Ks_{d^2} = \frac{(3 + 4) - 1}{(3 + 4)} \times 100\%$$

$$\text{Krok 3.} \quad Ks_{d^2} = \frac{6}{7} \times 100\%$$

$$\text{Krok 4.} \quad Ks_{d^2} \approx 85,71\%$$

Istnieje kilka form powyższego wzoru na skuteczność dźwięku źródłowego, co zależy od założenia badawczego. Dla rozróżnienia użyte powyżej równanie nazywa się „wzorem 1.” Stosuje się go w przypadku, gdy wylicza się skuteczność dla dwóch zbiorów współbrzmień różniących się ilością składników/wariantów. Oprócz wzoru 1. wyróżnić można też:

- wzór ogólny (pierwotna postać wzoru, z którego wyznaczone zostały wzory 1., 2. i 3.; swoim wyglądem przypomina on ciąg arytmetyczny):



$$Ks_x = \frac{a_1 b_1 + a_2 b_2 + \dots + a_n b_n - c}{a_1 b_1 + a_2 b_2 + \dots + a_n b_n} \times 100\%$$

, gdzie:

$Ks_x$  – skuteczność dźwięku źródłowego „x”

$a_1$  (zbiór spółbrzmień  $a_1$ ) – ilość spółbrzmień posiadających taką samą ilość składników/wariantów, która różni się od zbioru spółbrzmień  $a_2$

$b_1$  – liczba składników/wariantów zbioru spółbrzmień  $a_1$

$a_2$  (zbiór spółbrzmień  $a_2$ ) – ilość spółbrzmień posiadających taką samą ilość składników/wariantów, która różni się od zbioru spółbrzmień  $a_1$

$b_2$  – liczba składników/wariantów zbioru spółbrzmień  $a_2$

$a_n$  (zbiór spółbrzmień  $a_n$ ) – ilość spółbrzmień posiadających taką samą ilość składników/wariantów, która różni się od poprzednich zbiorów spółbrzmień

$b_n$  – liczba składników/wariantów zbioru spółbrzmień  $a_n$

$c$  – liczba nienaturalnie brzmiących wariantów ze zbiorów spółbrzmień  $a_1, a_2, \dots, a_n$  (wyłonionych na podstawie odsłuchu ich barwy)

- wzór 2. (stosowany w przypadku obliczeń dla jednego zbioru spółbrzmień o identycznej ilości składników/wariantów):

$$Ks_x = \frac{ab - c}{ab} \times 100\%$$

, gdzie:

$Ks_x$  – skuteczność dźwięku źródłowego „x”

$a$  (zbiór spółbrzmień  $a$ ) – ilość spółbrzmień posiadających taką samą ilość składników/wariantów

$b$  – liczba składników/wariantów zbioru spółbrzmień  $a$

$c$  – liczba nienaturalnie brzmiących wariantów ze zbioru spółbrzmień  $a$  (wyłonionych na podstawie odsłuchu ich barwy)

- wzór 3. (stosowany w przypadku obliczeń dla jednego konkretnego współbrzmienia posiadającego konkretną ilość składników/współbrzmień):

$$Ks_x = \frac{b - c}{b} \times 100\%$$

, gdzie:

$Ks_x$  – skuteczność dźwięku źródłowego „x”

b – liczba składników/wariantów danego współbrzmienia

c – liczba nienaturalnie brzmiących wariantów danego współbrzmienia (wyłonionych na podstawie odsłuchu ich barwy)

Wyjaśnienie:

We wzorze 3. pomija się parametr „a”, ponieważ w tym przypadku skuteczność danego dźwięku źródłowego nie jest wyliczana na podstawie zestawienia zbiorów, lecz tylko jednego konkretnego współbrzmienia.

Wracając na moment do wzoru 1. oraz przykładu obliczenia skuteczności dla dźwięku  $h^2$  [ $d^2$ ], można zauważyć, że parametry „a<sub>1</sub>” i „a<sub>2</sub>” nie były tam konieczne. Obliczenia dotyczyły dwóch ustalonych akordów – trójdźwięku i czterodźwięku. Dlatego nie trzeba dodawać w tym przypadku parametru zbioru. Wystarczy zmodyfikować wzór 3. do postaci z dwoma wartościami  $b_1$  (liczbą składników/wariantów dla trójdźwięku) i  $b_2$  (liczbą składników/wariantów dla czterodźwięku):

$$Ks_x = \frac{(b_1 + b_2) - c}{b_1 + b_2} \times 100\%$$

Wzór ten (dla rozróżnienia nazwany 3a.) znajduje się w drugiej kolumnie (tzn. kroku) obliczenia skuteczności dla dźwięku  $h^2$  [ $d^2$ ] (strona 176.). Zdecydowałem się jednak rozpocząć kalkulacje wspomnianego dźwięku źródłowego od wzoru 1., aby można było w całości przeanalizować logikę procesu wyliczania wzoru (tzn. od początku – czyli z danych podstawionych do wzoru aż do końca – czyli wyniku skuteczności).

Aby w prawidłowy sposób obliczyć skuteczność danego dźwięku źródłowego należy przetestować słuchowo jego oddziaływanie na zmianę barwy przynajmniej dwóch wybranych współbrzmień – najprościej dla trójdźwięku durowego w pozycji zasadniczej i czterodźwięku durowego z septymą wielką w pozycji zasadniczej (czyli dwóch akordów o podobnej strukturze interwałowej). Następnie powinno się pojedynczo przeanalizować barwę składników obydwu współbrzmień (czyli dźwięków wtórnych) w celu znalezienia nienaturalnych barw. W dalszej kolejności trzeba ustalić wartość „c” na podstawie zsumowania ilości usłyszanych zniekształconych barw i podstawić te dane pod wzór 1. lub 3a.


Wartość „c” jest niezwykle ważna, gdyż zmienia wynik całego równania. Dlatego przed wpisaniem jej do wzoru należy upewnić się w sprawie poprawności wyliczenia wszystkich zniekształconych barw z testu słuchowego.


Ponieważ testy słuchowe na dwóch współbrzmieniach o innej liczbie składników (dla przykładu na trójdźwięku i czterodźwięku o tej samej strukturze interwałowej) dają wynik 7 przebadanych barw wariantów (3 warianty trójdźwięku i 4 warianty czterodźwięku) oraz 12 składników (czyli dźwięków wtórnych; obliczając według wzoru: 4 warianty x 3 składniki), jest to wystarczający i optymalny zbiór danych o skuteczności dźwięku źródłowego. Warto pamiętać, że obrana metoda – „mapa skuteczności dźwięków dla danego instrumentu” polega na „mapowaniu” dźwięku, czyli poznawaniu stopnia intensywności jednej z jego cech w oparciu o ilość danych próbek (tzn. w tym przypadku ilości współbrzmień i dźwięków wtórnych). Im większa ilość informacji o próbkach, tym lepszy rezultat mapowania, czyli znajomości funkcjonowania analizowanej cechy. Jeśli skuteczność (czyli aktualnie badana cecha) wyznaczana jest na podstawie jednego współbrzmienia (np. trójdźwięku durowego w pozycji zasadniczej) według wzoru 3., wtedy dokładność wyniku mapowania spada, jak również optymalna (tzn. wystarczająca) wiedza o jego skuteczności. Zostaną wtedy jedynie przebadane 3 warianty i 6 składników (dźwięków wtórnych). Jeśli zaś przetestuje się dla przykładu 3 współbrzmienia na danym dźwięku źródłowym (trójdźwięk durowy i dwa czterodźwięki różniące się strukturą interwałową, np. akord durowy z septymą wielką w pozycji zasadniczej i akord molowy z septymą małą w pozycji zasadniczej), wtedy skuteczność wyliczana jest na bazie wzoru 1. (dokładniejszego od wzoru 3.) i testom poddane będzie 11 wariantów i 11 składników (dźwięków wtórnych; według obliczenia: 4 warianty x 3 składniki dla czterodźwięku durowego z septymą wielką i tym samym trójdźwięku durowego + 4 warianty czterodźwięku molowego z septymą małą). Minusem dokładniejszej analizy jest konieczność przesłuchania barw większej ilości dźwięków wtórnych i powstałych na nich wariantach współbrzmień oraz coraz większy poziom komplikacji obliczeń. Jednakże


znajomość skuteczności jest precyzyjniejsza procentowo, jak również mapowanie. Otrzymałoby się jeszcze lepszy rezultat, gdyby testowano dźwięk źródłowy na jednym trójdźwięku, jednym czterodźwięku i jednym pięciodźwięku, ponieważ wzrosłaby ilość badanych wariantów i składników. W badaniu tym istnieje zatem zależność: im mniejsza ilość testowanych współbrzmień i im mniejsza ilość składników we współbrzmieniu, tym mniej dokładny procentowy wynik skuteczności i gorsza jakość mapowania; i na odwrót – im więcej badanych próbek, tym dokładniejszy rezultat skuteczności i lepsza jakość mapowania.


Moim zdaniem najbardziej rekomendowaną i optymalną (zbalansowaną) pod względem zależności „ilość-jakość” metodą mapowania jest wspomniane wcześniej wyliczanie skuteczności na wzorze 1. z ustawieniem na harmonizatorze odsłuchu na trójdźwięku durowym w pozycji zasadniczej i czterodźwięku durowym z septymą wielką w pozycji zasadniczej. Na tym obliczeniu powstały również poniżej zamieszczone obrazy z wynikami mapowania dla saksofonów sopranowego, altowego, tenorowego i barytonowego.


Wyjaśnienie kolorystyki mapowania dla obrazu 52. (zmiana koloru w zależności od wzrostu skuteczności):


 – skuteczność bardzo wysoka, w zakresie 100% – 85,72%

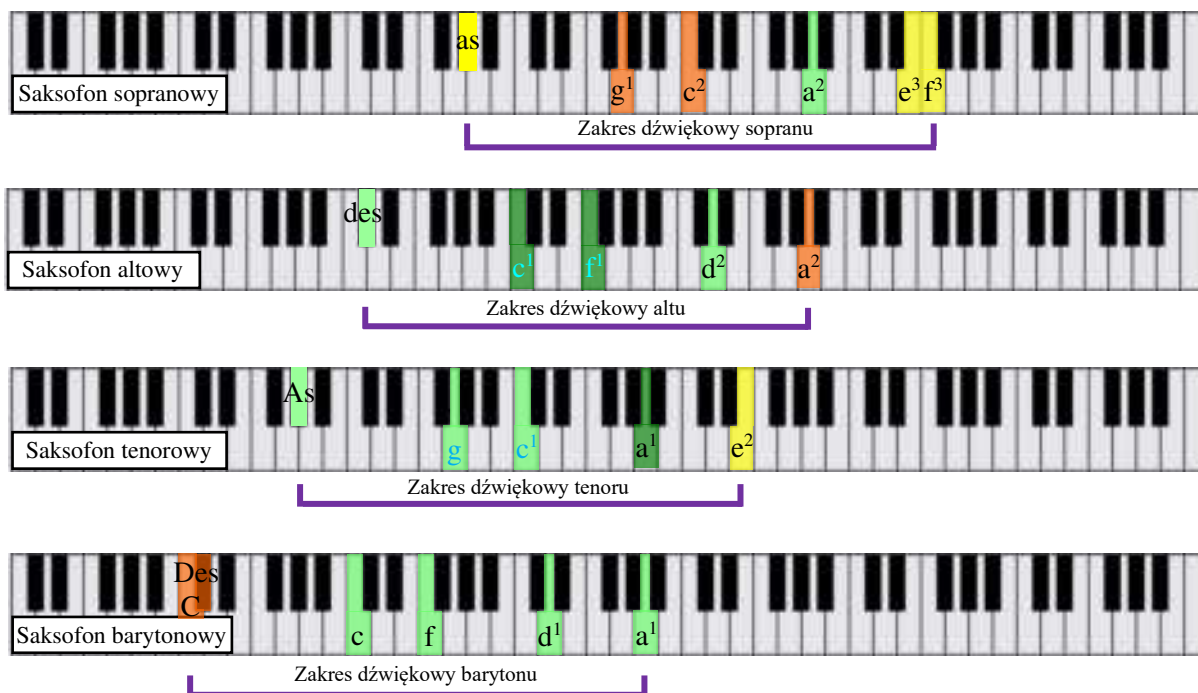
 – skuteczność wysoka, w zakresie 85,71% – 71,44%

 – skuteczność średnia, w zakresie 71,43% – 57,15%

 – skuteczność słaba, w zakresie 57,14% – 42,87%

 – skuteczność bardzo słaba, w zakresie 42,86% – 14,29%

 – skuteczność znikoma lub jej brak, w zakresie 14,28% – 0%



Obraz 52. Mapy skuteczności dźwięków dla czterech typów saksofonu w przełożeniu na klawiaturę fortepianu w stroju C. Zestawienie dotyczy skuteczności 5-6 wybranych dźwięków źródłowych. Stanowi ono rezultat badań opisanych w eksperymencie nr 4.

Wyniki sporządzono na podstawie testów na dwóch współbrzmieniach: trójdźwięku durowym w pozycji zasadniczej i czterodźwięku durowym z septymą wielką w pozycji zasadniczej. Do obliczeń skuteczności posłużył wzór 1.

Każda klawiatura zawiera informację o zakresie dźwiękowym konkretnego typu saksofonu oraz wybrane 5-6 dźwięków z przypisaną do nich odpowiednią kolorystyką. Dany kolor określa zakres procentowy skuteczności dźwięku.

Podobnie jak w przypadku obrazu 51., kolorem niebieskim oznaczono dźwięki c<sup>1</sup> i f<sup>1</sup> w skali saksofonu altowego i g i c<sup>1</sup> w skali saksofonu tenorowego, na których oparto analizę w eksperymencie nr 3.

Na obrazie zauważyć można niepowtarzalny schemat kolorów dla każdego typu saksofonu, co przeciwstawia się założeniom o regularnej i przewidywalnej formie układów z „koncepcji odśrodkowego regularnego wzrostu zdolności zniekształcania barwy”.

Powyższa analiza zakresów dźwiękowych wskazuje, że każdy dźwięk posiada inną zdolność przekształcania barw w harmonizatorze, co widać poprzez odmienne konfiguracje kolorów na każdej z klawiatur (także dźwięków zaznaczonych na niebiesko). Nie ma zatem możliwości wyznaczenia w skali instrumentu obszarów, gdzie występują dźwięki mniej lub bardziej zniekształcające barwę dźwięków wtórnych, tak jak zakładano w „koncepcji odśrodkowego regularnego wzrostu zdolności zniekształcania barwy”.

Niezależnie, czy zmieni się markę, tzn. producenta saksofonu, dany typ na mniej bądź bardziej profesjonalny model, różnica pomiarów będzie na tyle mała, że nie wpłynie na zmianę niniejszego zestawienia skuteczności. Niezmiennosc wynika z tego, że porównując kilka saksofonów z tego samego typu na jakimkolwiek dźwięku (dla przykładu na dźwięku a<sup>1</sup>

na tenorze), jego barwa pozostaje znacząco taka sama (choć nadal w bardzo małym stopniu różna). Z tego względu wykresy z obrazu 52. będą posiadały uniwersalne zastosowanie dla saksofonów sopranowego, altowego, tenorowego i barytonowego w przypadku oceny skuteczności barw ich dźwięków na potrzeby korzystania z harmonizatora.

Jak wcześniej wspomiano, barwa to cecha indywidualna dla każdego dźwięku, oparta na wielu czynnikach fizyczno-akustycznych. Po przetworzeniu przez oprogramowanie Harmonizatora Kontrolowanego barwa dźwięku źródłowego zmienia się i brzmi nieco inaczej dla kolejnych dźwięków wtórnych. Starłem się odnaleźć i opisać zależności wpływające na te zmiany. Bazując na obserwacjach przesunięć sektorów z eksperymentu nr 3, wyznaczono zasięg barwowy dla dźwięku a<sup>1</sup> saksofonu altowego, określono zdolność barwowo-sektorową i postanowiono przetestować następne dźwięki źródłowego z innych typów saksofonu, co było założeniem eksperymentu nr 4. Dalsze badania i odsłuchy doprowadziły do sformułowania metody mapowania dźwięków źródłowych za pomocą wzorów na skuteczność. Zebrane dane pozwoliły odpowiedzieć na pytania zadane na początku eksperymentu 4.:

- jak inne dźwięki zawarte w skali danego instrumentu (bądź jego typu) wpływają na wartość przesunięcia sektorów;

Pozostałe dźwięki ze skali danego instrumentu oddziałują w różnym stopniu na wartość przesunięcia sektorów. Może być to zarówno duże jak i niewielkie wychylenie od standardowego ułożenia. Ma to związek z ich zdolnością barwowo-sektorową, która jest połączona z indywidualnymi czynnikami fizyczno-akustycznymi.

- czy można sprawdzić, który dźwięk źródłowy ze skali instrumentu będzie posiadał najwięcej zniekształconych dźwięków wtórnych, tzn. mniejszą skuteczność;

W celu sprawdzenia skuteczności konkretnego dźwięku źródłowego należy najpierw przetestować metodą odsłuchową barw powstałych na nim współbrzmień i dźwięków wtórnych. Następnie za pomocą jednego ze wzorów obliczyć jego skuteczność i wprowadzić dane na wykres (tzn. mapę skuteczności) w postaci klawiatury fortepianowej.

- czy istnieje schemat pozwalający przewidzieć, które dźwięki w skali instrumentu sprawniej działają z Harmonizatorem Kontrolowanym (powodują mniej zniekształceń dźwięków wtórnych), a które gorzej.

Nie można określić takiego schematu. Jednakże istnieje możliwość sporządzenia mapy skuteczności za pośrednictwem testów odsłuchowych.

Ponadto, uzyskano argumenty świadczące, że barwę każdego dźwięku należy badać i traktować indywidualnie, zamiast szacować podobieństwo dwóch sąsiednich dźwięków bądź całego rejestru. Każdy dźwięk jest inny, bez względu na granę instrument, typ/rodzaj, rejestr.

### *Zasady stosowania wariantów*

Zaobserwowane w eksperymentach reguły przemieszczania się sektorów barwowych nasuwają pomysł zastosowania podziału współbrzmień na warianty pozycji dźwięku źródłowego (w skrócie – „warianty”). W ramach przypomnienia wiadomości z etapu C w zagadnieniu 4. „Systematyka współbrzmień” (strona 112.) wiadomo, że wariant to odmiana tego samego współbrzmienia zawierająca dźwięk źródłowy w jednym z poszczególnych składników. Ilość wariantów zależy od ilości dźwięków składowych w akordzie. W celu ich rozróżnienia dodaje się liczbę rzymską przed nazwą własną danego współbrzmienia.

Koncept wyboru pozycji dźwięku źródłowego we współbrzmieniu ukształtował się w początkowej fazie rozbudowy programu komputerowego w 2017 r. Jego założeniem było urozmaicenie możliwości wyboru składnika, od którego użytkownik dodawał pozostałe „sztuczne” składniki (obecnie znane jako dźwięki wtórne). Sposób ten miał nawiązywać w pewnym stopniu do wyobrażenia wyboru jednej spośród czterech strun skrzypiec, na której grana była „główna melodia”, zaś pozostałe struny dogrywały „akompaniament”. Ta analogia obrazuje bieżący sposób konstruowania współbrzmień. Istnieje główny dźwięk – dźwięk źródłowy, tzn. wspomniana „główna melodia” oraz dźwięki wtórne, czyli „akompaniament” powstały na bazie dźwięku źródłowego, jako jego przesunięcia częstotliwościowe i barwowe (połączenie efektów pitch shiftingu i chorusa).

Aktualnie funkcje wariantów są pojmowane w szerszym zakresie i mają istotne znaczenie. Mogą być używane m.in. w celu otrzymywania różnych efektów barwowych danego akordu (m.in. spowodowanie, że konkretne współbrzmienie będzie brzmiało wysoko bądź nisko, będzie miało piskliwą, elektroniczną lub grubą i chroboczącą barwę), przez co rozbudowuje to możliwości kompozytorskie. Jednak ich głównym zadaniem jest regulacja

pozycji strefy quasi-naturalnej i sektorów, aby pozostawały w standardowym ułożeniu klawiatury MIDI.



Obraz 53. Zestawienie wszystkich czterech wariantów akordu durowego septymowego w pozycji zasadniczej dla saksofonu altowego na dźwięku źródłowym a<sup>1</sup>. W każdym wariacie dźwięk źródłowy znajduje się w innym składniku. Dany składnik oznakowano cyfrą rzymską w kolorze białym na czerwonym klawiszu. Niebieskim cieniem oznaczono strefę quasi-naturalną.

W ramach przypomnienia, strukturę danego współbrzmienia w harmonizatorze określają interwały pomiędzy składnikami (tzn. postać bezwzględna), nie zaś ich reprezentacja wizualno-dźwiękowa na klawiaturze MIDI. Nie jest istotne, że I wariant wygląda jak akord C<sup>maj7</sup>, a III wariant jak A<sup>b</sup>maj<sup>7</sup>, ponieważ w harmonizatorze one wszystkie (I – C<sup>maj7</sup>, III – A<sup>b</sup>maj<sup>7</sup>, V – F<sup>maj7</sup>, VII – D<sup>b</sup>maj<sup>7</sup>) pod względem struktury interwałowej są jednakowe.

Różnica pomiędzy wariantami tego samego współbrzmienia dotyczy tylko trzech czynników:

- innej pozycji dźwięku źródłowego;
- rozlokowania dźwięków wtórnych – przez co niektóre warianty brzmią wyżej, a inne niżej;
- barwy – wyższej (piskliwej i coraz bardziej elektronicznej) bądź niższej (grubszej i chroboczącej).

Przed wyjaśnieniem konceptu doboru wariantów regulacji standardowej pozycji sektorów należy zaznaczyć, że nie jest to całkowicie skuteczna metoda. Nie zredukuje wszystkich przesunięć opisanych w eksperymentach, gdyż musiałaby opierać się o zaawansowany system dopasowywania się do zniekształceń każdego oddzielnego dźwięku – podobnie jak w przypadku stroju harmonizatora. Warianty stanowią kompromis wyrównujący do pewnego stopnia różnice pomiędzy dźwiękami źródłowymi. Te różnice, jak już wcześniej wspomniano, istnieją z powodu indywidualnych cech fizyczno-akustycznych każdego dźwięku, co ma wpływ na odmienność barw dźwięków źródłowych i wtórnych.

Do omówienia konceptu pozostaną na przykładach saksofonów altowego i tenorowego grających trójdzwięk durowy w pozycji zasadniczej (Maj 0) i czterodźwięk durowy z septymą wielką w pozycji zasadniczej (Maj7 0). Zgodnie z wynikami analizy słuchowej z przeprowadzonych eksperymentów, dla saksofonu altowego najbardziej optymalny



(tzn. pasujący) okazał się wariant V, dla tenoru – wariant III. Oznacza to, że wariant V dobrze współgra ze znaczną ilością dźwięków, szczególnie ze środka skali saksofonu altowego, tak samo jak wariant III z dźwiękami ze środka skali saksofonu tenorowego. Jest to mniej więcej zakres od  $g^1$  do  $g^2$  (w stroju C dla altu są to: od b do  $b^1$ ; dla tenoru: od f do  $f^1$ ), czyli połowa I i połowa II rejestru obydwu typów saksofonu.

Dźwięki ze środka skali obydwu saksofonów przyjęto jako punkt odniesienia w doborze wariantów z trzech względów. Po pierwsze, mieszczą się w centralnej części korpusu, co wpływa na ich rezonans akustyczny. Są donośne, stabilne, bogate w alikwoty. Ponadto zawierają wystarczająco rozległy zasięg barwowy, dzięki któremu łatwiej dostrzec zmianę barwy w testowanych współbrzmieniach i dźwiękach wtórnych. Po drugie, w podanym zakresie mieszczą się dźwięki  $a^1$  i  $d^2$  (w stroju C dla altu są to:  $c^1$  i  $f^1$ ; dla tenoru: g i  $c^1$ ), których właściwości barwowe przebadano rzetelnie w eksperymentach 3. i 4. Stanowią one zatem podstawę, na której można skonstruować zasady dopasowania wariantów. Po trzecie, z powodu swojego położenia są często wykorzystywane w utworach, rozgrzewce, improwizacji, itp.

Nie należy jednak zakładać, że wspomniane optymalne warianty będą pasować do dźwięków spoza zakresu  $g^1$ - $g^2$  i z pozostałych rejestrów. W tej sytuacji trzeba wziąć pod uwagę dwa opisane wcześniej czynniki, tzn. oddziaływanie mniejsze na sektor oraz zdolność barwowo-sektorową. Jak wynika z zasady oddziaływania mniejszego i zdolności barwowo-sektorowej, każdy dźwięk przesuwa w pewnym stopniu sektory (w kierunku do prawego bądź lewego skraju klawiatury MIDI) oraz posiada indywidualny zasięg barwowy (wzrastający lub malejący w zależności od kierunku przesunięcia). Z powodu oddziaływania mniejszego powstaje pewnego rodzaju „granica tolerancji” dla wariantów, w której pewien zakres dźwięków (jak na przykład zakres  $g^1 - g^2$  dla akordu w pozycji zasadniczej w wariacie V, przy użyciu saksofonu altowego) się mieści (tzn. nie powoduje znaczących zmian barwy w stosunku do pozostałych dźwięków z tego samego zakresu). Jeśli przekroczona zostanie wspomniana granica, należy wtedy dokonać korekcji wariantu – np. dla dźwięku  $c^3$  (w stroju C –  $es^2$ ) na saksofonie altowym trzeba przejść na wariant VII zgodnie z zasadą zachowania balansu (czyli zastosowania wariantu o kierunku przeciwnym do przesunięcia sektorów, redukującego zaistniały efekt przesunięcia), zaś przy dźwięku  $c^1$  (w stroju C – es) użyć wariantu III.

Reasumując, im wyższy dźwięk na instrumencie, tym wariant powinien posiadać dźwięk źródłowy w wyżej położonym składniku współbrzmienia, np. dla saksofonu altowego przy dźwięku  $c^3$  (w stroju C –  $es^2$ ) w akordzie w pozycji zasadniczej należy wybrać

wariant VII. Im niższy dźwięk na instrumencie, tym wariant powinien posiadać dźwięk źródłowy w niższej położonym składniku współbrzmienia, np. dla saksofonu altowego przy dźwięku  $c^1$  (w stroju C – es) w akordzie w pozycji zasadniczej należy wybrać wariant III<sup>129</sup>. Powyższe działania warunkuje wymieniona wcześniej zasada zachowania balansu (strona 159.). W przeciwnym wypadku, jeśli przy dźwięku  $c^1$  pozostawi się wariant V, sektory skierowane będą za bardzo w kierunku prawego skraj klawiatury MIDI, czego powodem będzie niska i gruba barwa dźwięków wtórnych danego współbrzmienia.

Przed przejściem do etapu wyboru wariantów użytkownik powinien zaznajomić się z czynnikami wpływającymi na przesuwanie się sektorów oraz zastanowić się, jakie brzmienie nadać prezentowanemu dziełu muzycznemu. W tym celu warto zapoznać się z trzema wymienionymi warunkami:

- struktura dzieła muzycznego;

Pierwszym wymaganiem jest zapoznanie się z rozkładem współbrzmień w kompozycji, z planem improwizacji lub ze schematem aleatorycznym, w którym zostanie użyty harmonizator.

- wybór instrumentu i efekt barwowy dzieła muzycznego;

Drugi warunek to wybór instrumentu i jego typu, czyli wymienione wcześniej oddziaływanie większe na sektor. Oczywiście, zazwyczaj w utworach to kompozytor decyduje, jakiego użyć instrumentu. Jednak przy improwizacji bądź innych formach o otwartej strukturze kwestia wyboru instrumentu może przypaść wykonawcy. Należy zastanowić się wtedy, jaki efekt barwowy ma zostać uzyskany (np. wykonawca może wtedy zdecydować, aby nie stosować się do zasad regulacji sektorów w celu uzyskania sztucznych barw).

---

<sup>129</sup> Na podstawie testów odsłuchowych można było też sprawdzić, jak na przykład brzmi barwa środkowej części skali saksofonu altowego we wszystkich wariantach: I – wysoka altowo-sopranowa, nieco nienaturalna; III – sopranowo-altowa; V – quasi-naturalna, sopranowo-altowo-tenorowa; VII – tenorowo-barytonowa, nieco nienaturalna. Wyniki tego samego testu dla tenoru: I – altowa, im wyższy dźwięk, tym bardziej nienaturalna sopranowa; III – quasi-naturalna, altowo-tenorowa; V – tenorowo-barytonowa; VII – barytonowo-basowa, im niższa, tym bardziej nienaturalna basowa i „gruba”. Dla saksofonu sopranowego quasi-naturalną barwę wykazywał wariant V i VII, a dla saksofonu barytonowego – wariant I i III.

- określenie zakresu skali.

Trzecie kryterium dotyczy zakresu skali instrumentu, z którego wykonawca będzie korzystać, np. pełnej skali instrumentu, ograniczenia się do pewnego specyficznego rejestru czy może dźwięków altissimo.

Znając zasady związane z przesuwaniem się sektorów oraz plan wykonywanego utworu (w odniesieniu do wspomnianych warunków) można przejść do etapu doboru wariantów.

W poniższej tabeli nr 14A przedstawiono schemat dopasowania wariantów do wskazanego typu saksofonu z podziałem jego skali dźwiękowej na trzy części. W tabeli nr 14B zastosowano podobny system dla podstawowych rodzajów głosu ludzkiego.

Schematy dotyczą wyłącznie trójdźwięków i czterodźwięków w pozycji zasadniczej (m.in. akordów durowego Maj 0 i durowego septymowego Maj7 0).

Wyjaśnienie kolorystyki opisów dla tabel nr 14A i nr 14B, dotyczących dopasowania wariantów na podstawie podziału skali instrumentu na trzy części:

**opis czarny** – wariant redukcyjny, stosowany poza środkową częścią skali w celu zachowania w niej standardowego ułożenia sektorów (dla większości dźwięków).

**opis zielony** – wariant optymalny, występujący w środku skali instrumentu. Zachowuje standardowe ułożenie sektorów dla niemalże wszystkich dźwięków.

**opis fioletowy (ametystowy)** – nie istnieje odpowiedni wariant redukcyjny zachowujący standardowe ułożenie sektorów dla większości dźwięków we wskazanej części skali. Można go jednak zastąpić innym wariantem powodującym lekkie wychylenie od standardowego ułożenia (quasi-naturalna barwa pozostanie mniej więcej u połowy dźwięków).

**Tabela nr 14A. Dopasowanie wariantów trójdźwięków i czterodźwięków do podanego typu saksofonu wraz z podziałem jego skali na części**

Podstawowe typy saksofonu	Zakres skali (w stroju C, tzw. „koncertowym”)	Granice tolerancji dla poszczególnych wariantów (w stroju C, tzw. „koncertowym”)	
		Trójdźwięki	Czterodźwięki
Sopran	as – e <sup>3</sup> (f <sup>3</sup> )	as – e <sup>1</sup> : wariant V f <sup>1</sup> – f <sup>2</sup> : – lub wariant V ges <sup>2</sup> – e <sup>3</sup> (f <sup>3</sup> ) : – lub wariant V	as – e <sup>1</sup> : wariant V f <sup>1</sup> – f <sup>2</sup> : wariant VII ges <sup>2</sup> – e <sup>3</sup> (f <sup>3</sup> ) : – lub wariant VII
Alt	des – a <sup>2</sup>	des – a : wariant III b – b <sup>1</sup> : wariant V h <sup>1</sup> – a <sup>2</sup> : – lub wariant V	des – a : wariant III b – b <sup>1</sup> : wariant V h <sup>1</sup> – a <sup>2</sup> : wariant VII
Tenor	As – e <sup>2</sup>	As – e : wariant I f – f <sup>1</sup> : wariant III ges <sup>1</sup> – e <sup>2</sup> : wariant V	As – e : wariant I f – f <sup>1</sup> : wariant III ges <sup>1</sup> – e <sup>2</sup> : wariant V
Baryton	(C) Des – a <sup>1</sup>	(C) Des – A : – lub wariant I B – b : wariant I h – a <sup>1</sup> : wariant III	(C) Des – A : – lub wariant I B – b : wariant I h – a <sup>1</sup> : wariant III

**Tabela nr 14B. Dopasowanie wariantów trójdźwięków i czterodźwięków do podanego rodzaju głosu ludzkiego wraz z podziałem jego skali na części**

Podstawowe rodzaje głosu ludzkiego	Zakres skali (w skali chóralnej)	Granice tolerancji dla poszczególnych wariantów	
		Trójdźwięki	Czterodźwięki
Sopran	c <sup>1</sup> – a <sup>2</sup>	c <sup>1</sup> – e <sup>1</sup> : wariant V f <sup>1</sup> – f <sup>2</sup> : – lub wariant V ges <sup>2</sup> – a <sup>2</sup> : – lub wariant V	c <sup>1</sup> – e <sup>1</sup> : wariant V f <sup>1</sup> – f <sup>2</sup> : wariant VII ges <sup>2</sup> – a <sup>2</sup> : – lub wariant VII
Alt	f – f <sup>2</sup>	f <sup>1</sup> – b <sup>1</sup> : wariant V h <sup>1</sup> – f <sup>2</sup> : – lub wariant V	f <sup>1</sup> – b <sup>1</sup> : wariant V h <sup>1</sup> – f <sup>2</sup> : wariant VII
Tenor	c – c <sup>2</sup>	c – e : wariant I f – f <sup>1</sup> : wariant III ges <sup>1</sup> – c <sup>2</sup> : wariant V	c – e : wariant I f – f <sup>1</sup> : wariant III ges <sup>1</sup> – c <sup>2</sup> : wariant V
Baryton	A – f <sup>1</sup>	A : – lub wariant I B – b : wariant I h – f <sup>1</sup> : wariant III	A : – lub wariant I B – b : wariant I h – f <sup>1</sup> : wariant III
Bas	E – e <sup>1</sup>	E – A : – lub wariant I B – b : wariant I h – e <sup>1</sup> : wariant III	E – A : – lub wariant I B – b : wariant I h – e <sup>1</sup> : wariant III

Jak wcześniej wspomniano, dane z tabel dotyczyły trójdźwięków i czterodźwięków w pozycji zasadniczej. Nie oznacza to, że nie można ich użyć w przypadku przewrotów akordów. Należy jednak pamiętać, że każda z postaci współbrzmienia (tzn. pozycja zasadnicza i przewroty), licząc od najniższego dźwięku, rozpoczyna się od innego składnika (np. pierwszy przewrót trójdźwięku durowego zaczyna się od tercji).

Jeśli wykonawca chciałby użyć w utworze dwóch postaci tego samego akordu (np. pozycji zasadniczej i pierwszego przewrotu), gdzie w obydwu z nich pierwszy ze składników byłby dźwiękiem źródłowym, wtedy musi on pamiętać, że dla pozycji zasadniczej trzeba wybrać wariant I, a dla pierwszego przewrotu wariant III. Ta zależność związana jest z zasadami teorii muzyki o budowie akordów i przewrotów (tzn. postać zasadnicza akordu rozpoczyna się od pierwszego składnika, pierwszy przewrót – od trzeciego itd.). W ten sam sposób funkcjonuje system podziału na warianty (dźwięk źródłowy w pozycji zasadniczej jest jej pierwszym składnikiem, natomiast w pierwszym przewrocie – trzecim składnikiem).

Zależność nazewnictwa wariantu od położenia dźwięku źródłowego w danej postaci akordu prezentują umieszczone niżej dwie tabele – nr 15A (dla trójdźwięków) i nr 15B (dla czterodźwięków). Sporządzono je na przykładzie trójdźwięku durowego i czterodźwięku durowego z septymą wielką.

**Tabela nr 15A. Zależność nazewnictwa wariantu od położenia dźwięku źródłowego w trójdźwięku**

Położenie dźwięku źródłowego* Postać / struktura składnikowa	1. dźwięk	2. dźwięk	3. dźwięk
Maj 0 I III V	I	III	V
Maj 1 INV III V I	III	V	I
Maj 2 INV V I III	V	I	III

\* Położenie dźwięku źródłowego we współbrzmieniu, licząc od najniżej położonego dźwięku.

**Tabela nr 15B. Zależność nazewnictwa wariantu od położenia dźwięku źródłowego w czterodźwięku**

Położenie dźwięku źródłowego* Postać / struktura składnikowa	1. dźwięk	2. dźwięk	3. dźwięk	4. dźwięk
Maj7 0 I III V VII	I	III	V	VII
Maj7 1 INV III V VII I	III	V	VII	I
Maj7 2 INV V VII I III	V	VII	I	III
Maj7 3 INV VII I III V	VII	I	III	V

\* Położenie dźwięku źródłowego we współbrzmieniu, licząc od najniżej położonego dźwięku.

Kolorem niebieskim oznaczono składniki w pozycji zasadniczej, na których oparto tabele nr 14A i nr 14B. Aby przystosować wyniki wymienionych tabel do któregoś z przewrotów (np. drugiego przewrotu), trzeba podmienić warianty z pozycji zasadniczej (oznaczone na niebiesko) na warianty wskazane dla danego przewrotu (w tym przypadku dla przewrotu drugiego; tzn. wariant I z pozycji zasadniczej staje się wariantem V w drugim przewrocie, wariant III staje się wariantem I w tabeli z trójdźwiękami, a VII w tabeli z czterodźwiękami itd.).

W przypadku akordów „o podwójnym obliczu”, takich jak ostry zmniejszony septymowy w postaci 0/2 (HshDim7 0/2 INV \*\*\*), gdzie pozycja zasadnicza posiada identyczną strukturę do drugiego przewrotu, nie ma konieczności sprawdzania wariantów w drugim przewrocie, ponieważ to ten sam akord. Pomimo różnic enharmonicznych w zapisie, ich wpływ na barwę jest niezmienny, a warianty brzmią identycznie. Przekształcenie wyników w tabeli nr 14B byłoby niezbędne tylko przy sprawdzaniu postaci „HshDim7 1/3 INV”.

## Podsumowanie

Na podstawie obserwacji z przeprowadzonych eksperymentów stwierdzić można, że:

- wybór pozycji dźwięku źródłowego we współbrzmieniu (tzn. dobór wariantu) oddziałuje na jego ogólną barwę oraz na barwę i częstotliwość pozostałych składników (dźwięków wtórnych);
- na jakość barwy współbrzmienia wpływają dodatkowo: moc obliczeniowa komputera, na którym uruchomiono Harmonizator Kontrolowany; jakość aparatury elektronicznej; ustawienia wewnątrz harmonizatora, czyli w tzw. DSP (aktualnie znanym pod nazwą Audio Status);
- „strefa quasi-naturalna” to obszar wizualny na klawiaturze MIDI (i słuchowy) obejmujący mniej więcej interwał trytonu, licząc od środka klawiatury MIDI (tzw. „czerwonego klawisza”) w kierunku do lewego bądź prawego jej skraju. W tym zakresie dane współbrzmienie przypomina brzmienie konwencjonalnych instrumentów polifonicznych lub zespołu wokalnego, lub zespołu kameralnego złożonego z instrumentów monofonicznych pochodzących z tej samej bądź podobnej rodziny, reprezentujących inne wysokości głosów;
- jeśli użytkownik zdecyduje się użyć współbrzmień zawierających składniki bardzo oddalone od dźwięku źródłowego (czerwonego klawisza na klawiaturze), czyli w obszarze większego interwału niż tryton, wtedy każdy z tych składników zacznie brzmieć coraz bardziej nienaturalnie, a następnie sztucznie;
- „sztuczność barwy” przejawia się w postaci zniekształcenia brzmienia danego instrumentu bądź głosu ludzkiego użytego w połączeniu z harmonizatorem. Rodzaj sztuczności zależy od tego, czy składnik położony jest z prawej lub z lewej strony od centrum na klawiaturze;
- jeśli składniki współbrzmienia położone są po stronie prawej od czerwonego klawisza, to w przypadku instrumentu zaczynają brzmieć coraz bardziej „cienko”. Po lewej stronie od centrum barwy dźwięków wtórnych przekształcają się w coraz „ciemniejsze”, „grubsze”, „mruczące”, „chropowate”;
- w przypadku głosu ludzkiego, składniki współbrzmienia zlokalizowane po prawej stronie brzmią karykaturalnie, jak głosy „postaci z kreskówek”, a następnie zmierzają

do barwy elektronicznej. W kierunku składników ułożonych z lewej strony – coraz ciemniejsze, chropowate i nienaturalnie grube w barwie;

- na klawiaturze MIDI znajduje się 7 tzw. „sektorów modulacji barwy dźwięku”, czyli granic występowania barw przekształconych (m.in. nienaturalnych i sztucznych). Każdy z nich posiada nieco inny poziom modulacji barwy dźwięku źródłowego, który wzrasta wraz z oddalaniem się od centrum klawiatury MIDI (czerwonego klawisza);
- środkowy obszar z ułożonym w nim czerwonym klawiszem pokrywa się z obszarem występowania strefy quasi-naturalnej i nosi nazwę sektora I. Jego zasięg obejmuje interwał oktawy czystej, licząc od jego lewej granicy do prawej (tryton w stronę lewą i prawą od środka sektora – czerwonego klawisza). Sektor I jest tożsamy ze strefą quasi-naturalną, przez co nazwy te mogą być używane zamiennie;
- od sektora I w kierunku rozchodzącym umieszczono pozostałych sześć sektorów. Po prawej stronie są to kolejno sektory IIA, IIIA i IVA, po lewej stronie IIB, IIIB i IVB. Dodanie wielkich liter „A” i „B” do cyfr rzymskich ma na celu rozróżnienie, po której stronie od dźwięku źródłowego zostały one umiejscowione;
- każdy sektor, pomimo podobnych nazw (np. IIIA i IIIB), posiada inną, specyficzną barwę dźwięku;
- istnieje tzw. „standardowe rozmieszczenie sektorów na klawiaturze MIDI”, czyli ogólny, najczęściej występujący rozkład sektorów, będącego punktem odniesienia do dalszych badań nad ich właściwościami. Rozkład ten został wyznaczony w eksperymencie 2. w oparciu o testy głosu ludzkiego (recytowanego i śpiew) oraz potwierdzony w eksperymencie 3. na dźwięku  $a^1$  granym na saksofonie altowym i dźwięku  $d^2$  granym na saksofonie tenorowym (w stroju koncertowym C obydwa dźwięki reprezentują dźwięk  $c^1$ );
- sektory są stabilnym i jednolitym systemem podziału barw na klawiaturze MIDI, niezależnym od zmian instrumentu, ich skal, indywidualnych specyfik oraz granych w danym momencie dźwięków źródłowych. To cecha harmonizatora, która wykształciła się z właściwości obiektu klawiatury MIDI oraz z jego złożonej struktury;
- istnieją trzy powody przemieszczania się strefy quasi-naturalnej, sektorów oraz barwy dźwięku:
  - użycie innego rodzaju głosu/typu instrumentu (tzn. zmiana skali);



- zmiana relacji interwałowej pomiędzy dźwiękiem źródłowym instrumentu a klawiaturą MIDI;
- zmiana częstotliwości nastrojenia instrumentu bądź harmonizatora o dużą wartość, np. z  $a^1 = 442$  Hz na  $a^1 = 415$  Hz.

Powyższe czynniki przesuwają sektory barwy dźwięku o określoną wartość mierzoną w półtonach. Następuje wtedy przesunięcie granicy każdego sektora w stronę prawego bądź lewego skraju klawiatury MIDI – w stosunku do ich standardowego ułożenia.

Konsekwencją przesunięcia się sektorów jest wcześniejsze bądź późniejsze pojawianie się barw nienaturalnych (tj. dokładniej nie-quasi-naturalnych) i nietypowych dla danego sektora;

- sektory przesuwają się w ruchu przeciwnym do skali instrumentu. Dlatego, aby utrzymać ich standardową lokalizację, należy wybrać wariant przeciwstawiający się skali instrumentu;
- zestawiając ze sobą skale typów tego samego instrumentu w kolejności od najniższej do najwyższej brzmiącego (np. od saksofonu barytonowego do sopranowego), zauważyć można stopniowe przesuwanie się ich sektorów w kierunku do lewego skraju klawiatury MIDI;
- instrumenty basowe i niższe (ze skalą składającą się z niskich dźwięków) posiadają sektory wychylone w prawą stronę w stosunku do standardowego (kontrolnego) ułożenia klawiatury MIDI. Natomiast instrumenty sopranowe i wyższe (ze skalą złożoną z wysokich dźwięków) mają sektory wychylone w lewą stronę w stosunku do standardowego (kontrolnego) ułożenia;

Im niższa/wyższa skala instrumentu, tym większe wychylenie od normy sektorów według opisanego schematu – szczególnie na ich skrajnych dźwiękach (najwyższym dźwięku w instrumencie o wysokiej skali oraz najniższym dźwięku w instrumencie o niskiej skali).

Wymienione uwarunkowania można określić jako „zależność przesunięcia sektora w stosunku do wysokości skali i granego dźwięku”;

- w przypadku przemieszczenia się sektorów i w zależności od intencji użytkownika harmonizatora/kompozytora można wtedy zmienić wariant współbrzmienia (co spowoduje powrót do standardowego ułożenia sektorów i strefy quasi-naturalnej) bądź pozostawić taki sam wariant (spowoduje to nienaturalne brzmienie dźwięków wtórnych);

- aby przywrócić standardowe ułożenie sektorów należy dla instrumentów o niskiej skali dźwiękowej (jak np. saksofon barytonowy) wybrać wariant, w którym dźwięk źródłowy we współbrzmieniu powinno się umieszczać w najniższym składniku. Natomiast w instrumentach o wysokiej skali dźwięku (jak np. saksofon sopranowy) powinno się dobrać wariant z dźwiękiem źródłowym umiejscowiony na najwyższym składniku współbrzmienia. Czynność tą określić można mianem „zasadę zachowania balansu”;
- przed przejściem do etapu wyboru wariantów użytkownik powinien zaznajomić się z czynnikami wpływającymi na przesuwanie się sektorów oraz zastanowić się, jakie brzmienie nadać prezentowanemu dziełu muzycznemu. W tym celu warto zapoznać się z trzema warunkami:
  - strukturą dzieła muzycznego;
  - decyzją dotyczącą wyboru instrumentu i efektu barwowego dzieła muzycznego;
  - określeniem zakresu skali instrumentu, z której użytkownik będzie korzystać;
- podczas wyboru odpowiednich wariantów dla współbrzmień sugerowane jest zapoznanie się z tabelami nr 14A, 14B oraz 15A i 15B.
- dopuszczany jest przypadek niedopasowywania wariantów do skali. Może być to czynność zaplanowana (np. w celach uzyskania danej barwy w kompozycji), spontaniczna (np. w improwizacji, kompozycji aleatorycznej), nieświadoma (np. nieznanie zasady dopasowania wariantu do skali głosu/instrumentu);
- koncept doboru wariantów regulacji standardowej pozycji sektorów nie jest całkowicie skuteczną metodą. Nie zredukuje wszystkich przesunięć opisanych w eksperymentach, gdyż harmonizator musiałby opierać się na zaawansowanym systemie dopasowywania się do zniekształceń każdego oddzielnego dźwięku – podobnie jak w przypadku stroju harmonizatora. Warianty stanowią kompromis wyrównujący do pewnego stopnia różnice pomiędzy dźwiękami źródłowymi. Różnice te istnieją z powodu indywidualnych cech fizyczno-akustycznych każdego dźwięku, co ma wpływ na odmienną barwę dźwięków źródłowych i wtórnych;
- oddziaływanie na zmianę sektorów poprzez zmianę wysokości dźwięku źródłowego określa się mianem „oddziaływania mniejszego na sektor”. Natomiast dobór typu instrumentu/rodzaju głosu to „oddziaływanie większe na sektor”, ponieważ strefa quasi-naturalna w zależności od danego typu instrumentu może obejmować większy

bądź mniejszy obszar. Występuje tam również różnica w tak zwanym „ogólnym kolorze”;

- „zasięg barwowy” dla danego dźwięku źródłowego to różnica między częstotliwością najwyższego a najniższego dźwięku wtórnego brzmiącego quasi-naturalnie. Ścisłej ujmując, zasięg barwowy to rozpiętość częstotliwościowa, którą oblicza się przy pomocy wzoru na przyrost częstotliwości:  $\Delta f = f_2 - f_1$ . Wynik podaje się w hercach i różni się on dla każdego dźwięku źródłowego;
- każdy dźwięk ze względu na swoją wysokość (tzn. częstotliwość wyrażaną w hercach) posiada inny zasięg barwowy. Niższe dźwięki wydobywane z instrumentu będą ten zakres poszerzać i zgodnie z zależnością przesunięcia sektorów w stosunku do wysokości skali i granego dźwięku będą przesuwac sektory w prawo (w skrócie: niski dźwięk = dłuższy zasięg, przesunięcie w prawo). Natomiast wysokie dźwięki będą skracać swój zasięg barwowy i przesuwac sektory w stronę lewą (w skrócie: wyższy dźwięk = krótszy zasięg, przesunięcie w lewo). Proces ten można nazwać mianem „zdolności barwowo-sektorowej dźwięku”;
- przebieg skracania bądź wydłużania się zasięgu barwowego w sąsiadujących dźwiękach źródłowych niekoniecznie musi być regularny. Jest to związane z różnego rodzaju indywidualnymi czynnikami fizyczno-akustycznymi danego dźwięku;
- rezultatem połączenia indywidualnych czynników fizyczno-akustycznych dźwięku jest wspomniana zdolność barwowo-sektorowa dźwięku, dzięki której można oszacować, ile współbrzmień wytworzonych przez harmonizator na danym dźwięku będzie brzmiało pod względem barwowym quasi-naturalnie;
- im większa jest ilość quasi-naturalnych współbrzmień wytworzonych na danym dźwięku źródłowym, tym większa jest jego „skuteczność dźwięku źródłowego”, czyli zdolność konkretnego dźwięku źródłowego do wytwarzania naturalnie brzmiących współbrzmień i dźwięków wtórnych poprzez Harmonizator Kontrolowany;
- w celu sprawdzenia skuteczności konkretnego dźwięku źródłowego należy najpierw przetestować metodą odsłuchową barw powstałych na nim współbrzmień i dźwięków wtórnych. Następnie za pomocą jednego ze wzorów obliczyć jego skuteczność i wprowadzić dane na wykres (tzn. mapę skuteczności) w postaci klawiatury fortepianowej;
- skuteczność dźwięku źródłowego wylicza się przy użyciu jednego z kilku wzorów. Wybór wzoru zależy od ilości badanych zbiorów współbrzmień (każdy zbiór składa się

z innej liczby składników/wariantów) oraz od decyzji o dokładności wyniku (poszczególne wzory dają mniej lub bardziej dokładny wynik). Podstawowy wzór na skuteczność to:

$$Ks_x = \frac{a_1b_1 + a_2b_2 + \dots + a_nb_n - c}{a_1b_1 + a_2b_2 + \dots + a_nb_n} \times 100\%$$

Wynik równania podaje się jako procentowy ułamek dziesiętny w zaokrągleniu do dwóch miejsc po przecinku;

- analiza zakresów dźwiękowych dla czterech typów saksofonów wskazuje, że każdy dźwięk posiada inną zdolność przekształcania barw w harmonizatorze, co widać poprzez odmienne konfiguracje kolorów na każdej z klawiatur. Pomiary przeprowadzono według metody „mapy skuteczności dźwięków dla danego instrumentu”;
- wykresy mapowania zakresów dźwiękowych saksofonów sopranowego, altowego, tenorowego i barytonowego z eksperymentu nr 4 będą posiadały uniwersalne zastosowanie podczas korzystania z harmonizatora. Niezależnie, czy zmieni się markę, tzn. producenta saksofonu, dany typ na mniej bądź bardziej profesjonalny model, różnica pomiarów barwy np. pomiędzy dwoma saksofonami altowymi z innych firm będzie na tyle mała, że nie wpłynie na zmianę wyników zestawienia skuteczności z wykresu;
- barwa to cecha indywidualna dla każdego dźwięku, oparta na wielu czynnikach fizyczno-akustycznych. Po przetworzeniu przez oprogramowanie Harmonizatora Kontrolowanego barwa dźwięku źródłowego zmienia się i brzmi nieco inaczej dla kolejnych dźwięków wtórnych;
- każdy dźwięki ze skali danego instrumentu oddziałuje w różnym stopniu na wartość przesunięcia sektorów. Może być to zarówno duże jak i niewielkie wychylenie od standardowego ułożenia. Ma to związek z ich zdolnością barwowo-sektorową, która jest połączona z indywidualnymi czynnikami fizyczno-akustycznymi;
- nie istnieje schemat pozwalający przewidzieć, które dźwięki w skali instrumentu sprawniej działają z Harmonizatorem Kontrolowanym (powodują mniej zniekształceń dźwięków wtórnych), a które gorzej. Jednakże, zamiast tego można sporządzić mapy skuteczności za pośrednictwem testów odsłuchowych;

- uzyskano argumenty świadczące, że barwę każdego dźwięku należy badać i traktować indywidualnie, zamiast szacować podobieństwo dwóch sąsiednich dźwięków bądź całego rejestru. Każdy dźwięk jest inny, bez względu na grany instrument, typ/rodzaj, rejestr.

Zdaję sobie sprawę z dużej liczby zasad w trakcie doboru odpowiedniego wariantu. Dlatego sugerowanym (łatwiejszym) sposobem dla początkujących użytkowników harmonizatora będzie przyzwyczajenie się do harmonizatora poprzez jego częste wykorzystywanie w projektach. Pozwoli to zrozumieć logikę urządzenia i rozwinię intuicję osoby korzystającej.

### 3.6. Instrukcje korzystania z Harmonizatora Kontrolowanego

#### 3.6.1. Szczegółowa instrukcja obsługi Harmonizatora Kontrolowanego dla użytkownika (krok po kroku)

Pierwszą rzeczą, którą należy wykonać, to uruchomić aplikację na komputerze. Będzie ona dostępna na najnowszej wersji systemu operacyjnego macOS-u i Windowsa.

Po otwarciu programu należy skompletować i podłączyć wszystkie elementy aparatury elektronicznej oraz pilot sterujący z saksofonem i z komputerem. W przypadku saksofonu mowa o:

- założeniu i usztywnieniu pilota pod wspornikiem lewego kciuka na saksofonie; połączenie pilota do komputera kablem USB o końcówkach typu A i B mikro (wtyczkę B mikro podłączyć do pilota, a wtyczkę A do komputera); w przypadku niektórych modeli MacBooka nieposiadających wejścia USB-A, lecz jedynie USB-C, należy zastosować adapter USB-C/USB-A;
- zainstalowaniu dwóch mikrofonów na czarze głosowej (jeden skierowany w stronę lewej dłoni, drugi – na prawą dłoń) i podłączeniu ich do interfejsu audio; polecanymi modelami mikrofonów do saksofonu są DPA d:vote 4099-DC-1-199-S lub Audio-



Obraz 54. (i 39.). Prezentacja pilota prawidłowo zainstalowanego na saksofonie pod wspornikiem lewego kciuka oraz połączenie go z komputerem za pomocą kabla USB. Na komputerze widać uruchomioną aplikację.

Technika ATM350U; rekomendowane modele interfejsu audio to: MOTU UltraLite AVB, MOTU UltraLite-mk3 Hybrid, Focusrite Scarlet 6i6 (2<sup>nd</sup> Gen, 3<sup>rd</sup> Gen) lub Focusrite Scarlet 4i4 (wszystkie zawierają zasilanie Phantom 48V, które jest konieczne do prawidłowego funkcjonowania mikrofonów);

- podłączeniu komputera, interfejsu audio, wzmacniacza/miksera nagłośnieniowego i głośników/monitorów (przynajmniej dwóch) do sieci elektrycznej; w sytuacji dużego odstepu gniazdka elektrycznego od sceny można zastosować listwę zasilającą, przepięciową, mieszkaniową (czyli potocznie tak zwane „przedłużacze”); w razie potrzeby, gdyby na scenie brakowało gniazd elektrycznych, można skorzystać z rozgałęźników;
- połączeniu interfejsu audio z komputerem za pomocą kabla USB zakończonym wtyczkami typu A i B; w przypadku niektórych modeli MacBooka nieposiadających wejścia USB-A, lecz jedynie USB-C, należy zastosować adapter USB-C/USB-A;
- połączeniu wyjścia audio interfejsu audio ze wzmacniaczem/mikserem nagłośnieniowym kablami z wtyczkami typu jack 6,3 mm po obu stronach (potrzebne są 2 kanały, ponieważ harmonizator jest stereofoniczny);
- połączeniu wzmacniacza/miksera z głośnikami (przynajmniej dwoma) za pomocą przewodów XLR (zakończonymi wtyczką XLR i gniazdkiem XLR; obydwie końcówki przeznaczone do typu na 3 piny);

Dla wygody wykonawcy można dodatkowo zastosować monitory odsłuchowe, skierowane w jego stronę. W przypadku koncertu na dużej sali, nagłośnienie może mieć charakter standardowego systemu nagłośnieniowego z ewentualnymi dodatkowymi monitorami odsłuchowymi dla saksofonisty. W mniejszych salach kameralnych możliwe jest wykorzystanie tylko niewielkich głośników typu monitor odsłuchowy, ustawionych po obu stronach wykonawcy (a nie po bokach sceny, jak standardowe nagłośnienie). Ważne jest osiągnięcie jak największej „stopliwości” dźwięku przetworzonego (czyli dźwięków wtórnych harmonizatora) z akustycznym dźwiękiem saksofonu, dlatego w większych salach konieczne może być dogłośnienie saksofonu, by wyróżnić jego dźwięk z dźwiękiem przetworzonym przez harmonizator.

Warto również w tym miejscu wspomnieć, że Harmonizator Kontrolowany został stworzony w środowisku programowania obiektowego Max/MSP/Jitter. Dlatego do korzystania z niego i wprowadzania modyfikacji warto zainstalować aktualną wersję Maxa. Oprogramowanie można pobrać, wpisując podany link ze strony firmy Cycling '74: <https://cycling74.com/downloads> . Jest to wersja demo, na której harmonizator działa bezproblemowo.

Wspomniano również, że aplikacja będzie dostępna w formie niezależnego programu, bez konieczności instalacji oprogramowania Max, lecz także bez możliwości dokonywania zmian w jego wewnętrznej konstrukcji.

Schemat połączeń aparatury elektronicznej przedstawiono w schemacie 3., mieszczącym się na stronie 229. Dokładne informacje o działaniu układu zawarto w podrozdziale 3.6.2. *Opis transformacji dźwięku instrumentu we współbrzmienie przy pomocy aparatury elektronicznej.*

Uruchamiając aparaturę elektroniczną trzeba zachować szczególną ostrożność związaną z bezpieczeństwem i higieną pracy studiów nagrań, aby nie spowodować nagłego sprzężenia dźwięku bądź głośnego trzasku z głośników. Taka sytuacja może spowodować chwilowy szum w uszach. Aby temu zapobiec, należy postępować w odpowiednim porządku czynności:

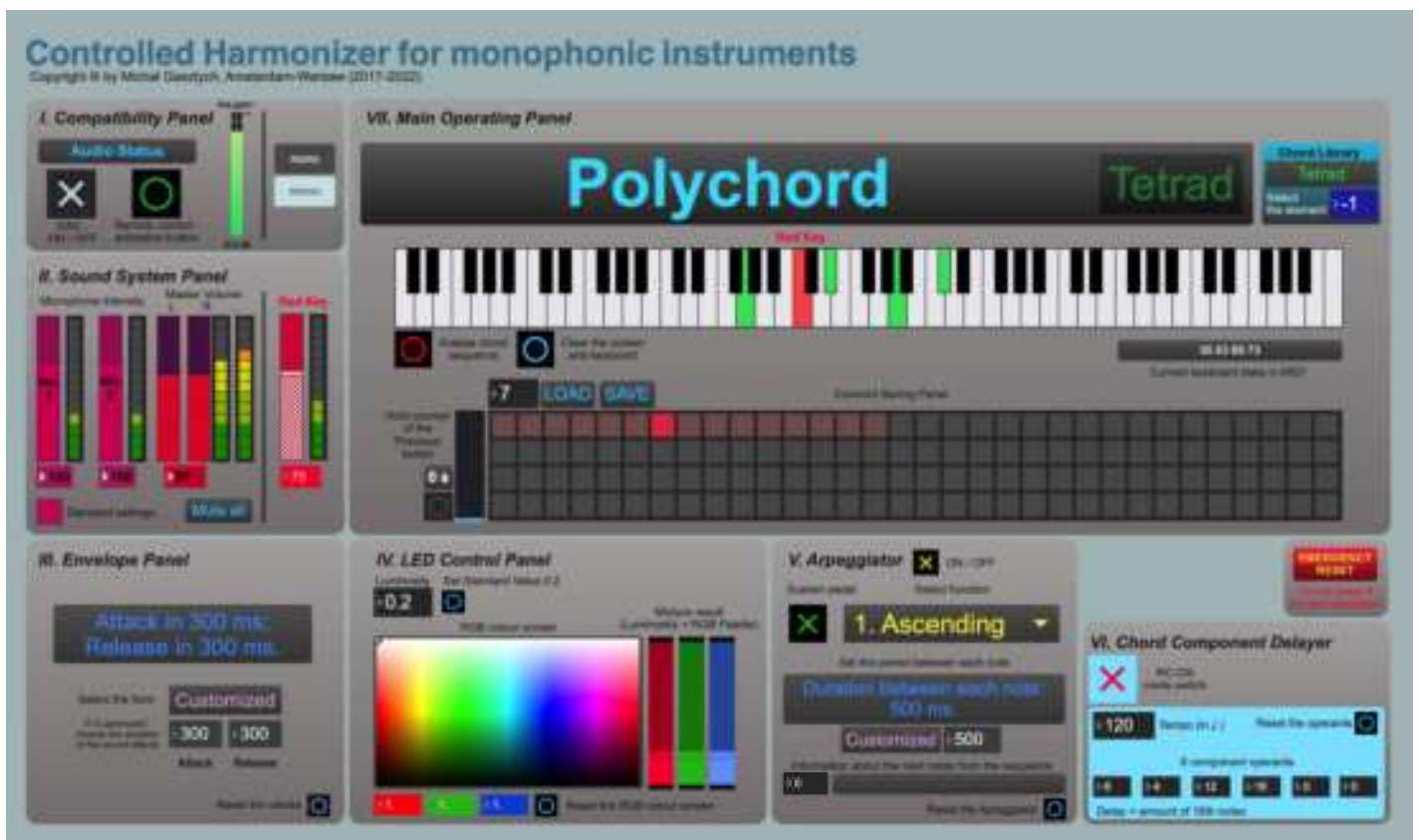
- przed włączeniem zasilania jakiegokolwiek elementu aparatury elektronicznej upewnić się, że wszystkie ich regulatory, pokrętła, suwaki itp. zostały wyciszone lub ustawione na wartość 0;
- oddalić mikrofony od głośników/monitorów, aby uniknąć sprzężenia zwrotnego;
- włączyć interfejs audio i zasilanie Phantom 48V;
- uruchomić wzmacniacz/mikser;
- zmienić ustawienia wejść i wyjść audio w Audio Statusie (tzn. w Digital Sample Processor/Processing w aplikacji Harmonizatora Kontrolowanego) – dokładny opis zmian w DSP na stronach 205. i 206.;
- włączyć głośniki/monitory;
- nacisnąć włącznik DAC ON/OFF znajdujący się w Panelu Kompatybilności;
- ustawić niewielkie wysterowanie sygnałów z mikrofonów w interfejsie audio (tzn. odpowiednio wyregulować pokrętła, suwaki itp.). Na czas testu sygnału również poziom głośności w we wzmacniaczu/mikserze Panelu Nagłośnienia powinien być ustawiony na niewielką wartość, nieco wyższą od 0;
- sprawdzić przy użyciu Testera sygnału znajdującego się w aplikacji w Panelu Kompatybilności lub za pomocą sygnału z mikrofonów (należy sprawdzić każdy oddzielnie) wraz z naciśniętym przyciskiem aktywacji na pilocie, czy sygnał pojawia się w aplikacji Harmonizatora i czy wydobywa się z głośników/monitorów. Jeśli cały układ działa, należy zwiększyć wysterowanie mikrofonów do optymalnego poziomu,



najlepiej grając na saksofonie w dynamice forte, oraz ustawić odpowiedni poziom głośności systemu nagłośnieniowego (tzn. w interfejsie audio, we wzmacniaczu/mikserze, w Panelu Nagłośnienia znajdującym się w aplikacji harmonizatora, głośnikach i monitorach). Jeśli sygnał nie pojawia się w aplikacji Harmonizatora lub nie jest słyszalny w głośnikach, zmniejszyć wystawienie mikrofonów i głośność systemu nagłośnieniowego z powrotem do minimum i sprawdzić połączenia kablowe pomiędzy poszczególnymi urządzeniami; w ostateczności zresetować aplikację komputerową, wyłączyć i ponownie uruchomić urządzenia, a następnie jeszcze raz wyregulować ich parametry wraz z Audio Statusem aplikacji;

- sprawdzić reakcję aplikacji na naciskanie przycisków w pilocie.

W momencie, gdy aparatura elektroniczna działa poprawnie, a sygnał z mikrofonów słychać w głośnikach, można przejść do ustawień w aplikacji i projektowania sekwencji współbrzmień.



Obraz 55. (i 43.) . Wygląd interfejsu programu komputerowego.

Działania w aplikacji można podzielić na dwie czynności:

- pierwsza – ustawienia kompatybilności aplikacji z aparaturą elektroniczną oraz poziomu wysterowania i jakości sygnału (3.6.1.1., opis na stronach 202. – 214.);
- druga – projektowanie sekwencji współbrzmień (3.6.1.2., opis na stronach 214. – 228.).

### 3.6.1.1. Ustawienia kompatybilności aplikacji z aparaturą elektroniczną oraz poziomu wysterowania i jakości sygnału

Pierwsza czynność realizowana jest jednocześnie z regulacją ustawień sprzętu elektronicznego. Jest to dostosowanie kilku parametrów jakości sygnału cyfrowego (czyli innymi słowy jakości dźwięków wtórnych, przetworzonych za pomocą harmonizatora), na których będą opierały się wszystkie współbrzmienia. Ustala się je w podzespole I – Panelu Kompatybilności i II – Panelu Nagłośnienia.

Obydwa panele działają niezależnie od zmiany współbrzmień i czynników w pozostałych podzespółach.

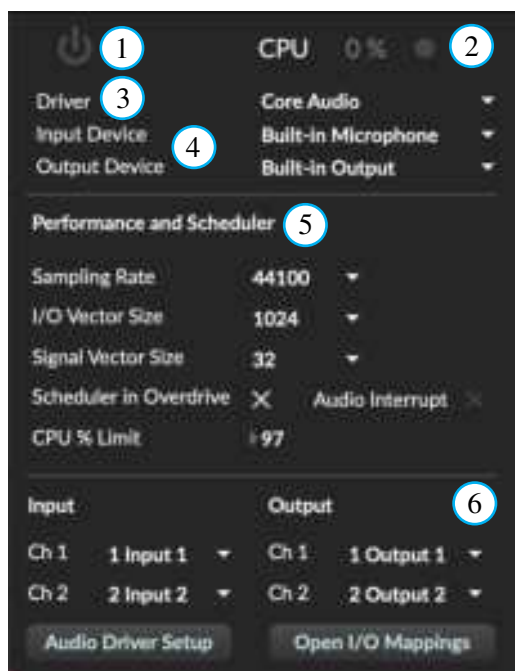


Obraz 56. (i 43/1.) Wygląd obiektów wchodzących w skład Panelu Kompatybilności.

Na początku, podczas łączenia aparatury elektronicznej z aplikacją, trzeba przejść do Panelu Kompatybilności i otworzyć Audio Status (jego wygląd wewnątrz i ponumerowane sekcje ustawień zaprezentowano na obrazie 57.).

Znajdują się w nim informacje i ustawienia dźwiękowe, które dotyczą:

- ikonki włącznika dla przetwornika analogowo-cyfrowego (w skrócie: DAC ON/OFF; numer 1);
- procentowej skali obciążenia procesora zadaniami harmonizatora (w skrócie: CPU; numer 2);
- używanego aktualnie sterownika dźwięku, czyli programu sterującego dźwiękiem i kartą dźwiękową komputera (ang. „Driver” lub „Audio Driver”; numer 3)<sup>130</sup>;
- wyboru zewnętrznego urządzenia audio wejściowego i wyjściowego (Input, Output Device; numer 4);
- wydajności przetwarzania audio (ang. „Performance and Scheduler”) odnoszące się do częstotliwości próbkowania sygnału; jednoczesnego przesyłania ustalonej ilości próbek pomiędzy harmonizatorem a interfejsem audio; do jednoczesnego przetwarzania pewnej ilości próbek przez obiekty zawarte wewnątrz struktury harmonizatora; do utrzymywania ustalonej kolejności procesów (tj. „zdarzeń”) w strukturze harmonizatora (numer 5);
- mapowania (tzn. przydzielania) wirtualnych wyjść audio aplikacji na fizyczne wyjścia interfejsu audio według poszczególnych zainstalowanych programów sterujących kartą dźwiękową w komputerze (ang. Driver, Audio Driver; numer 6)<sup>131</sup>.



Obraz 57. Wewnętrzny wygląd Audio Statusu. Numerami zaznaczono poszczególne sekcje ustawień.

Ponieważ Harmonizator Kontrolowany oparto o narzędzia oprogramowania Max/MSP/Jitter (do konstruowania różnego rodzaju programów, nie tylko muzycznych), Audio Status posiada wygląd ogólny, uniwersalny – taki sam, jaki oferuje wspomniane oprogramowanie. Z tej racji nie da się go zmienić. Zawiera on dużą liczbę opcji ustawień,

<sup>130</sup> Na komputerze może istnieć kilka programów sterujących kartą dźwiękową i ogólnie dźwiękiem.

<sup>131</sup> W aplikacji i komputerze można dodawać nowe wejścia i wyjścia sygnału dźwiękowego za pomocą specjalnych zewnętrznych urządzeń (np. tzw. „portów”), przez co trzeba czasami zmienić bądź zainstalować inny program sterujący. Takich rozszerzeń używa się przy większych projektach, np. w studiach nagrań, studiach dźwięku przy salach koncertowych itp.

zarówno dla większych jak i mniejszych projektów, które niekoniecznie będą wykorzystane w ustawieniach sygnału dźwiękowego Harmonizatora Kontrolowanego.

W przypadku harmonizatora adaptacji podlegać będą poniższe sekcje i parametry Audio Statusu<sup>132</sup>:



Obraz 58. Przedstawienie zależności pomiędzy dwoma włącznikami przetwornika analogowo-cyfrowego. Pomimo różnicy w wyglądzie mają one tę samą funkcję.

- ikonka włącznika dla przetwornika analogowo-cyfrowego (DAC ON/OFF);

Ikona włącznika DAC odpowiada za aktywację przetwornika analogowo-cyfrowego. Domyślnie po uruchomieniu aplikacji harmonizatora jest nieaktywna, co uwidacznia szary kolor ikony.

Naciśnięcie przycisku powoduje zmianę jego koloru na niebieski i rozpoczęcie przesyłania sygnału dźwiękowego do aplikacji. Uaktywniają się wtedy wszystkie procesy znajdujące się w oknie Audio Statusu, czyli zaczynają działać: informator procentowej

skali obciążenia procesora zadaniami harmonizatora (znajdujący się po prawej stronie od ikony, oznaczony numerem 2. w obrazie 57.), ustawienia wydajności i planowania, mapowanie kanałów wejściowych i wyjściowych.

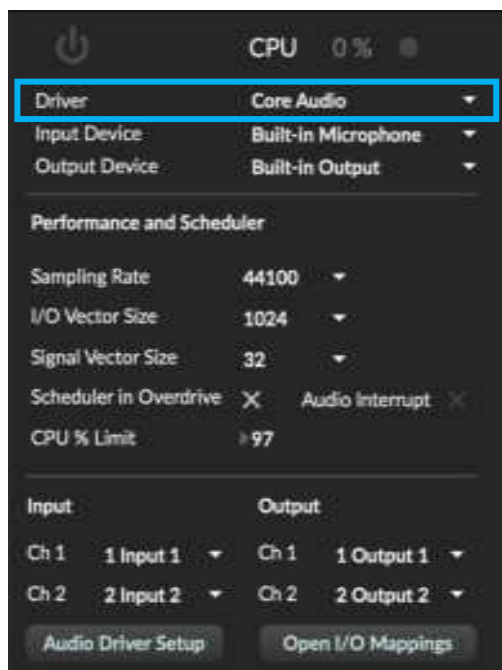
Dość często przycisk przybiera barwę pomarańczową, która oznacza, że dokonano zmiany urządzenia wejściowego i/lub wyjściowego. Funkcja ta ostrzega, że przesyłanie i wysyłanie sygnału zostało wstrzymane oraz że należy upewnić się po raz kolejny, czy wszystkie parametry w Audio Statusie i w Panelu Nagłośnienia są właściwie ustawione. Po sprawdzeniu trzeba dwa razy nacisnąć na ikonkę (tzn. wyłączyć i ponownie włączyć DAC). Spowoduje to pojawienie się ponownie przycisku w kolorze niebieskim.

Włącznik DAC posiada tę samą funkcję co włącznik DAC w prawym dolnym rogu interfejsu aplikacji oraz włącznik DAC ON/OFF (o kształcie litery „X”) znajdujący się pod przyciskiem Audio Status w Panelu Kompatybilności. Należy dodać, że naciśnięcie włącznika DAC wewnątrz okna Audio Status bądź w prawym dolnym rogu interfejsu programu nie spowoduje, że będzie włączony również w Panelu Kompatybilności. Dlatego zaleca się, aby zamiast włączania go w oknie wewnątrz Audio Statusu lub w interfejsie, korzystać raczej z przycisku „X” umiejscowionego w Panelu Kompatybilności.

<sup>132</sup> Informacje o strukturze i obsłudze Audio Statusu zaczerpnięto ze strony internetowej Cycling '74 – twórców wizualnego języka programowania Max/Msp/Jitter.

Link do strony: <https://docs.cycling74.com/max5/tutorials/msp-tut/mspaudioio.html> (dostęp: 25.03.2023).

Oprócz tego trzeba zaznaczyć, żeby nie naciskać tego przycisku przed poprawnym zainstalowaniem i wyciszeniem aparatury elektronicznej, ustawieniem pozostałych parametrów w Audio Statusie, ściszenia wszystkich elementów Panelu Nagłośnienia do wartości 0. Taki przypadek może wywołać nagłe pojawienie się bardzo głośnego dźwięku, który, jeśli dla przykładu nastawiony został w aparaturze elektronicznej na wysoki poziom głośności, może czasami doprowadzić do szumu w uszach. Jest to przypadek opisany wcześniej na stronach 89., 200. i 201., dotyczący braku wyciszenia aparatury elektronicznej i aplikacji harmonizatora podczas przygotowywania harmonizatora przed występem.



Obraz 59. Oznaczenie miejsca wyboru programu sterującego dźwiękiem wewnątrz Audio Statusu.

- program sterujący dźwiękiem (jeśli aplikacja wykrywa kilka z nich);

W parametrze oznaczonym numerem 3 komputer sam wykrywa, a następnie korzysta z domyślnego sterownika audio (czyli Drivera bądź Audio Drivera), który został na nim zainstalowany. Na komputerach firmy Apple domyślny sterownik nosi nazwę „Core Audio”. Natomiast komputery z systemem operacyjnym Microsoft Windows mogą posiadać sterowniki od różnych dostawców. Do popularnych należą m.in. „Microsoft Media Environment” (w skrócie: „MME”), „Windows DirectSound”, „Windows Audio Session Application Programming Interface” (w skrócie” „WASAPI”), „Audio Stream Input/Output” (w skrócie: „ASIO”), „Realtek ® Audio”.

Na systemie Windows zaleca się użycie sterownika „ASIO” ze względu na najmniejszą latencję (opóźnienie sygnału).

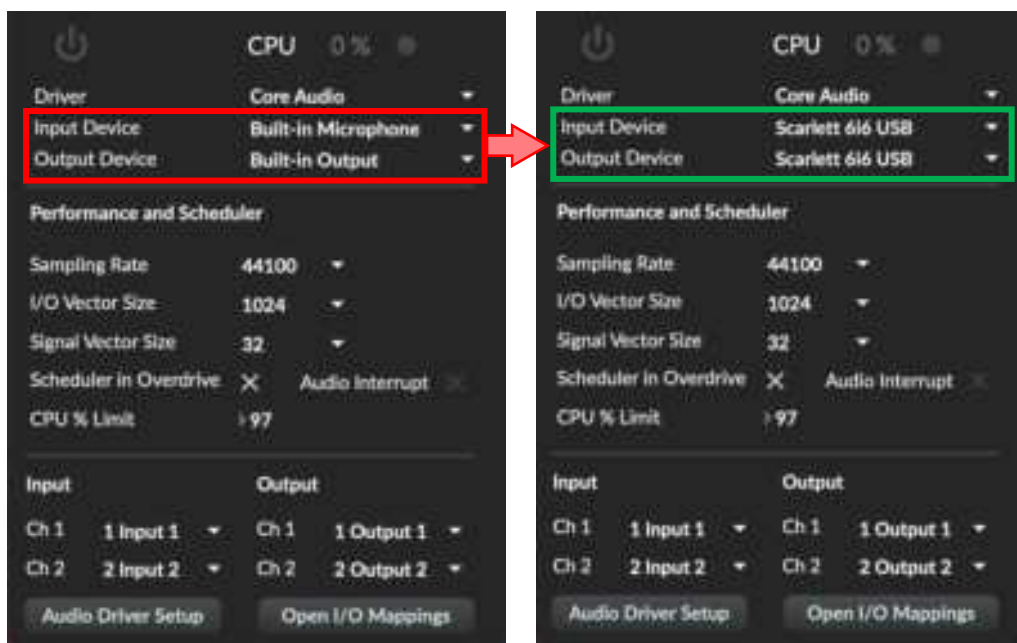
- ustalenie zewnętrznych urządzeń audio – odpowiadających za sygnał wejściowy (pobieranie sygnału z otoczenia do dalszych procesów przekształceniowych; tzw. „urządzenie wejściowe”, ang. Input Device) i wyjściowy (wypuszczanie sygnału przetworzonego przez harmonizator, tzw. „urządzenie wyjściowe”, ang. Output Device);



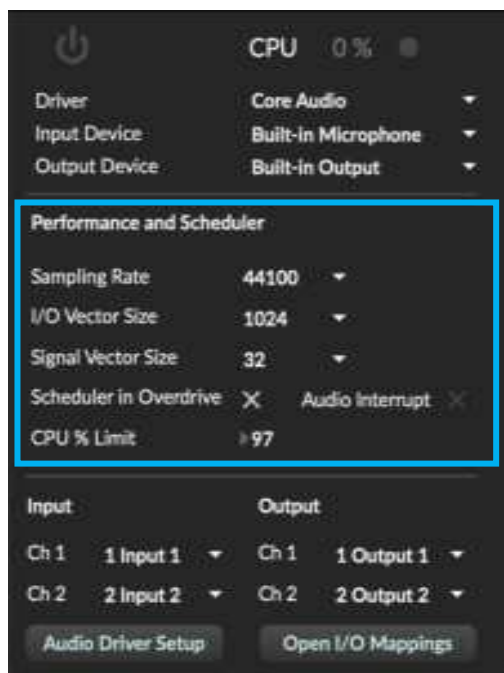
W standardowym ustawieniu komputera (bez podłączonej aparatury) przy parametrze „Input Device” wyświetla się opcja „Built-in Microphone” (pl. „Wbudowany mikrofon”). Po wykryciu połączenia komputera z interfejsem audio i naciśnięciu białego trójkąta znajdującego się w oknie opcji „Built-in Microphone” powinny rozwinąć się dodatkowe możliwości wyboru: None (pl. „Żadne urządzenie”), zaznaczona białą kropką, obecnie wybrana opcja „Built-in Microphone” oraz nowa, posiadająca nazwę interfejsu audio, np. „Scarlett 6i6 USB”. Aby połączyć się z interfejsem audio należy zatem wybrać nową opcję z nazwą wykrytego interfejsu.

Podobną czynność należy wykonać w przypadku parametru „Output Device”, gdzie z „Built-in Output” (pl. „Wbudowane wyjście”, w sensie – głośniki komputera) powinno się przejść na opcję z nazwą wykrytego interfejsu audio (np. „Scarlett 6i6 USB”). Wygląd ustawień przed i po zmianie ze standardowego ustawienia komputera na interfejs audio przedstawia obraz 60.

Warto też zauważyć, że przy włączonej ikonke DAC i zmianie urządzeń audio, jej barwa z niebieskiej stanie się pomarańczowa (o czym wspomniano poprzednio w wyjaśnieniu działania ikonki włącznika DAC).



Obraz 60. Zmiana standardowego ustawienia z wbudowanych w komputer mikrofonu i głośników („Built-in microphone”, „Built-in Output”; obszar oznaczony czerwonym prostokątem) na wykryty interfejs audio (obszar oznaczony zielonym prostokątem).



Obraz 61. Sekcja zawierająca parametry związane z ustawieniami wydajności i planowania.

- ustawienia wydajności i planowania (ang. Performance and Scheduler);

Ta kategoria zawiera 6 ustawień: częstotliwość próbkowania (ang. Sampling Rate), rozmiar wektora dla zewnętrznego urządzenia audio (ang. I/O Vector Size; I/O oznacza Input/Output), rozmiar wektora sygnału (ang. Signal Vector Size), ustawienie priorytetu działania procesora (ang. Scheduler in Overdrive), synchronizacja zdarzeń (ang. „Audio Interrupt), procentowe ograniczenie procesora komputera na wykonywanie zadań programu (ang. CPU % Limit).

Standardową i minimalną częstotliwością próbkowania sygnału w Audio Statusie jest wartość

44100 próbek na sekundę (czyli 44,1 kHz<sup>133</sup>). Obecnie jednak częściej stosuje się 48000 próbek na sekundę (48 kHz), ponieważ obciążenie procesora jest podobne jak w przypadku 44,1 kHz, natomiast jakość dźwięku nieco lepsza. Wartości te są optymalne dla większości współczesnych komputerów – nie przeciąża ich pracy i nie zauważa się zniekształcenia dźwięku.

Po rozwinięciu okna wyboru (z białym trójkątem) mogą pojawić się jeszcze dodatkowe opcje, np. 96000 (96 kHz). Im wyższa częstotliwość próbkowania, tym wyższa jakość sygnału (tj. dźwięków wtórnych), zwłaszcza w zakresie wyższych częstotliwości. Niestety wyższa wartość oznacza również większe obciążenie sprzętowe komputera na wykonywanie zadań wewnątrz harmonizatora. Dlatego należy dostosować częstotliwość w sposób odpowiedni do możliwości sprzętowych komputera.

<sup>133</sup> Częstotliwość próbkowania 44,1 kHz to ogólnie przyjęta wartość minimalna próbkowania, wynikająca z twierdzenia o próbkowaniu Nyquista-Shannona z zakresu teorii informacji, telekomunikacji i cyfrowego przetwarzania sygnału oraz częstotliwości Nyquista wykorzystywanej np. w zapisie dźwięku na płytach CD.

Por. Hasło: *Częstotliwość próbkowania*, w: *Wikipedia*, 27.05.2021,

[https://pl.wikipedia.org/wiki/Cz%C4%99stotliwo%C5%9B%C4%87\\_pr%C3%B3bkowania](https://pl.wikipedia.org/wiki/Cz%C4%99stotliwo%C5%9B%C4%87_pr%C3%B3bkowania) (dostęp: 22.02.2023);

Por. Hasło: *Twierdzenie o próbkowaniu*, w: *Wikipedia*, 10.01.2023,

[https://pl.wikipedia.org/wiki/Twierdzenie\\_o\\_pr%C3%B3bkowaniu](https://pl.wikipedia.org/wiki/Twierdzenie_o_pr%C3%B3bkowaniu) (dostęp: 22.02.2023);

Por. Hasło: *Częstotliwość Nyquista*, w: *Wikipedia*, 12.09.2022,

[https://pl.wikipedia.org/wiki/Cz%C4%99stotliwo%C5%9B%C4%87\\_Nyquista](https://pl.wikipedia.org/wiki/Cz%C4%99stotliwo%C5%9B%C4%87_Nyquista) (dostęp: 22.02.2023).

Rozmiar wektora dla kanałów wejścia i wyjścia (ang. I/O Vector Size) to parametr, w którym ustala się tzw. rozmiar bufora, czyli ilość próbek przetwarzanych w ramach pojedynczego pakietu na wejściu i wyjściu interfejsu audio. Wartość ta wiąże się z czasem opóźnienia sygnału, generowanego przez cyfrowe przetwarzanie dźwięku: im większy bufor, tym większe opóźnienie. Duża wartość tego parametru (np. 1024 lub 2048 sampli<sup>134</sup>) spowoduje wprowadzenie nieakceptowalnie dużego opóźnienia (1024 sample to aż około 23 milisekund), jednak zbyt mała wartość (np. 64 sample) powoduje przeciążenie procesora (wzrost wartości zużycia CPU), skutkujące pojawianiem się „trzasków” w dźwięku i przerywaniem strumienia audio. Audio Status posiada opcję zmiany w rozmiarze wektora od 32 do 2048 próbek. Moim zdaniem sugerowałbym wartości 256 lub 512 próbek.

Rozmiar wektora sygnału (ang. Signal Vector Size) określa ilość próbek obliczanych w tym samym momencie przez wszystkie obiekty w aplikacji. Ten parametr jest zależny od poprzednich dwóch – częstotliwości próbkowania i rozmiaru wektora dla kanałów wejścia i wyjścia. Rozmiar wektora sygnału może być równy, ale nie większy niż rozmiar wektora dla kanałów wejścia i wyjścia (tzn. jeśli np. I/O Vector Size = 512, to Signal Vector Size  $\leq$  512).

Scheduler in Overdrive (w wolnym tłumaczeniu: ustawienie priorytetu działania procesora) to opcja sterująca kolejnością procesów (inaczej: zdarzeń) zachodzących między obiektami w strukturze harmonizatora i poprawiająca dokładność pomiaru czasu w programie. Powoduje, że przetwarzanie audio ma pierwszeństwo przed procesami związanymi z grafiką, odświeżaniem ekranu itp., co poprawia jakość przetwarzania dźwięku. Opcja ta powinna być aktywna (tzn. symbol „x” oznaczony kolorem niebieskim).

Opcja Audio Interrupt (w wolnym tłumaczeniu: synchronizacja zdarzeń) łączy się ściśle ze Scheduler in Overdrive i działa jedynie, kiedy scheduler jest włączony. Pozwala na lepszą synchronizację sygnału MIDI pochodzącego z zewnętrznych sterowników MIDI (np. dodatkowych urządzeń opartych o system MIDI podłączonych do komputera) z sygnałem audio (czyli z sygnałem wewnątrz aplikacji, zawierającym cyfrową wersję dźwięku źródłowego i dźwięków wtórnych). W przypadku harmonizatora opcja Audio Interrupt może pozostać wyłączona (tzn. symbol „X” oznaczony kolorem szarym).

Opcja CPU % Limit (pl. procentowe ograniczenie procesora komputera na wykonywanie zadań programu) umożliwia nałożenie ograniczenia na zużycie procesora komputera. Mówiąc inaczej, aplikacja harmonizatora „blokuje” zadania procesora związane

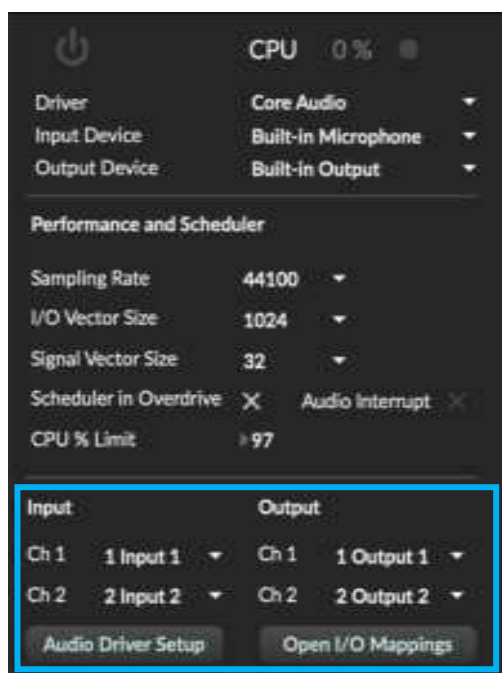
---

<sup>134</sup> „Sampel” – spolszczona wersja angielskiego wyrazu „sample” (pl. próbka). Używana jako synonim.



z działaniem innych otwartych programów w mniejszym lub większym stopniu w zależności od procentowej wartości ustalonej w ograniczeniu. Dla przykładu, jeśli ustawi się limit procesora na 30%, harmonizator przez dłuższy czas będzie działał poprawnie. Zdarzyć się może jednak, że pewne zadanie w aplikacji wymagać będzie większego zużycia procesora, np. 45%. Ponieważ limit ustawiono na 30%, brakujące 15% będzie powodowało „trzaski” na wyjściu audio, czyli np. chwilowe braki bądź zaburzenia sygnału. Należy wtedy zmienić ograniczenie na wyższe w celu uniknięcia wspomnianych kliknięć. Ustawienie ograniczenia na wartości 0% bądź 100% wyłącza ograniczenia (funkcja nałożenia limitu na procesor zostaje zdezaktywowana). W standardowym ustawieniu ograniczenie wynosi 97%.

Warto również wspomnieć, że im lepszy i sprawniejszy procesor, tym lepiej radzi sobie z wielozadaniowością, przez co jego ograniczenie może być wyższe (np. w granicach 90-97%). Natomiast w komputerach o słabszym procesorze limit należy zmniejszyć, aby komputer mógł poprawnie wykonywać swoje podstawowe czynności i się nie zawieszał. W zaistniałej sytuacji trzeba dostosować balans pomiędzy podstawowymi funkcjami procesora a zadaniami realizowanymi w aplikacji harmonizatora.



Obraz 62. Położenie parametrów związanych z mapowaniem kanałów wejścia i wyjścia dźwięku.

Sekcja oznaczona numerem 6. w Audio Statusie zawiera opcje mapowania (tj. przypisywania) kanałów wejścia i wyjścia dźwięku, czyli przyporządkowanie wirtualnych wejść i wyjść w programie Max do fizycznych wyjść i wejść interfejsu audio. W przypadku harmonizatora nie ma jednak konieczności mapowania kanałów, gdyż jest on stereofoniczny.

W oknie sekcji 6. widoczne są dwa kanały dla wejścia sygnału dźwiękowego (Ch1 i Ch2) oraz 4 okienka z opcją zmiany z białym trójkątem: 1 Input 1, 2 Input 2, 1 Output 1 i 2 Output 2. Po rozwinięciu tych okienek pojawiają się 3 możliwości.

Na przykładzie kanału wejścia nr 1 (Input Ch1), licząc od góry w dół, są to: off (wyłączenie/wykluczenie kanału), 1 Input 1 (wybrana aktualnie opcja), 2 Input 2 (wybór ten sprawi, że zarówno kanał Input Ch1 i Input Ch2 z przypisanym domyślnie 2 Input 2 będą otrzymywały identyczny sygnał dźwiękowy). Identyczne opcje znaleźć można po stronie kanałów Output Ch1 i Output Ch2.

W dole sekcji mapowania umieszczono dwa przyciski otwierające dodatkowe okna. Po stronie lewej znajduje się przycisk „Audio Driver Setup” (pl. ustawienia sterownika dźwiękiem), który odsyła użytkownika do wewnętrznych ustawień programu sterującego dźwiękiem komputera. Natomiast z prawej strony umieszczono przycisk „Open I/O Mappings”, otwierający okno z rozszerzonym wyborem kanałów wejścia i wyjścia sygnału. Można w nim przypisać od 1 do 512 kanałów, jeśli zastosuje się rozbudowany port wtyczek i gniazd (taki jak np. wielokanałowe interfejsy audio itd.) spotykany w studiach nagrań lub stacjach nagłośnieniowych.

Jak wcześniej wspomniano, Harmonizator Kontrolowany to urządzenie stereofoniczne, chociaż posiada też funkcję przełączenia się na dźwięk monofoniczny. Przeznaczono go raczej dla jednego użytkownika korzystającego w danym czasie. Należy też dodać, wewnętrzna konstrukcja harmonizatora składa się tylko z jednego wejścia i wyjścia sygnału dźwiękowego (jednej pary tzw. obiektów „adc~” i „dac~”<sup>135</sup>). Z tych powodów niniejsza instrukcja dotyczy ustawień projektu dla jednego użytkownika, z jedną linią kanałów dla sygnału dźwiękowego – „wejście-wyjście” oraz dla podstawowego wyposażenia i standardowych ustawień komputera.

Do rozszerzonej liczby ustawień można powrócić w momencie, gdy z harmonizatora korzystać będzie więcej niż jedna osoba jednocześnie i/lub doda się więcej wejść i wyjść dla sygnału dźwiękowego, lub gdy program zostanie rozbudowany o funkcje, w których konieczne będzie rozgałęzienie sygnału dźwiękowego.



Obraz 63. Przedstawienie włącznika dla przetwornika analogowo-cyfrowego w stanie aktywnym (ON) i nieaktywnym (OFF).

Po personalizowaniu ustawień w Audio Statusie kolejnym omawianym elementem Panelu Kompatybilności jest włącznik dla przetwornika analogowo-cyfrowego (DAC ON/OFF) o kształcie litery „X”. Jego funkcja została wspomniana wcześniej na stronach 204. i 205., przy opisie elementów Audio Statusu (funkcja jest identyczna, jak w ikonie włącznika DAC wewnątrz

<sup>135</sup> Obiekt „adc~” w wirtualnym języku programowania Max/MSP/Jitter oznacza po polsku „przetwornik analogowo-cyfrowy” („adc” to skrót od „analog-digital converter”). Służy on do wprowadzania do aplikacji sygnału dźwiękowego (np. z mikrofonu) i przetworzeniu go na sygnał cyfrowy, który następnie poddawany jest dalszemu przetworzeniu przez aplikację. Jest to zazwyczaj obiekt znajdujący się na początku kodu źródłowego aplikacji.

„dac~” (po angielsku skrót od „digital-analog converter”, pl. „przetwornik cyfrowo-analogowy”) to obiekt o odwrotnej funkcji do „adc~”. Ma za zadanie wysłać przekształcony sygnał cyfrowy z aplikacji do urządzeń wytwarzających dźwięk (np. głośniki) lub przekazujących sygnał dalej (np. interfejs audio). Obiekt ten zazwyczaj umiejscowiony jest na końcu kodu źródłowego aplikacji.

statusu). Jednakże, ponieważ to ważny przycisk, z którego użytkownik często będzie korzystał, został on umiejscowiony w interfejsie aplikacji.

Jak przedtem podkreślono, przycisk ten należy włączyć dopiero, kiedy zostanie prawidłowo połączona, wyregulowana i wyciszona aparatura elektroniczna, ustawione parametry Audio Statusu i zredukowane do zera wartości w elementach Panelu Nagłośnienia.



Obraz 64. Wygląd przycisku aktywacji/resetu pracy pilota.

Następny omawiany element Panelu Kompatybilności to Przycisk aktywacji/resetu pracy pilota (ang. Remote control – activation button). Jego naciśnięcie powoduje nawiązanie połączenia pomiędzy aplikacją harmonizatora a pilotem sterującym, co zasygnalizuje zaświecenie się na chwilę na zielono diody LED w pilocie.

Jeśli przed uruchomieniem aplikacji pilot połączono już kablem USB z komputerem, wtedy przy jej otwarciu przycisk sam automatycznie zostanie wciśnięty. W przypadku, gdy pilot nie działa poprawnie z programem (tzn. przy naciśnięciu przycisków nie zauważa się reakcji w programie, nie świeci się dioda LED) bądź odłączono go od kabla USB i następnie ponownie połączono, należy wtedy jeszcze raz nacisnąć wspomniany przycisk w celu resetu (nawiązaniu ponownego połączenia pilota z aplikacją). Gdyby czynność ta nie dała rezultatu, konieczne będzie zamknięcie aplikacji i powtórne jej uruchomienie, a także sprawdzenie kabla, wtyczek i gniazd USB (w pilocie, komputerze, kablu). W ostateczności problem nienawiązania sygnału pilota z aplikacją może być spowodowane wadą czipa.

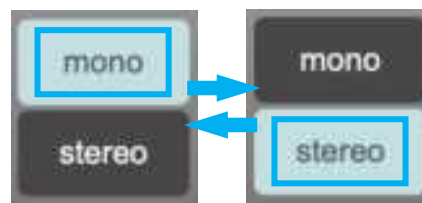


Obraz 65. Wygląd Testera Sygnału w stanie nieaktywnym (lewy suwak) i przy maksymalnej głośności (prawy suwak).

Czwarty element pierwszego panelu to Tester Sygnału, służący do sprawdzania, czy aplikacja działa prawidłowo i wysyła sygnał dźwiękowy przez kanał/kanały wyjściowe do odbiornika dźwięku (czyli głośników/monitorów). Posiada on formę suwaka z regulatorem głośności o zielonym kolorze. Korzystanie z testera nie wymaga podłączenia mikrofonów oraz gry na instrumencie, ponieważ dźwięk jest generowany w programie.

Jeśli aparaturę elektroniczną połączono w poprawny sposób z komputerem, to po aktywacji włącznika DAC „X”, zwiększeniu głośności w suwaku testera oraz na obydwu suwakach „Master Volume” w Panelu Nagłośnienia (przynajmniej na 20 jednostek), z głośników powinien wydobywać się lekko pulsujący dźwięk  $a^1 = 440$  Hz. W przeciwnym wypadku trzeba sprawdzić połączenie pomiędzy urządzeniami zewnętrznymi a komputerem, poziom głośności w suwakach „Master Volume” i w Testerze Sygnału.

Ostatni, piąty element oddzielony pionową kreską to Przełącznik pomiędzy monofonią a stereofonią odtwarzania sygnału z harmonizatora (w skrócie przełącznik „mono-stereo”). Wybranie jednej z opcji zmieni wrażenie wydobywanych z głośników dźwięków harmonizatora z pojedynczego, prostego brzmienia monofonicznego na przestrzenne.



Obraz 66. Wygląd Przełącznika pomiędzy monofonią a stereofonią. Jasne pole zakreślone niebieskim prostokątem oznacza aktywny w danym momencie stan.

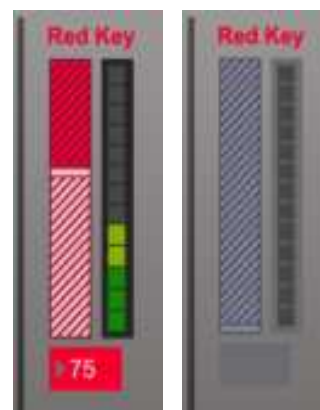


Obraz 67. (i 43/5.) Struktura Panelu Nagłośnienia.

Jak zauważyć można w niektórych fragmentach opisujących elementy Panelu Kompatybilności oraz aparatury elektronicznej, w trakcie ich regulacji konieczna była jednoczesna modyfikacja parametrów w Panelu Nagłośnienia.

Panel drugi jest niezmiernie ważny w prawidłowym funkcjonowaniu aplikacji, ponieważ wraz z interfejsem audio i wzmacniaczem/mikserem jest on w stanie bardzo precyzyjnie oddziaływać na wzmocnienie sygnału (tzn. dźwięków wtórnych) i jednocześnie głośność harmonizatora. Należy jednak uważać, aby odpowiednio je ze sobą zbalansować, gdyż w łatwy sposób można przesadzić i przeforsować głośność dźwięków wtórnych w stosunku do naturalnego dźwięku instrumentu.

Panelu Nagłośnienia używa się podczas regulacji aparatury elektronicznej oraz na bieżąco w trakcie korzystania z programu. Posiada on podobny układ do miksera – dwa kanały-suwaki do ustawiania wrażliwości mikrofonów i dwa kanały-suwaki do kontroli głośności sygnału wyjściowego dla dwóch głośników (układ przypomina parametr „Master Volume” na mikserze, czyli wzmocnienie głośności dla sumy kanałów). Regulator oddzielony pionową linią dotyczy modyfikacji głośności „czerwonego klawisza”, znajdującego się na klawiaturze MIDI w Głównym Panelu Operacyjnym, gdy ten jest włączony. W przeciwnym razie wspomniany suwak będzie nieaktywny i posiadał szary kolor.



Obraz 68. Prezentacja dwóch stanów regulatora głośności czerwonego klawisza. Po lewej stronie regulator jest w stanie aktywnym, po prawej – nieaktywnym.

Z prawej strony do każdego regulatora przypisany został miernik wrażliwości, sygnalizujący kolorem poziom natężenia otrzymywanego/wysyłanego sygnału w zależności od ustawienia suwaków. W celu uniknięcia przeforsowania danego parametru zaleca się nie dopuszczać do pojawiania się pomarańczowego koloru.

Pod słupkami umiejscowiono liczniki pomiaru, które liczbowo wyrażają ustawienia na suwakach. Zmiana wartości w liczniku wywołuje ruch suwaka i na odwrót – podwyższenie suwaka modyfikuje wartość liczbową w liczniku. W wymiarze „Master Volume” licznik wyrównuje lewy (L) i prawy (R) suwak, chociaż możliwe jest posiadanie w nich różnych wartości. Wystarczy wtedy podwyższyć/obniżyć słupek w danym suwaku. Jednakże tylko zmiana w lewym będzie uaktualniała wartość liczbową licznika (przy prawym licznik pozostanie niezmienny).

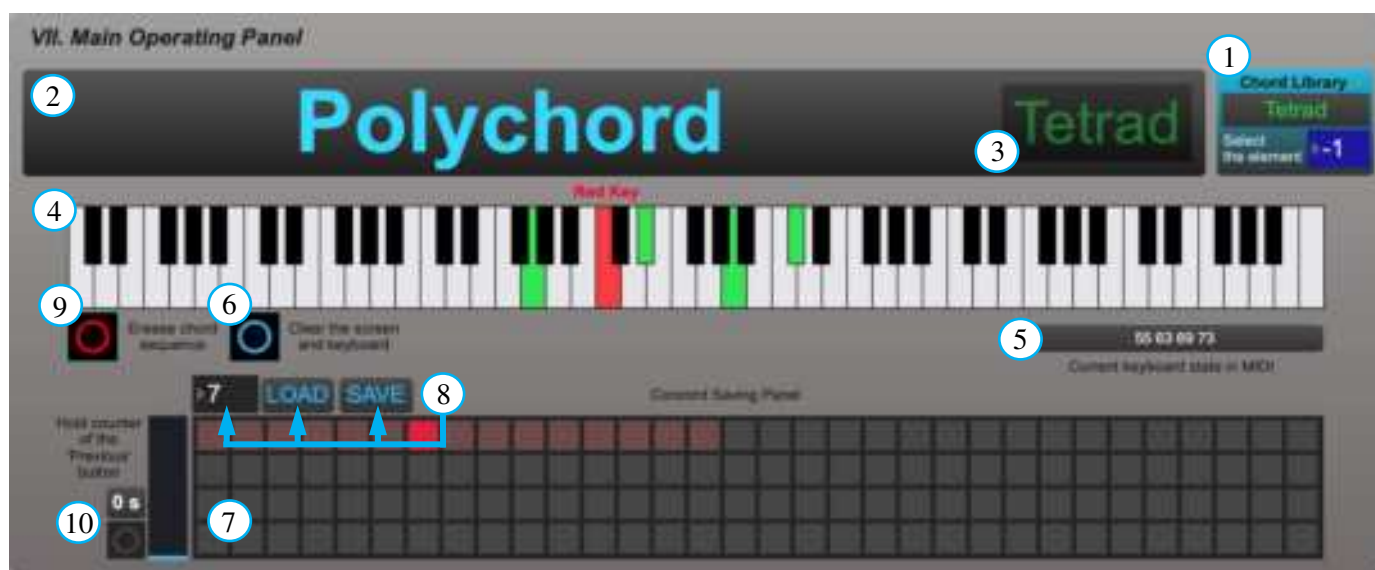
Wartość minimalna w każdym liczniku wynosi 0, a maksymalna 157. Przy przekroczeniu wartości 127 w którymkolwiek z nich użytkownik otrzyma komunikat informujący o zdwojeniu siły intensywności suwaka, co w niektórych sytuacjach może doprowadzić do przeciążenia głośników i mikrofonów, a w ekstremalnym przypadku narazić nawet na szum w uszach.

Na samym dole umieszczono włącznik „X” uaktywniający ustawienie standardowe panelu (ang. „Standard settings”), czyli 100 jednostek intensywności dla obojga suwaków mikrofonowych, 90 jednostek dla obydwu suwaków „Master Volume”. Ustawienie nie dotyczy parametrów czerwonego klawisza (z tego względu umieszczona została pionowa linia oddzielająca sekcję „Red Key” od reszty).



Przycisk „Mute all” (pl. „Wycisz wszystko”) również nie wpływa na sekcję czerwonego klawisza. Powoduje on wyzerowanie ustawień w suwakach i licznikach dla mikrofonów i „Master Volume”, przez co sygnał dźwiękowy wychodzący z harmonizatora zostaje całkowicie wyciszony. W przypadku, gdy aktywowany jest włącznik „Standard settings”, wtedy również wszystkie wartości zostaną sprowadzone do wartości 0, a włącznik samodzielnie się wyłączy.

### 3.6.1.2. Projektowanie sekwencji współbrzmień



Obraz 69. (i 43/7.) Struktura Głównego Panelu Operacyjnego z obiektami zaznaczonymi numerami.

Spis nazewnictwa obiektów według w porządku od najmniejszego do największego numeru:

- |   |  |
|---|--|
| 1. Biblioteka Akordów;  | 6. Przycisk resetu klawiatury MIDI, wyświetlacz informacyjny i wyświetlacz zmiany stanu Klawiatury MIDI;                               |
| 2. Wyświetlacz informacyjny;  | 7. Panel zapisu współbrzmień;  |
| 3. Wyświetlacz orientacyjnej struktury składnikowej współbrzmienia; | 8. Okienko naliczania kolejności współbrzmienia wybranego do wygenerowania oraz przyciski załadowania i zapisu sekwencji współbrzmień; |
| 4. Klawiatura MIDI;   | 9. Reset sekwencji elementów w Panelu zapisu współbrzmień;   |
| 5. Wyświetlacz zmiany stanu klawiatury MIDI;                        | 10. Licznik sekundowy drugiej funkcji przycisku „poprzedni element”.   |

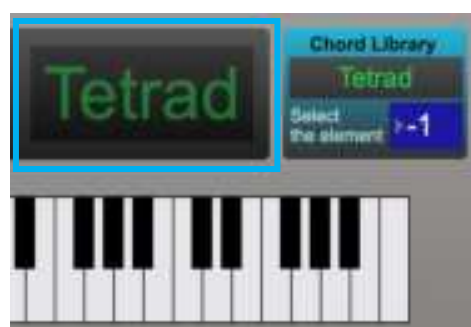
Najważniejszą funkcją Harmonizatora Kontrolowanego jest tworzenie własnych sekwencji współbrzmień. Sposób ich programowania jest prosty w obsłudze. Wszystkie zmiany dokonuje się w Głównym Panelu Operacyjnym (tj. podzespole VII; wygląd panelu przedstawiono powyżej i na stronie 99.). To panel, od którego zależne są pozostałe podzespoły (od panelu III po VI). Z tego względu większość opisu zawartego w tej części instrukcji będzie się do niego odnosić.

Harmonizator oferuje dwie możliwości wpisywania akordów/współbrzmień:

- przy użyciu Klawiatury MIDI (tworzenie współbrzmień spersonalizowanych);
- za pośrednictwem Biblioteki Akordów<sup>136</sup> (wybór z dostępnej listy akordów).

Wybrany przez użytkownika układ dźwięków (czyli współbrzmienie) oznaczony jest zielonymi klawiszami na klawiaturze MIDI oraz komunikatem na Wyświetlaczu informacyjnym, który informuje o rodzaju powstałego /interwału/akordu/poliakordu/klastru oraz jego orientacyjnej strukturze składnikowej (w prawym boku wyświetlacza) na podstawie danych z Biblioteki Akordów i sterownika „Porównywarki Akordów” (ang. „Chord Comparator”).

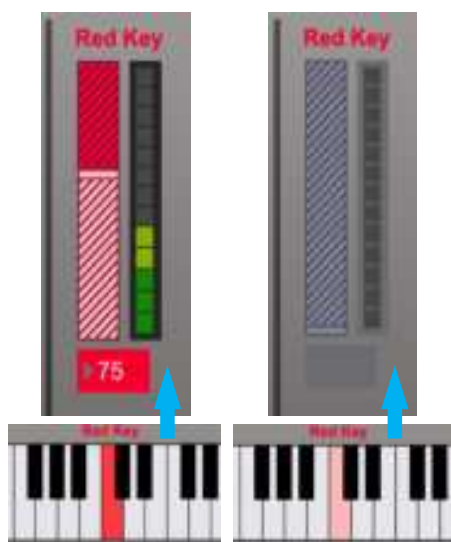
Orientacyjna struktura składnikowa współbrzmienia to uproszczony, drugorzędny informator o przynależności współbrzmienia do jednego z dwóch opcjonalnych zbiorów (oczywiście wiadomo, że w systematyce współbrzmień harmonizatora istnieje ich większa liczba). Jego funkcja (w połączeniu z danymi od Biblioteki Akordów i Porównywarki Akordów) służy do określania, do którego zbioru dane współbrzmienie



Obraz 70. Umieszczenie ekranu informującego o orientacyjnej strukturze składnikowej współbrzmienia.

bardziej pasuje. Nie jest on w stanie dokładnie oszacować ilości składników. Jeśli przybliżonym zbiorem są trójdzźwięki (ang. Triad, l.mn. Triads; żółty napis w informatorze), to należą do niego współbrzmienia dwu- i trzyskładnikowe, czyli interwały i trójdzźwięki. Jeśli zaś wyświetla się zielony napis dotyczący czterodźwięków (ang. Tetrad, l.mn. Tetrads), to w skład tego zbioru wchodzi czterodźwięki lub poliakordy (o ilości składników większej niż 4). Zdecydowanie lepszymi elementami do odczytu są Klawiatura MIDI i Wyświetlacz zmiany stanu klawiatury MIDI (ang. MIDI Keyboard Status Change Display).

<sup>136</sup> Szczegółowy opis funkcjonowania Biblioteki Akordów znajduje się na stronach 99. – 102.



Obraz 71. Wpływ użycia czerwonego klawisza na stan aktywności jego regulatora głośności.

Czerwony klawisz określa dźwięk instrumentu pobierany przez mikrofony. W formie nieaktywnej posiada on kolor różowy. Naciśnięcie klawisza spowoduje jego aktywację i zmianę koloru na czerwony. Czynność ta sprawi także, że program wytworzy kopię dźwięku wydobywanego z instrumentu (tj. dźwięku źródłowego) i w efekcie doprowadzi do jego wzmocnienia (będzie on słyszany w głośnikach). Ponadto, w Panelu Nagłośnienia uaktywni się sekcja czerwonego klawisza, w której będzie można regulować głośność kopii dźwięku źródłowego.

Po wybraniu odpowiedniej kombinacji (interwał/akord/poliakord) należy ją koniecznie zapisać

w Panelu zapisu współbrzmień, czyli obiekcie z polami (komórkami) koloru grafitowego, w kształcie kwadratu (znajduje się on pod Klawiaturą MIDI). Panel zapisu współbrzmień magazynuje wszystkie kombinacje harmoniczne w formie sekwencji (od pierwszej do ostatniej komórki wprowadzonej przez użytkownika). Pola oznaczone kolorem grafitowym są puste, natomiast te o kolorze bordowym zawierają dane o zapisanych w nich współbrzmieniach. Pole czerwone określa współbrzmienie, które aktualnie wybrano do wygenerowania przez harmonizator, jeśli na pilocie naciśnie się przycisk akcji.

Po lewej stronie nad Panelem zapisu współbrzmień znajduje się okienko naliczające kolejność wybranego do wygenerowania współbrzmienia (czyli komórki oznaczonej kolorem czerwonym). Jest to Licznik odczytywania kolejności dla aktualnie generowanego współbrzmienia.

Każde współbrzmienie (wraz z jego dodatkowymi informacjami, które ustalono indywidualnie w podzespołach III – VI; informacje te opisano w dalszej części instrukcji) wpisywane jest pojedynczo w jedno z dostępnych pól poprzez przytrzymanie klawisza „shift” i kliknięcie myszką w odpowiedni grafitowy kwadrat. Aby cofnąć czynność zapisu, należy kliknąć myszką na bordowy kwadrat, trzymając jednocześnie klawisze „shift” i „alt”. W razie zapomnienia powyższych kombinacji klawiszy trzeba najechać kursorem na Panel zapisu współbrzmień i odczekać 2 sekundy. Pojawi się wtedy okno informacyjne, w którym zawarto istotne wiadomości dotyczące zapisywania współbrzmień, w tym również o stosowanych kombinacjach klawiszy.



W chwili pisania niniejszej dysertacji maksymalna ilość dostępnych pól wynosi 128. Jednakże w przyszłości planowane jest opracowanie metody swobodnego zmieniania tej liczby w zależności od granego utworu.



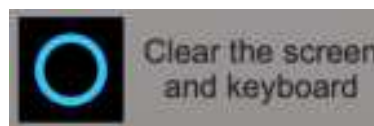
Obraz 72. Lokalizacja Licznika odczytywania kolejności dla aktualnie generowanego współbrzmienia oraz przycisków „LOAD” i „SAVE” w Głównym Panelu Operacyjnym.

Zapisany w ten sposób szereg akordów służy jako baza danych podczas obsługi pilota. Istnieje również funkcja zapisu sekwencji w formie pliku tekstowego (.txt) w celu odczytania jej przy kolejnym uruchomieniu harmonizatora. Czynności te można wykonać poprzez kliknięcie okienka zapisu sekwencji akordów (przycisk z niebieskim napisem „SAVE”) lub okienka odczytu sekwencji (przycisk z niebieskim napisem „LOAD”). Obydwa przyciski umiejscowiono

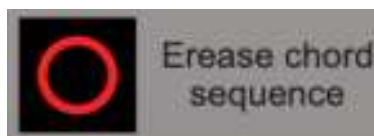
nad Panelem zapisu współbrzmień.

Pomiędzy Klawiaturą MIDI a Panelem zapisu współbrzmień znajdują się dwa przyciski:

- Reset klawiatury MIDI, wyświetlacza informacyjnego i wyświetlacza zmiany stanu Klawiatury MIDI (ang. Reset Button for the MIDI Keyboard, Information Display and MIDI Keyboard Change Status Display) o kolorze czarno-niebieskim. Jego naciśnięcie powoduje zresetowanie klawiatury (czyli wyłączenie wszystkich naciśniętych zielonych klawiszy, bez czerwonego klawisza), wyczyszczenie Wyświetlacza informacyjnego i Wyświetlacza zmiany stanu klawiatury MIDI. Przycisk ten znacznie przyspiesza proces tworzenia sekwencji współbrzmień, ponieważ swoim działaniem przypomina „gumkę do zmywania”;
- Reset sekwencji elementów w Panelu zapisu współbrzmień (ang. Reset Button for the sequence of elements in the Concord Saving Panel) o kolorze czarno-czerwonym. Jest to przycisk o niemalże identycznym zastosowaniu co poprzedni, ale dodatkowo kasuje też sekwencję



Obraz 73. (i 43/7/5.) Przycisk resetu klawiatury MIDI, wyświetlacza informacyjnego i wyświetlacza zmiany stanu Klawiatury MIDI.



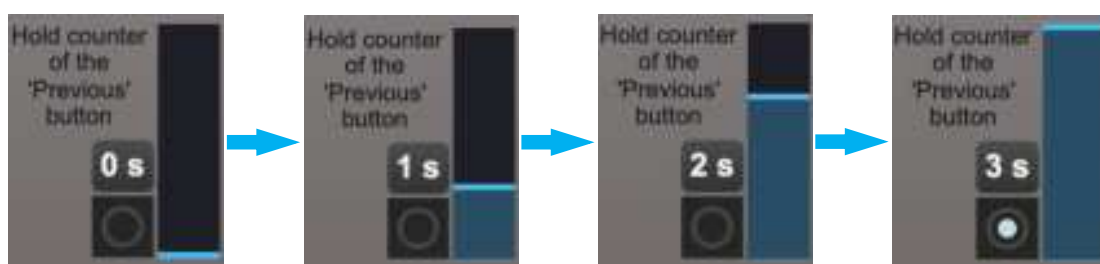
Obraz 74. (i 43/7/7.) Przycisk resetu sekwencji elementów w Panelu zapisu współbrzmień Klawiatury MIDI.

akordów w Panelu zapisu współbrzmień. Dlatego przed jego zastosowaniem warto stworzyć kopię sekwencji w formie pliku tekstowego (przy użyciu przycisku „SAVE”), aby nie utracić danych. Użytkownik powinien korzystać z niego jedynie w sytuacji, gdy na pewno chce od nowa tworzyć sekwencję współbrzmień (np. sekwencję dla utworu A, a następnie inną dla utworu B, C, D itd.). Tak samo, jak przy czarno-niebieskim przycisku, jest on obojętny dla aktywności czerwonego klawisza z Klawiatury MIDI.



Obraz 75. Umieszczenie Licznika sekundowego drugiej funkcji przycisku „poprzedni element” w Głównym Panelu Operacyjnym.

Po lewej stronie, obok Panelu zapisu współbrzmień umieszczono także Licznik sekundowy drugiej funkcji przycisku „poprzedni element” (ang. Seconds counter for the second function of the ‘previous element’ button) informujący wizualnie i czasowo (poprzez wzrastający czarno-niebieski suwak, zaświecenie się białej kropki wewnątrz okienka ładowania się efektu drugiej funkcji w przycisku „poprzedni element” na pilocie sterującym. Jest to funkcja przydatna w przypadku, gdy wykonawca zagubił się w kolejności współbrzmień podczas prezentowania utworu i musi w szybki sposób cofnąć się do początku sekwencji. Dokładne wyjaśnienie działania tego mechanizmu opisano na stronie 126.



Obraz 76. Przedstawienie procesu naliczania trzech sekund przez Licznik sekundowy drugiej funkcji przycisku „poprzedni element”.

Interfejs Harmonizatora Kontrolowanego posiada również dokładniejsze funkcje personalizacji akordów, czyli zmianę obwiedni, ekran doboru koloru i intensywności diody LED w pilocie, podzespół tworzenia arpeggiów, Opóźniacz Składników Akordu. Kolejność ustawiania wspomnianych parametrów dla nowo tworzonego współbrzmienia opisano poniżej.

Oprócz podstawowego projektowania interwałów, akordów, poliakordów i klastrów w Głównym Panelu Operacyjnym, do każdego z nich można dołączyć dodatkowe właściwości dotyczące obwiedni, identyfikacji barwy LED na pilocie, opóźnienia pojawiania się poszczególnych składników. Każda komórka (pole) Panelu zapisu współbrzmień jest w stanie zapamiętać różne konfiguracje i połączenia tych cech, sprawiając, że nawet dwa identyczne akordy będą w tych aspektach inne. W celu zmiany tych parametrów używa się paneli III, IV, V i VI. Jednakże w trakcie projektowania współbrzmienia należy pamiętać o zachowaniu kolejności w obsłudze paneli. Najpierw ustala się czynniki w panelu VII (tzn. Głównym Panelu Operacyjnym), następnie przechodzi się do paneli III, IV, V i VI, a na koniec wraca się do panelu VII, zapisując cały proces w konkretnym polu w Panelu zapisu współbrzmień.

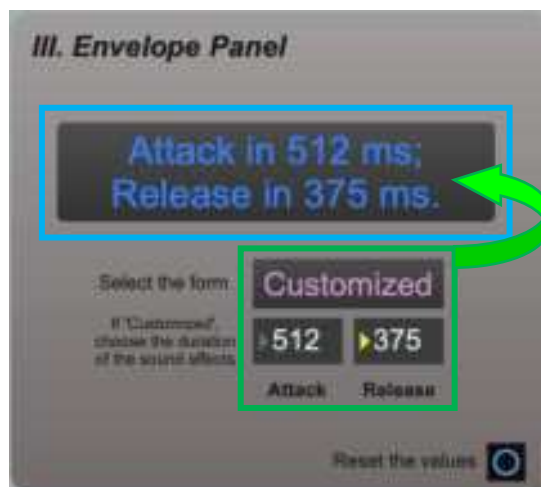


Obraz 77. (i 43/3.) Struktura Panelu Obwiedni.

Panel III umożliwia ustalenie obwiedni dla wytwarzanego współbrzmienia, gdy naciśnię się, a następnie puści przycisk akcji na pilocie sterującym. Obwiednia w Harmonizatorze Kontrolowanym posiada formę „Attack-Sustain-Release”, czyli inicjacji, ciągłości i zaniku dźwięku. Panel Obwiedni opiera się na obliczeniach w milisekundach i zapewnia dwa tryby ustawień:

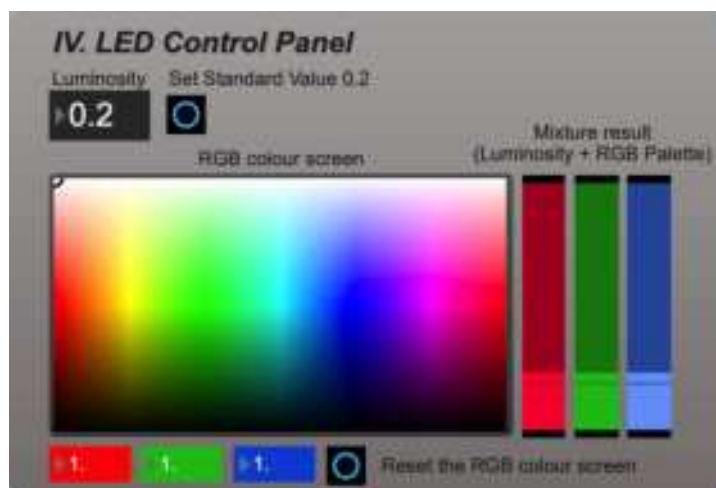
- Standardowe (ang. Standard): 300 milisekund na rozwinięcie docelowej głośności dźwięku po ataku i 300 milisekund na jej zanik po wyłączeniu przycisku akcji na pilocie; brak dyspozycji zmiany dwóch okienek regulujących wartość czasową;
- Spersonalizowane (ang. Customized): uaktywnia okienka zmiany wartości czasowej; minimalna liczba, jaką można ustawić w okienku to 0 ms, natomiast w maksymalna nie posiada ograniczenia (zakres  $0 - +\infty$ ).

Aktualnie wybrane ustawienia obwiedni dla danego współbrzmienia będą pojawiać się w wyświetlaczu umiejscowionym w górnej części panelu.



Obraz 78. Wpływ zmian dokonywanych w oknach wartości czasowych inicjacji (ang. „Attack”) i zaniku dźwięku (ang. „Release”) na wyświetlacz informacyjny Panelu Obwiedni, gdy korzysta się z trybu spersonalizowanego (ang. „Customized”).

Aby powrócić w szybki sposób do standardowych ustawień obwiedni dźwięku można skorzystać z czarno-niebieskiego przycisku w prawym dolnym rogu.



Obraz 79. (i 43/4.) Wygląd Panelu Kontroli Diody LED.

Ustawienia w Panelu Kontroli Diody LED to kolejny etap programowania dodatkowych właściwości współbrzmienia. Dane zawarte w tym panelu wpływają na kolor diody elektroluminescencyjnej (LED) wbudowanej w pilot sterujący. Światło diody służy jako dodatkowe narzędzie informujące użytkownika, jakie współbrzmienie

w danej chwili wytwarza harmonizator oraz pozwala zorientować się, które w kolejności jest to współbrzmienie w Panelu zapisu współbrzmień. Dioda ma przede wszystkim zastosowanie, gdy wykonawca znajduje się w dużej odległości od ekranu komputera, przez co nie może śledzić sekwencji w aplikacji.

W ramach przypomnienia, panel ten opiera się na modelu przestrzeni barw RGB (Red-Green-Blue). Z tego względu parametry w nim zawarte składają się z sumy wartości tych kolorów, co wpływa na barwę diody. Miksturę kolorów można wprowadzić na trzy sposoby: za pomocą zmiany okręgu próbkowego w ekranie RGB, odpowiedniego ustawienia suwaków mikstury RGB, określenia wartości (w przedziale ułamków dziesiętnych od 0 do 1) w trzech oknach numerycznych RGB.



Obraz 80. Fragment ekranu RGB ze znajdującym się w środku okręgiem próbkowym.

Wymienione trzy metody są ze sobą sprzężone, co oznacza, że zmiana wartości w jednej z nich automatycznie uaktualnia pozostałe dwie.

Oprócz tego istnieje możliwość dostosowania intensywności światła diody (ang. luminosity) w oknie nad ekranem RGB w przedziale ułamków dziesiętnych od 0 (braku światła) do 1 (silnego światła). Standardowa intensywność wynosi 0,2 (łagodna jasność nie rażąca oczu). Można ją nastawić poprzez naciśnięcie czarno-niebieskiego przycisku obok okna zmiany intensywności. Warto wspomnieć, że ustawienie intensywności światła diody wpłynie także poprzez sprzężenie w sposób proporcjonalny na wysokość suwaków mikstury RGB (bez oddziaływania na ekran RGB i okna numeryczne RGB). Dla przykładu, intensywność światła na poziomie 1 i suwakach ustawionych jednakowo dla koloru białego (R-1 G-1 B-1) pozostawi je na tym samym poziomie R-1 G-1 B-1. Natomiast, w przypadku gdy suwaki były w pozycji R-1 G-1 B-1 i zmniejszono intensywność światła do 0,2 jednostki, wtedy nastąpi proporcjonalne zmniejszenie wartości suwaków (czyli procentowa zmiana skali suwaków) do R-0,2 G-0,2 B-0,2.

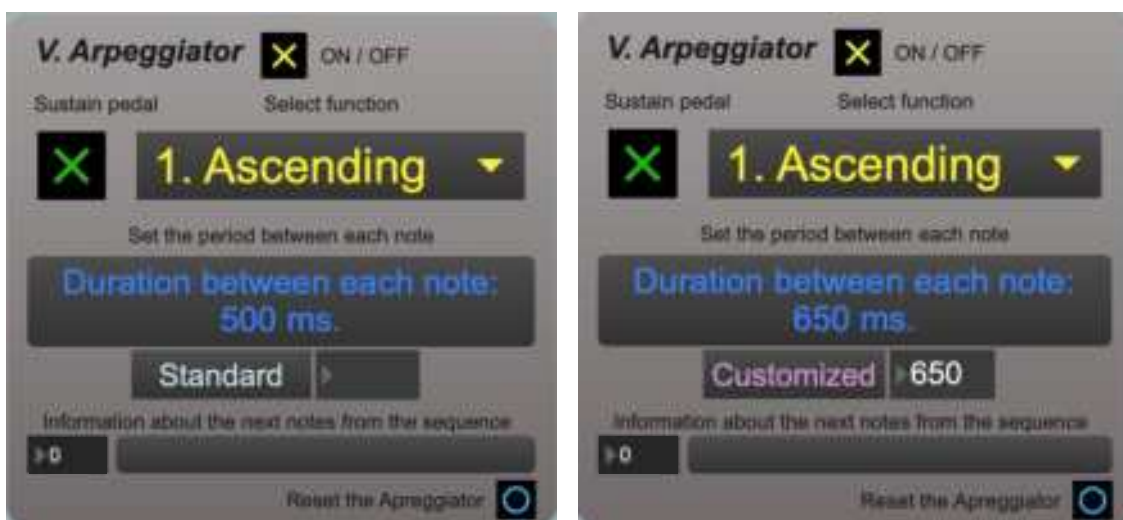
W celu powrotu do ustawień standardowych w całym Panelu Kontroli RGB należy wcisnąć czarno-niebieski przycisk na dole obok okien numerycznych RGB.

Panel jest też połączony jednokierunkowo z Biblioteką Akordów. Oznacza to, że wybór konkretnego akordu z biblioteki wywoła zmianę ustawień kolorów, ale edytowanie ustawień koloru w panelu nie będzie oddziaływać na dane w bibliotece. Zatem istnieje możliwość personalizacji barwy światła diody dla danego akordu ze standardowej na inną, np. w celu wyróżnienia danego akordu z serii takich samych. Przykład: trójdźwięk durowy w każdej postaci ma w Bibliotece Akordów przypisaną barwę żółtą. Jeśli w przykładowej sekwencji występuje kilka tych samych akordów, lecz w innych postaciach, ważniejsze z nich można wyróżnić poprzez zmianę barwy diody.

Po doborze odpowiedniego koloru dla współbrzmienia należy przejść albo do panelu V (Arpeggiatora), albo do VI (Opóźniacza Składników Akordu), gdyż pełnią one podobne funkcje wyzwalania składników współbrzmienia w pewnym odstępie czasu.



Aby zachować spójność chronologii podsystemów, najpierw wyjaśnione zostanie działanie Arpeggiatora, a następnie Opóźniacza Składników Akordu.



Obraz 81. Porównanie wyglądu Arpeggiatora w trybie standardowym (ang. „Standard”) i spersonalizowanym (ang. „Customized”).

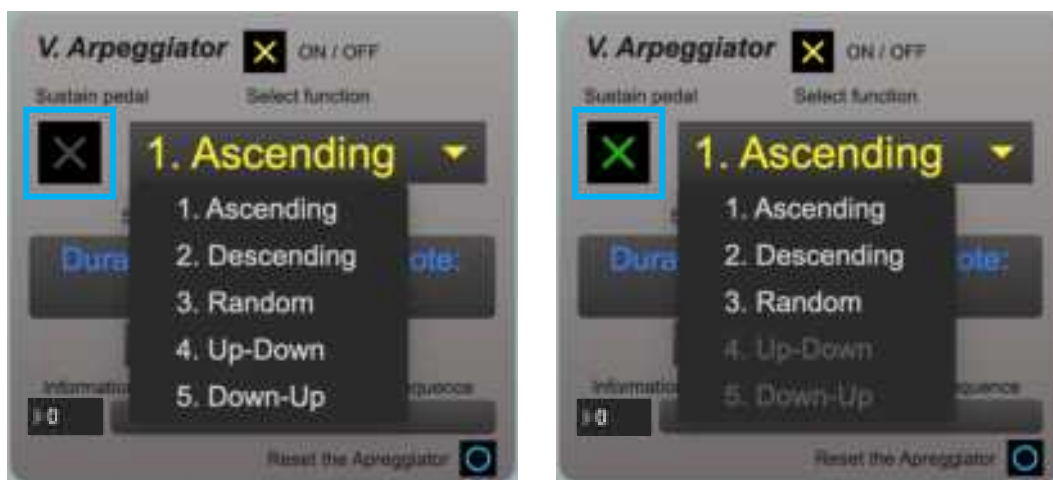
Arpeggiator to podsystem umożliwiający regularne opóźnianie składników współbrzmienia, imitując arpeggio. Nie jest on obowiązkowy, więc jeśli użytkownik nie potrzebuje opóźniania składników dla aktualnie skonfigurowanego akordu, wystarczy pozostawić wyłączony przycisk ON/OFF (wszystkie okna w Arpeggiatorze staną się szare i nieaktywne). Działanie Panelu V dość szczegółowo opisano w podrozdziale 3.3.3. *Program Komputerowy* na stronach 92. – 94. Z tego względu, w niniejszej instrukcji jego budowa i funkcje zostaną wyjaśnione w streszczeniu.

Pod przyciskiem aktywacji ON/OFF rozciąga się rozwijalne okno wyboru 5 typów arpeggia (okno „Select function”), które w zależności od stanu włącznika efektu Pedalu forte („Sustain pedal”; czarno-zielony przycisk w kształcie litery „X”) pozwala wybrać 5 lub 3 typy z listy<sup>137</sup>. Wspomniane 5 rodzajów arpeggia to (w kolejności od 1. do 5. opcji):

- wstępujące (ang. ascending) – współbrzmienie zaczyna się od najwyższego składnika i kończy na najniższym;
- zstępujące (ang. descending) – kolejność wyzwanych składników rozpoczyna się od najwyższego i kończy na najniższym;

<sup>137</sup> Jeśli przycisk jest w stanie włączenia, znak „X” posiada kolor zielony i istnieje opcja wyboru jednego typu spośród 3 z listy. W przeciwnym wypadku (tzn. stanu wyłączenia) znak „X” ma kolor szary i możliwy jest wybór jednej spośród 5 opcji.

- losowe (ang. random) – wyzwalane są składniki w losowej kolejności, która za każdym odtworzeniem tego współbrzmienia jest inna;
- do góry i w dół (ang. up-down) – seria zaczyna się od najniższego składnika po najwyższy, po czym wraca do najniższego; ten typ arpeggia jest możliwy jedynie przy aktywnym włączniku efektu Pedalu forte;
- w dół i do góry (ang. down-up) – współbrzmienie rozpoczyna się od najwyższego składnika, schodzi do najniższego, a następnie wraca do najwyższego; ten typ arpeggia jest aktywny jedynie przy włączonym przycisku efektu Pedalu forte.



Obraz 82. Różnice w liście wyboru typu arpeggia w zależności od włączonego i wyłączzonego przycisku Pedalu forte.

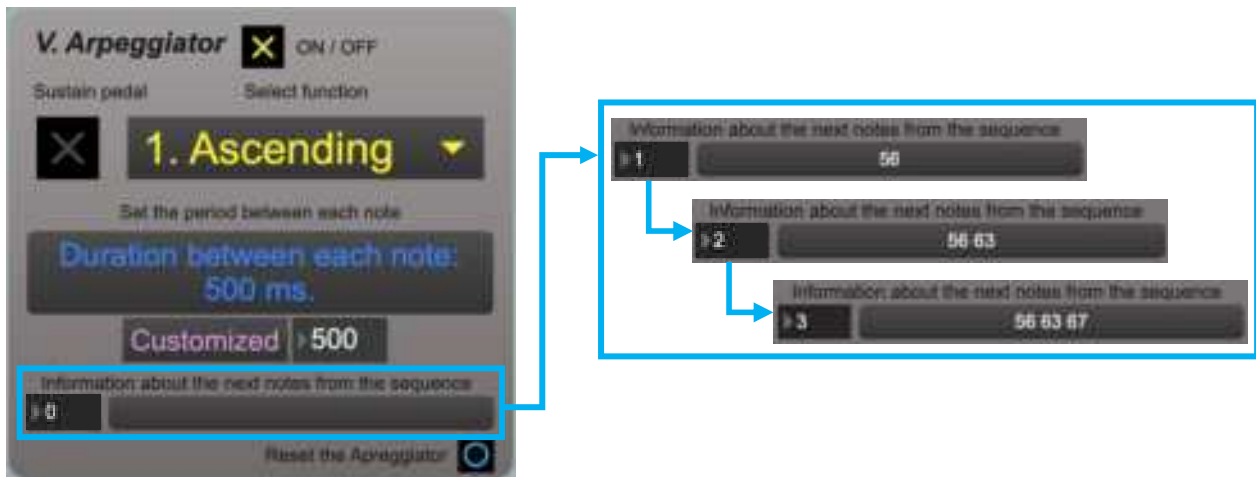
Po wybraniu stosownego typu okno zostanie zwinięte i będzie wyświetlać się w nim dana nazwa arpeggia.

Idąc dalej w dół panelu, widać umiejscowiony wyświetlacz informujący o okresie czasowym, jaki mija pomiędzy jednym a drugim i kolejnym składnikiem. Ustawia się go w dwóch poniższych oknach. Lewe okno działa na identycznej zasadzie, jak przy wyborze jednego z dwóch trybów ustawień w Panelu Obwiedni. Okres w trybie standardowym posiada wartość 500 milisekund (tzn. pół sekundy) i nie ma możliwości zmiany tej liczby w oknie obok (jest ono szare i nieaktywne). Drugi wariant trybu (spersonalizowany, ang. customized) pozwala samemu ustalić wartość okresu (okno obok jest aktywne).

Kolejne elementy umiejscowione pod ustawieniami okresu to:

- wyświetlacz liczbowy (krótszy) informujący o numerze składnika (będącego jedynie dźwiękiem wtórnym), który jest aktualnie wyzwalany ze struktury współbrzmienia przez Arpeggiator;

- wyświetlacz składników w formie liczb-dźwięków MIDI wyzwalanych po kolei (dłuższy). Jest to obiekt podobny do Wyświetlacza zmiany stanu klawiatury MIDI, umiejscowionego z prawej strony pod Klawiaturą MIDI w Głównym Panelu Operacyjnym.



Obraz 83. Prezentacja procesu działania wyświetlacza informującego o kolejności składnika w strukturze współbrzmienia (krótszego) i wyświetlacza informującego o liczbie-dźwięku MIDI wyzwalanego w danej chwili składnika (dłuższego). W zależności od ilości składników współbrzmienia, liczba składników w krótszym wyświetlaczu i ilość liczb-dźwięków MIDI będzie się zmieniać.

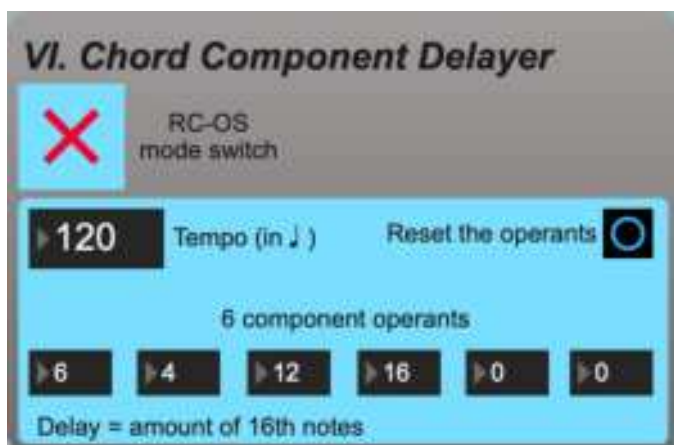
Powyższy przykład oparto na czterodźwięku durowym z septymą wielką w pozycji zasadniczej i III wariacie, wykorzystując arpeggio wstępujące (ang. „Ascending”) bez efektu Pedalu forte.

Należy zauważyć, że pomimo występowania w czterodźwięku czterech dźwięków składowych, zarówno w „krótszym” jak i „dłuższym” wyświetlaczu pod koniec procesu generowania liczb-dźwięków MIDI pojawią się tylko trzy liczby (czyli składniki). Brak jednego składnika spowodowany jest tym, że obydwa wyświetlacze nie uwzględniają dźwięku źródłowego wchodzącego w skład czterodźwięku, lecz jedynie dźwięki wtórne.

Na spodzie Panelu w prawym rogu znajdują się czarno-niebieski przycisk resetu Arpeggiatora do ustawień domyślnych, czyli:

- wyregulowaniu okresu do trybu standardowego 500 milisekund;
- wyczyszczeniu wyświetlacza liczb-dźwięków MIDI;
- sprowadzeniu wyświetlacza numeru składnika w strukturze współbrzmienia do początku odliczania, tzn. numeru pierwszego;
- dezaktywacji przycisku dla efektu pedału forte;
- powrotu do arpeggio wstępującego, tzn. pierwszej opcji w oknie wyboru typu Arpeggia;
- wyłączenia przycisku ON/OFF, przez co Arpeggiator staje się nieaktywny.





Obraz 84. (i 43/6.) Konstrukcja Opóźniacza Składników Akordu.

Opóźniacz Składników Akordu ze względu na podobny rezultat dźwiękowy do Arpeggiatora można określić jako „drugi Arpeggiator”. Różni się on jednak od V podzespołu kilkoma istotnymi czynnikami, takimi jak konstrukcja wewnętrzna, ograniczenie składników w akordzie do siedmiu; możliwość ustalenia sześciu różniących się okresów pomiędzy składnikami,

trybem zmiany funkcji pilota.

Sposób działania panelu VI także został szczegółowo opisany w podrozdziale 3.3.3. na stronach 95. – 98. Z tego powodu wymienione będą tylko najistotniejsze informacje o jego obsłudze.

Należy zaznaczyć, że jest to najpóźniej powstały podzespół, który będzie ulepszany w nowszych wersjach oprogramowania. Zaprojektowano go na potrzebę harmonizacji melodii z opóźnieniem składników, zastosowanej w utworze „Drunk Hornets” na saksofon altowy z użyciem Harmonizatora Kontrolowanego, skomponowanym przez Wojciecha Błażejczyka.

Pierwszy element umieszczony po lewej stronie od góry to przełącznik trybu pracy pilota sterującego. Jego aktywacja (zmiana koloru „X” z szarego na czerwony) powoduje zmianę funkcji przycisków w pilocie oraz przejście przycisku akcji w stan ciągłego działania. Zamiast domyślnie przypisanych czynności przycisków (trybu I: lewy – poprzedni element, środkowy – następny element, prawy – „akcja”, czyli uruchomienie przetwarzania sygnału dźwiękowego przez program), przechodzą one w tryb II – alternatywny (tzn. lewy – poprzedni element, środkowy – zdezaktywowany, prawy – następny element). Użycie trybu alternatywnego znacznie ułatwia korzystanie z opóźniacza w utworach szybkich, ponieważ lewy kciuk nie musi często naciskać dwóch przycisków (środkowy – następny element i prawy – akcji), lecz tylko jeden (prawy – następny element). Wskutek tego jest on mniej zmęczony, a użytkownik może bardziej skoncentrować się na wykonywaniu trudnych rytmicznie miejsc.

Pod przyciskiem zmiany trybów pilota znajduje się zespół okien odpowiadający za ustawienia opóźnień między składnikami. Są to: okno zmiany parametru tempa dla miary ćwierćnotowej (umieszczone bezpośrednio pod przyciskiem zmiany trybu pilota) i sześć operantów składników akordu.

Pierwszą czynność, jaką trzeba wykonać, to ustalić tempo miary ćwierćnutowej dla utworu bądź jego fragmentu, w którym występują współbrzmienia z opóźnieniem. Parametr ten posłuży do dalszych obliczeń. W dalszej kolejności przechodzi się po operantów składników akordu, czyli sześciu mniejszych okien na dole panelu. Ustala się w nich okresy opóźnienia pomiędzy dwoma sąsiadującymi składnikami. Wartości te podaje się w szesnastkach, których prędkość oparta jest o wymieniony wcześniej parametr tempa miary ćwierćnutowej.

Dla przykładu: jeśli w pierwszym operancie ustawiono opóźnienie 6 szesnastek i tempo miary ćwierćnutowej  $\downarrow = 120$  BPM (jak na załączonym zdjęciu), to najpierw program przelicza podane tempo na szesnastkę, czyli podstawową jednostkę opóźnienia, wynoszącą w tym przypadku  $\downarrow = 480$  BPM. Następnie liczone opóźnienie pomiędzy pierwszym a drugim składnikiem (czyli w obszarze pierwszego operanta), które równa się 750 milisekund (tj.  $\frac{3}{4}$  sekundy)<sup>138</sup>.

W prezentowanej wersji Harmonizatora Kontrolowanego, służącej za przykład w niniejszej dysertacji, liczba operantów jest ograniczona do sześciu. Oznacza to, że Opóźniacz Składników Akordów można wykorzystać jedynie do współbrzmień zawierających maksymalnie siedem składników bądź mniej. Jednakże w kolejnych wersjach limit ten ma zostać zniesiony.

Nad operantami po stronie prawej umiejscowiono czarno-niebieski przycisk resetu (ang. Reset the operants), zerujący wartości we wszystkich operantach. Przycisk ten nie wpływa ani na przełącznik trybów pilota, ani na okno zmiany parametru tempa miary ćwierćnutowej.



Obraz 85. (i 43/8.)  
Wygląd Przycisku  
Resetu Awaryjnego.

Ostatni, choć niezmiernie istotny do omówienia obiekt to Przycisk Resetu Awaryjnego (ang. Emergency Reset; nieoznaczony panel VIII). Umieszczono go w oprogramowaniu w celu zapobiegawczym – na wypadek nieprzewidzianych błędów w działaniu aplikacji, tzn. braku reakcji na czynności dokonywane przez użytkownika (potoczne „zawieszenie się” programu) bądź niemożliwości rozpoznania przyczyny niechcianego efektu dźwiękowego itp. Jego naciśnięcie spowoduje reset większości paneli,

<sup>138</sup> Według wyliczeń w tempie  $\downarrow = 120$  BPM jedna ćwierćnuta trwa 0,5 sekundy, czyli 500 milisekund. Wobec tego jedna szesnastka trwa 125 milisekund ( $500\text{ ms} \div 4 \downarrow$ ), a opóźnienie 6 szesnastek w pierwszym operancie wynosi 750 milisekund ( $125\text{ ms} \times 6 \downarrow$ ).

w których mógł nastąpić błąd oraz wyłączenie przetwarzania sygnału, przez co dźwięk wychodzący z głośników zostanie natychmiast wyciszony.

Przycisk połączony jest z większością paneli i stanowi bezpieczny powrót do ustawień domyślnych. Nie wywołuje on pełnego resetu Głównego Panelu Operacyjnego, przez co zapisana sekwencja współbrzmień zostanie zachowana (nie będzie konieczności jej ponownego załadowania, jak w przypadku naciśnięcia czarno-czerwonego przycisku Reset sekwencji elementów w Panelu zapisu współbrzmień). Jednakże z Resetu Awaryjnego należy korzystać wyłącznie w sytuacji bezradności i braku innych rozwiązań, o czym przypomina zapisany po angielsku czerwonym kolorem komunikat pod przyciskiem: „Do not press if it's not necessary!” (pl. „Nie naciskaj, jeśli nie jest to konieczne!”).

Po dokonanych zmianach w panelach III – VI, ponownym upewnieniu się co do wprowadzonych ustawień w Głównym Panelu Operacyjnym (tj. panelu VII), można zatwierdzić i dla bezpieczeństwa zapisać za pomocą przycisku „SAVE” powstałą sekwencję i następnie przejść do prezentacji utworu z użyciem Harmonizatora Kontrolowanego.

W celu zapobiegnięcia nieporządkowi i problemom podczas występu należy sprawdzić, czy kolejność odtwarzania współbrzmień z sekwencji harmonizatora zgadza się z kolejnością zawartą w zapisie nutowym. Warto także pamiętać, aby znaleźć własną, prostą i praktyczną metodę oznaczania współbrzmień w partyturze dla danego utworu (np. za pomocą liter, cyfr, oznaczania kolorami itp.). Przykład metody zaznaczania współbrzmień w nutach prezentuje załączony poniżej obraz 86.

Obraz 86. Metoda oznaczania współbrzmień i głównego głosu (dźwięku pierwotnego) na przykładzie utworu Alicji Gronau – „Non Artificial Piece”.

Pomarańczowe kółka stanowią kolejne współbrzmienia, które uporządkowano w bordowych komórkach w Panelu zapisu współbrzmień. Obok nich znajdują się cyfry w nawiasach kwadratowych. Jest to numeracja typów współbrzmień użytych przez kompozytorkę. Pełną listę znaleźć można w dokumencie „Spis i numeracja struktur w Non Artificial Piece for Alto Saxophone and Controlled Harmonizer by Alicja Gronau [2020], for Michał Gasztych”, znajdującym się w Aneksie 9A.

Kolorem różowym oznaczono dźwięk pierwotny, czyli linię melodyczną saksofonu altowego.

Pozostałe dźwięki danego współbrzmienia oznakowano małą czcionką. Są to dźwięki wtórne wytwarzane przez harmonizator.

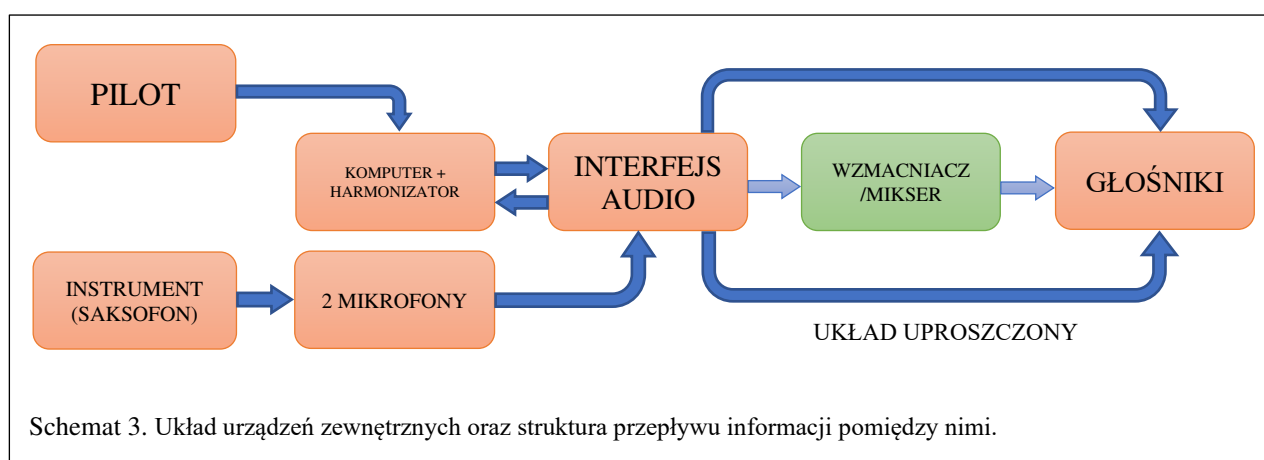
### 3.6.2. Opis transformacji dźwięku instrumentu we współbrzmienie przy pomocy aparatury elektronicznej

W pierwszym etapie dźwięk pierwotny wydobywający się z instrumentu trafia do dwóch mikrofonów pojemnościowych o charakterystyce kardiodalnej bądź superkardiodalnej, które przekształcają go w sygnał analogowy.

Następnie, dźwięk w formie sygnału wędruje do interfejsu audio. Interfejs odbiera sygnał analogowy z mikrofonu i dzięki wbudowanej karcie dźwiękowej przetwarza i wysyła jego cyfrową wersję do komputera. Komputer, bazując na procesach zawartych w aplikacji, analizuje i transformuje dochodzące sygnały zarówno z interfejsu, jak i bezpośrednio z pilota. Jest on jednostką centralną, czyli głównym urządzeniem podtrzymującym procesy całego programu.

Po obróbce i dodaniu do siebie wszystkich danych, komputer wysyła je z powrotem do interfejsu. Interfejs zaś przetwarza informacje cyfrowe na sygnał dźwiękowy, który wychodzi z głośników.

Istnieje możliwość instalacji dodatkowego urządzenia, tj. miksera pomiędzy interfejs a głośniki, który zwielokrotni moc sygnału i pozwoli na jeszcze większą swobodę manipulacji wychodzącym sygnałem (sygnał zostaje podwójnie przetworzony). Należy jednak uważać, żeby nie przesadzać z dodawaniem urządzeń i łączeniem ich kablami, ponieważ powoduje to m.in. opóźnienie odbioru sygnału, zniekształcenia struktury dźwiękowej, przyczyniając się do pogorszenia jakości efektu harmonizacji.



Schemat 3. Układ urządzeń zewnętrznych oraz struktura przepływu informacji pomiędzy nimi.

### 3.6.3. Notacja partii i efektów Harmonizatora Kontrolowanego w utworach – różne podejścia oparte na przykładach

Ta część pracy ma na celu zapoznanie się ze sposobami notacji partii Harmonizatora Kontrolowanego w utworach. Jest ona kierowana zarówno dla wykonawców jak i osób tworzących kompozycje, aranżerów, dyrygentów, teoretyków, osób odczytujących zapis nutowy.

Przykłady użyte w tej instrukcji opierają się na utworach należących do dzieła artystycznego tej dysertacji. Aktualnie można wyróżnić cztery podstawowe style zapisu, chociaż zapewne w przyszłości powstanie ich większa liczba – zupełnie nowych, bazujących na strukturze i potrzebach utworu bądź rozwinięte formy wspomnianych czterech stylów.

Rozwijanie się nowych stylów zapisu nutowego zależy przede wszystkim od dwóch czynników:

- planu kompozycji – m.in. podstawowej funkcji harmonizacji instrumentu czy też wykorzystywanych dodatkowych efektów harmonizatora, np. Arpeggiatora, Opóźniacza Składników Akordu;
- rozbudowy funkcji harmonizatora – co stwarza nowe możliwości i kolejny zbiór symboli zapisu.

### **3.6.3.1. Zapis klasyczny**

Pierwszym omawianym stylem jest tak zwany „zapis klasyczny” wykorzystany w najwcześniej powstałym utworze na harmonizator – „Non Artificial Piece” (2020 r.) kompozytorki Alicji Gronau oraz w utworze Dominika Lasoty pt. „Illusions” (2021 r.). Koncepcja wykształciła się podczas rozmowy pomiędzy mną a kompozytorką Alicją Gronau, kiedy omawiane były wstępne założenia utworu. Zakłada ona istnienie głównej partii melodycznej (czyli instrumentu konwencjonalnego) oraz partii harmonizatora. Obie partie położone są zazwyczaj na tej samej pięciolinii, chociaż mogą zostać rozdzielone na dwie równoległe do siebie pięciolinie. W celu rozróżnienia obydwu partii na tej samej pięciolinii stosuje się standardową czcionkę w zapisie nut dla partii instrumentu, zaś dla partii harmonizatora wykorzystana zostaje czcionka pomniejszona. Taki styl eksponuje różnicę pomiędzy dźwiękiem źródłowym (z instrumentu) a dźwiękami wtórnymi (z harmonizatora). Z drugiej strony styl ten przypomina notację instrumentów polifonicznych, takich jak fortepian, skrzypce, wiolonczela, akordeon itp. Przykłady „zapisu klasycznego” stanowią obrazy 87., 88. i 89.

Obraz 87. Przykład zapisu klasycznego z fragmentu utworu „Illusions” kompozytora Dominika Lasoty (strona 3., 3. system pięciolinii). W partii saksofonu altowego widoczna jest standardowa czcionka oznaczająca linię melodyczną saksofonu (tzn. dźwięk źródłowy). Czcionką pomniejszoną zaznaczono dźwięki wtórne wykonywane przez Harmonizator Kontrolowany. Partia harmonizatora nie występuje w zapisie nutowym fortepianu.

Dodatkowo, w „Non Artificial Piece” zastosowano numerację porządkową każdego ze współbrzmień oraz opis ich struktur interwałowych. Dodanie tych dwóch informacji okazuje się bardzo przydatne, ponieważ ułatwiają one nawigację kolejności komórek (pól) w Panelu zapisu współbrzmień w aplikacji (kolejność współbrzmień w utworze odpowiada kolejności komórek w Panelu zapisu współbrzmień) oraz przyspieszają proces wpisywania akordów do harmonizatora przed występem (wprowadzone na Klawiaturze MIDI akordy opierają się o strukturę interwałową, czyli tzw. „bezwzględną postać współbrzmienia”, którą wykonawca musi odczytać na podstawie użytych dźwięków we współbrzmieniu w partyturze, zanim wpisze je do Klawiatury MIDI)<sup>139</sup>. W notacji klasycznej dźwięki wtórne zapisuje się tak samo jak dźwięki grane przez instrument – czyli jako konkretne wysokości na pięciolinii (w celu rozróżnienia od bezwzględnej postaci współbrzmienia, sposób ten można nazwać „postacią względną współbrzmienia” lub „postacią względną zapisu współbrzmień”). Dlatego, podczas pisania utworu zaleca się, aby kompozytor dodatkowo sporządził wykaz numeracji porządkowej użytych akordów i ich struktur interwałowych. Przykład takiego wykazu stanowi pierwsza strona Aneksu 9A. („Spis i numeracja struktur w Non Artificial Piece for Alto Saxophone and Controlled Harmonizer by Alicja Gronau [2020] for Michał Gasztych”) na stronie 317.

<sup>139</sup> Pojęcie postaci bezwzględnej współbrzmienia wyjaśniono na stronach 102. i 103.





Obraz 88. Przykład zapisu klasycznego z fragmentu utworu „Non Artificial Piece” kompozytorki Alicji Gronau (strona 1., 6. i 7. pięciolinia). Zauważyć można numerację porządkową współbrzmień w nawiasach kwadratowych. Pełna lista użytych w utworze współbrzmień, ich numeracja i struktura interwałowa uwzględniona została w Aneksie nr 7.



Obraz 89. Kolejny przykład zapisu klasycznego z fragmentu utworu „Non Artificial Piece” (strona 3., 4. pięciolinia) zawierający dodatkowo symbol arpeggia wstępującego na współbrzmieniu nr 11.

W ramach przypomnienia: aby nie wpisywać każdorazowo całej sekwencji współbrzmień po otwarciu programu, po pierwszym ich wprowadzeniu trzeba nacisnąć przycisk „SAVE” nad Panelem zapisu współbrzmień. Dane zostaną wtedy zapisane (w formacie .json) i będzie można w szybki sposób załadować wskazaną sekwencję, naciskając przycisk „LOAD”. Dzięki temu można katalogować różne zbiory współbrzmień w zależności od wykonywanej kompozycji i wczytywać je, kiedy po pewnym czasie będzie się powracało do poprzednich projektów.

### 3.6.3.2. Zapis rytmiczno-interwałowy

Drugi styl zapisu można określić jako „rytmiczno-interwałowy”. Wykorzystany został w utworze „Drunk Hornets” kompozytora Wojciecha Błażejczyka. Stosuje się go w przypadku, gdy dźwięki wtórne pojawiają się w ustalonym odstępnie czasowym i posiadają określoną powtarzającą się strukturę rytmiczną. Opisana forma występowania dźwięków



wtórnych odpowiada zastosowaniu w Harmonizatorze Kontrolowanym podsystemu – Opóźniacza Składników Akordów.

Ponieważ w tego typu utworach schematy melodyczne instrumentu i harmonizatora różnią się od siebie wysokością dźwięków i rozłożeniem rytmu w miarach lub taktach (z powodu efektu opóźnienia), korzysta się wtedy z dwóch pięciolinii. Górna pięciolinia zawiera melodię instrumentu, zaś dolna – strukturę rytmiczno-interwałową harmonizatora.

Z powodu wcześniej wymienionego sposobu zapisywania współbrzmień w Klawiaturze MIDI notacja w dolnej pięciolinii posiada formę postaci bezwzględnej. Zatem w zapisie nutowym widoczna jest struktura interwałowa, a nie konkretna wysokość dźwięku na pięciolinii (tj. postać względna). Dla przykładu, w utworze „Drunk Hornets” pierwsza i każda kolejna struktura rytmiczno-interwałowa rozpoczyna się od dźwięku  $h^1$  oznaczonego małą czcionką w nawiasie (kompozytor określa ten dźwięk jako „punkt odniesienia”). Dźwięk ten odpowiada czerwonemu klawiszowi  $c^1$  na Klawiaturze MIDI, od którego liczy się interwały do poszczególnych składników.



Obraz 90. Przykład zapisu rytmiczno-interwałowego z fragmentu utworu „Drunk Hornets” kompozytora Wojciecha Błażejczyka (strona 1., 1. system pięciolinii). Widoczne jest rozdzielanie linii melodycznych saksofonu altowego i Harmonizatora Kontrolowanego, a także dźwięk  $h^1$  w nawiasie w partii harmonizatora (tzw. „punkt odniesienia”).

W tym miejscu warto też przytoczyć informację, w jakim stroju („stroju” w sensie – wariacie transpozycyjnym<sup>140</sup>) zapisuje się linie melodyczne instrumentu i harmonizatora w partyturze, korzystając ze stylu rytmiczno-interwałowego. Dla instrumentu wykorzystuje się opcję zapisu w stroju koncertowym C lub w stroju, w którym występuje dany typ instrumentu (np. dla saksofonu altowego jest to strój Es). Te dwie opcje powszechnie stosuje się przy sporządzaniu partytur. Natomiast dla linii harmonizatora domyślnie przyjęto, że zapisuje się ją w stroju koncertowym C, ponieważ dla postaci bezwzględnej wysokości dźwięków,

<sup>140</sup> Znaczenie wyrazu „strój” przytoczone w niniejszym tekście (jako wariantu transpozycyjnego danego instrumentu) opisano dokładniej w przypisie 7. na stronach 19. i 20.

tonacje, warianty transpozycyjne nie są istotne<sup>141</sup>. Jednakże w „Drunk Hornets”, dla ujednolicenia i ułatwienia odczytu, kompozytor postanowił zastosować na dwóch pięcioliniach strój saksofonu altowego, czyli Es.

Pozostając na przykładzie notacji z utworu Wojciecha Błażejczyka, nad każdym dźwiękiem h<sup>1</sup> umieszczono znacznik numeru sekcji (tzn. prostokąt bądź kwadrat z wpisaną odpowiednią liczbą), który w tym przypadku oznacza wybrane współbrzmienie z sekwencji zawartej w Panelu zapisu współbrzmień. Symbol ten może (choć niekoniecznie musi) oznaczać kolejną sekcję (część) utworu. Połączenie tym samym symbolem zdarzeń zmiany współbrzmienia ze zmianą sekcji/części utworu zależy od decyzji kompozytora. Jednakże w dłuższych i bardziej kompleksowych kompozycjach (o większej ilości współbrzmień w sekwencji) zaleca się rozdzielenie tych dwóch punktów sytuacyjnych.

The image shows a musical score for saxophone (Sax) and harmonica (Harm) in 7/8 time. The score is divided into two systems. The first system (measures 33-36) features a saxophone line with a melodic line and a harmonica line with a rhythmic accompaniment. A blue arrow points to a section marker '8' in the harmonica line, which is associated with a chord diagram: (D2, A2) +3 +9 -5 +13. The second system (measures 37-40) is marked 'agitato' and 'mp'. A blue arrow points to a section marker '9' in the saxophone line, which is associated with a chord diagram: +3 -5 +9 +13. The score includes various musical notations such as slurs, dynamics, and articulation marks.

Obraz 91. W „Drunk Hornets” znacznik numeru sekcji zawsze znajduje się w miejscu zmiany współbrzmienia i prawie zawsze jest równoznaczny z rozpoczęciem następnej sekcji utworu (numer 8. określa wyjątkowo koniec sekcji). Powyższy przykład stanowi fragment 1. i 2. systemu pięciolinii ze strony 4.

Za dźwiękiem h<sup>1</sup> znajduje się struktura rytmiczno-interwałowa. Podany w każdej sekcji schemat rytmiczny będzie powtarzany przez harmonizator zawsze, gdy na instrumencie zagrany zostanie nowy dźwięk źródłowy lub gdy mikrofon ustawiony na bardzo dużą czułość wychwyci sygnał z głośników (nastąpi efekt echa). Schemat wskazuje także porządek, według którego wyzwalane będą po sobie kolejne składniki. Ponadto (co można zauważyć w partyturze „Drunk Hornets”), nie ma również konieczności zapisywania powtarzalnego rytmu takiej sekwencji przez więcej niż jeden takt, gdyż program automatycznie i ciągle

<sup>141</sup> Zgodność stroju (tzn. wariantu transpozycyjnego) harmonizatora ze strojem instrumentu wyjaśniono dokładniej w zagadnieniu 1. poświęconym postaci bezwzględnej współbrzmienia na stronach 102. i 103.

wyzwała ten sam rytm aż do momentu jego zmiany, zmiany współbrzmienia lub wyłączenia przycisku akcji.

Przy korzystaniu z zapisu rytmiczno-interwałowego trzeba szczególnie pamiętać o mechanice Opóźniacza Składników Współbrzmienia, mianowicie – o koncepcji opóźniania szesnastkowego i ograniczeniu możliwych opóźnień do sześciu (gdyż tylko taką liczbę operantów w czasie pisania niniejszej pracy oferuje harmonizator)<sup>142</sup>. Zatem w obecnie prezentowanej wersji harmonizatora kompozytor powinien być świadomy, że może użyć jedynie sześciu dźwięków wtórnych w opóźnieniu (ze względu na ograniczenie w Opóźniaczu Składników Współbrzmienia do korzystania z sześciu operantów) i nie może on zmniejszyć opóźnienia pomiędzy dwoma dźwiękami wtórnymi do wartości rytmicznych krótszych niż szesnastka (czyli np. nie można zaprogramować opóźnienia jednej trzydziestodwójki bądź szesnastki z kropką, ponieważ podstawową i najmniejszą jednostką opóźnienia jest jedna szesnastka; możliwe jest jednak tworzenie opóźnień dwóch, trzech, czterech szesnastek itd.). Wracając do notacji rytmiczno-interwałowej z „Drunk Hornets”, w okolicy każdego dźwięku (zazwyczaj nad nim) umieszczono dodatkowo liczbę całkowitą. Reprezentuje ona interwał liczony od dźwięku – „punktu odniesienia” do dźwięku, nad którym dana liczba się znajduje. Oddalenie od dźwięku centralnego liczone jest półtonami, natomiast znaki plusa bądź minusa wytyczają kierunek interwału (plus – odliczanie w górę od dźwięku centralnego, minus – odliczanie w dół). Przykład: wartość -3 oznacza tercję małą liczoną w dół od dźwięku centralnego; wartość +5 oznacza kwartę czystą liczoną do góry.



Obraz 92. Fragment kompozycji „Drunk Hornets” (strona 1., 4. system pięciolinii) z oznaczoną niebieskim prostokątem strukturą interwałową względem dźwięku – „punktu odniesienia”.

<sup>142</sup> Sposób działania i obsługi Opóźniacza Składników Współbrzmienia dokładnie wyjaśniono w opisie podzespołów aplikacji harmonizatora na stronach 95. – 98. i podrozdziale 3.6.1.2. *Projektowanie sekwencji współbrzmień* na stronach 225. i 226.

Informacja o oddaleniu danego dźwięku od dźwięku centralnego za pomocą liczb całkowitych jest również bardzo przydatna dla użytkownika, ponieważ przyspiesza proces wpisywania struktury współbrzmienia w Klawiaturze MIDI. Dlatego zaleca się kompozytorom stosowanie tej dodatkowej „metody nawigacji interwałowej”.

Omawiając styl rytmiczno-interwałowy należy wspomnieć jeszcze o dwóch ważnych kwestiach: oddziaływaniu tempa utworu na funkcjonowanie Opóźniacza Składników Współbrzmienia i słuchowym postrzeganiu rytmu w stosunku do zapisu nutowego.

W Opóźniaczu Składników Współbrzmienia istnieje parametr tempa, który wpływa na prędkość opóźnień szesnastkowych z operantów. Ustalając tempo utworu bądź którejś z jego części, kompozytor powinien wiedzieć, że tempo gry wykonawcy powinno równać się tempu zawartemu we wspomnianym parametrze. To sprawi, że harmonizator będzie generował dźwięki wtórne i opóźnienia w sposób przypominający kilku wykonawców grających swoje partie w tym samym tempie. Jeśli tempo gry wykonawcy będzie różniło się od tempa ustalonego w Opóźniaczu (np. tempo wykonawcy będzie wolniejsze), wtedy otrzyma się wrażenie, że opóźniacz „wyprzedza” swoją linią melodyczną osobę grającą. W drugą stronę – jeśli tempo gry wykonawcy jest szybsze niż opóźniacza, linia melodyczna harmonizatora będzie znacznie opóźniona, a efekt będzie zauważalny słuchowo. Wrażenie to będzie podobne do przypadku za dużego opóźnienia (tzw. „latencji”) wynikającego ze zbyt słabego sprzętowo komputera, na którym uruchomiono harmonizator lub problemów wewnątrz obliczeń aplikacji. Oczywiście kompozytor nie musi stosować się w swoim utworze do zalecenia utrzymania tego samego tempa w linii melodycznej wykonawcy i harmonizatora. W celu uzyskania założonego efektu słuchowego może specjalnie doprowadzić do różnicy temp (np. powodując wrażenie polimetrii). Jednakże powinien on poinformować wykonawcę (na przykład za pomocą przedmowy do dzieła), że utwór opiera się na takiej koncepcji.

Druga kwestia to słuchowe postrzeganie rytmu w stosunku do zapisu nutowego. Według głównego zamysłu konstrukcyjnego, harmonizator przetwarza dźwięk źródłowy instrumentu na dźwięki wtórne na zasadzie efektu pitch-shiftingu i chorusa. To oznacza, że dźwięki wtórne mogą posiadać różne wysokości i imitować wielogłosowość. Oprócz tego dźwięki wytwarzane przez harmonizator zachowują taką samą długość czasową, jaką miał dźwięk źródłowy. W tym miejscu pojawia zagadnienie pogodzenia zapisu nutowego harmonizatora z partią wykonawcy. Dla zrozumienia problemu warto posłużyć się przykładem rytmicznym. Jak wiadomo, harmonizator kopiuje dźwięki wykonywane na instrumencie i na ich podstawie tworzy dźwięki wtórne. Zakładając, że jeśli muzyk zagra dwie ósemki w artykulacji non legato, harmonizator powtórzy je niemalże natychmiastowo z taką samą

długością i artykulacją non legato, ale w innych wysokościach. Z przykładu wynika zatem ścisła zależność materiału rytmicznego linii harmonizatora od linii osoby grającej. Gdyby do wspomnianego przykładu dwóch ósemek w artykulacji non legato dołożyć efekt Opóźniacza Składników Współbrzmienia, długość i artykulacja nadal pozostałyby niezmienione. Jediną różnicą byłoby wygenerowanie ich przez harmonizator w konkretnym opóźnieniu szesnastkowym. W związku z powyższym wniosek jest taki, że w zapisie nutowym linia melodyczna harmonizatora powinna posiadać ten sam rytm co linia instrumentu. Natomiast w przypadku zastosowania opóźnienia powinna dodatkowo przypominać wyglądem kanon (czyli ten sam rytm ustawiony w dalszych miarach bądź taktach).

Mimo to, w partyturze „Drunk Hornets” zauważa się różnice w rytmie pomiędzy dwoma liniami już na samym początku przy pierwszym współbrzmieniu (które tak naprawdę jest interwałem sekundy małej liczonym w kierunku dolnym od dźwięku centralnego). Pierwsza szesnastka z linii instrumentu, będąca wzorcem długości dla dźwięku z linii harmonizatora (i równocześnie będąca dźwiękiem centralnym), ma długość ósemki zamiast szesnastki. Podobne przypadki widać także przy kilku pozostałych współbrzmieniach, nawet wtedy, kiedy nie stosuje się opóźnienia (przy współbrzmieniach z napisem „no delay”). Najprostszym, lecz nie do końca (i niekoniecznie) poprawnym wyjaśnieniem tej kwestii może być błąd zapisu. Jednakże, porównując zapis partytury z odsłuchem ścieżki dźwiękowej, zauważyć można inne, trafniejsze rozwiązanie zagadnienia.



Obraz 93. Różnica pomiędzy rytmem pierwszego dźwięku w linii melodycznej saksofonu, a pierwszego dźwięku w partii Harmonizatora Kontrolowanego, który powstaje na bazie melodii saksofonu. Fragment kompozycji „Drunk Hornets” (strona 1., 1. system pięciolinii).

Obraz 94. Kolejny przykład różnicy pomiędzy strukturą rytmiczną partii saksofonu a Harmonizatora Kontrolowanego („Drunk Hornets”, strona 3., 9. system pięciolinii). Przerwy pomiędzy każdym dźwiękiem zawartym w linii melodycznej harmonizatora zostają przeliczone na szesnastki w tempie  $\text{♩} = 60$  BPM (ponieważ 1 szesnastka to podstawowa jednostka opóźnienia w Opóźniaczu Składników Akordu). Następnie, przerwy po przeliczeniu wpisywane są do odpowiednich operantów. W ten sposób otrzymuje się zaznaczoną w czerwonym prostokącie strukturę rytmiczną. Należy jednak wspomnieć, że zapisany rytm różni się od brzmienia dźwięków wygenerowanych przez harmonizator. Powstałe różnice wyjaśniono poniżej w tekście głównym.

Na podstawie wysłuchanej ścieżki dźwiękowej niezgodność rytmu w obydwu liniach melodycznych można zinterpretować jako nakładanie się na siebie kilku warstw dźwiękowych (tym bardziej, gdy słucha się jej w dużym pomieszczeniu – miejscu o „dużej akustyce”). Osoba słuchająca odnosi wtedy wrażenie istnienia większej ilości linii melodycznych harmonizatora oraz wydłużania się poszczególnych wartości rytmicznych. Z tego powodu możliwe jest stosowanie przez kompozytora nieco wydłużonych bądź krótszych wartości rytmicznych w linii melodycznej harmonizatora.

Należy jednak pamiętać, że kompozytor nie jest w stanie w pełni kształtować linii melodycznej harmonizatora, gdyż jest to program działający według ściśle zaprojektowanego schematu. Jedynymi opcjami są wpływanie pośrednio jego linię poprzez odpowiednie zaplanowanie melodii instrumentu i wyobrażenie sobie efektu akustycznego dźwięków wtórnych.

W celu utrzymania kompromisu pomiędzy realnym zapisem melodii harmonizatora a zapisem wyobrażenia efektu słuchowego trzeba pamiętać, że:

- tak naprawdę przy opóźnieniu składników występuje efekt kanonu z zachowanymi długościami czasowymi z pierwowzoru, czyli dźwięku źródłowego (centralnego);
- brzmienie utworu różni się w zależności od akustyki pomieszczenia (powstają pogłos i echo, które wydłużają dźwięk; na tej podstawie można w małym stopniu zmodyfikować rytm harmonizatora).

Przy modyfikacji rytmu linii harmonizatora należy zatem pamiętać, aby nie wydłużać/skracać wartości dźwięków więcej niż połowę względem pierwotnej wartości z linii instrumentu. Przykład: jeśli dźwięk źródłowy jest ósemką, to dźwięk wtórny przy wydłużeniu mógłby mieć

postać ćwierćnuty bądź ósemki z kropką, natomiast przy skróceniu byłyby to ósemka w artykulacji staccato lub szesnastka.

Stosując zapis rytmiczno-interwałowy, kompozytor może również poinformować użytkownika, aby zmienił tryb działania pilota na stale aktywny (tzw. „tryb II”). To ustawienie działa szczególnie korzystnie z Opóźniaczem Składników Współbrzmienia w utworach napisanych w szybkim tempie. Wybierając tą opcję pilota nie trzeba stale trzymać przycisku akcji. Dzięki temu odpoczywa lewy kciuk, jak również można skoncentrować się na wykonywaniu skomplikowanych rytmów w szybkim tempie, zmieniając co jakiś czas (poprzez naciśnięcie przycisku następnego elementu) współbrzmienie i strukturę rytmiczną harmonizatora. Oczywiście decyzję o zmianie trybu pracy pilota należy podjąć, mając też na uwadze zawartość i strukturę kompozycji.

### 3.6.3.3. Zapis symboliczny

Zapis symboliczny to trzeci styl, używany zarówno w kompozycjach jak i schematach improwizacyjnych i aleatorycznych. Opiera się na prostym założeniu – dodawaniu umownych znaków (symboli) i przypisywaniu im odpowiednich znaczeń w legendzie (wyjaśnieniu) na wstępie utworu. Został on użyty w utworze Mattea Nicolina pt. „Il presagio degli alberi” na EWI solo, gdzie dla funkcji burdonu przypisano literę „h” pisaną kursywą (jako skrót od angielskiego wyrazu „hold”, czyli po polsku „trzymać”, „trzymaj”).

**LEGENDA**  
*h* = EWI hold function

Obraz 95. (i 37.) Wyjaśnienie symboli w legendzie umieszczonej na pierwszej stronie utworu „Il presagio degli alberi” kompozytora Mattea Nicolina. Litera „h” zapisywana kursywą przy odpowiedniej nucie informuje, że w trakcie jej trwania należy nacisnąć przycisk funkcji burdonu, który znajduje się na korpusie EWI.



Obraz 96. (i 38.) Przykład zastosowania w zapisie nutowym symbolu „h” w celu określenia miejsca włączenia funkcji burdonu podczas wykonywania utworu na EWI. Fragment utworu „Il presagio degli alberi” kompozytora Mattea Nicolina (strona 2., 3. pięciolinia).

W podobny sposób symbolami można określać serię akordów bądź konkretne współbrzmienie bez wpisywania jego struktury dźwiękowej lub interwałowej na pięciolinii (np. akord A, B, C, D itp.). Dodatkowo, korzystając z tego stylu, ma się możliwość zapisu sekwencji, miejsca uruchomienia konkretnych funkcji bądź efektu<sup>143</sup> i czas ich trwania (np. zakreślając linią dany fragment pięciolinii bądź podając konkretny czas w sekundach), plan zapętlenia sekwencji (z wykorzystaniem przycisków następnego i poprzedniego elementu na pilocie sterującym). Styl ten znacznie upraszcza rozbudowane linie melodyczne w partyturze na przykład do postaci jednej pięciolinii z umieszczonymi symbolami w konkretnych miejscach lub w przypadku improwizacji i aleatoryzmu – do znaków rozmieszczonych w strukturze czasowej (lub innej instrukcji, planu utworu).

#### **3.6.3.4. Zapis mieszany**

Czwarty styl to notacja mieszana. Zawiera ona połączenie elementów opisanych w trzech poprzednich metodach zapisu. Może być wykorzystywana zarówno przy mniejszych projektach (np. w utworach solo o prostej formie) jak i w większych (np. kompozycje na kilka instrumentów o skomplikowanej konstrukcji). Zespolenie ze sobą kilku metod zapisu w kompozycji ma na celu umiejscowienie wszystkich niezbędnych dla wykonawców informacji, funkcji, elementów w sposób zrozumiały i jednocześnie czytelny.

#### *Podsumowanie*

Stosując jakikolwiek styl zapisu nutowego należy pamiętać, że ze względu na „kopiowanie” przez harmonizator (przy pomocy mikrofonów) wszystkich efektów wydobywanych przez instrumentu, nie ma możliwości notacji różnych parametrów dynamiki, artykulacji, rytmiki, agogiki dla obydwu partii. Wymienione elementy dzieła muzycznego muszą pozostać jednakowe ze względu na zależność od źródła (czyli dźwięku instrumentu) i paralelizm sygnałowy.

---

<sup>143</sup> Aktywacja funkcji bądź efektu ma zastosowanie w przypadku EWI i instrumentów posiadających szybki dostęp do przycisków funkcyjnych i które można włączyć/wyłączyć w trakcie gry (np. zmiana rejestrów w akordeonie). Korzystając z Harmonizatora Kontrolowanego dany efekt (np. arpeggio lub opóźnienie składników) ustala się podczas fazy projektowania współbrzmień (czyli w trakcie zapisywania akordów w Panelu zapisu współbrzmień). Nie ma możliwości dodania go spontanicznie podczas wykonywania utworu, gdyż forma wszystkich współbrzmień (tzn. liczba składników, efekt) musi być zaplanowana przed występem. Stąd w nazwie harmonizatora występuje człon „kontrolowany”.

O kontroli i planowaniu działań w harmonizatorze wspomniano również we wstępie do 3. rozdziału, na stronach 76. i 77.



### 3.7. Intencja wykorzystania Harmonizatora Kontrolowanego

Pod względem przeznaczenia wykorzystania, program podzielić można na dwie kategorie:

1. **Harmonizowanie czynne (twórcze):** zaprogramowanie sekwencji, zbioru akordów na potrzeby improwizacji, fragmentu aleatorycznego w utworze itp.; muzyk decyduje, kiedy i w jakiej formie wykorzystać możliwości urządzenia;
2. **Harmonizowanie bierne (odtwórcze):** muzyk będzie w stanie stworzyć sekwencję akordów, które zostały zawarte (zaplanowane przez kompozytora) w utworze; wykorzystanie urządzenia m.in. w celu użycia efektu wielogłosowości, zbudowania warstwy harmoniczej w poszczególnych fragmentach kompozycji.

### 3.8. Potencjał brzmieniowy Harmonizatora Kontrolowanego. Porównanie wybranych cech do zespołu muzycznego

Harmonizator Kontrolowany czy jakiegokolwiek urządzenie o podobnym zastosowaniu nie jest w stanie przynajmniej w obecnych czasach zastąpić brzmienia i melodyjności zespołów muzycznych. Wyrażenie „przynajmniej w obecnych czasach” zostało użyte tutaj, aby podkreślić, że nie wiadomo jeszcze, w jaki sposób rozwinię się technologia wraz ze sztuczną inteligencją. Już teraz społeczeństwo doświadcza takich programów i urządzeń, jak symulator głosu ludzkiego czy „deepfake”, czyli jedna z technik obróbki obrazu, w tym też filmu. Poprzez fachowe połączenie tych dwóch efektów prawie każdy ma wątpliwości, czy osoba wypowiadająca się w Internecie jest autentyczna, czy jest to może manipulacja. Prawdopodobnie to spostrzeżenie brzmi jak z filmu science-fiction, lecz coraz częściej postępowanie i jego kierunek rozważa się pod względem filozofii, a szczególnie – etyki. Być może kiedyś w przyszłości, za sprawą sztucznej inteligencji słuchacz z zamkniętymi oczami nie rozpozna, czy kompozycję wykonuje orkiestra czy komputer, ponieważ jakość gry będzie niemalże identyczna.

Wracając jednak do Harmonizatora Kontrolowanego i realiów, jego celem nie jest w żadnym wypadku bycie konkurencją dla zespołów muzycznych, gdyż pod względami technologicznymi i możliwościowymi daleko mu do naśladowania na przykład kwartetu saksofonowego. Można go natomiast wykorzystywać jako urządzenie wspomagające grę solową.

Mimo wykazania niekwestionowanej różnicy pomiędzy zespołem a Harmonizatorem Kontrolowanym, warto przyrzeć się jeszcze innym zasadniczym rozbieżnościom.

Po pierwsze, harmonizator wytwarza głosy w sposób sztuczny i z minimalnym opóźnieniem względem dźwięku źródłowego. Bez sygnału pobieranego z instrumentu harmonizator nie ma „bazy”, z której może wygenerować dźwięki wtórne. W zespole każdy dźwięk jest niezależny i może zostać wydobyty przed pozostałymi, gdyż za każdy z nich odpowiada jedna osoba. Zespół można także do pewnego stopnia porównać do fortepianu czy skrzypiec, gdzie każdy palec u dłoni odpowiada za inny głos lub dźwięk na danym odcinku klawiatury/struny. To z kolei nawiązuje do wspomnianej we wcześniejszej części pracy konstrukcji instrumentów. Instrumenty polifoniczne posiadają kilka elementów wibrujących (tzw. „wibratorów”) odpowiadających za jeden dźwięk lub linię melodyczną. W instrumentach monofonicznych występuje tylko jeden wibrator. Dlatego, aby wytworzyć współbrzmienie, konieczne jest albo zwiększenie liczby osób grających, jak np. w zespołach jednorodnych (kwartet saksofonowy: sopran, alt, tenor, baryton) czy różnorodnych (kwintet dęty: flet, klarnet, obój, róg, fagot), albo wykorzystanie technik wykonawczych opartych o rozszczepienie dźwięku (np. gra bazująca na alikwotach lub wielodźwiękach), lub skorzystanie z urządzeń elektronicznych.

Druga różnica to ograniczone funkcje przetwarzania sygnału instrumentu przez harmonizator. Oprogramowanie pisane jest w myśl pewnej koncepcji, która zakłada zakres jego czynności. Tak, jak uprzednio wykazano, Harmonizator Kontrolowany także zawiera tego typu plan swoich kompetencji. To samo dotyczy zespołów, ale w innych obszarach. Jednakże zespół jest w stanie zastąpić wszystkie funkcje wykonywane przez harmonizator, zaś harmonizator stanowi jedynie pewną część czynności, jakie potrafi dokonać zespół.

Trzeci punkt to paralelizm sygnałowy i wpływ na elementy dzieła muzycznego. Oznacza to, że dźwięki wtórne stanowią kopię dźwięku źródłowego i z tego powodu takie elementy dzieła muzycznego, jak melodia, rytmika, dynamika, agogika i artykulacja są identyczne. Ze względu na przetworzenie sygnału w programie i aparaturze elektronicznej w pewnym stopniu zmianie ulega kolorystyka, czyli barwa dźwięków wtórnych. Natomiast jako produkt harmonizatora powstaje harmonika.

Poza tym paralelizm sygnałowy jednocześnie wymusza paralelizm harmoniczny. Jeśli pozostawi się ustawiony ten sam akord w harmonizatorze, a wykonawca będzie dla przykładu prezentował w tym czasie gamę C-dur, to każdy akord powstały na dźwiękach

kolejnych tejże gamy będzie miał taką samą strukturę interwałową, co powoduje równoległe rozłożenie składników pomiędzy sąsiadującymi akordami, czyli wspomniany paralelizm.

W zespole, z powodu niezależności głosów i oczywiście tworzenia muzyki na żywo (tzn. bez urządzeń elektronicznych), nie występuje konieczność przetworzenia sygnału, a tym samym nie pojawia się paralelizm sygnałowy i wymuszony paralelizm harmoniczny. Niemniej jednak gra w paralelizmie harmonicznym jest nadal możliwa za sprawą improwizacji i kompozycji, w których styl ten celowo użyto.

Oprócz tego głosy mogą prezentować linię melodyczną w różniących się od siebie kierunkach, innej artykulacji, dynamice, agogice itp. W konsekwencji każdy głos może posiadać inne parametry zawarte w elementach dzieła muzycznego, ale także wszystkie wspomniane elementy dzieła współistnieją jednocześnie w trakcie gry zespołu. W przypadku połączenia instrumentu z Harmonizatorem Kontrolowanym brzmienie elementów dzieła muzycznego ma inną formę, pozornie przypominającą grę zespołową. Lecz ze względu na paralelizm sygnałowy nigdy nie uzyskuje się niezależności linii melodycznych dla poszczególnych głosów (i jednocześnie kontroli odmiennych parametrów dla elementów dzieła muzycznego w każdym głosie).

Czwarty i ostatni czynnik różniący to jakość brzmienia. W przypadku zespołu dźwięk jak i barwa są autentyczne, nieprzetworzone, zależne od czynników fizyczno-akustycznych. Natomiast po przetworzeniu przez układ elektroniczny i oprogramowanie Harmonizatora Kontrolowanego dźwięki wtórne nie tylko są przetransponowane, ale modulacji podlega również barwa, co udowodniono w podrozdziałach *3.4. Strój harmonizatora* i *3.5. Zależność odbioru barwy współbrzmienia od wariantów i skali instrumentu/głosu*.

Dodatkowo w wersji aplikacji, którą opisano w niniejszej pracy, wykazano nieścisłości w trakcie procesów obliczeniowych, czego skutkiem są dudnienie i niestroj pewnego obszaru dźwięków wtórnych. To sprawia, że dźwięki generowane przez harmonizator nie są idealne, szczególnie w zakresie dynamicznym od forte do fortissimo possibile. Jednak nie trzeba tego odbierać jako słabość i niedoskonałość urządzenia, lecz jako specyficzną jakość dźwięku, prawdopodobnie niemożliwą do osiągnięcia w naturalnych warunkach. Z tej racji wykonawca mógłby stosować harmonizator w celu wydłużenia spektrum barwowego swojego instrumentu lub w projektach pasujących do tego rodzaju brzmienia.

Podobna sytuacja występuje wśród grona muzyków eksperymentujących z urządzeniami modyfikującymi dźwięk, na przykład u gitarzystów, perkusistów lub muzyków grających oprócz instrumentów konwencjonalnych również na elektrofonach. Dzięki dodatkowym efektom zapewnianym przez wspomniane instrumenty, akcesoria,

programy komputerowe, cyfrowe stacje robocze (ang. Digital Audio Workstations, w skrócie: DAW) mają oni możliwość jeszcze bardziej rozwinąć swoją ekspresję wykonawczą, a także prezentować oryginalne, awangardowe utwory i style muzyczne.

Pomimo istotnych różnic brzmieniowych i muzycznych pomiędzy zespołem a instrumentem z podłączonym Harmonizatorem Kontrolowanym w żaden sposób nie wykluczają one siebie nawzajem w środowisku muzycznym. Co więcej, te dwa rodzaje konfiguracji instrumentalnych posiadają specyficzne właściwości, które mogą być wykorzystywane we wspólnych bądź odrębnych projektach, występach, spektaklach. Natomiast na pewno wzrósł także potencjał wykonawczy instrumentów jednogłosowych, które poprzez urządzenia o podobnym zastosowaniu co Harmonizator Kontrolowany, w pewnym zakresie otrzymały możliwość korzystania z harmonizacji swoich linii melodycznych i poszerzenia zdolności sonorystycznych. Z upływem lat obecnie znana technologia stanie się jeszcze bardziej zaawansowana, dzięki czemu wykonawcy będą w stanie dostarczać słuchaczom coraz to nowszych i interesujących wrażeń muzycznych.

### **3.9. Plusy i minusy korzystania z harmonizatora**

Harmonizator Kontrolowany jest urządzeniem o otwartej konstrukcji. To oznacza, że każdy użytkownik będzie miał dostęp do jego modyfikacji i personalizacji według własnych potrzeb wykonawczych. Rozwijając to urządzenie można wzbogacić je także o inne ciekawe funkcje, które wpływałyby na barwę danego instrumentu, a nawet ją poszerzały.

Mam również nadzieję, że dzięki kontynuowaniu prac rozwijających program oraz wsparciu osób zainteresowanych z pewnością uda się rozwiązać lub ominąć wspomniane wcześniej ograniczenia występujące w obecnej wersji.

Dość wyraźną przeszkodą jest zmniejszona mobilność na scenie (spowodowana koniecznością podłączenia instrumentu do komputera i urządzeń elektronicznych), jak również potrzeba wcześniejszego zadbania o wyposażenie sali, w której odbędzie się koncert. Czasami zdarza się jednak, że sala nie posiada odpowiednich akcesoriów. Aby uniezależnić się od takich sytuacji, wykonawcy powinni zaopatrzyć się w niezbędny sprzęt zapewniający im podstawowe efekty dźwiękowe, a także zapoznać się z działaniem i obsługą aparatury elektronicznej. Niestety, wiąże się to z pewnymi kosztami, co może zniechęcić niektórych muzyków do korzystania z harmonizatora.

Niemniej jednak Harmonizator Kontrolowany jest interesującym narzędziem pozwalającym poszerzać zakres gry na instrumentach zarówno jednogłosowych jak i wielogłosowych. Ponadto tego typu połączenie instrumentu z elektroniką otwiera wiele nowych możliwości scenicznych, wykonawczych, a także umożliwia tworzenie ciekawych kompozycji i projektów artystycznych.

## **4. Zakres badań i plan upowszechniania EWI i Harmonizatora Kontrolowanego**

### **4.1. Utwory na saksofon z warstwą elektroniczną – podział na typy pod względem planu kompozycyjnego. Połączenie saksofonu z Harmonizatorem Kontrolowanym jako jedna z form live electronics**

Saksofon to instrument z ugruntowaną tradycją. Posiada ciągle rozrastający się repertuar, metodę nauczania, szerokie grono odbiorców. Ze względu na swoją popularność, rozwija się w licznych kierunkach muzycznych. Równie dobrze przyjął się w muzyce elektronicznej, będącej bardzo rozległą gałęzią.

Analizując strukturę utworów na saksofon z warstwą elektroniczną, można uporządkować je według pewnego parametru – planu kompozycyjnego. Czynnikiem ten określa, czy dana warstwa instrumentalna/elektroniczna pod względem melodycznym stanowi pierwszy plan, drugi, trzeci, tło, akompaniament itd. Koncepcja ta nawiązuje do opisu obrazu lub scenografii teatralnej i filmowej.

Korzystając z tego rodzaju systematyki, wyróżnić można trzy główne typy kompozycji:

- utwór na instrument z podkładem (tzw. „taśmą”, czasami też z „taśmą” i filmem);
- utwór, improwizacja lub inna forma dzieła muzycznego/artystycznego<sup>144</sup> z wykorzystaniem instrumentu i interaktywnej elektroniki (tzn. zmienną ścieżkę dźwiękową, instrumenty elektroniczne lub też te powstałe na potrzeby kompozycji, autorskie programy modyfikujące efekty sonorystyczne itp.), czyli tzw. „dzieło live electronics”;
- utwór z instrumentem, w którym pierwszy plan stanowi muzyka elektroniczna lub pewien rodzaj multimediiów (np. interaktywny film w wirtualnej rzeczywistości z muzyką zawierającą dany instrument; spektakl teatralno-elektroniczny z towarzyszeniem instrumentu).

---

<sup>144</sup> Dzieło muzyczne bądź artystyczne może być projektem bardziej kompleksowym pod względem strukturalnym i osobowym. Z tego powodu w realizację takiej kompozycji zaangażowana może być duża liczba wykonawców, m.in. scenarzystów, tancerzy, choreografów, instrumentalistów, dyrygentów, filmowców, kompozytorów, reżyserów dźwięku – wykonujących w nim określone czynności. Tego typu dzieła nierzadko spotyka się na tzw. seansach (tj. koncertach) live electronics.

Powyższe formy kompozycji mogą tworzyć również formy pośrednie, gdzie plany (tzn. warstwy) nachodzą na siebie bądź zmienia się ich istotność/rola w trakcie trwania kompozycji.

Opisany pierwszy typ określić można mianem utworów z „pasywną warstwą elektroniczną”. Stanowią one dużą część repertuaru muzyki współczesnej. Mają one często charakter ściśle ustalony. To oznacza, że w przypadku utworu napisanego na dany instrument z towarzyszeniem ścieżki dźwiękowej, możliwości zarówno jego interpretacji jak i aranżacji są ograniczone. Zazwyczaj podczas wykonywania takiego utworu niezmienna jest ścieżka dźwiękowa, a jej modyfikacja (np. na inny typ z rodziny instrumentu lub zmiana motywu, artykulacji itp.) wymaga przemodelowania w studiu nagrań.

Do kolejnych rodzajów należą utwory z „aktywną warstwą elektroniczną” i „utwory pośrednie”, w których warstwa elektroniczna ma zastosowanie głębsze niż tło. Założeniem aktywnej muzyki elektronicznej jest zrównoważenie oddziaływania na zmiany w warstwie instrumentalnej i warstwie elektronicznej. W tym przypadku muzyk jest w stanie jednocześnie grać na instrumencie i manipulować ścieżką lub urządzeniem elektronicznym. Zyskuje on możliwość oddziaływania na interpretację utworu i nie jest uzależniony od schematu narzuconego przez ścieżkę dźwiękową. Takie czynności występują w drugim typie kompozycji, czyli live electronics.

Utwory pośrednie charakteryzują się częściową ingerencją w warstwę elektroniczną i przybierają różne formy. Jest to mieszanina czynnej (aktywnej) i biernej (pasywnej) muzyki elektronicznej, tzn. podczas wykonywania dzieła przeważa czasami albo warstwa instrumentalna, albo elektroniczno-multimedialna. Do tej kategorii zalicza się utwory elektroniczne drugiego i trzeciego typu.

Znajomość typu utworu pod względem planu kompozycyjnego jest dla wykonawcy istotna, ponieważ:

- odzwierciedla on intencję kompozytora;

Już po raz pierwszy patrząc na partyturę, można stwierdzić, która warstwa pełni pierwszorzędną rolę, która zaś drugorzędną. Na tej podstawie możliwe jest rozpoczęcie prac nad rozczytywaniem utworu i frazowaniem melodii. Znając jednak samego kompozytora (w najlepszym wypadku osobiście) jak i sposób pisania utworów, wykonawca jest stanie lepiej dopracować swoją interpretację, aby zgadzała się z właściwym zamysłem twórcy dzieła.

- ustala metodę ćwiczenia i styl gry.

Wykonawca musi się osłuchać z planem kompozycyjnym, aby podczas ćwiczenia dobrać odpowiedni styl gry, sposób wykonywania elementów dzieła muzycznego (m.in. dynamikę, artykulację), inne czynniki, jak np. pozycję na scenie. Cały układ gry i scenerii opiera się o to, w którym planie jest warstwa elektroniczna i instrumentalna. Znając go, grający lepiej dopasowuje się do atmosfery utworu i uzupełniania się (zlewania się) warstw.

Jednym z celów zawartych w tej dysertacji jest połączenie muzyki poważnej z aktywną muzyką elektroniczną – czyli live electronics. Muzyk będzie miał kontrolę zarówno nad swoim instrumentem, jak i nad częścią elektroniczną o różnorodnej formie, opracowanej na potrzeby projektu. W tym przypadku będzie to zastosowanie oprogramowania, które harmonizuje dźwięki wydobywane na saksofonie (jest to drugi i trzeci typ dzieła/utworu elektronicznego).

#### **4.2. Plan upowszechniania Elektronicznego Instrumentu Dętego**

EWI charakteryzuje się kilkoma szczególnymi właściwościami. Jest prosty w obsłudze, sprawdza się w grze zespołowej. Aby wydobyć na nim dźwięk, niezbędne jest nagłośnienie. Pozornie wydawać się to może problematyczne, lecz muzycy używający tego instrumentu są w stanie sobie z tym radzić. Choć nie jest to w pełni elektroniczny odpowiednik saksofonu, obydwa instrumenty posiadają wiele cech wspólnych.

W celu rozwinięcia zainteresowania EWI, chciałbym w przyszłości zainicjować kilka projektów i kursów zachęcających do poznania jego właściwości, a także rozwinąć repertuar o nowe utwory i aranżacje. Pozwoliłoby to dowieść wyjątkowości tego instrumentu oraz poszerzyć grono użytkowników zarówno w muzyce poważnej, jak i w innych gatunkach muzycznych.

Dowodem początku mojej działalności na rzecz rozbudowy repertuaru na EWI są dwa skomponowane w 2021 roku utwory, będące częścią dzieła artystycznego – „Oh yeah!” Dariusza Przybylskiego i „Il presagio degli alberi” Mattea Nicolina.

Aby być na bieżąco z nowymi informacjami, projektami, ulepszeniami, chciałbym nawiązać kontakt z większą ilością znawców i pasjonatów gry na EWI w Polsce i za granicą, takimi jak m.in. Łukasz Knapik z Polski, Johan Looienga i Itai Weissman z Niderlandów.



W ramach poszerzenia repertuaru, zamierzam tworzyć własne kompozycje i aranżacje, w oparciu o nowoczesne rozwiązania technologiczne oraz o doświadczenie nabywane w dziedzinach elektroniki i informatyki.

#### **4.3. Opinia środowiska muzycznego w odniesieniu do EWI, Harmonizatora Kontrolowanego i łączenia brzmień**

Kolejnym etapem z zakresu badań było poznanie opinii środowiska muzycznego oraz osób zainteresowanych o zamiarze połączenia naturalnego brzmienia saksofonu z syntetycznym Harmonizatora Kontrolowanego.

Chciałem dowiedzieć się, czy wykorzystanie harmonizatora podczas występu zostanie odebrane pozytywnie – jako interesujące narzędzie, rozwiązanie niektórych ograniczeń technicznych, poszerzenie możliwości wykonawczych, czy może negatywnie – obojętnie na temat jego przydatności. W przypadku przychylności odbiorców, w przyszłości podjęto by próbę wprowadzenia urządzenia do gry solo oraz zespołów kameralnych poprzez tworzenie aranżacji, nowego repertuaru, upowszechnianie jego możliwości, dystrybucję, usprawnienie.

W przypadku EWI, pytania do zainteresowanych miały wykazać, czy instrument jest znany i czy istnieje konieczność jego promowania w kręgu muzyki poważnej.

Aby poznać stanowisko środowiska muzycznego odnośnie Harmonizatora Kontrolowanego i EWI, planowałem przybliżyć działanie obydwu urządzeń w postaci referatu oraz prezentacji multimedialnej podczas m.in. prezentacji dla klas saksofonu, zjazdów doktorantów uczelni muzycznych, osób zainteresowanych, wykładu w ramach warsztatów saksofonowych. Następnie, po odsłuchaniu prezentacji, publiczność mogła wyrazić swoje zdanie w formie ustnej lub też krótkiej ankiety. Zebrany materiał był bardzo pomocny w określeniu dalszych kierunków rozwoju, niezbędnych ulepszeń, poprawy poszczególnych funkcji tych instrumentów.

Udało mi się wygłosić cztery wykłady i przeprowadzić dwie ankiety. Wykłady 1. i 2. dotyczyły całej tematyki doktoratu, czyli saksofonu, Elektronicznego Instrumentu Dętego i Harmonizatora Kontrolowanego. Wykłady 3. i 4. odnosiły się szczególnie do rozdziału 3. o Harmonizatorze Kontrolowanym, w skrócie nawiązując do saksofonu i Elektronicznego Instrumentu Dętego.

Podczas wykładów 1. i 2. w celu poznania opinii uczestników przeprowadzono ankiety. Składały się one z 12-14 pytań zamkniętych, pojedynczego i wielokrotnego wyboru. Miały one podobną treść. Pytania i wyniki z obydwu ankiet zawarto w Aneksach 7A, 7B, 8A, 8B

(strony 303. – 316.). Ankietę z wykładu 1. wypełniło 7 osób, natomiast na ankietę z wykładu 2. – 4 osoby.

Sumując wyniki, okazało się że respondenci (czyli profesorowie, doktoranci i studenci) są zainteresowani obydwoma tematami. Chcieliby także, aby EWI pojawiał się częściej w muzyce poważnej, zaś Harmonizator Kontrolowany został wydany na rynek w formie uniwersalnej (na każdy instrument) z usprawnieniami (np. z portem Bluetooth i aplikacją na telefon).

Ucieszyłem się pozytywnymi wynikami ankiet oraz optymistycznymi reakcjami osób zainteresowanych tematem. Skłoniło mnie to do dalszych badań nad usprawnieniem autorskiego urządzenia oraz upowszechniania EWI. Efekt zmotywował mnie też do rozbudowy harmonizatora o nowe funkcje oraz szerokiego opisanie jego działania w rozdziale 3. EWI natomiast otrzymało dwa nowe utwory oraz rozbudowę treści w rozdziale 2. Dalsze rozwinięcia obydwu tematów będą kontynuowane w przyszłości jako dwa oddzielne projekty, których udoskonalanie będzie wspierane.

Jak wspomniano wcześniej w podrozdziałach 4.2. i 4.3., upowszechnianie będzie realizowane według wymienionych zamierzeń. W odniesieniu do Harmonizatora Kontrolowanego, mam nadzieję, że w przyszłości zostanie on opatentowany, a następnie produkowany na zamówienie dla osób zainteresowanych.

## **5. Prezentacja utworów na EWI i saksofon z Harmonizatorem Kontrolowanym. Opis dzieła artystycznego**

### **5.1. „Non Artificial Piece” Alicji Gronau-Osińskiej na saksofon altowy i Harmonizator Kontrolowany**

Rok powstania: 2020

Czas trwania: 8 minut 40 sekund

Liczba stron: 7

„Non Artificial Piece”, czyli po polsku „Niesztuczny Utwór” to dzieło, które powstawało w listopadzie 2020 roku. Jego kompozytorem jest dr hab. Alicja Gronau-Osińska<sup>145</sup>, profesor Uniwersytetu Muzycznego Fryderyka Chopina w Warszawie. W następstwie mojej prośby – zamówienia kompozycji, a także będąc zainteresowaną nowym projektem (czyli działaniem Harmonizatora Kontrolowanego z saksofonem altowym), kompozytorka postanowiła napisać utwór prezentujący nowe możliwości wynikające z połączenia saksofonu ze wspomnianym elektronicznym urządzeniem.

Kompozycja ta jest dziełem kompleksowym, składającym się z kilku warstw, poczynając od melodycznej (materiału wysokościowego dźwięków), poprzez strukturę makro- i mikroformalną, koncepcję muzycznej kryptografii użytej w motcie po przypadkowe, niezamierzone struktury, które pojawiły się w końcowej fazie tworzenia dzieła – co zauważyła i zaznaczyła sama kompozytorka w napisanym przez siebie dokumencie – „Informacje o utworze”. Podkreśla w nim także, że bez połączenia saksofonu z harmonizatorem utwór nie miałby tego samego przekazu, znaczenia. Dzięki urządzeniu powstaje dodatkowy wymiar wpływający na jego odbiór, nadający mu kompletny kształt i pozwalający na jego całkowite zrozumienie.

Kompozycja opiera się o dźwięki zaczerpnięte z mojego imienia i nazwiska (tj. Michała Gasztycha, czyli wykonawcy dzieła). Za pomocą techniki kompozytorskiej zwanej muzyczną kryptografią zebrany został materiał dźwiękowy, który w trakcie trwania utworu ulega różnego rodzaju przekształceniom.

---

<sup>145</sup> W utworach kompozytorka często używa skróconej formy nazwiska – Alicja Gronau.

W utworze bardzo ważną rolę odgrywa motto, czyli dwa dźwięki (a i g) występujące zarówno w moim nazwisku, jak i inicjałach kompozytorki. Motto posiada swoją symbolikę i pojawia się dość często na wspomnianych dwóch dźwiękach, na różnych wysokościach, w odwróconym porządku (np. jako  $a^1-g^2$  lub  $g^1-a^2$ ), w różnych wariantach dynamicznych i artykulacyjnych, z i bez nałożonej harmonizacji (przez co prawie zawsze brzmi inaczej). Łatwo jest je wychwycić przez słuchacza, ponieważ stanowi on pewnego rodzaju refren. Jego pojawienie się w partyturze zawsze oznaczane jest wielki literami „MOTTO”. To swoisty podpis kompozytorski i zarazem dedykacja dla wykonawcy.

Interesujące jest też rzetelne podejście kompozytorki do zapisu współbrzmień, ich skatalogowanie i dodanie do każdego z nich opisu struktur interwałowych. Utwór zawiera ogółem 30 współbrzmień, z czego 27 posiada różne struktury interwałowa, a kilka z nich to warianty tego samego akordu (oznaczane są wtedy jako 1, 1a, 2, 2a itp.).

Lista struktur interwałowych dla poszczególnych współbrzmień jest bardzo pomocna podczas wpisywania postaci bezwzględnych dla akordów w aplikacji Harmonizatora Kontrolowanego. Moim zdaniem sporządzenie tego typu wykazu użytych współbrzmień znacząco ułatwia wpisywanie ich do programu.

Rzeczoną listę znaleźć można w Aneksie 9A. jako dokument o nazwie „Spis i numeracja struktur w Non Artificial Piece for Alto Saxophone and Controlled Harmonizer by Alicja Gronau [2020], for Michał Gasztych”.

Szacunkowy czas trwania kompozycji wynosi 8 minut i 40 sekund. Pod względem makroformy rozpoznać można układ ronda.

„Dla znających »Koncert wiolonczelowy« Witolda Lutosławskiego, powyższy układ makrofomy (oraz także sposób postępowania na poziomie mikroformalnym, o czym niżej) łatwo skojarzy się z otwierającą ten koncert introdukcją wiolonczeli.”<sup>146</sup>

Mikroformalnie kompozytorka stwierdza, że:

„Główny zamiar twórczy był dość prosty – motywy, ich wariacyjne i ewolucyjne rozwijanie oraz końcówka utworu o charakterze inwolucji, a więc zwijania. No i motyw motto z jego sensem wspólnoty kompozytora i wykonawcy – w działaniu twórczym.”<sup>147</sup>

---

<sup>146</sup> A. Gronau, *Informacje o utworze*, s. 2.

<sup>147</sup> Tamże, s. 4-5.

W celu uzyskania szczegółowych informacji o mikroformie, warto zapoznać się z tekstem dokumentu „Informacje o utworze” sporządzonym przez kompozytorkę dzieła – Alicję Gronau-Osińską. Stanowi on Aneks 9B. na stronach 324. – 328.

Pod kątem wykonawczym kompozycja stanowi duże wyzwanie z powodu częstego korzystania z Harmonizatora Kontrolowanego. Saksofonista w wielu momentach musi zmieniać pozycję lewego kciuka, aby obsługiwać przycisk akcji i zmiany następnego elementu. Należy przypomnieć, że wykonywanie tego typu ruchów kciukiem na pilocie jest dla saksofonisty nową funkcją motoryczną. Pilot to nowa część na korpusie saksofonu, która zawiera dodatkowe trzy przyciski, które są poniekąd trzema nowymi kłapami. Nauka wykorzystywania ich w konkretnych kombinacjach wskazanych w utworze powoduje, że muzyk musi poświęcić pewną ilość czasu, aby połączyć konwencjonalne naciskanie kłap instrumentu z przyciskami pilota. Z tego powodu najlepszą metodą przygotowania tej kompozycji jest ćwiczenie jej od samego początku z podłączonym harmonizatorem. Dzięki temu wykonawca będzie zarówno trenował ruchy lewym kciukiem jak i słyszał całą strukturę melodii z harmonią wytwarzaną przez Harmonizator Kontrolowany.

Czasami w takich miejscach, jak np. strona 4 „Non Artificial Piece”, ze względu na szybkie tempo zmiany przycisków pilota oraz efekt *accelerando*, wykonawca potrzebował będzie pomocy prawego kciuka przy zmianie akordów.

Kompozycja oferuje nieznaną dotąd atmosferę brzmieniową, pełną nieosiągalnych dotąd efektów na saksofonie, takich jak *arpeggio* wstępujące, *tremola* grane na kilku dźwiękach jednocześnie, rozległe struktury akordalne, te same współbrzmienia oparte na innych wariantach. Poza tym, utwór zawiera w sobie opisaną powyżej symbolikę *motta*, materiału dźwiękowego oraz nawiązanie do „Koncertu wiolonczelowego”, dzieła znanego i cenionego polskiego kompozytora – Witolda Lutosławskiego.

„Non Artificial Piece” eksploruje nowe obszary wykorzystania hybrydy saksofonu z urządzeniem harmonizującym. Zadaje też pytania, dokąd zmierza takie połączenie? Czy jedynie jest formą prezentacji nowych możliwości usprawniających ograniczenia danego instrumentu (w nienarzucający się sposób)? Czy może zaczyna już w pewnym stopniu wprowadzać „sztuczność” w muzyce?

Partyturę utworu zawarto w aneksie 9A. – Utwór „Non Artificial Piece!” (2020) kompozytorki Alicji Gronau – partytura i wyjaśnienie (strony 317. – 323.). Na załączonej płycie CD ścieżka dźwiękowa z kompozycją znajduje się pod drugą pozycją. Natomiast ścieżkę wideodźwiękową utworu umieszczono na płycie DVD nr 1 pod pozycją pierwszą.

## 5.2. „Oh yeah!” Dariusza Przybylskiego na EWI

Rok powstania: 2021

Czas trwania: 4 minuty 25 sekund

Liczba stron: 5

„Oh yeah!” (w tłumaczeniu „O tak!”) to kompozycja na EWI solo (nie jedynie na model 4000s). Jak wskazuje kompozytor, utwór powinien być odbierany jako żartobliwa miniatura muzyczna, pomimo że napisano go w celu poszerzenia repertuaru na EWI w muzyce poważnej. Tytuł także sugeruje żartobliwy, luźny, lekki charakter, będący połączeniem stylu poważnego z rozrywką, funkiem, fusion jazzem. Tytuł można zinterpretować też w taki sposób, że wyraża on ekscytację związaną z eksploracją brzmienia i możliwości tego elektrofonu, jak również zachęca twórców muzyki do nowych, oryginalnych pomysłów jego wykorzystania.

Dzieło jest pewnego rodzaju eksperymentem brzmieniowym i formalnym (tj. dotyczącym wewnętrznej struktury), ponieważ EWI nie posiada rozwiniętego repertuaru i wieloletniej, wyklarowanej tradycji wykonawczej (czyli mówiąc inaczej, nie ma tzw. „ciężaru gatunkowego”). Z tego względu istnieje większa swoboda w nadaniu temu instrumentowi różnych stylów kompozycyjnych i szukania inspiracji sonorystycznej.

W początkowej fazie pisania utworu, kompozytor korzystał z dostępnych materiałów dźwiękowych (m.in. nagrań muzyków specjalizujących się w grze na EWI, materiałów multimedialnych, np. na platformie YouTube czy Spotify), a także intuicji i wyobrażenia brzmienia EWI. Ostatecznie zdecydował się stworzyć kompozycję osadzoną w atmosferze muzyki rozrywkowej, gdzie EWI wykorzystywany jest najczęściej.

„Oh yeah!” pomimo lekkiego charakteru nie jest łatwy do opanowania. Ma to związek z trzema czynnikami:

- stylem;

Jest to kompozycja współczesna, w której występuje wiele kontrastów dynamicznych, artykulacyjnych, zmian tempa itp. Ponadto, forma utworu różni się od dzieł o tradycyjnej, regularnej strukturze, np. sonaty, rondo, fugi, wariacji itp.

„Oh yeah!” posiada dwa tematy – melodyjny, rozrywkowy na początku i przerywany, sygnałowy na końcu kompozycji (zwany przez kompozytora „codą”). Tematy te nakładają się

na siebie w środku. W następstwie pojawia się stopniowa transformacja pierwszej melodii w drugą. Utwór kończy się sukcesywnym wyciszeniem drugiego tematu. Niemniej jednak nie odnosi się wrażenia, że kompozycja kończy się wraz z ostatnim dźwiękiem, lecz jakby została przerwana. Takie było założenie kompozytora, który poprzez formę otwartą chciał wyrazić, że EWI to inspirujący instrument, na który powstawać będą nowe dzieła. Innymi słowy, to dopiero początek inicjatywy popularyzacji tego instrumentu. Natomiast otwarta forma końcówki „Oh yeah!” zachęca kompozytorów do napisania „kolejnej części”, czyli nowych utworów.

Ze względu na nietypową formę i nowoczesny styl, w trakcie prezentacji potrzebna jest pełna koncentracja, aby nie pominąć zarówno żadnego z motywów przewodnich jak i żadnego z elementów dzieła muzycznego. W przeciwnym razie będzie to miało wpływ na zmianę intencji kompozytora i tym samym na rozumienie utworu.

- wykorzystaniem elektrofonu;

Elektrofony (szczególnie te elektroniczne) mają duże możliwości manipulacji barwą dźwięku. Przez taką różnorodność brzmienia, instrumentalista powinien na samym początku przyjąć pewne ograniczenia oparte o swoje wyobrażenie brzmienia i interpretację, a przede wszystkim o styl utworu i intencję kompozytorską.

Wykonując utwór „Oh yeah!”, należy wspomnieć, że nie ma on określonej przez kompozytora próbki dźwięku (sampla, patcha). Z tego powodu brzmienie utworu może różnić się w zależności od wyobrażenia barwy wykonawcy. Ma on pod tym względem pełną swobodę wyboru i ten aspekt jest już w stanie znacząco zmienić wrażenie słuchowe o kompozycji. Poza tym, wykonujący posiada możliwość oddziaływania na interpretację melodii. Dlatego osoba grająca na EWI powinna rozważnie dobrać próbkę, która będzie najlepiej odzwierciedlać jego interpretację i jednocześnie pasowała do stylu, melodii i założeń kompozytora. Według twórcy utworu, a także moim zdaniem, najlepszym samplem dźwiękowym jest ten o nienaturalnej, elektronicznej, nieco jazzowo-funkowej barwie (np. patche 26, 81, 85 – z dodatkowymi efektami barwowymi lub 19, 41, 43, 52, 66, 71, 77, 88 – o prostym, elektronicznym brzmieniu, ze standardowego zbioru próbek dla EWI 4000s).

Po wybraniu odpowiedniego patcha można rozpocząć rozczytywanie kompozycji i tworzenie własnej interpretacji.

Warto też przytoczyć, że w EWI występuje o wiele większa rozpiętość dynamiczna (trudna do osiągnięcia na instrumentach konwencjonalnych, akustycznych) oraz regulacja

poszczególnych parametrów w EWI, np. czułości efektu vibrato, wyrazistości artykulacji, responsywności klap na dotyk, wyłączeniem sensora glissanda. Przed rozpoczęciem ćwiczenia należy te parametry też zrównoważyć, aby utwór nie brzmiał przesadnie, nadmiernie nienaturalnie lub nieprecyzyjnie technicznie (przez zbyt dużą czułość klap na dotyk).

- trudnościami rytmiczno-technicznymi.

Problematyka rytmiczno-techniczna jest powiązana z ustawieniami responsywności klap na dotyk i wyłączeniem sensora glissanda (jak zauważono powyżej), umiejętnościami i przygotowaniem technicznym wykonawcy, dokładnością w realizacji elementów dzieła muzycznego.

Na instrumencie posiadającym system sensorycznych klap wymagana jest duża precyzja przy zmianie chwytów. Dotknięcie niewłaściwej klapy choćby niewielką częścią palca powoduje wydobywanie niewłaściwego dźwięku. Dołączając do tego szybkie tempo gry bądź krótkie wartości rytmiczne, osiągnięcie precyzji jest dużym wyzwaniem. Tempo utworu „Oh yeah!” wynosi  $\text{♩} = 60 \text{ BPM}$ , przez co pozornie nie wydaje się za szybkie. Jednakże temat na początku utworu składa się z wielu serii trzydziestodwójek. To właśnie połączenie tempa, krótkich wartości rytmicznych i systemu klap sensorycznych sprawia, że pod względem rytmiczno-technicznym „Oh yeah!” staje się utworem trudnym. Aby dojść do dokładności struktury rytmicznej, a także warstwy dynamicznej, artykulacyjnej, agogicznej, dodając do tego własną interpretację i odpowiednią barwę, konieczne jest ćwiczenie kompozycji w bardzo wolnym tempie, stopniowo je przyspieszając.

Partyturę utworu zawarto w aneksie 10. – Utwór „Oh yeah!” (2021) kompozytora Dariusza Przybylskiego – partytura (strony 329. – 333.). Na załączonej płycie CD ścieżka dźwiękowa z kompozycją znajduje się pod trzecią pozycją. Natomiast ścieżkę wideodźwiękową utworu umieszczono na płycie DVD nr 2 pod pozycją pierwszą.



### 5.3. „Illusions” Dominika Lasoty na saksofon altowy i Harmonizator Kontrolowany

Rok powstania: 2021

Czas trwania: 9 minut

Liczba stron: 7

Utwór „Illusions” został zamówiony przeze mnie pod koniec września 2020 roku, zaś ukończono go w 2021 roku. Kompozytor został poproszony o napisanie krótkiego eksperymentalnego utworu w dowolnej formie, który czasowo odpowiadałby miniaturze. Celem dzieła miało być wykazanie możliwości Harmonizatora Kontrolowanego z saksofonem altowym i akompaniamentem fortepianu.

Brzmienie „Illusions” przypomina założenie tytułu, który w tłumaczeniu oznacza „iluzje”. Dźwięki obydwu instrumentów zlewają się z barwą dźwięków wtórnych harmonizatora, przez co w trakcie słuchania odnosi się wrażenie, jakby grało więcej instrumentów. Przy zamkniętych oczach wydawałoby się, że cały występ jest „magiczną sztuczką”, równocześnie prowadzoną w bardzo łagodnej linii melodycznej. Jednakże na scenie występuje jedynie saksofonista, pianista i aparatura elektroniczna.

Utwór posiada czynną ścieżkę elektroniczną na wzór dzieła live electronics (utwór elektroniczny drugiego typu). Partytura składa się z linii melodycznej saksofonu z wpisanymi w nią mniejszą czcionką dźwiękami harmonizatora i linią melodyczną fortepianu.

Zapis nutowy w partiach napisany jest w odstępach czasowych określonych w sekundach. W wielu miejscach kompozytor pozwala wykonawcy stosować krótkie melodie improwizowane na wskazanych dźwiękach. Duża część materiału opiera się o krótkie motywy ujęte w kwadratach i prostokątach, które należy powtarzać serią lub czasami zmieniać porządek nut. Kolejne fragmenty (przede wszystkim w partii fortepianu) opierają się na improwizacji w stylu głównej melodii. Opis każdego niestandardowego znaku zawarto w legendzie na początku kompozycji (sekcja „esecutori”).

Kompozycja zaczyna się od delikatnego wejścia i w podobny, lecz w nieco nagły, urwany sposób się kończy. Cała forma rozwija się dynamicznie i fakturą do punktu kulminacyjnego, znajdującego się mniej więcej w środku melodii. Słychać wtedy krótką przerwę i nagłe uderzenie fortissimo w fortepianie wraz z efektem growlingu (czyli jednoczesnym wydobyciem dźwięku z saksofonu i z krtani) i trójdźwiękiem również

fortissimo w partii saksofonu. Jak zaobserwowano wcześniej, cały efekt gaśnie wraz ze zbliżaniem się do końca utworu.

Trudności wykonawcze „Illusions” dotyczą kontroli odpowiedniego czasu trwania danego segmentu, dokładnej komunikacji z pianistą w formie dyrygowania zmian m.in. segmentu, dynamiki, agogiki, długości pauz oraz estetyki wykonawczej (często wymagającej kilkukrotnego powtórzenia wykonania utworu, aby uzyskać pożądaną efekt).

W tej kompozycji pamiętać należy również o aspekcie teatralnym, aby odbiór melodii współgrał z nastrojem muzyków na scenie. Dlatego podczas gry ważne jest zachowanie spokojnej i lekko tajemniczej atmosfery. Dla przykładu, porozumiewanie się z pianistą nie powinno opierać się na gwałtownych ruchach, gdyż nie pasowałoby to do charakteru melodii. Ponieważ utwór ten jest w pewnym stopniu kontrolowaną improwizacją, nastawienie wykonawców i ich czujność wpłyną na polepszenie jego interpretacji, a w szczególności właśnie miejsc zawierających fragmenty improwizowane.

Kompozycje improwizowane zawsze zaskakują niepowtarzalnością wykonań. Są to dzieła otwarte formalnie. Oznacza to, że każdy pomysł, zmiana koncepcji we fragmencie improwizowanym sprawia, że kolejne wersje tego samego utworu różnią się od siebie. W tym miejscu chciałbym zaznaczyć, że wraz z pianistą musiałem nagrywać się aż cztery razy, aby uzyskać najlepszą wersję „Illusions”. Dopiero przy ostatnim podejściu, kierując się odpowiednim nastrojem, czujną i wrażliwą komunikacją z pianistą, doświadczeniami z poprzednich interpretacji i dobrze przemyślanym planem prowadzenia improwizacji stwierdziłem, że to wykonanie najlepiej oddaje charakter utworu i intencje kompozytora.

Partyturę utworu zawarto w aneksie 11. – Utwór „Illusions” (2021) kompozytora Dominika Lasoty – wyjaśnienie i partytura (strony 334. – 340.). Na załączonej płycie CD ścieżka dźwiękowa z kompozycją znajduje się pod czwartą pozycją. Natomiast ścieżkę wideodźwiękową utworu umieszczono na płycie DVD nr 1 pod pozycją drugą.

#### 5.4. „Il presagio degli alberi” Mattea Nicolina na EWI

Rok powstania: 2021

Czas trwania: 9 minut 15 sekund

Liczba stron: 5

Tytuł kompozycji „Il presagio degli alberi” oznacza po polsku „Przecucie drzew”. Jest to dzieło włoskiego kompozytora i gitarzysty – Mattea Nicolina.

Utwór charakteryzuje się tajemniczą i nieco mroczną atmosferą melodii. W dodanym opisie kompozytor wyjaśnia, że inspiracją była mistyczna komunikacja pomiędzy drzewami (poprzez dotykające się liście, igły, połączony system korzeni) oraz ich długowieczność, która w porównaniu do dość krótkiego życia ludzkiego jest jakby równoległym, powolnym i spokojnym światem (wymiarom). Te obydwa światy, pomimo wielu różnic, mają ze sobą wspólną cechę – sferę duchową, czyli duszę, która jest ponad barierą gatunkową, poza porozumiewaniem się za pomocą języka. Utwór poprzez swój klimat skłania do filozoficznej refleksji nad tym, że żywe istoty, w tym też wspomniane rośliny, mają odczucia, sposób komunikacji, cel, przeznaczenie, względny upływ czasu.

Przed rozpoczęciem gry, wykonawca recytuje fragmenty wiersza „Ecloga I” włoskiego poety Andrei Zanzotty (1921 – 2011; fragment wiersza znajduje się pod tytułem utworu). Jest to lament poetów lirycznych krytycznie omawiający kierunek poezji. Wspomniana tematyka wiersza utrzymywana jest w formie dialogu pomiędzy dwoma osobami oraz w metaforze krajobrazu (rozmowa o krajobrazie).

Dzieło składa się z dwóch tematów, które wchodzą z sobą w interakcję, szczególnie w połowie utworu. Kompozytor zaznacza, że przy tworzeniu formy korzystał z zasady złotego podziału, aby np. dopasować do siebie długości tematów.

Pierwszy temat inspirowany jest trzepotaniem liści przez letni wiatr. Drugi nawiązuje do odczucia fizycznego czasu, podczas którego zauważalna jest powolna ewolucja otoczenia oraz losowe zdarzenia. Stąd usłyszeć w nim można powolne zmiany w strukturze i harmonii motywów. Kompozycja natomiast jest miejscem, w którym dwa tematy się wymieniają, co nawiązuje do atmosfery zagadkowej komunikacji między roślinnością, która z perspektywy człowieka wydaje się niezrozumiała, powolna, lecz także zmienna.

Do przedstawienia specyficznej atmosfery utworu, kompozytor postanowił skorzystać z programu komputerowego Vyzex EWI4000S stworzyć dla EWI 4000s własny sampel barwowy. Dzieło posiada zatem dedykowaną barwę dźwięku, której należy użyć do jego wykonania. Na instrumencie wykonawcy sampel zapisano w bibliotece sampli na pozycji 83, która znajduje się w oprogramowaniu syntezatora instrumentu. W przyszłości próbka ta zostanie opublikowana na mojej stronie internetowej dla osób chcących zaprezentować niniejszy utwór.

Od strony wykonawcy, jego trudności wynikają z długiego procesu opanowania techniki gry na EWI. Przede wszystkim należy pamiętać o wrażliwości kłap sensorycznych na dotyk i dużej skali instrumentu (od  $H$  do  $d^6$ , nieco ponad osiem oktaf). Z tego powodu instrumentalista powinien rozpocząć doskonalenie melodii i rytmu w wolnym tempie, a następnie stopniowo je zwiększać. Opcjonalnie można też podpisać skrajnie wysokie i niskie dźwięki, aby uniknąć zagrania niepoprawnych wysokości.

Drugim zagadnieniem są duże skoki interwałowe połączone z przyciskiem funkcji burdonu. Utrwalenie tej umiejętności również powinno zająć pewną ilość czasu. To znaczy do momentu, aż wykonawca swobodnie i bez wahania będzie kontrolował duże skoki pomiędzy rolkami oktafowymi, a także w odpowiednich miejscach włączał i wyłączał przycisk burdonu.

Trzecia problematyka polega na zdolności poprawnego wykonywania kwintol i ich pochodnych w różnych prędkościach. W tym przypadku zalecana jest praca z metronomem, a następnie dodanie warstwy dynamicznej, artykulacyjnej, lekkie zmiany rubato w celu ulepszenia frazowania i interpretacji melodii.

Ważne jest także wyczucie atmosfery utworu i dopasowanie interpretacji wykonania do powagi wiersza i opisu kompozytora, aby kompozycja (wraz z recytacją) nabrała postaci teatralnej, tajemniczej.

Partyturę utworu zawarto w aneksie 12. – Utwór „Il presagio degli alberi” (2021) kompozytora Mattea Nicolina – partytura i wyjaśnienie (strony 341. – 345.). Na załączonej płycie CD ścieżka dźwiękowa z kompozycją znajduje się pod piątą pozycją. Natomiast ścieżkę wideodźwiękową utworu umieszczono na płycie DVD nr 2 pod pozycją drugą.

## **5.5. „Drunk Hornets” Wojciecha Błażejczyka na saksofon altowy i Harmonizator Kontrolowany**

Rok powstania: 2021

Czas trwania: 3 minuty 5 sekund

Liczba stron: 7

„Drunk Hornets” to kompozycja dra hab. Wojciecha Błażejczyka, profesora Uniwersytetu Muzycznego Fryderyka Chopina w Warszawie. W języku polskim tytuł oznacza „Pijane szerszenie”. Melodia kompozycji rzeczywiście w znacznym stopniu przypomina ruch dużego skupiska tychże owadów. Przybranie tego stylu komponowania nawiązuje także do onomatopei – figury retorycznej stosowanej w poezji (zwanej inaczej dźwiękonaśladownictwem). Wykorzystanie onomatopei w muzyce daje bardzo ciekawy rezultat, ponieważ instrument jest w stanie szczególnie dobrze przybliżyć się do brzmienia konkretnego zjawiska (naturalnego bądź sztucznego).

Pod względem charakteru kompozycja wydaje się interesująca. W skuteczny sposób daje ona wrażenie znajdowania się w pobliżu chmury szerszeni. Co więcej, poprzez strukturę melodii i rytmu można usłyszeć taneczność, spontaniczność i humorystyczność utworu (pomimo że jest to dzieło muzyki poważnej). Stąd najprawdopodobniej powstał epitet „pijane szerszenie”. Wnioskując z tytułu, zamysłem kompozytora było napisanie utworu, który w wyraźny sposób eksponuje efekty połączenia saksofonu z Harmonizatorem Kontrolowany, jednocześnie utrzymując go w lekkim, pozytywnym, żartobliwym klimacie. Czynniki te nadają dziełu wyjątkowość.

Utwór bazuje na funkcji Opóźniacza Składników Akordu, dzięki któremu możliwe jest uzyskanie zwielokrotnienia dźwięku o ustalonej harmonii. W zależności od danego fragmentu przypomina to efekt echa, kanonu lub też zbiorowego odgłosu rozłożonego w czasie.

Jest to jedyna kompozycja zawierająca zapis rytmiczno-interwałowy (omówiony szczegółowo na stronach 232. – 239.), utworzony w celu wyjaśnienia działania Opóźniacza Składników Akordu. Ponadto, na pierwszej stronie kompozytor zawarł wskazówki, jak zaprogramować harmonizator, w jakim tempie powinna być zagrana dana część utworu, a także legendę dotyczącą odczytu linii melodycznej harmonizatora (ściślej ujmując „presetu”, czyli struktury interwałowej danego schematu).

Melodia utworu w większości opiera się na szesnastkowej strukturze rytmicznej z pauzami szesnastkowymi pomiędzy nimi. W połączeniu z danym schematem rytmicznym harmonizatora, zawierającym opóźnienia składników, daje to wspomniany efekt chmary szerszeni. Kompozytor zwraca uwagę, że bardzo ważne jest utrzymywanie szybkiego, jednostajnego i stabilnego tempa gry. Podczas trwania utworu partia saksofonu stale ewoluuje. Znaleźć można w niej też takie wartości rytmiczne, jak sekstole szesnastkowe, ósemki, ósemki z kropką i szesnastki (i inne rytmy punktowane). Wraz ze zbliżaniem się do części wolnej w połowie kompozycji, występują wartości dłuższe, np. ćwierćnuty z kropką, półnuty, pauzy ćwierćnutowe. W końcowej sekcji pojawiają się szybkie, trzydziestodwójkowe tremola oraz materiał rytmiczny złożony zarówno z długich jak i krótkich wartości.

Każda zmiana schematu interwałowo-rytmicznego harmonizatora (tj. „presetu”) oznaczana jest cyframi w kwadracie. Ponieważ mniej więcej numery pokrywają się też ze zmianą melodii w partii saksofonu, można przyjąć, że sygnalizują one także poszczególne sekcje utworu.

Problematyka wykonawcza „Drunk Hornets” polega przede wszystkim na przygotowaniu technicznym instrumentalisty do gry w bardzo szybkim tempie. Zmiana pulsu w trakcie gry ma wpływ na melodię dźwięków wytwarzanych przez harmonizator. Jeśli wykonawca nie zachowa stabilności, dźwięki wtórne również pojawiać się będą w nierównym tempie (ponieważ w harmonizatorze występują paralelizm pomiędzy dźwiękiem pierwotnym a dźwiękami wtórnymi). Niepoprawne tempo zostanie wtedy wzmocnione przez dźwięki harmonizatora, przez co nieprecyzyjność będzie bardzo słyszalna. Należy pamiętać też o kontroli zmian dynamiki, artykulacji i zachowaniu dokładności przy technikach współczesnych (tzn. technikach o rozszerzonym zastosowaniu), które pojawiają się w kompozycji.

Tempo większości sekcji utworu jest dość szybkie ( $\downarrow = 120$  BPM). Dochodzą do tego krótkie wartości rytmiczne, takie jak szesnastki. Z tego względu, przygotowując melodię, muzyk powinien początkowo poświęcić dużo czasu na pracę z metronomem w wolnych tempach (aby nauczyć się schematu rytmicznego), a następnie stopniowo je przyspieszać, dążąc do prędkości docelowej.

Dodatkowo dochodzi także opanowanie naciskania przycisków w pilocie harmonizatora w trakcie zmiany presetu. W niniejszym utworze korzystanie z pilota jest nieco ułatwione ze względu na zmianę funkcji przycisków w Opóźniaczu Składników Akordu na tryb II (o czym wspomniano dokładniej na stronach 98. i 225.). Tryb II nie wymaga korzystania

z „przycisku akcji”, przez co nieco rzadziej korzysta się z pilota. Jednakże nadal w miejscach oznaczonych cyframi w kwadracie należy za pomocą „przycisku następnego elementu” przejść do następnej konfiguracji struktury rytmiczno-interwałowej harmonizatora. W tym miejscu trzeba zatem zachować skupienie, aby w odpowiednim czasie nacisnąć wspomniany przycisk, kontynuując jednocześnie linię melodyczną saksofonu.

„Drunk Hornets” jest z pewnością efektownym utworem, eksponującym w swoim materiale znaczną część funkcji Harmonizatora Kontrolowanego – od tworzenia harmonii na dźwiękach wtórnych poprzez rozłożenie ich w różnych odstępach czasowych w formie arpeggia. Dodatkowo, poprzez koncepcję operantów znajdującą się w Opóźniaczu Składników Akordu, tworzone arpeggia mogą posiadać nieregularne struktury, o których może decydować użytkownik harmonizatora w trakcie ich edycji. To daje również ogromną swobodę kompozytorom chcącym stosować arpeggia (oraz inne funkcje harmonizatora) w swoich utworach.

Kompozycja Wojciecha Błażejczyka może zatem służyć za przykład, jak wykorzystać potencjał Harmonizatora Kontrolowanego, tworząc dzieło rozbudowane o nowe efekty harmoniczne, gdzie urządzenie harmonizacyjne z dobrym skutkiem uzupełnia melodię instrumentu.

Partyturę utworu zawarto w aneksie 13. – Utwór „Drunk Hornets” (2021) kompozytora Wojciecha Błażejczyka – partytura i wyjaśnienie (strony 346. – 352.). Na załączonej płycie CD ścieżka dźwiękowa z kompozycją znajduje się pod szóstą pozycją. Natomiast ścieżkę wideodźwiękową utworu umieszczono na płycie DVD nr 2 pod pozycją trzecią.

## 5.6. Przebieg sesji nagraniowej dzieła artystycznego. Opis zawartości obydwu wersji dzieła

W dniach 12 i 13 sierpnia 2021 r. w Sali Koncertowej Uniwersytetu Muzycznego Fryderyka Chopina w Warszawie miała miejsce sesja nagraniowa dzieła artystycznego. Wzięli w niej udział:

- Michał Gasztych – doktorant;
- Cyprian Sekrecki – pianista, wykładowca Akademii Muzycznej im. Ignacego Jana Paderewskiego w Poznaniu;
- Mikołaj Grzebieniowski – reżyser dźwięku, student Uniwersytetu Muzycznego Fryderyka Chopina w Warszawie;
- Mateusz Pusiewicz – operator kamer i montażysta filmów;
- asystentki reżysera dźwięku – dwie studentki Uniwersytetu Muzycznego Fryderyka Chopina w Warszawie z wydziału reżyserii dźwięku.

Wymienione pięć kompozycji stanowi dzieło artystyczne pracy doktorskiej. Podczas pierwszego dnia sesji, według prawidłowej kolejności, nagrano następujące utwory: „Illusions”, „Non Artificial Piece” i „Drunk Hornets”. Drugiego dnia utrwalono „Il presagio degli albei”, „Oh yeah!” oraz mowę wstępną.

Nagrane dzieło artystyczne składa się z dwóch wersji – dźwiękowej i wideodźwiękowej, ponieważ oprócz reżysera dźwięku na sesję zaproszony został również kamerzysta. Wersja dźwiękowa została udostępniona 15 września 2021 roku, natomiast wersja wideodźwiękowa 14 września 2023 roku. Obie wersje zapisano na płytach CD i DVD i dołączono do dokumentacji doktoratu.

Pod względem chronologii utworów płyta CD z wersją dźwiękową różni się od płyty DVD z wersją wideodźwiękową. Powodem tej rozbieżności jest ograniczona pojemność płyt DVD w stosunku do rozmiaru zawartości filmów. Aby pomieścić cały materiał wideodźwiękowy, konieczne było rozlokowanie filmów według odmiennego porządku – na dwóch płytach DVD i jednej płycie CD.

Do płyty CD dołączono również instrukcję wyjaśniającą właściwą kolejność odsłuchu wykonanych wideo – prawidłową dla układu dzieła artystycznego. To oznacza, że lista następujących po sobie utworów jest identyczna z porządkiem prezentacji utworów w rozdziale 5.



Poniżej opisano zawartość wersji dźwiękowej i wideodźwiękowej. Przytoczona niżej lista kompozycji także odpowiada porządkowi układu dzieła artystycznego.

Wersja dźwiękowa (1 płyta CD):

- 1) Mowa wstępna;
- 2) „Non Artificial Piece” – Alicja Gronau-Osińska;
- 3) „Oh yeah!” – Dariusz Przybylski;
- 4) „Illusions” – Dominik Lasota;
- 5) „Il presagio degli alberi” – Matteo Nicolin;
- 6) „Drunk Hornets” – Wojciech Błażejczyk.

Wersja wideodźwiękowa (1 płyta CD, 2 płyty DVD – nr 1 i nr 2):

- 1) Mowa wstępna (płyta CD);
- 2) „Non Artificial Piece” – Alicja Gronau-Osińska (płyta DVD nr 1, pozycja 1.);
- 3) „Oh yeah!” – Dariusz Przybylski (płyta DVD nr 2, pozycja 1.);
- 4) „Illusions” – Dominik Lasota (płyta DVD nr 1, pozycja 2.);
- 5) „Il presagio degli alberi” – Matteo Nicolin (płyta DVD nr 2, pozycja 2.);
- 6) „Drunk Hornets” – Wojciech Błażejczyk (płyta DVD nr 2, pozycja 3.).

Przewidywany czas trwania dzieła to około 40-42 minuty, wyłączając komentarz wstępny i recytację fragmentu wiersza „Ecloga 1” Andrei Zanzotty przed utworem „Il presagio degli alberi”.

Wersja wideodźwiękowa nagrań wraz z mową wstępną została zamieszczona także na platformie YouTube. Poniżej zawarto wykaz linków do poszczególnych filmów:

1. Mowa wstępna: <https://youtu.be/jNXvLPUFVLw> ;
2. „Non Artificial Piece” – Alicja Gronau-Osińska: <https://youtu.be/17gEDWqjovE> ;
3. „Oh yeah” – Dariusz Przybylski: <https://youtu.be/TY1EIrUNbfs> ;
4. „Illusions” – Dominik Lasota: <https://youtu.be/2tcd7iIqFSs> ;
5. „Il presagio degli alberi” – Matteo Nicolin: <https://youtu.be/G6vB00jIFy4> ;
6. „Drunk Hornets” – Wojciech Błażejczyk: <https://youtu.be/LoLHUbmiolM> .

## 5.7. Wykaz urządzeń użytych podczas nagrań dzieła artystycznego

Podrozdział ten zawiera dane i specyfikacje dotyczące sprzętu użytego podczas dwudniowej sesji nagraniowej dzieła artystycznego (12 i 13 sierpnia 2021 r.).

Urządzenia użyte przeze mnie (doktoranta):

Komputer: MacBook Pro 13-inch (2016), 3,1 GHz Dual-Core Intel Core i5; 16 GB RAM  
2133 MHz LPDDR3;

Interfejs audio: Focusrite Scarlett 6i6 2<sup>nd</sup> Generation

Urządzenia użyte przez reżysera dźwięku:

**Tabela nr 16. Wykaz urządzeń użytych przez reżysera dźwięku  
podczas sesji nagraniowej dzieła artystycznego**

	Producent	Model	Funkcja	Ilość
<b>Mikrofony</b>	DPA	4006	para ogólna AB	2
	Schoeps	MK2S	para pogłosowa	2
	Neumann	U87 (omni)	para podpórkowa – saksofon	2
	DPA	4011	para podpórkowa – fortepian	2
	DPA	4099	clip-on – saksofon	2
<b>Głośniki</b>	Meyer	UPA 1-A	nagłośnienie 2.0	2
	Dynacord	AMX12A	monitor odsłuchowy – saksofon	1
	GENELEC	8331A SAM	system odsłuchowy w reżyserni 5.1	5
	GENELEC	7360A SAM	system odsłuchowy w reżyserni 5.1	1
<b>Konsole</b>	Solid State Logic	T S 300/T25	konsoleta w reżyserni	1
	MACKIE	1604-VLZ3	konsoleta – harmonizator i nagłośnienie	1
<b>Przetworniki</b>	AVID	Pro Tools MTRX	interfejs sieciowy	1
	Radial	Pro DI	DI-Box	1
<b>Przewody</b>	Cordial/Neutrick	XLR-XLR	10 m	ok. 25
	Cordial/Neutrick	XLR-TRS-XLR	1,5 m	6
	---	multicore	8 inputs/4 outputs – 20 m	2
<b>Oprogramowanie</b>	AVID	Pro Tools	DAW + plug-ins (+Waves, iZotope, UAD)	2
	iZotope	RX 7	rekonstrukcja nagrań	1

Dane dotyczące schematu połączeń instrumentów z aparaturą elektroniczną oraz listy urządzeń użytych w kanałach wejścia i wyjścia (input and output channels) podczas sesji nagraniowej w Sali Koncertowej UMFC znajdują się w aneksach 14. (strona 353.) i 15. (strona 354.).

Urządzenia użyte przez kamerzystę:

Trzy aparaty cyfrowe Panasonic Lumix: DMC-GH4, DM-GH5 i DMC-GH7.

Do montażu filmów zastosowano program komputerowy Final Cut Pro.

## Zakończenie

Istota tytułu dysertacji – „Alternatywnych kierunków rozwoju współczesnego saksofonu – EWI i Harmonizatora Kontrolowanego” dotyczy bardzo szerokiego obszaru badawczego. Praca koncentruje się aż na trzech płaszczyznach:

- saksofonu – historii upowszechniania, ewolucji konstrukcji i mechaniki, technik wykonawczych;
- Elektronicznego Instrumentu Dętego (EWI) – modelu 4000s, a także drobnego fragmentu historii rozwoju elektrofonów dętych, metody działania ich oprogramowania, sposobu łączenia i systemu komunikacji pomiędzy sobą;
- nowego projektu – Harmonizatora Kontrolowanego – poszerzającego możliwości wykonawcze i harmonizacyjne jednogłosowych instrumentów tradycyjnych (akustycznych), włączając w to saksofon;

To saksofon jest spoiwem powyższych zagadnień. Pierwszym, oczywistym i logicznym powodem jest moje powiązanie z tymże instrumentem i wybranie go jako punkt scalający całą niniejszą pracę. Drugą rzeczą jest fenomen saksofonu, czyli zbiór argumentów i okoliczności, które sprawiają, że instrument ten w dość krótkim czasie (w porównaniu do innych, starszych instrumentów) przeszedł szybką i skuteczną ewolucję w środowisku muzycznym. To spowodowało, że odnaleźć go można w różnych zespołach i stylach muzycznych. Wiele osób (od amatorów, uczniów do profesjonalistów) sięga po niego, eksperymentuje, wprowadza poprawki i ulepszenia. Obecnie saksofon jest jednym z najbardziej rozwijających się technicznie instrumentów. Dowodem na to jest np. posiadanie przez niego wielu elektronicznych odpowiedników, stale powstające dodatki usprawniające jego mechanikę klap, dźwigni, otworów dźwiękowych, barwę dźwięku, łatwość gry. Ta sytuacja zachęca kompozytorów i aranżerów do tworzenia coraz bogatszego, zaawansowanego repertuaru, tym samym napędzając atrakcyjność saksofonu. W ten sposób krąg zainteresowania nim wzrasta, a jego popularność oddziałuje na inne, pochodne specjalizacje.

Dodatkowo, analizując tytuł pracy pod innym kątem, zaobserwować można pewne podejście u znacznej większości saksofonistów. Mowa o ich ogromnym zaangażowaniu w rozwój wszystkich zagadnień związanych z instrumentem – od wykonawstwa, aranżowania, zamawiania utworów lub ich samodzielnego komponowania, a następnie promowania zalet

saksofonu, zachęcania osób zainteresowanych do nauki gry poprzez różne aktywności (m.in. kongresy, warsztaty, kursy, festiwale, filmy na portalach społecznościowych itp.), chęć współpracy w projektach z artystami zajmującymi się innymi rodzajami sztuki (np. teatrem, literaturą piękną, sztukami wizualnymi), aż do modyfikowania, usprawniania, eksperymentów naukowych, wynalazków, łączenia instrumentu z innymi urządzeniami, specjalizacji multinstrumentalnej.

Warto zastanowić się, czy być może powodem tych kreatywnych, różnokierunkowych inicjatyw, eksperymentów jest stosunkowo krótka historia instrumentu w porównaniu np. do fletu, klarnetu, oboju, trąbki, skrzypiec? Czy jest to chęć udowodnienia pozycji instrumentu w świecie muzycznym? Czy może istnieje taki czynnik, jak tak zwana „hipoteza powiązania osobowości, charakteru z wyborem instrumentu”? Zastanawiające jest to, skąd bierze się wśród nich taki entuzjazm i motywacja?

Powyższe pytania skłaniają do głębszej refleksji. Mimo wszystko saksofoniści należą do grona muzyków dumnych z przeszłości swojego instrumentu, są przedsiębiorczy, wykazują wielką chęć jego rozwoju, kultywacji, poszerzają repertuar zarówno o aranżacje muzyki dawnej (przed jego wynalezieniem) jak i współczesnej, nierzadko awangardowej, zawierającej nowe techniki gry i udoskonalenia. Dzięki innowacyjności i niegasnącemu zainteresowaniu instrument najprawdopodobniej w krótkotrwałym okresie przejdzie dużą przemianę ewolucyjną, zyskując przez to jeszcze większą popularność.

Zdaję sobie sprawę, że pierwszy człon tytułu – „Alternatywne kierunki rozwoju współczesnego saksofonu” – to temat bardzo obszerny, niezamknięty, stale rozwijający się o nowe osiągnięcia muzyczno-technologiczne. Z tego powodu postanowiono ograniczyć się do dwóch wątków, czyli drugiego członu tytułu – EWI (a dokładniej Elektronicznego Instrumentu Dętego 4000s) i Harmonizatora Kontrolowanego – również oferujących wiele odkryć w zakresie wiedzy i umiejętności wykonawczych. Niniejsza dysertacja, pomimo aktualnych rozmiarów, nadal nie pokrywa całości materiału dotyczącego tych dwóch zagadnień. Ciągłe istnieje wiele pytań, zależności, niedokończonych pochodnych wątków, zahaczających o działalność z innych dziedzin, takich jak fizyka, akustyka, informatyka, elektronika, konstruowanie instrumentów. Ciągłe też istnieje szansa na dogłębniejsze badania w celu uzupełnienia wiedzy.

EWI i Harmonizator Kontrolowany traktowane są w rzeczonyj pracy doktorskiej jako kierunki poboczne (alternatywa) dla osób zajmujących się saksofonem na co dzień. Mogą też być rozwijane równolegle z doskonaleniem gry na głównym instrumencie i go uzupełniać. W przypadku EWI istnieje nawet możliwość stania się kolejnym, niezależnym kierunkiem

dla dętego instrumentalisty (choć większość osób interesujących się EWI wywodzi się właśnie ze środowiska saksofonistów).

Zanim możliwe było wglębiecie się w tematykę EWI i harmonizatora, należało zapoznać się właśnie z tematyką saksofonu. Moim zamiarem nie było jednak wyczerpujący sposób opisywać ten instrument, ponieważ istnieje już duża ilość naukowego materiału skupiająca się na różnego rodzaju kwestiach. Zależało mi na przygotowaniu istotnej wiedzy, która miała zostać użyta w kolejnych rozdziałach. Zatem pierwszy rozdział koncentrował jedynie na rzeczach skrótowo opisujących tło historyczne saksofonu i istotnych zagadnieniach dla dalszej części pracy, np. mechanice klap, która została przeniesiona do EWI czy technice gry wielodźwiękami i jej fizycznej różnicy w porównaniu do tworzenia współbrzmień.

Na podstawie kluczowych wiadomości zebranych w rozdziale na temat saksofonu, możliwe stało się przejście do pierwszej proponowanej alternatywy – elektrofonów dętych. Poprzez zauważenie tendencji konstruktorów instrumentów elektronicznych do inspirowania się tradycyjnymi wersjami, imitowania ich wyglądu i funkcji, krótkie opisanie historii elektrofonów i systemu ich działania udało się stopniowo dojść do poprzednich modeli EWI, aby na koniec poruszyć kwestię EWI 4000s.

Model 4000s, wprowadzony na rynek w 2006 roku, okazał się bardzo innowacyjny. Zawierał znaczną ilość dobrych cech poprzedników i jako pierwszy z elektrofonów dętych posiadał scalony kontroler MIDI z syntezatorem w jednej obudowie. Ponadto, był to w pełni cyfrowy elektrofon z bankiem 100 różnych próbek barwy dźwięku oraz możliwością ich modyfikacji poprzez połączenie z programem komputerowym Vyzex EWI4000S.

Szeroka oferta funkcji i innych udogodnień spowodowały, że EWI 4000s zainteresowało się duże grono muzyków, w tym także konkurencyjne marki, m.in. takie, jak Roland, Yamaha, Casio. Wyjątkowość tego modelu instrumentu zawdzięcza się także cyfrowej syntezie dźwięku, która odpowiadała za jego elektroniczne brzmienie i której nie znajdzie się już w takim stopniu w kolejnych modelach – 5000, USB i SOLO. Stąd wielu sympatyków EWI szuka poprzednich typów, aby móc powrócić do unikalnej, syntetycznej barwy.

Większość osób aktualnie grających na EWI specjalizuje się w jazzie i muzyce rozrywkowej. Z tego powodu postanowiłem poświęcić się tematowi popularyzacji tego instrumentu w środowisku muzyki poważnej, przybliżając w niniejszej pracy kwestie związane z funkcjonowaniem instrumentu, jego unikatowością, historią powstania. Projekt zakładał też złożenie zamówienia na skomponowanie dwóch utworów solo na EWI 4000s, które dodane zostały do repertuaru dzieła artystycznego.

Trzeci rozdział jest z jednej strony ściśle powiązany z tematem saksofonu, z drugiej strony stanowi ukłon w stronę elektroniki i jej oddziaływania na dziedzinę muzyki. Skupiłem się w nim na szczegółowym opisie nowego autorskiego wynalazku – Harmonizatora Kontrolowanego, pozwalającego uzyskać pełną harmonizację z efektami nie tylko na saksofonie, lecz także na innych jednogłosowych instrumentach.

Urządzenie rozwijało się w formie oprogramowania komputerowego i pilota sterującego – przystawki dołączanej do saksofonu. Dodana została również aparatura elektroniczna (tj. mikrofony, interfejs audio, wzmacniacz, głośniki, okablowanie). Chciałem, aby obsługa harmonizatora była zrozumiała, logiczna i prosta. Pomimo dużego poziomu skomplikowania wewnątrz oprogramowania, udało się stworzyć intuicyjny interfejs z podzespołami.

Oprogramowanie harmonizatora można porównać w pewnym stopniu do organizmu. Pomimo złożonej struktury, wszystko funkcjonuje w ustalonym porządku. Postanowiłem przetestować działanie urządzenia, sprawdzając je pod względem występowania błędów, a także sposobu modyfikacji barwy i adaptacji nastrojenia dźwięków wtórnych. Zastosowałem metody badawcze zapożyczone z dziedzin akustyki, matematyki i informatyki. Przeprowadzone zostały cztery doświadczenia na czterech typach saksofonu – sopranowym, altowym, tenorowym i barytonowym. Interesujące rezultaty zawarto w rzeczonyj pracy. Stworzyłem też metody, rozwiązania i wzory matematyczne pozwalające lepiej zrozumieć funkcjonowanie urządzenia.

Dzięki obserwacjom dostrzegłem, że akord oprócz podziału na tryb, postać (zasadniczą i przewroty) posiada jeszcze jedną cechę (wymiar) – warianty, które zależą od pozycji składnika będącego dźwiękiem pierwotnym. Podobnie jak w przypadku postaci akordu, liczba wariantów zależy od ilości składników.

Do kolejnych badań w zakresie teorii muzyki należała również systematyzacja znanych i mniej spotykanych akordów na potrzeby utworzenia listy (biblioteki) współbrzmień w harmonizatorze. Postanowiłem uporządkować kategorie akordów i nadać niektórym z nich polskie nazwy na podstawie informacji z systemów nazewniczych z innych krajów, np. Francji, Niemiec, Niderlandów i państw anglojęzycznych.

W pracy zawarto obszerną instrukcję wyjaśniającą sposób działania każdego podzespołu oprogramowania, a także jak połączyć harmonizator z instrumentem, konstrukcję i obsługę pilota.

Wracając na chwilę do porównania oprogramowania do organizmu, zauważyłem, że jego skomplikowana architektura poszerza zakres czynników zmiennych. Im więcej zmiennych danych, tym bardziej powstają „efekty uboczne” (pozytywne bądź negatywne),

nieprzewidziane przez konstruktora i wymagające analizy działania (stąd analogia do organizmu i procesów w nim zachodzących, których w z obecnym stanem wiedzy trudno zrozumieć). W ten sposób wyłonił się np. podział na sektory barwowe, korekcja sektorów za pomocą wariantów akordu, zniekształcenia stroju na skrajnych sektorach (im dalsza jest odległość dźwięku wtórnego od pierwotnego), występowanie zasięgów barwowych (i ich nieregularne skracanie się w zależności od wzrostu wysokości dźwięku pierwotnego), testy skuteczności danego dźwięku pierwotnego i inne zależności wynikające z połączenia instrumentu akustycznego z elektroniką. Jest to nadal obszar mało przebadany. Poza tym każda zmiana rodziny instrumentu czy też modelu posiada różnice akustyczne, które w kombinacji z elektroniką zostaną przekształcone i zazwyczaj zwielokrotnione. Warto zatem będzie skupić się nad mechanizmami korygującymi te zmiany w nowszych, bardziej rozbudowanych wersjach Harmonizatora Kontrolowanego.

Rozdziały poświęcone EWI i Harmonizatorowi Kontrolowanemu wymagały kilku dokładnych instrukcji obsługi. Stworzono też instrukcje dla kompozytorów, którzy byliby zainteresowani pisaniem utworów o tejże instrumentacji. Zawarto w nich różne podejścia, sposoby notacji nutowej, zapisy symboli odzwierciedlających efekty i funkcje wymienionych instrumentów, również sugestie kompozytorów współpracujących nad repertuarem niniejszego dzieła artystycznego.

Moim celem było i jest zwiększenie zainteresowania Elektronicznym Instrumentem Dętym i Harmonizatorem Kontrolowanym zarówno w środowisku saksofonowym, jak i ogólnomuzycznym (tj. wykonawców, kompozytorów, aranżerów) oraz doprowadzenie do częstszego wykorzystywania ich (tzn. wspomnianych instrumentów) w projektach muzycznych. W tym celu wygłoszone zostało kilka wykładów o tematyce doktoratu lub jego części (stacjonarnie i zdalnie za pomocą platform online). Następnie słuchacze mieli możliwość wypełnienia krótkich ankiet, gdzie mogli wypowiedzieć się na temat użyteczności i popularyzacji EWI i harmonizatora, a także wskazać, co należałoby poprawić bądź dodać do projektu. Wyniki ankiet stanowią załączniki w części poświęconej aneksom.

W dalszym okresie studiów (w 2021 roku) przeprowadzono nagranie dzieła artystycznego, podczas którego zaprezentowano możliwości obydwu instrumentów w pięciu krótkich kompozycjach. Utwory te zamówiono specjalnie na tą okazję u utalentowanych kompozytorów z Polski i z zagranicy. Ich wykonania dostępne są na załączonych do niniejszej pracy płytach CD i DVD (w formie dźwiękowej i wideodźwiękowej).

Mam nadzieję, że za pośrednictwem treści dysertacji, pomysł popularyzacji Elektronicznego Instrumentu Muzycznego i Harmonizatora Kontrolowanego zostanie



pozytywnie przyjęty przez społeczeństwo muzyczne. Być może przyczyni się to w pewnym stopniu do wzrostu świadomości i zainteresowania odbiorców alternatywnymi kierunkami rozwoju we własnym kręgu instrumentalnym, co w efekcie przynieść może korzyści dla dziedziny sztuk muzycznych.

Ponadto, powstały harmonizator w dalszej kolejności mógłby zainspirować zainteresowanych do rozbudowywania jego funkcji i powstania podobnych urządzeń, które uzupełnią ograniczenia konstrukcyjne innych instrumentów.

Oddając niniejszą pracę, chciałbym wierzyć, że przeprowadzone w niej badania okażą się przydatne i pomogą zainteresowanym lepiej zrozumieć procesy przekształceń barwy dźwięku w hybrydach instrumentu z urządzeniem elektronicznym.

## Aneksy

### Aneks 1. Zbiór linków do instrukcji poszczególnych modeli EWI

- EWI 1000 i EVI 1000

Instrukcja użytkownika:

<https://www.manualslib.com/manual/1009917/Akai-Evi1000.html?page=1#manual>

(dostęp: 15.07.2023);

Instrukcja techniczna:

<https://www.manualslib.com/manual/2586956/Akai-Ewi-1000.html> (dostęp: 15.07.2023).

- EWV 2000 (analogowy syntezator dla EWI 1000 i EVI 1000)

<https://www.manualslib.com/manual/2589416/Akai-Ewv2000.html> (dostęp: 15.07.2023).

- EWI 3000

Link do instrukcji obsługi EWI 3000 w chwili pisania niniejszej pracy jest niedostępny w Internecie (22.07.2023). Fragment informacji o elektrofonie zawarto na stronie „Patchman Music” w artykule „What are the EWI3000 and EWI3000m?”:

<https://patchmanmusic.com/WindControllerFAQ.html> (dostęp: 16.07.2023).

- EWI 3000m (analogowy syntezator dla EWI 3000, moduł brzmieniowy)

<https://medias.audiofanzine.com/files/ewi-3000m-manual-481004.pdf> (dostęp: 16.07.2023).

- EWI 3020m (analogowy syntezator dla EWI 3020, moduł brzmieniowy)

[https://soundprogramming.net/manuals/wind/Akai\\_EWI3020m\\_Manual.pdf](https://soundprogramming.net/manuals/wind/Akai_EWI3020m_Manual.pdf)

(dostęp: 15.07.2023).

- EWI 3030m (cyfrowy syntezator dla EWI 3020, moduł brzmieniowy)

<https://www.manualslib.com/manual/997395/Akai-Ewi-3030m.html> (dostęp: 15.07.2023).

- EWI 4000s (z wbudowanym syntezatorem cyfrowym)

<https://www.manualslib.com/manual/3676/Akai-Ewi4000s.html> (dostęp: 15.07.2023).

- EWI 5000

<https://www.manualslib.com/manual/1595204/Akai-Ewi5000.html> (dostęp: 15.07.2023).

- EWI USB

<https://www.manualslib.com/manual/207345/Akai-Ewi-Usb.html#manual>

(dostęp: 15.07.2023).

- EWI SOLO

<https://www.manualslib.com/manual/2892348/Akai-Ewi-Solo.html> (dostęp: 15.07.2023).

## Aneks 2. Obserwacja enharmoniczności akordów. Porównanie struktur interwałowych akordów podwójnie zmniejszonego w stosunku do dominantowego septymowego bez kwinty i akordów podwójnie zmniejszonego septymowego w stosunku do dominantowego

I. Porównanie struktur interwałowych akordu podwójnie zmniejszonego do akordu dominantowego septymowego bez kwinty (trójdźwięku)

**Akord podwójnie zmniejszony**

Postać: 

Struktura interwałowa (licząc od najniższego dźwięku): 3 4< 3»  
3» 3 4<

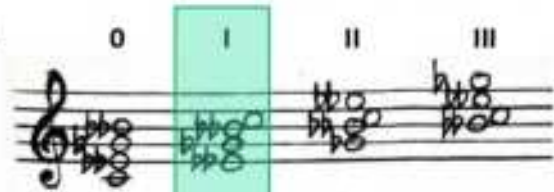
**Akord dominantowy septymowy bez kwinty**

Postać: 

Struktura interwałowa (licząc od najniższego dźwięku): 3 5> 2  
2 3 5>


II. Porównanie struktur interwałowych akordu podwójnie zmniejszonego septymowego do akordu dominantowego septymowego

**Akord podwójnie zmniejszony septymowy**

Postać: 

Struktura interwałowa (licząc od najniższego dźwięku): 3> 2< 3» 3  
3 3> 2< 3»  
3» 3 3> 2<

**Akord dominantowy septymowy**

Postać: 

Struktura interwałowa (licząc od najniższego dźwięku): 3> 3> 2 3  
3 3> 3> 2  
2 3 3> 3>

Wnioski z punktu I:

- akord podwójnie zmniejszony jest enharmoniczną wersją akordu dominantowego septymowego bez kwinty; różnią się one jedynie przesunięciem postaci;
- I przewrót akordu podwójnie zmniejszonego znany jest też jako włoska odmiana akordu seksty zwiększonej, czyli akord sekstowy włoski;
- brzmienie akordu włoskiego przypomina akord dominantowy septymowy bez kwinty w pozycji zasadniczej, ponieważ są one do siebie identyczne w stosunku enharmonicznym;
- akord włoski to trójdźwiękowa wersja akordu niemieckiego (czterodźwięku).

Wnioski z punktu II:

- akord podwójnie zmniejszony septymowy jest enharmoniczną wersją akordu dominantowego septymowego; różnią się one jedynie przesunięciem postaci;
- I przewrót akordu podwójnie zmniejszonego septymowego znany jest też jako niemiecka odmiana akordu seksty zwiększonej, czyli akord sekstowy niemiecki;
- brzmienie akordu niemieckiego przypomina akord dominantowy septymowy w pozycji zasadniczej, ponieważ są one do siebie identyczne w stosunku enharmonicznym;
- akord niemiecki to czterodźwiękowa wersja akordu włoskiego (trójdźwięku).

\* Cztery powyższe obrazy użyte w niniejszym aneksie zostały wykonane przez autora pracy i są jego własnością (3.12.2023 r.).

### Aneks 3. Szczegółowy spis 57 trójdźwięków (w wersji angielskiej i polskiej) według sterowników „ChordNames3” i „ChordColours3”

*Schemat katalogowania:*

1. Pozycja zasadnicza;
2. Pierwszy przewrót;
3. Drugi przewrót;
- itd.

L. p.	Pełna nazwa angielska	Pełna nazwa polska	Skrót nazwy własnej w Bibliotece w wersji angielskiej
<b>Dźwięk źródłowy w pozycji I składnika</b>			
1.	I Major – root position	I Durowy – pozycja zasadnicza	I Maj 0
2.	I Major - 1 <sup>st</sup> inversion	I Durowy – 1. przewrót	I Maj 1 INV
3.	I Major – 2 <sup>nd</sup> inversion	I Durowy – 2. przewrót	I Maj 2 INV
4.	I Minor – root position	I Molowy – pozycja zasadnicza	I Min 0
5.	I Minor – 1 <sup>st</sup> inversion	I Molowy – 1. przewrót	I Min 1 INV
6.	I Minor – 2 <sup>nd</sup> inversion	I Molowy – 2. przewrót	I Min 2 INV
7.	I Augmented – universal form	I Zwiększony – postać uniwersalna	I Aug
8.	I Harsh diminished – root position	I Ostry zmniejszony – pozycja zasadnicza	I HshDim 0
9.	I Harsh diminished – 1 <sup>st</sup> inversion	I Ostry zmniejszony – 1. przewrót	I HshDim 1 INV
10.	I Harsh diminished – 2 <sup>nd</sup> inversion	I Ostry zmniejszony – 2. przewrót	I HshDim 2 INV
11.	I Diminished – root position	I Zmniejszony – pozycja zasadnicza	I Dim 0
12.	I Diminished – 1 <sup>st</sup> inversion	I Zmniejszony – 1. przewrót	I Dim 1 INV
13.	I Diminished – 2 <sup>nd</sup> inversion	I Zmniejszony – 2. przewrót	I Dim 2 INV
14.	I Double diminished – root position	I Podwójnie zmniejszony – pozycja zasadnicza	I DDim 0
15.	I Double diminished – 1 <sup>st</sup> inversion *	I Podwójnie zmniejszony – 1. przewrót *	I DDim 1 INV * (* I Italian 6th Chord)
16.	I Double diminished – 2 <sup>nd</sup> inversion	I Podwójnie zmniejszony – 2. przewrót	I DDim 2 INV
17.	I Perfect fourth triad – root position	I Trójdźwięk kwarty czystej – pozycja zasadnicza	I P4 Triad
18.	I Perfect fourth triad – 1 <sup>st</sup> inversion (Suspended fourth)	I Trójdźwięk kwarty czystej – 1. przewrót (Zawieszony kwartowy)	I Sus4
19.	I Perfect fourth triad – 2 <sup>nd</sup> inversion (Suspended second)	I Trójdźwięk kwarty czystej – 2. przewrót (Zawieszony sekundowy)	I Sus2
<b>Dźwięk źródłowy w pozycji III składnika</b>			
20.	III Major – root position	III Durowy – pozycja zasadnicza	III Maj 0
21.	III Major - 1 <sup>st</sup> inversion	III Durowy – 1. przewrót	III Maj 1 INV
22.	III Major – 2 <sup>nd</sup> inversion	III Durowy – 2. przewrót	III Maj 2 INV
23.	III Minor – root position	III Molowy – pozycja zasadnicza	III Min 0
24.	III Minor – 1 <sup>st</sup> inversion	III Molowy – 1. przewrót	III Min 1 INV
25.	III Minor – 2 <sup>nd</sup> inversion	III Molowy – 2. przewrót	III Min 2 INV
26.	III Augmented – universal form	III Zwiększony – postać uniwersalna	III Aug
27.	III Harsh diminished – root position	III Ostry zmniejszony – pozycja zasadnicza	III HshDim 0
28.	III Harsh diminished – 1 <sup>st</sup> inversion	III Ostry zmniejszony – 1. przewrót	III HshDim 1 INV

29.	III Harsh diminished – 2 <sup>nd</sup> inversion	III Ostry zmniejszony – 2. przewrót	III HshDim 2 INV
30.	III Diminished – root position	III Zmniejszony – pozycja zasadnicza	III Dim 0
31.	III Diminished – 1 <sup>st</sup> inversion	III Zmniejszony – 1. przewrót	III Dim 1 INV
32.	III Diminished – 2 <sup>nd</sup> inversion	III Zmniejszony – 2. przewrót	III Dim 2 INV
33.	III Double diminished – root position	III Podwójnie zmniejszony – pozycja zasadnicza	III DDim 0
34.	III Double diminished – 1 <sup>st</sup> inversion *	III Podwójnie zmniejszony – 1. przewrót *	III DDim 1 INV * (* III Italian 6th Chord)
35.	III Double diminished – 2 <sup>nd</sup> inversion	III Podwójnie zmniejszony – 2. przewrót	III DDim 2 INV
36.	III Perfect fourth triad – root position	III Trójdźwięk kwarty czystej – pozycja zasadnicza	III P4 Triad
37.	III Perfect fourth triad – 1 <sup>st</sup> inversion (Suspended fourth)	III Trójdźwięk kwarty czystej – 1. przewrót (Zawieszony kwartowy)	III Sus4
38.	III Perfect fourth triad – 2 <sup>nd</sup> inversion (Suspended second)	III Trójdźwięk kwarty czystej – 2. przewrót (Zawieszony sekundowy)	III Sus2
<b>Dźwięk źródłowy w pozycji V składnika</b>			
39.	V Major – root position	V Durowy – pozycja zasadnicza	V Maj 0
40.	V Major - 1 <sup>st</sup> inversion	V Durowy – 1. przewrót	V Maj 1 INV
41.	V Major – 2 <sup>nd</sup> inversion	V Durowy – 2. przewrót	V Maj 2 INV
42.	V Minor – root position	V Molowy – pozycja zasadnicza	V Min 0
43.	V Minor – 1 <sup>st</sup> inversion	V Molowy – 1. przewrót	V Min 1 INV
44.	V Minor – 2 <sup>nd</sup> inversion	V Molowy – 2. przewrót	V Min 2 INV
45.	V Augmented – universal form	V Zwiększony – postać uniwersalna	V Aug
46.	V Harsh diminished – root position	V Ostry zmniejszony – pozycja zasadnicza	V HshDim 0
47.	V Harsh diminished – 1 <sup>st</sup> inversion	V Ostry zmniejszony – 1. przewrót	V HshDim 1 INV
48.	V Harsh diminished – 2 <sup>nd</sup> inversion	V Ostry zmniejszony – 2. przewrót	V HshDim 2 INV
49.	V Diminished – root position	V Zmniejszony – pozycja zasadnicza	V Dim 0
50.	V Diminished – 1 <sup>st</sup> inversion	V Zmniejszony – 1. przewrót	V Dim 1 INV
51.	V Diminished – 2 <sup>nd</sup> inversion	V Zmniejszony – 2. przewrót	V Dim 2 INV
52.	V Double diminished – root position	V Podwójnie zmniejszony – pozycja zasadnicza	V DDim 0
53.	V Double diminished – 1 <sup>st</sup> inversion *	V Podwójnie zmniejszony – 1. przewrót *	V DDim 1 INV * (* V Italian 6th Chord)
54.	V Double diminished – 2 <sup>nd</sup> inversion	V Podwójnie zmniejszony – 2. przewrót	V DDim 2 INV
55.	V Perfect fourth triad – root position	V Trójdźwięk kwarty czystej – pozycja zasadnicza	V P4 Triad
56.	V Perfect fourth triad – 1 <sup>st</sup> inversion (Suspended fourth)	V Trójdźwięk kwarty czystej – 1. przewrót (Zawieszony kwartowy)	V Sus4
57.	V Perfect fourth triad – 2 <sup>nd</sup> inversion (Suspended second)	V Trójdźwięk kwarty czystej – 2. przewrót (Zawieszony sekundowy)	V Sus2

#### **Aneks 4. Szczegółowy spis 124 czterodźwięków (w wersji angielskiej i polskiej) według sterownika „ChordNames4” i „ChordColours4”**

*Wyjaśnienie dotyczące nazewnictwa czterodźwięku ostrego zmniejszonego septymowego (HshDim7)*

Wspomniany czterodźwięk ostry zmniejszony septymowy (HshDim7) to specyficzny akord, określony w tej pracy mianem „akordem o podwójnym obliczu”. Jego wyjątkowość opiera się na dwóch elementach. Po pierwsze, w porównaniu do innych współbrzmień nie jest zbyt dobrze znany i nieczęsto używany. Nie znaleziono dla niego także oficjalnego polskiego nazewnictwa systematycznego. Nazwa stosowana w niniejszej pracy została nadana przeze mnie na podstawie systemu niderlandzkiego. Czasami używa się również nazwy „akord seksty zwiększonej w postaci francuskiej” (lecz tylko w przypadku jego jednej formy). Po drugie, w przeciwieństwie do typowych czterodźwięków, zamiast czterech różniących się od siebie struktur interwałowych, posiada tylko dwie. To oznacza, że istnieją w nim pary postaci, które są identyczne interwałowo, ale różnią się enharmonicznie. Przykład: drugi przewrót to enharmoniczna pozycja zasadnicza, a trzeci przewrót to enharmoniczna wersja pierwszego przewrotu. Z tego względu ten czterodźwięk został nazwany „akordem o podwójnym obliczu”.

W związku z występowaniem dwóch par postaci postanowiono zmodyfikować (w sensie: rozbudować) zapis komunikatu na ekranie informacyjnym do formy:

**VII/III HshDim7 0/2 INV \*\*\***

Wygląd komunikatu wydaje się skomplikowany z powodu nakładania się kilku informacji o akordzie. Dlatego w celu jego odczytania zostanie on rozłożony do prostszej, bardziej zrozumiałej formy:

**VII HshDim7 0 \*\*\* / III HshDim7 2 INV \*\*\***



, gdzie:

\*\*\* – druga prawidłowa nazwa akordu: francuski akord seksty zwiększonej z dźwiękiem źródłowym w VII składniku (septymie) w przypadku pozycji zasadniczej, a w III składniku (tercji) w przypadku drugiego przewrotu.

Niestety, z powodów konstrukcyjnych, powyższy komunikat nie zmieściłby się w ekranie informacyjnym harmonizatora. Z tego względu został on skompresowany do pierwszej formy zapisu. Należy jednak pamiętać, żeby skompresowany format komunikatu odczytać według metody zaprezentowanej w drugim, „rozłożonym” komunikacie.

Kolejną ważną do omówienia informacją jest wyjątek dotyczący zależności wariantów od postaci akordu. Dla typowego akordu istnieje taka sama ilość zarówno postaci jak i wariantów. Ma ona związek z liczbą składników zawartych we współbrzmieniu (np. trójdźwięk posiada 3 składniki, 3 postacie: pozycję zasadniczą, pierwszy i drugi przewrót, 3 warianty: I, III i V; czterodźwięk – 4 składniki, 4 postacie, 4 warianty). W przypadku czterodźwięku ostrego zmniejszonego septymowego, pomimo że składa się on z 4 składników, występują u niego 2 postacie i 4 warianty: I/V, III/VII, V/I, VII/III. Należy zauważyć, że chociaż symbolika I/V z V/I (i analogicznie III/VII z VII/III) jest do siebie podobna, nie są to te same warianty. Nie można zatem mieszać ani mylić ze sobą wymienionych kolejności.

*Schemat katalogowania:*

1. Pozycja zasadnicza;
  2. Pierwszy przewrót;
  3. Drugi przewrót;
  4. Trzeci przewrót;
- itd.

L. p.	Pełna nazwa angielska	Pełna nazwa polska	Skrót nazwy własnej w Bibliotece w wersji angielskiej
<b>Dźwięk źródłowy w pozycji I składnika</b>			
1.	I Major 7 – root position	I Durowy 7 – pozycja zasadnicza	I Maj7 0
2.	I Major 7 – 1 <sup>st</sup> inversion	I Durowy 7 – 1. przewrót	I Maj7 1 INV
3.	I Major 7 – 2 <sup>nd</sup> inversion	I Durowy 7 – 2. przewrót	I Maj7 2 INV
4.	I Major 7 – 3 <sup>rd</sup> inversion	I Durowy 7 – 3. przewrót	I Maj7 3 INV
5.	I Dominant 7 – root position ***	I Dominantowy 7 – pozycja zasadnicza ***	I Dom7 0 *** (*** I German 6th Chord)
6.	I Dominant 7 – 1 <sup>st</sup> inversion	I Dominantowy 7 – 1. przewrót	I Dom7 1 INV
7.	I Dominant 7 – 2 <sup>nd</sup> inversion	I Dominantowy 7 – 2. przewrót	I Dom7 2 INV
8.	I Dominant 7 – 3 <sup>rd</sup> inversion	I Dominantowy 7 – 3. przewrót	I Dom7 3 INV
9.	I Minor 7 – root position	I Molowy 7 – pozycja zasadnicza	I Min7 0
10.	I Minor 7 – 1 <sup>st</sup> inversion	I Molowy 7 – 1. przewrót	I Min7 1 INV
11.	I Minor 7 – 2 <sup>nd</sup> inversion	I Molowy 7 – 2. przewrót	I Min7 2 INV
12.	I Minor 7 – 3 <sup>rd</sup> inversion	I Molowy 7 – 3. przewrót	I Min7 3 INV
13.	I Ambivalent 7 – root position	I Ambiwalentny 7 – pozycja zasadnicza	I Amb7 0
14.	I Ambivalent 7 – 1 <sup>st</sup> inversion	I Ambiwalentny 7 – 1. przewrót	I Amb7 1 INV
15.	I Ambivalent 7 – 2 <sup>nd</sup> inversion	I Ambiwalentny 7 – 2. przewrót	I Amb7 2 INV
16.	I Ambivalent 7 – 3 <sup>rd</sup> inversion	I Ambiwalentny 7 – 3. przewrót	I Amb7 3 INV
17.	I Augmented 7 – root position	I Zwiększony 7 – pozycja zasadnicza	I Aug7 0
18.	I Augmented 7 – 1 <sup>st</sup> inversion	I Zwiększony 7 – 1. przewrót	I Aug7 1 INV
19.	I Augmented 7 – 2 <sup>nd</sup> inversion	I Zwiększony 7 – 2. przewrót	I Aug7 2 INV
20.	I Augmented 7 – 3 <sup>rd</sup> inversion	I Zwiększony 7 – 3. przewrót	I Aug7 3 INV
21.	I Augmented dominant 7 – root position	I Zwiększony dominantowy 7 – pozycja zasadnicza	I AugDom7 0
22.	I Augmented dominant 7 – 1 <sup>st</sup> inversion	I Zwiększony dominantowy 7 – 1. przewrót	I AugDom7 1 INV
23.	I Augmented dominant 7 – 2 <sup>nd</sup> inversion	I Zwiększony dominantowy 7 – 2. przewrót	I AugDom7 2 INV
24.	I Augmented dominant 7 – 3 <sup>rd</sup> inversion	I Zwiększony dominantowy 7 – 3. przewrót	I AugDom7 3 INV
25.	I/V Harsh diminished 7 – root position / 2 <sup>nd</sup> inversion **	I/V Ostry zmniejszony 7 – pozycja zasadnicza / 2. przewrót **	I/V HshDim7 0/2 INV ** (** I/V French 6th Chord)
26.	I/V Harsh diminished 7 – 1 <sup>st</sup> inversion / 3 <sup>rd</sup> inversion	I/V Ostry zmniejszony 7 – 1. przewrót / 3. przewrót	I/V HshDim7 1/3 INV
27.	I Half diminished 7 – root position	I Półzmniejszony 7 – pozycja zasadnicza	I HlfDim7 0
28.	I Half diminished 7 – 1 <sup>st</sup> inversion	I Półzmniejszony 7 – 1. przewrót	I HlfDim7 1 INV
29.	I Half diminished 7 – 2 <sup>nd</sup> inversion	I Półzmniejszony 7 – 2. przewrót	I HlfDim7 2 INV
30.	I Half diminished 7 – 3 <sup>rd</sup> inversion	I Półzmniejszony 7 – 3. przewrót	I HlfDim7 3 INV
31.	I Diminished 7 – universal form	I Zmniejszony 7 – postać uniwersalna	I Dim7
<b>Dźwięk źródłowy w pozycji III składnika</b>			
32.	III Major 7 – root position	III Durowy 7 – pozycja zasadnicza	III Maj7 0
33.	III Major 7 – 1 <sup>st</sup> inversion	III Durowy 7 – 1. przewrót	III Maj7 1 INV
34.	III Major 7 – 2 <sup>nd</sup> inversion	III Durowy 7 – 2. przewrót	III Maj7 2 INV
35.	III Major 7 – 3 <sup>rd</sup> inversion	III Durowy 7 – 3. przewrót	III Maj7 3 INV
36.	III Dominant 7 – root position ***	III Dominantowy 7 – pozycja zasadnicza ***	III Dom7 0 *** (*** III German 6th Chord)
37.	III Dominant 7 – 1 <sup>st</sup> inversion	III Dominantowy 7 – 1. przewrót	III Dom7 1 INV
38.	III Dominant 7 – 2 <sup>nd</sup> inversion	III Dominantowy 7 – 2. przewrót	III Dom7 2 INV
39.	III Dominant 7 – 3 <sup>rd</sup> inversion	III Dominantowy 7 – 3. przewrót	III Dom7 3 INV
40.	III Minor 7 – root position	III Molowy 7 – pozycja zasadnicza	III Min7 0
41.	III Minor 7 – 1 <sup>st</sup> inversion	III Molowy 7 – 1. przewrót	III Min7 1 INV
42.	III Minor 7 – 2 <sup>nd</sup> inversion	III Molowy 7 – 2. przewrót	III Min7 2 INV
43.	III Minor 7 – 3 <sup>rd</sup> inversion	III Molowy 7 – 3. przewrót	III Min7 3 INV

44.	III Ambivalent 7 – root position	III Ambiwalentny 7 – pozycja zasadnicza	III Amb7 0
45.	III Ambivalent 7 – 1 <sup>st</sup> inversion	III Ambiwalentny 7 – 1. przewrót	III Amb7 1 INV
46.	III Ambivalent 7 – 2 <sup>nd</sup> inversion	III Ambiwalentny 7 – 2. przewrót	III Amb7 2 INV
47.	III Ambivalent 7 – 3 <sup>rd</sup> inversion	III Ambiwalentny 7 – 3. przewrót	III Amb7 3 INV
48.	III Augmented 7 – root position	III Zwiększony 7 – pozycja zasadnicza	III Aug7 0
49.	III Augmented 7 – 1 <sup>st</sup> inversion	III Zwiększony 7 – 1. przewrót	III Aug7 1 INV
50.	III Augmented 7 – 2 <sup>nd</sup> inversion	III Zwiększony 7 – 2. przewrót	III Aug7 2 INV
51.	III Augmented 7 – 3 <sup>rd</sup> inversion	III Zwiększony 7 – 3. przewrót	I Aug7 3 INV
52.	III Augmented dominant 7 – root position	III Zwiększony dominantowy 7 – pozycja zasadnicza	III AugDom7 0
53.	III Augmented dominant 7 – 1 <sup>st</sup> inversion	III Zwiększony dominantowy 7 – 1. przewrót	III AugDom7 1 INV
54.	III Augmented dominant 7 – 2 <sup>nd</sup> inversion	III Zwiększony dominantowy 7 – 2. przewrót	III AugDom7 2 INV
55.	III Augmented dominant 7 – 3 <sup>rd</sup> inversion	III Zwiększony dominantowy 7 – 3. przewrót	III AugDom7 3 INV
56.	III/VII Harsh diminished 7 – root position / 2 <sup>nd</sup> inversion **	III/VII Ostry zmniejszony 7 – pozycja zasadnicza / 2. przewrót **	III/VII HshDim7 0/2 INV ** (** III/VII French 6th Chord)
57.	III/VII Harsh diminished 7 – 1 <sup>st</sup> inversion / 3 <sup>rd</sup> inversion	III/VII Ostry zmniejszony 7 – 1. przewrót / 3. przewrót	III/VII HshDim7 1/3 INV
58.	III Half diminished – root position	III Półzmniejszony 7 – pozycja zasadnicza	III HlfDim7 0
59.	III Half diminished – 1 <sup>st</sup> inversion	III Półzmniejszony 7 – 1. przewrót	III HlfDim7 1 INV
60.	III Half diminished – 2 <sup>nd</sup> inversion	III Półzmniejszony 7 – 2. przewrót	III HlfDim7 2 INV
61.	III Half diminished – 3 <sup>rd</sup> inversion	III Półzmniejszony 7 – 3. przewrót	III HlfDim7 3 INV
62.	III Diminished 7 – universal form	III Zmniejszony 7 – postać uniwersalna	III Dim7
<b>Dźwięk źródłowy w pozycji V składnika</b>			
63.	V Major 7 – root position	V Durowy 7 – pozycja zasadnicza	V Maj7 0
64.	V Major 7 – 1 <sup>st</sup> inversion	V Durowy 7 – 1. przewrót	V Maj7 1 INV
65.	V Major 7 – 2 <sup>nd</sup> inversion	V Durowy 7 – 2. przewrót	V Maj7 2 INV
66.	V Major 7 – 3 <sup>rd</sup> inversion	V Durowy 7 – 3. przewrót	V Maj7 3 INV
67.	V Dominant 7 – root position ***	V Dominantowy 7 – pozycja zasadnicza ***	V Dom7 0 *** (*** V German 6th Chord)
68.	V Dominant 7 – 1 <sup>st</sup> inversion	V Dominantowy 7 – 1. przewrót	V Dom7 1 INV
69.	V Dominant 7 – 2 <sup>nd</sup> inversion	V Dominantowy 7 – 2. przewrót	V Dom7 2 INV
70.	V Dominant 7 – 3 <sup>rd</sup> inversion	V Dominantowy 7 – 3. przewrót	V Dom7 3 INV
71.	V Minor 7 – root position	V Mołowy 7 – pozycja zasadnicza	V Min7 0
72.	V Minor 7 – 1 <sup>st</sup> inversion	V Mołowy 7 – 1. przewrót	V Min7 1 INV
73.	V Minor 7 – 2 <sup>nd</sup> inversion	V Mołowy 7 – 2. przewrót	V Min7 2 INV
74.	V Minor 7 – 3 <sup>rd</sup> inversion	V Mołowy 7 – 3. przewrót	V Min7 3 INV
75.	V Ambivalent 7 – root position	V Ambiwalentny 7 – pozycja zasadnicza	V Amb7 0
76.	V Ambivalent 7 – 1 <sup>st</sup> inversion	V Ambiwalentny 7 – 1. przewrót	V Amb7 1 INV
77.	V Ambivalent 7 – 2 <sup>nd</sup> inversion	V Ambiwalentny 7 – 2. przewrót	V Amb7 2 INV
78.	V Ambivalent 7 – 3 <sup>rd</sup> inversion	V Ambiwalentny 7 – 3. przewrót	V Amb7 3 INV
79.	V Augmented 7 – root position	V Zwiększony 7 – pozycja zasadnicza	V Aug7 0
80.	V Augmented 7 – 1 <sup>st</sup> inversion	V Zwiększony 7 – 1. przewrót	V Aug7 1 INV
81.	V Augmented 7 – 2 <sup>nd</sup> inversion	V Zwiększony 7 – 2. przewrót	V Aug7 2 INV
82.	V Augmented 7 – 3 <sup>rd</sup> inversion	V Zwiększony 7 – 3. przewrót	V Aug7 3 INV
83.	V Augmented dominant 7 – root position	V Zwiększony dominantowy 7 – pozycja zasadnicza	V AugDom7 0
84.	V Augmented dominant 7 – 1 <sup>st</sup> inversion	V Zwiększony dominantowy 7 – 1. przewrót	V AugDom7 1 INV
85.	V Augmented dominant 7 – 2 <sup>nd</sup> inversion	V Zwiększony dominantowy 7 – 2. przewrót	V AugDom7 2 INV
86.	V Augmented dominant 7 – 3 <sup>rd</sup> inversion	V Zwiększony dominantowy 7 – 3. przewrót	V AugDom7 3 INV

87.	V/I Harsh diminished 7 – root position / 2 <sup>nd</sup> inversion **	V/I Ostry zmniejszony 7 – pozycja zasadnicza / 2. przewrót **	V/I HshDim7 0/2 INV ** (** V/I French 6th Chord)
88.	V/I Harsh diminished 7 – 1 <sup>st</sup> inversion / 3 <sup>rd</sup> inversion	V/I Ostry zmniejszony 7 – 1. przewrót / 3. przewrót	V/I HshDim7 1/3 INV
89.	V Half diminished 7 – root position	V Półzmniejszony 7 – pozycja zasadnicza	V HlfDim7 0
90.	V Half diminished 7 – 1 <sup>st</sup> inversion	V Półzmniejszony 7 – 1. przewrót	V HlfDim7 1 INV
91.	V Half diminished 7 – 2 <sup>nd</sup> inversion	V Półzmniejszony 7 – 2. przewrót	V HlfDim7 2 INV
92.	V Half diminished 7 – 3 <sup>rd</sup> inversion	V Półzmniejszony 7 – 3. przewrót	V HlfDim7 3 INV
93.	V Diminished 7 – universal form	V Zmniejszony 7 – postać uniwersalna	V Dim7
<b>Dźwięk źródłowy w pozycji VII składnika</b>			
94.	VII Major 7 – root position	VII Durowy 7 – pozycja zasadnicza	VII Maj7 0
95.	VII Major 7 – 1 <sup>st</sup> inversion	VII Durowy 7 – 1. przewrót	VII Maj7 1 INV
96.	VII Major 7 – 2 <sup>nd</sup> inversion	VII Durowy 7 – 2. przewrót	VII Maj7 2 INV
97.	VII Major 7 – 3 <sup>rd</sup> inversion	VII Durowy 7 – 3. przewrót	VII Maj7 3 INV
98.	VII Dominant 7 – root position ***	VII Dominantowy 7 – pozycja zasadnicza ***	VII Dom7 0 *** (*** VII German 6th Chord)
99.	VII Dominant 7 – 1 <sup>st</sup> inversion	VII Dominantowy 7 – 1. przewrót	VII Dom7 1 INV
100.	VII Dominant 7 – 2 <sup>nd</sup> inversion	VII Dominantowy 7 – 2. przewrót	VII Dom7 2 INV
101.	VII Dominant 7 – 3 <sup>rd</sup> inversion	VII Dominantowy 7 – 3. przewrót	VII Dom7 3 INV
102.	VII Minor 7 – root position	VII Molowy 7 – pozycja zasadnicza	VII Min7 0
103.	VII Minor 7 – 1 <sup>st</sup> inversion	VII Molowy 7 – 1. przewrót	VII Min7 1 INV
104.	VII Minor 7 – 2 <sup>nd</sup> inversion	VII Molowy 7 – 2. przewrót	VII Min7 2 INV
105.	VII Minor 7 – 3 <sup>rd</sup> inversion	VII Molowy 7 – 3. przewrót	VII Min7 3 INV
106.	VII Ambivalent 7 – root position	VII Ambiwalentny 7 – pozycja zasadnicza	VII Amb7 0
107.	VII Ambivalent 7 – 1 <sup>st</sup> inversion	VII Ambiwalentny 7 – 1. przewrót	VII Amb7 1 INV
108.	VII Ambivalent 7 – 2 <sup>nd</sup> inversion	VII Ambiwalentny 7 – 2. przewrót	VII Amb7 2 INV
109.	VII Ambivalent 7 – 3 <sup>rd</sup> inversion	VII Ambiwalentny 7 – 3. przewrót	VII Amb7 3 INV
110.	VII Augmented 7 – root position	VII Zwiększony 7 – pozycja zasadnicza	VII Aug7 0
111.	VII Augmented 7 – 1 <sup>st</sup> inversion	VII Zwiększony 7 – 1. przewrót	VII Aug7 1 INV
112.	VII Augmented 7 – 2 <sup>nd</sup> inversion	VII Zwiększony 7 – 2. przewrót	VII Aug7 2 INV
113.	VII Augmented 7 – 3 <sup>rd</sup> inversion	VII Zwiększony 7 – 3. przewrót	VII Aug7 3 INV
114.	VII Augmented dominant 7 – root position	VII Zwiększony dominantowy 7 – pozycja zasadnicza	VII AugDom7 0
115.	VII Augmented dominant 7 – 1 <sup>st</sup> inversion	VII Zwiększony dominantowy 7 – 1. przewrót	VII AugDom7 1 INV
116.	VII Augmented dominant 7 – 2 <sup>nd</sup> inversion	VII Zwiększony dominantowy 7 – 2. przewrót	VII AugDom7 2 INV
117.	VII Augmented dominant 7 – 3 <sup>rd</sup> inversion	VII Zwiększony dominantowy 7 – 3. przewrót	VII AugDom7 3 INV
118.	VII/III Harsh diminished 7 – root position / 2 <sup>nd</sup> inversion **	VII/III Ostry zmniejszony 7 – pozycja zasadnicza / 2. przewrót **	VII/III HshDim7 0/2 INV ** (** VII/III French 6th Chord)
119.	VII/III Harsh diminished 7 – 1 <sup>st</sup> inversion / 3 <sup>rd</sup> inversion	VII/III Ostry zmniejszony 7 – 1. przewrót / 3. przewrót	VII/III HshDim7 1/3 INV
120.	VII Half diminished 7 – root position	VII Półzmniejszony 7 – pozycja zasadnicza	VII HlfDim7 0
121.	VII Half diminished 7 – 1 <sup>st</sup> inversion	VII Półzmniejszony 7 – 1. przewrót	VII HlfDim7 1 INV
122.	VII Half diminished 7 – 2 <sup>nd</sup> inversion	VII Półzmniejszony 7 – 2. przewrót	VII HlfDim7 2 INV
123.	VII Half diminished 7 – 3 <sup>rd</sup> inversion	VII Półzmniejszony 7 – 3. przewrót	VII HlfDim7 3 INV
124.	VII Diminished 7 – universal form	VII Zmniejszony 7 – postać uniwersalna	VII Dim7

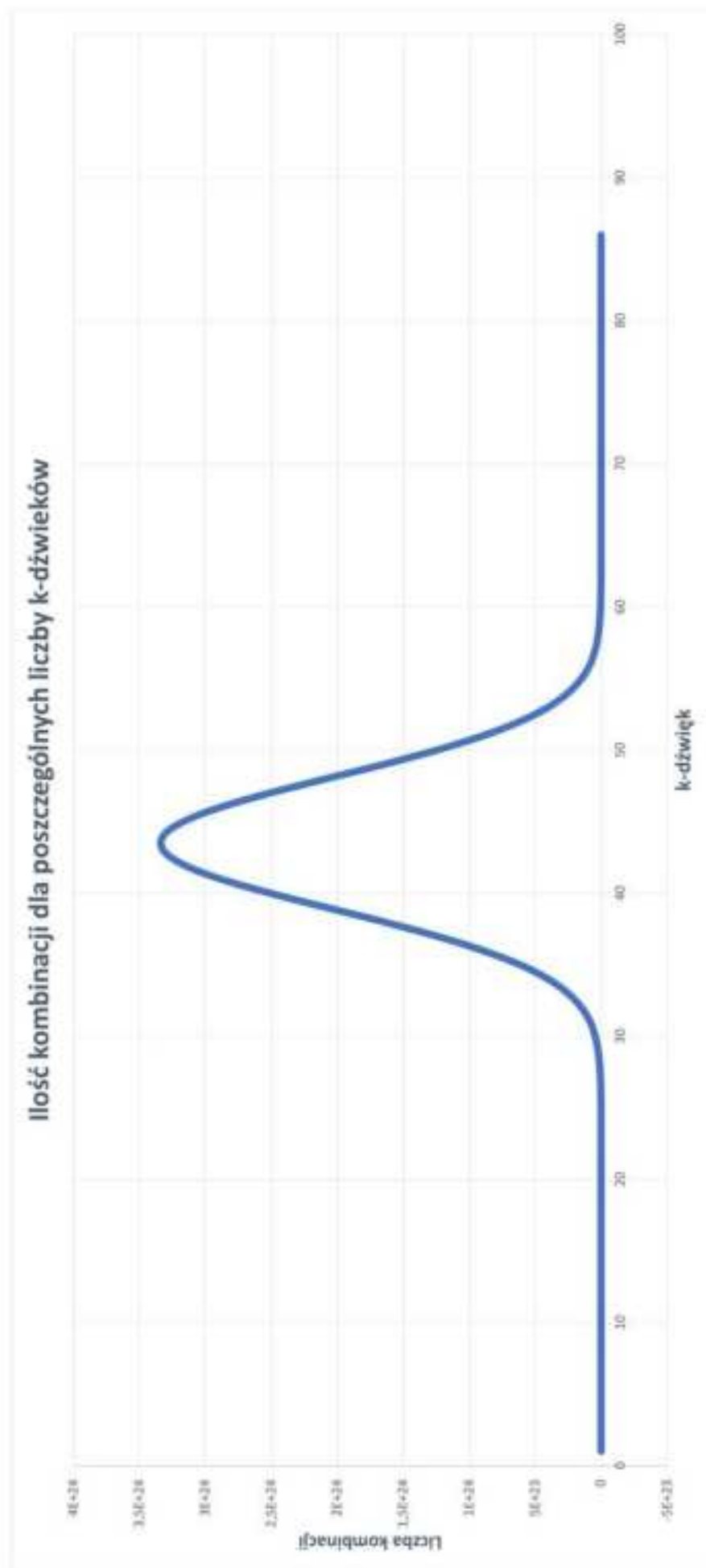
# Aneks 5A. Zestawienie ilości i sum kombinacji w stosunku do ilości składników współbrzmienia

Wzrost dziewczynki	85
(kolejność)	
(w składowanej MDD)	

Legenda:  
 $7,300E+14 = 7,300 \cdot 10^{14}$

Wzrost współbrzmienia	Ilość kombinacji	Suma kombinacji
0 (dźwięk)	1	1
1 (dźwięk)	85	86
2 (dźwięk)	3570	3656
3 (dźwięk)	9870	10326
4 (dźwięk)	2024765	2127211
5 (dźwięk)	32801517	34081728
6 (dźwięk)	437353560	477582288
7 (dźwięk)	4935847320	5408129600
8 (dźwięk)	48124511370	53532649378
9 (dźwięk)	411732E+11	4,43265E+11
10 (dźwięk)	3,32918E+13	3,59443E+12
11 (dźwięk)	2,33532E+13	2,48726E+12
12 (dźwięk)	1,31567E+14	1,36407E+14
13 (dźwięk)	7,388E+14	8,93794E+14
14 (dźwięk)	3,79954E+15	4,69488E+15
15 (dźwięk)	1,79843E+16	2,26793E+16
16 (dźwięk)	7,86823E+16	1,01303E+17
17 (dźwięk)	3,19557E+17	4,20719E+17
18 (dźwięk)	1,20648E+18	1,62718E+18
19 (dźwięk)	4,25438E+18	5,88154E+18
20 (dźwięk)	1,40394E+19	1,99209E+19
21 (dźwięk)	4,34532E+19	6,33762E+19
22 (dźwięk)	1,26415E+20	1,80793E+20
23 (dźwięk)	3,46368E+20	5,34879E+20
24 (dźwięk)	8,94525E+20	1,43038E+21
25 (dźwięk)	2,18284E+21	3,63323E+21
26 (dźwięk)	5,01888E+21	8,55089E+21
27 (dźwięk)	1,10955E+22	1,98504E+22
28 (dźwięk)	2,27893E+22	4,24557E+22
29 (dźwięk)	4,48123E+22	8,72678E+22
30 (dźwięk)	8,36493E+22	1,70917E+23
31 (dźwięk)	1,4841E+23	3,18327E+23
32 (dźwięk)	2,5042E+23	5,68788E+23
33 (dźwięk)	4,02225E+23	9,71604E+23
34 (dźwięk)	6,15167E+23	1,36716E+24
35 (dźwięk)	8,96387E+23	2,48353E+24
36 (dźwięk)	1,24408E+24	3,72853E+24
37 (dźwięk)	1,64876E+24	5,37729E+24
38 (dźwięk)	2,08284E+24	7,43993E+24
39 (dźwięk)	2,50903E+24	9,94078E+24
40 (dźwięk)	2,88634E+24	1,28503E+25
41 (dźwięk)	3,16792E+24	1,8024E+25
42 (dźwięk)	3,31678E+24	2,09428E+25
43 (dźwięk)	3,31678E+24	2,26614E+25
44 (dźwięk)	3,16792E+24	2,58293E+25
45 (dźwięk)	2,88634E+24	2,87158E+25
46 (dźwięk)	2,50903E+24	3,12257E+25
47 (dźwięk)	2,08284E+24	3,33083E+25
48 (dźwięk)	1,64876E+24	3,49573E+25
49 (dźwięk)	1,24408E+24	3,62023E+25
50 (dźwięk)	8,96387E+23	3,70903E+25
51 (dźwięk)	6,15167E+23	3,77136E+25
52 (dźwięk)	4,02225E+23	3,81159E+25
53 (dźwięk)	2,5042E+23	3,83683E+25
54 (dźwięk)	1,4841E+23	3,85147E+25
55 (dźwięk)	8,36493E+22	3,85884E+25
56 (dźwięk)	4,48123E+22	3,86423E+25
57 (dźwięk)	2,27893E+22	3,8664E+25
58 (dźwięk)	1,10955E+22	3,8677E+25
59 (dźwięk)	5,01888E+21	3,8682E+25
60 (dźwięk)	2,18284E+21	3,8683E+25
61 (dźwięk)	8,94525E+20	3,8683E+25
62 (dźwięk)	3,46368E+20	3,86854E+25
63 (dźwięk)	1,26415E+20	3,86854E+25
64 (dźwięk)	6,34532E+19	3,86854E+25
65 (dźwięk)	1,40394E+19	3,86854E+25
66 (dźwięk)	4,25438E+18	3,86854E+25
67 (dźwięk)	1,20648E+18	3,86854E+25
68 (dźwięk)	3,19557E+17	3,86854E+25
69 (dźwięk)	7,86823E+16	3,86854E+25
70 (dźwięk)	1,79843E+16	3,86854E+25
71 (dźwięk)	3,79954E+15	3,86854E+25
72 (dźwięk)	7,388E+14	3,86854E+25
73 (dźwięk)	1,31567E+14	3,86854E+25
74 (dźwięk)	2,33532E+13	3,86854E+25
75 (dźwięk)	3,32918E+12	3,86854E+25
76 (dźwięk)	4,11732E+11	3,86854E+25
77 (dźwięk)	48124511370	3,86854E+25
78 (dźwięk)	4935847320	3,86854E+25
79 (dźwięk)	437353560	3,86854E+25
80 (dźwięk)	32801517	3,86854E+25
81 (dźwięk)	2024765	3,86854E+25
82 (dźwięk)	9870	3,86854E+25
83 (dźwięk)	3570	3,86854E+25
84 (dźwięk)	85	3,86854E+25
85 (dźwięk)	1	3,86854E+25

**Aneks 5B. Wykres ilości kombinacji w zależności od ilości składników we współbrzmieniu**



## **Aneks 6. Tabele analizy barw trójdźwięków i czterodźwięków na przykładzie akordów durowego i durowego septymowego na podanych dźwiękach źródłowych (dla saksofonów sopranowego, altowego, tenorowego i barytonowego) oraz wyjaśnienie**

Wyjaśnienie dotyczące efektu dudnienia

W tabelach, oprócz analizy barwowej dźwięków wtórnych, zawarto także opis intensywności efektu dudnienia. Dudnienie występuje w Harmonizatorze Kontrolowanym jako skutek nakładania się na siebie dwóch strojów. Wpływ tego zjawiska na harmonizator dokładnie opisano w podrozdziale 3.4. „Strój Harmonizatora”.

Dudnienie w dźwiękach wtórnych występuje w postaci drgań o różnej częstotliwości. Z tego względu podczas analizy barw efekt był słyszalny w różnych stopniach intensywności. Nie ma on jednak wpływu na barwę dźwięku wtórnego, ponieważ zmiany barwowe powstają wskutek przemiany barwy właściwej dźwięku źródłowego przez program komputerowy harmonizatora.

Intensywność dudnienia została wymieniona jako dodatkowy przymiotnik w większości analizowanych w poniższych tabelach dźwiękach wtórnych. Przymiotniki dobrano na podstawie mojego subiektywnego odczucia intensywności dudnienia podczas przeprowadzanego badania.

Uporządkowanie stopnie dudnienia w zależności od wzrastającej intensywności drgania danej barwy:

< – symbol mniejszości

brak drgań (brak przymiotnika) < lekko pulsująca < pulsująca < bardzo pulsująca <  
< drgająca < brzęcząca

Wyjaśnienie istotnych kolorów w tabeli:

- kolor biały – współbrzmienia i składniki (dźwięki wtórne) posiadające naturalną barwę (tzn. dokładniej – quasi-naturalną barwę);
- kolor szary – współbrzmienia i składniki (dźwięki wtórne) posiadające nienaturalną, sztuczną barwę.

\*\*\*

Analiza barw trójdźwięków i czterodźwięków na przykładzie akordów durowego i durowego septymowego, na podanych dźwiękach źródłowych; analiza ogólna dla współbrzmienia, szczegółowa dla składników (dźwięków wtórnych)			
Saksofon sopranowy			
Dźwięki niskiego rejestru			
Dźwięk źródłowy: <b>b [as]</b>		Opis barwy:	Przewaga barwowa <sup>148</sup> :
Wariant:	I Maj 0	naturalna, sopranowo-altowa	alt
	I Maj7 0	nienaturalna, sopranowo-altowa	elektryczny sopran z VII składnika
Składnik dźwięku wtórnego – w stroju sopranu B [w stroju koncertowym C]:	III (e <sup>1</sup> ) – d <sup>1</sup> [c <sup>1</sup> ]	równo rozłożona barwa altowo-sopranowa (w okolicy barwy 1. rejestru altu), pulsująca	-
	V (g <sup>1</sup> ) – f <sup>1</sup> [es <sup>1</sup> ]	sopranowa/barwa 2. rejestru altu (bardziej sopranowa), nosowa, cienka, otwarta, pulsująca	
	VII (h <sup>1</sup> ) – a <sup>1</sup> [g <sup>1</sup> ]	sopranowa elektryczna, nienaturalna, mocno przetworzona, drgająca	
Wariant:	III Maj 0	naturalna, altowo-sopranowa, pulsująca	równa pomiędzy altem a sopranem
	III Maj7 0	naturalna, altowo-sopranowa, pulsująca, barwa sopranu słyszalna z dźwięku źródłowego	sopran
Składnik dźwięku wtórnego – w stroju sopranu B [w stroju koncertowym C]:	I (as) – ges [fes]	barwa 1. rejestru tenoru (środkowe dźwięki), pulsująca	-
	V (es <sup>1</sup> ) – des <sup>1</sup> [ces <sup>1</sup> ]	altowa, pulsująca	
	VII (g <sup>1</sup> ) – f <sup>1</sup> [es <sup>1</sup> ]	sopranowa/barwa 2. rejestru altu (bardziej sopranowa), nosowa, cienka, otwarta, pulsująca	
Wariant:	V Maj 0	naturalna, tenorowo-altowa	alt
	V Maj7 0	naturalna, tenorowo-altowa	alt
Składnik dźwięku wtórnego – w stroju sopranu B [w stroju koncertowym C]:	I (f) – es [des]	barwa 1. rejestru tenoru (na niższych dźwiękach), pulsująca	-
	III (a) – g [f]	altowa	
	VII (e <sup>1</sup> ) – d <sup>1</sup> [c <sup>1</sup> ]	równo rozłożona barwa altowo-sopranowa (w okolicy barwy 1. rejestru altu), pulsująca	
Wariant:	VII Maj7 0	nienaturalna, tenorowo-barytonowa, ciemna, szumiąca, barwa sopranu słyszalna z dźwięku źródłowego	baryton
Składnik dźwięku wtórnego – w stroju sopranu B [w stroju koncertowym C]:	I (des) – ces [Heses]	barytonowa, nieco przetworzona, lekko pulsująca	-
	III (f) – es [des]	barwa 1. rejestru tenoru (na niższych dźwiękach), pulsująca	
	V (as) – ges [fes]	barwa 1. rejestru tenoru (środkowe dźwięki), pulsująca	
<b>Skuteczność dźwięku źródłowego b [as]: 71,43 %</b>			
Dźwięki średniego rejestru			
Dźwięk źródłowy: <b>a<sup>1</sup> [g<sup>1</sup>]</b>		Opis barwy:	Przewaga barwowa:
Wariant:	I Maj 0	lekko nienaturalna, cienka, nosowa, sopranowo-sopraninowa	sopranino

<sup>148</sup> Przewaga barwowa to wybijająca się (najbardziej słyszalna) barwa konkretnego składnika spośród wszystkich składników współbrzmienia.



	I Maj7 0	nienaturalna, cienka, ładna, sopraninowo-elektroniczna	elektroniczna z VII składnika
Składnik dźwięku wtórnego – w stroju sopranu B [w stroju koncertowym C]:	III (e <sup>1</sup> ) – cis <sup>2</sup> [h <sup>1</sup> ]	sopranowa, z lekką barwą sopranino	-
	V (g <sup>1</sup> ) – e <sup>2</sup> [d <sup>2</sup> ]	barwa 1. rejestru sopranina, nienaturalna, pulsująca (być może z powodu podwójnego stroju)	
	VII (h <sup>1</sup> ) – gis <sup>2</sup> [fis <sup>2</sup> ]	nienaturalna, elektroniczna, cienka, pulsująca	
Wariant:	III Maj 0	naturalna, ładna, altowo-sopranowa, na granicy tolerancji górnej <sup>149</sup>	sopran
	III Maj7 0	nienaturalna, cienka, sopranowo-sopraninowa, barwa altu słabo dostrzegalna	sopranino
Składnik dźwięku wtórnego – w stroju sopranu B [w stroju koncertowym C]:	I (as) – f <sup>1</sup> [es <sup>1</sup> ]	barwa 2. rejestru altu, pulsująca/barwa 1. rejestru sopranu	-
	V (es <sup>1</sup> ) – c <sup>2</sup> [b <sup>1</sup> ]	sopranowa	
	VII (g <sup>1</sup> ) – e <sup>2</sup> [d <sup>2</sup> ]	barwa 1. rejestru sopranina, nienaturalna, pulsująca (być może z powodu podwójnego stroju)	
Wariant:	V Maj 0	naturalna, altowo-sopranowa	alt
	V Maj7 0	naturalna, sopranowo-sopraninowa	sopranino
Składnik dźwięku wtórnego – w stroju sopranu B [w stroju koncertowym C]:	I (f) – d <sup>1</sup> [c <sup>1</sup> ]	altowa, pulsująca	-
	III (a) – fis <sup>1</sup> [e <sup>1</sup> ]	altowa/barwa 1. rejestru sopranu (w okolicy dźwięków e <sup>1</sup> -a <sup>1</sup> )	
	VII (e <sup>1</sup> ) – cis <sup>2</sup> [h <sup>1</sup> ]	sopranowa, z lekką barwą sopranina	
Wariant:	VII Maj7 0	naturalna, altowo-sopranowa, quasi-kwartetowa <sup>150</sup> , barwa tenoru słabo dostrzegalna	niewielka altu
Składnik dźwięku wtórnego – w stroju sopranu B [w stroju koncertowym C]:	I (des) – b [as]	tenorowa, pulsująca, niestrojąca	-
	III (f) – d <sup>1</sup> [c <sup>1</sup> ]	altowa, pulsująca	
	V (as) – f <sup>1</sup> [es <sup>1</sup> ]	barwa 2. rejestru altu, pulsująca/barwa 1. rejestru sopranu	
<b>Skuteczność dźwięku źródłowego a<sup>1</sup> [g<sup>1</sup>]: 57,14 %</b>			
<b>Dźwięk źródłowy: d<sup>2</sup> [c<sup>2</sup>]</b>		<b>Opis barwy:</b>	<b>Przewaga barwowa:</b>
Wariant:	I Maj 0	lekko nienaturalna, piskliwa	sopranino
	I Maj7 0	nienaturalna, elektroniczna, kreskówkowa, ładna	elektroniczna z VII składnika
Składnik dźwięku wtórnego – w stroju sopranu B [w stroju koncertowym C]:	III (e <sup>1</sup> ) – fis <sup>2</sup> [e <sup>2</sup> ]	barwa 2. rejestru sopranu (w okolicy dźwięków a <sup>2</sup> -h <sup>2</sup> )/sopraninowa	-
	V (g <sup>1</sup> ) – a <sup>2</sup> [g <sup>2</sup> ]	barwa 1. rejestru sopranina, pulsująca (być może z powodu podwójnego stroju)	
	VII (h <sup>1</sup> ) – cis <sup>3</sup> [h <sup>2</sup> ]	nienaturalna, cienka, kreskówkowa, pulsująca	
Wariant:	III Maj 0	naturalna, altowo-sopranowa	sopran
	III Maj7 0	nienaturalna, sopranowo-sopraninowa	sopranino
Składnik dźwięku wtórnego – w stroju sopranu B [w stroju koncertowym C]:	I (as) – b <sup>1</sup> [as <sup>1</sup> ]	barwa 2. rejestru altu/barwa 1. rejestru sopranu (bardziej altowa)	-
	V (es <sup>1</sup> ) – f <sup>2</sup> [es <sup>2</sup> ]	barwa 2. rejestru sopranu (w okolicy dźwięków gis <sup>2</sup> -h <sup>2</sup> )	
	VII (g <sup>1</sup> ) – a <sup>2</sup> [g <sup>2</sup> ]	barwa 1. rejestru sopranina, pulsująca (być może z powodu podwójnego stroju)	
Wariant:	V Maj 0	naturalna, równo rozłożona barwa altowo-sopranowa	niewielka sopranu
	V Maj7 0	naturalna, sopranowa, lekko dostrzegalna barwa altu z I składnika	sopran
Składnik dźwięku wtórnego – w stroju sopranu B [w stroju koncertowym C]:	I (f) – g <sup>1</sup> [f <sup>1</sup> ]	altowa/barwa 1. rejestru sopranu (w okolicy dźwięków c <sup>1</sup> -f <sup>1</sup> ), (bardziej altowa)	-
	III (a) – h <sup>1</sup> [a <sup>1</sup> ]	altowa/barwa 1. rejestru sopranu (w okolicy dźwięków e <sup>1</sup> -a <sup>1</sup> )	
	VII (e <sup>1</sup> ) – fis <sup>2</sup> [e <sup>2</sup> ]	barwa 2. rejestru sopranu (w okolicy dźwięków a <sup>2</sup> -h <sup>2</sup> )/sopraninowa	
Wariant:	VII Maj7 0	naturalna, altowa, quasi-kwartetowa, barwa tenoru słabo dostrzegalna	alty z III i V składnika
	I (des) – es <sup>1</sup> [des <sup>1</sup> ]	tenorowa, niepulsująca	-

<sup>149</sup> Tolerancja górna oznacza obszar wysokich dźwięków wtórnych, które są blisko granicy nienaturalnego, elektronicznego brzmienia.

<sup>150</sup> Barwa złożona z czterech dźwięków, przypominająca brzmienie kwartetu złożonego z instrumentów z tej samej rodziny.

Składnik dźwięku wtórnego – w stroju sopranu B [w stroju koncertowym C]:	III (f) – g <sup>1</sup> [f <sup>1</sup> ]	altowa/barwa 1. rejestru sopranu (w okolicy dźwięków c <sup>1</sup> -f <sup>1</sup> ), (bardziej altowa)	
	V (as) – b <sup>1</sup> [as <sup>1</sup> ]	barwa 2. rejestru altu/barwa 1. rejestru sopranu (bardziej altowa)	
<b>Skuteczność dźwięku źródłowego d<sup>2</sup> [c<sup>2</sup>]: 57,14 %</b>			
Dźwięk źródłowy: h <sup>2</sup> [a <sup>2</sup> ]		Opis barwy:	Przewaga barwowa:
Wariant:	I Maj 0	naturalna, na skraju tolerancji górnej (naturalność/karykaturalność), jaskrawa, przesywająca	sopranin z III i V składnika
	I Maj7 0	nienaturalna, jaskrawa, karykaturalna, przesywająca (szczególnie w VII składniku)	karykaturalnego sopranina z VII składnika
Składnik dźwięku wtórnego – w stroju sopranu B [w stroju koncertowym C]:	III (e <sup>1</sup> ) – dis <sup>3</sup> [cis <sup>3</sup> ]	barwa 2. rejestru sopranina, pulsująca	-
	V (g <sup>1</sup> ) – fis <sup>3</sup> [e <sup>3</sup> ]	barwa 2. rejestru sopranina, drgająca	
	VII (h <sup>1</sup> ) – ais <sup>3</sup> [gis <sup>3</sup> ]	sopraninowa, nienaturalna, wysoka, karykaturalna, przesywająca, brzęcząca	
Wariant:	III Maj 0	naturalna, równo rozłożona barwa altowo-sopranowa, quasi-trio <sup>151</sup> (alt + dwa sopranu), ładna, lekka	równa pomiędzy altem a dwoma sopranami
	III Maj7 0	naturalna, na skraju tolerancji górnej (naturalność/karykaturalność), ostre, jasne brzmienie	sopranino w VII składniku razem z altem w I składniku
Składnik dźwięku wtórnego – w stroju sopranu B [w stroju koncertowym C]:	I (as) – g <sup>2</sup> [f <sup>2</sup> ]	altowa, drgająca	-
	V (es <sup>1</sup> ) – d <sup>3</sup> [c <sup>3</sup> ]	sopranowa, ostra	
	VII (g <sup>1</sup> ) – fis <sup>3</sup> [e <sup>3</sup> ]	barwa 2. rejestru sopranina, drgająca	
Wariant:	V Maj 0	naturalna, ładna, quasi-trio (alt + dwa sopranu)	alt
	V Maj7 0	naturalna, ładna, nieco pulsująca barwa VII składnika, barwa I składnika słyszalna	sopranino w VII składniku razem z altem w I składniku
Składnik dźwięku wtórnego – w stroju sopranu B [w stroju koncertowym C]:	I (f) – e <sup>2</sup> [d <sup>2</sup> ]	altowa, nieczysta, nieco sopranowa, pulsująca	-
	III (a) – gis <sup>2</sup> [fis <sup>2</sup> ]	barwa 2. rejestru altu, drgająca	
	VII (e <sup>1</sup> ) – dis <sup>3</sup> [cis <sup>3</sup> ]	barwa 2. rejestru sopranina, pulsująca	
Wariant:	VII Maj7 0	naturalna, ładna, zamaskowana niedoskonałość barwy I składnika, ale jest on słyszalny, środkowe składniki „zlewają się ze sobą”	sopran z VII składnika (dźwięku źródłowego)
Składnik dźwięku wtórnego – w stroju sopranu B [w stroju koncertowym C]:	I (des) – c <sup>2</sup> [b <sup>1</sup> ]	altowa/sopranowa, nienaturalna, nieczysta, rozstrojona	-
	III (f) – e <sup>2</sup> [d <sup>2</sup> ]	altowa, nieczysta, nieco sopranowa, pulsująca	
	V (as) – g <sup>2</sup> [f <sup>2</sup> ]	altowa, drgająca	
<b>Skuteczność dźwięku źródłowego h<sup>2</sup> [a<sup>2</sup>]: 85,71 %</b>			
<b>Dźwięki wysokiego rejestru</b>			
Dźwięk źródłowy: fis <sup>3</sup> [e <sup>3</sup> ]		Opis barwy:	Przewaga barwowa:
Wariant:	I Maj 0	nienaturalna, piskliwa, sopranowo-sopraninowa	sopranino
	I Maj7 0	nienaturalna, ładna, elektroniczna	elektroniczna ze składnika VII
Składnik dźwięku wtórnego – w stroju sopranu B [w stroju koncertowym C]:	III (e <sup>1</sup> ) – ais <sup>3</sup> [gis <sup>3</sup> ]	barwa 2. rejestru sopranu/sopraninowa	-
	V (g <sup>1</sup> ) – cis <sup>4</sup> [h <sup>3</sup> ]	barwa 2. rejestru sopranina, pulsująca	
	VII (h <sup>1</sup> ) – eis <sup>4</sup> [dis <sup>4</sup> ]	nienaturalna, piskliwa, elektroniczna	
Wariant:	III Maj 0	naturalna, na granicy tolerancji górnej	sopranino
	III Maj7 0	naturalna, na granicy tolerancji górnej	sopranino
Składnik dźwięku wtórnego – w stroju sopranu B [w stroju koncertowym C]:	I (as) – d <sup>3</sup> [c <sup>3</sup> ]	altowa (wysokie altissimo)/barwa 3. rejestru sopranu	-
	V (es <sup>1</sup> ) – a <sup>3</sup> [g <sup>3</sup> ]	sopraninowa	
	VII (g <sup>1</sup> ) – cis <sup>4</sup> [h <sup>3</sup> ]	barwa 2. rejestru sopranina, pulsująca	
Wariant:	V Maj 0	naturalna, altowa (altissimo)/sopranowa	sopran

<sup>151</sup> Wyrażenie określające barwę złożoną z trzech dźwięków, przypominającą brzmienie tria złożonego z instrumentów z tej samej rodziny.

	V Maj7 0	naturalna, altowa (altissimo)/sopranowa, VII składnik mało słyszalny	sopran
Składnik dźwięku wtórnego – w stroju sopranu B [w stroju koncertowym C]:	I (f) – h <sup>2</sup> [a <sup>2</sup> ]	barwa 3. rejestru altu	-
	III (a) – dis <sup>3</sup> [cis <sup>3</sup> ]	sopranowa	
	VII (e <sup>1</sup> ) – ais <sup>3</sup> [gis <sup>3</sup> ]	barwa 2. rejestru sopranu/sopraninowa (mało słyszalny składnik)	
Wariant:	VII Maj7 0	naturalna, quasi-kwartetowa, altowo-sopranowa	niewielka altu
Składnik dźwięku wtórnego – w stroju sopranu B [w stroju koncertowym C]:	I (des) – g <sup>2</sup> [f <sup>2</sup> ]	barwa 2. rejestru altu, nieczysta	-
	III (f) – h <sup>2</sup> [a <sup>2</sup> ]	barwa 3. rejestru altu	
	V (as) – d <sup>3</sup> [c <sup>3</sup> ]	altowa (wysokie altissimo)/barwa 3. rejestru sopranu	
<b>Skuteczność dźwięku źródłowego fis<sup>3</sup> [e<sup>3</sup>]: 71,43 %</b>			
<b>Dźwięk źródłowy: g<sup>3</sup> [f<sup>3</sup>]</b>		<b>Opis barwy:</b>	<b>Przewaga barwowa:</b>
Wariant:	I Maj 0	nienaturalna, piskliwa, sopranowo-sopraninowa	sopranino
	I Maj7 0	nienaturalna, ładna, elektroniczna	elektroniczna ze składnika VII
Składnik dźwięku wtórnego – w stroju sopranu B [w stroju koncertowym C]:	III (e <sup>1</sup> ) – h <sup>3</sup> [a <sup>3</sup> ]	barwa 2. rejestru sopranu/sopraninowa	-
	V (g <sup>1</sup> ) – d <sup>4</sup> [c <sup>4</sup> ]	barwa 2. rejestru sopranina, pulsująca	
	VII (h <sup>1</sup> ) – fis <sup>4</sup> [e <sup>4</sup> ]	nienaturalna, piskliwa, elektroniczna	
Wariant:	III Maj 0	naturalna, na granicy tolerancji górnej	sopranino
	III Maj7 0	naturalna, na granicy tolerancji górnej	sopranino
Składnik dźwięku wtórnego – w stroju sopranu B [w stroju koncertowym C]:	I (as) – es <sup>3</sup> [des <sup>3</sup> ]	altowa (wysokie altissimo w okolicy dźwięków b <sup>3</sup> lub h <sup>3</sup> )/barwa 3. rejestru sopranu	-
	V (es <sup>1</sup> ) – b <sup>3</sup> [as <sup>3</sup> ]	sopraninowa	
	VII (g <sup>1</sup> ) – d <sup>4</sup> [c <sup>4</sup> ]	barwa 2. rejestru sopranina, pulsująca	
Wariant:	V Maj 0	naturalna, altowa (altissimo)/sopranowa	sopran
	V Maj7 0	naturalna, altowa (altissimo)/sopranowa	sopran
Składnik dźwięku wtórnego – w stroju sopranu B [w stroju koncertowym C]:	I (f) – c <sup>3</sup> [b <sup>2</sup> ]	altowa (altissimo)/barwa 2. rejestru sopranu	-
	III (a) – e <sup>3</sup> [d <sup>3</sup> ]	sopranowa	
	VII (e <sup>1</sup> ) – h <sup>3</sup> [a <sup>3</sup> ]	barwa 2. rejestru sopranu/sopraninowa	
Wariant:	VII Maj7 0	naturalna, quasi-kwartetowa, altowo-sopranowa,	niewielka altu
Składnik dźwięku wtórnego – w stroju sopranu B [w stroju koncertowym C]:	I (des) – as <sup>2</sup> [ges <sup>2</sup> ]	barwa 3. rejestru altu, nieczysta	-
	III (f) – c <sup>3</sup> [b <sup>2</sup> ]	altowa (altissimo)/barwa 2. rejestru sopranu	
	V (as) – es <sup>3</sup> [des <sup>3</sup> ]	altowa (wysokie altissimo w okolicy dźwięków b <sup>3</sup> lub h <sup>3</sup> )/barwa 3. rejestru sopranu	
<b>Skuteczność dźwięku źródłowego g<sup>3</sup> [f<sup>3</sup>]: 71,43 %</b>			

\*\*\*

Analiza barw trójdźwięków i czterodźwięków na przykładzie akordów durowego i durowego septymowego,  
na podanych dźwiękach źródłowych;  
analiza ogólna dla współbrzmienia, szczegółowa dla składników (dźwięków wtórnych)

## Saksofon altowy

### Dźwięki niskiego rejestru

Dźwięk źródłowy: <b>b [des]</b>		Opis barwy:	Przewaga barwowa:
Wariant:	I Maj 0	naturalna, pulsująca, tenorowo-altowa	tenor
	I Maj7 0	naturalna, zrównoważona, tenorowo-altowa	alt, szczególnie alt z VII składnika
Składnik dźwięku wtórnego – w stroju altu Es [w stroju koncertowym C]:	III (e <sup>1</sup> ) – d <sup>1</sup> [f]	tenorowa/barwa 1. rejestru altu (bardziej tenorowa), pulsująca	-
	V (g <sup>1</sup> ) – f <sup>1</sup> [as]	tenorowa/altowa (w okolicy dźwięku f <sup>1</sup> ), alikwotowa, pulsująca	
	VII (h <sup>1</sup> ) – a <sup>1</sup> [c <sup>1</sup> ]	altowa, pulsująca	
Wariant:	III Maj 0	naturalna, na skraju tolerancji dolnej <sup>152</sup> , ciemna, głucha	niewielka altu and tenorem
	III Maj7 0	naturalna, tenorowo-altowa	altowa
Składnik dźwięku wtórnego – w stroju altu Es [w stroju koncertowym C]:	I (as) – ges [Heses]	tenorowa, bardzo pulsująca	-
	V (es <sup>1</sup> ) – des <sup>1</sup> [fes]	tenorowa/barwa 1. rejestru altu, pulsująca	
	VII (g <sup>1</sup> ) – f <sup>1</sup> [as]	tenorowa/altowa (w okolicy dźwięku f <sup>1</sup> ), alikwotowa, pulsująca	
Wariant:	V Maj 0	naturalna, na skraju tolerancji dolnej, obszerna, niewyraźna	baryton
	V Maj7 0	naturalna, barytonowo-altowa, niewyraźna, obszerna	tenor
Składnik dźwięku wtórnego – w stroju altu Es [w stroju koncertowym C]:	I (f) – es [Ges]	barytonowa, alikwotowa, pulsująca	-
	III (a) – g [B]	tenorowa, alikwotowa, pulsująca	
	VII (e <sup>1</sup> ) – d <sup>1</sup> [f]	tenorowa/barwa 1. rejestru altu (bardziej tenorowa), pulsująca	
Wariant:	VII Maj7 0	nienaturalna, niewyraźna, ciężko usłyszeć tryb współbrzmienia (dur/moll)	baryton
Składnik dźwięku wtórnego – w stroju altu Es [w stroju koncertowym C]:	I (des) – ces [Eses]	barytonowa (w okolicy dźwięku b)/basowa, niewyraźna	-
	III (f) – es [Ges]	barytonowa, alikwotowa, pulsująca	
	V (as) – ges [Heses]	tenorowa, bardzo pulsująca	
<b>Skuteczność dźwięku źródłowego b [des]: 85,71 %</b>			
<b>Dźwięki średniego rejestru</b>			
Dźwięk źródłowy: <b>a<sup>1</sup> [c<sup>1</sup>]</b>		Opis barwy:	Przewaga barwowa:
Wariant:	I Maj 0	bardzo naturalna, ładna	alt
	I Maj7 0	naturalna, nieco jaskrawa	sopran
Składnik dźwięku wtórnego – w stroju altu Es [w stroju koncertowym C]:	III (e <sup>1</sup> ) – cis <sup>2</sup> [e <sup>1</sup> ]	altowa, lekko pulsująca	-
	V (g <sup>1</sup> ) – e <sup>2</sup> [g <sup>1</sup> ]	sopranowa, lekko pulsująca	
	VII (h <sup>1</sup> ) – gis <sup>2</sup> [h <sup>1</sup> ]	elektryczna sopranowa, lekko niestrojająca	
Wariant:	III Maj 0	bardzo naturalna, ładna, lekko pulsująca	równa pomiędzy tenorem a altem
	III Maj7 0	naturalna, ładna, quasi-kwartetowa (tenor + alt + 2 soprany)	sopran w VII składniku
Składnik dźwięku wtórnego – w stroju altu Es [w stroju koncertowym C]:	I (as) – f <sup>1</sup> [as]	barwa 1. rejestru tenoru, pulsująca	-
	V (es <sup>1</sup> ) – c <sup>2</sup> [es <sup>1</sup> ]	altowa, lekko pulsująca	
	VII (g <sup>1</sup> ) – e <sup>2</sup> [g <sup>1</sup> ]	sopranowa, lekko pulsująca	
Wariant:	V Maj 0	bardzo naturalna, ładna, quasi-trio (baryton + tenor + alt), lekko słyszalna podstawa barytonowa	równa pomiędzy tenorem a altem
	V Maj7 0	naturalna, ładna, quasi-kwartetowa (baryton + tenor + 2 alty), lekko słyszalna podstawa barytonowa	alt
	I (f) – d <sup>1</sup> [f]	barytonowa, stłumiona	-

<sup>152</sup> Tolerancja dolna oznacza obszar niskich dźwięków wtórnych, które są blisko granicy nienaturalnego, chroboczącego, szumiącego brzmienia.

Składnik dźwięku wtórnego – w stroju altu Es [w stroju koncertowym C]:	III (a) – fis <sup>1</sup> [a]	tenorowa, lekko pulsująca	
	VII (e <sup>1</sup> ) – cis <sup>2</sup> [e <sup>1</sup> ]	altowa, lekko pulsująca	
Wariant:	VII Maj7 0	naturalna, barytonowo-tenorowa, na skraju tolerancji dolnej, nieco stłumiona i niewyraźna	równa pomiędzy barytonem a tenorem (składnikami III a V)
Składnik dźwięku wtórnego – w stroju altu Es [w stroju koncertowym C]:	I (des) – b [des]	barytonowa, nienaturalna, „dzwoniąca”, bardzo drgająca	-
	III (f) – d <sup>1</sup> [f]	barytonowa, stłumiona	
	V (as) – f <sup>1</sup> [as]	barwa 1. rejestru tenoru, pulsująca	
<b>Skuteczność dźwięku źródłowego a<sup>1</sup> [c<sup>1</sup>]: 100 %</b>			
<b>Dźwięk źródłowy: d<sup>2</sup> [f<sup>1</sup>]</b>		<b>Opis barwy:</b>	<b>Przewaga barwowa:</b>
Wariant:	I Maj 0	bardzo naturalna, quasi-trio (3 alty)	alt
	I Maj7 0	naturalna, quasi-kwartetowa (4 alty), VII składnik mniej zauważalny	alt
Składnik dźwięku wtórnego – w stroju altu Es [w stroju koncertowym C]:	III (e <sup>1</sup> ) – fis <sup>2</sup> [a <sup>1</sup> ]	barwa 2. rejestru altu, silnie pulsująca	-
	V (g <sup>1</sup> ) – a <sup>2</sup> [c <sup>2</sup> ]	barwa 2. rejestru altu, silnie pulsująca	
	VII (h <sup>1</sup> ) – cis <sup>3</sup> [e <sup>2</sup> ]	elektryczna altowa, „akordeonowa”	
Wariant:	III Maj 0	bardzo naturalna, ładna, quasi-trio (tenor + 2 alty)	równa pomiędzy tenorem a altem
	III Maj7 0	bardzo naturalna, ładna, quasi-kwartetowa (tenor + 3 alty)	alt
Składnik dźwięku wtórnego – w stroju altu Es [w stroju koncertowym C]:	I (as) – b <sup>1</sup> [des <sup>1</sup> ]	barwa 2. rejestru tenoru, pulsująca	-
	V (es <sup>1</sup> ) – f <sup>2</sup> [as <sup>1</sup> ]	barwa 2. rejestru altu, pulsująca	
	VII (g <sup>1</sup> ) – a <sup>2</sup> [c <sup>2</sup> ]	barwa 2. rejestru altu, silnie pulsująca	
Wariant:	V Maj 0	bardzo naturalna, ładna, quasi-trio (baryton + tenor + alt), barwa tenoru mniej zauważalna	równa pomiędzy barytonem a altem (dźwiękiem źródłowym)
	V Maj7 0	bardzo naturalna, ładna, quasi-kwartetowa (baryton + tenor + 2 alty), barwa tenoru mniej zauważalna, barwa barytonu nieco lepiej słyszalna od tenoru	alt
Składnik dźwięku wtórnego – w stroju altu Es [w stroju koncertowym C]:	I (f) – g <sup>1</sup> [b]	barwa 2. rejestru barytonu, drgająca	-
	III (a) – h <sup>1</sup> [d <sup>1</sup> ]	barwa 2. rejestru tenoru, pulsująca	
	VII (e <sup>1</sup> ) – fis <sup>2</sup> [a <sup>1</sup> ]	barwa 2. rejestru altu, silnie pulsująca	
Wariant:	VII Maj7 0	naturalna, ładna, quasi-kwartetowa (bas/baryton + tenor + 2 alty), niedoskonałość I składnika zamaskowana (bas brzmiący jak baryton)	równa pomiędzy skrajnymi składnikami – barytonem z I składnika a altem (dźwiękiem źródłowym) z VII składnika
Składnik dźwięku wtórnego – w stroju altu Es [w stroju koncertowym C]:	I (des) – es <sup>1</sup> [ges]	basowa, nienaturalna, stłumiona, drgająca	-
	III (f) – g <sup>1</sup> [b]	barwa 2. rejestru barytonu, drgająca	
	V (as) – b <sup>1</sup> [des <sup>1</sup> ]	barwa 2. rejestru tenoru, pulsująca	
<b>Skuteczność dźwięku źródłowego d<sup>2</sup> [f<sup>1</sup>]: 100 %</b>			
<b>Dźwięk źródłowy: h<sup>2</sup> [d<sup>2</sup>]</b>		<b>Opis barwy:</b>	<b>Przewaga barwowa:</b>
Wariant:	I Maj 0	naturalna, 3 alty w wysokim rejestrze, jasna, trochę karykaturalna, na skraju tolerancji górnej	alt
	I Maj7 0	nienaturalna, za wysoka, zbyt karykaturalna, VII składnik karykaturalny, „bajkowy”	elektryczna (karykaturalna) z VII składnika
Składnik dźwięku wtórnego – w stroju altu Es [w stroju koncertowym C]:	III (e <sup>1</sup> ) – dis <sup>3</sup> [fis <sup>2</sup> ]	barwa 3. rejestru altu, piskliwa	-
	V (g <sup>1</sup> ) – fis <sup>3</sup> [a <sup>2</sup> ]	sopraninowa, karykaturalna	
	VII (h <sup>1</sup> ) – ais <sup>3</sup> [cis <sup>3</sup> ]	sopraninowa, bardzo karykaturalna	

Wariant:	III Maj 0	bardzo naturalna, ładna, tenorowo-altowa	równa pomiędzy tenorem a altem
	III Maj7 0	naturalna, lecz nieco karykaturalna, na skraju tolerancji górnej, słyszalna barwa sopranina i nieco mniej tenoru	sopranino
Składnik dźwięku wtórnego – w stroju altu Es [w stroju koncertowym C]:	I (as) – g <sup>2</sup> [b <sup>1</sup> ]	barwa 3. rejestru tenoru, przypominająca nieco barwę altu, pulsująca	-
	V (es <sup>1</sup> ) – d <sup>3</sup> [f <sup>2</sup> ]	altowa, przypominająca nieco barwę 3. rejestru sopranu	
	VII (g <sup>1</sup> ) – fis <sup>3</sup> [a <sup>2</sup> ]	sopraninowa, karykaturalna	
Wariant:	V Maj 0	bardzo naturalna, ładna, tenorowo-altowa, quasi-trio (2 tenory + alt)	tenor
	V Maj7 0	naturalna, ładna, słychać VII składnik – barwę piskliwego altu i nieco mniej I składnik – tenor	alt z VII składnika
Składnik dźwięku wtórnego – w stroju altu Es [w stroju koncertowym C]:	I (f) – e <sup>2</sup> [g <sup>1</sup> ]	barwa 2. rejestru tenoru, drgająca	-
	III (a) – gis <sup>2</sup> [h <sup>1</sup> ]	barwa 2. rejestru tenoru, pulsująca	
	VII (e <sup>1</sup> ) – dis <sup>3</sup> [fis <sup>2</sup> ]	barwa 3. rejestru altu, piskliwa	
Wariant:	VII Maj7 0	naturalna, ładna, „zwodnicze brzmienie” (składniki grane wspólnie brzmią jak połączenie tenoru i altu, natomiast grane pojedynczo słychać wysoki baryton i tenor)	tenor
Składnik dźwięku wtórnego – w stroju altu Es [w stroju koncertowym C]:	I (des) – c <sup>2</sup> [es <sup>1</sup> ]	barwa 2. rejestru barytonu, drgająca	-
	III (f) – e <sup>2</sup> [g <sup>1</sup> ]	barwa 2. rejestru tenoru, drgająca	
	V (as) – g <sup>2</sup> [b <sup>1</sup> ]	barwa 2. rejestru tenoru, pulsująca	
<b>Skuteczność dźwięku źródłowego h<sup>2</sup> [d<sup>2</sup>]: 85,71 %</b>			
<b>Dźwięki wysokiego rejestru</b>			
<b>Dźwięk źródłowy: fis<sup>3</sup> [a<sup>2</sup>]</b>		<b>Opis barwy:</b>	<b>Przewaga barwowa:</b>
Wariant:	I Maj 0	nienaturalna, karykaturalna, alt + 2 sopranina, brak barwy sopranu pomiędzy barwami altu a sopranina	sopranino
	I Maj7 0	nienaturalna, bardzo karykaturalna i piskliwa, jaskrawa, barwowo przeważają środkowe składniki współbrzmienia (III i V składnik)	sopranino z III i V składnika
Składnik dźwięku wtórnego – w stroju altu Es [w stroju koncertowym C]:	III (e <sup>1</sup> ) – ais <sup>3</sup> [cis <sup>3</sup> ]	sopraninowa, ładna	-
	V (g <sup>1</sup> ) – cis <sup>4</sup> [e <sup>3</sup> ]	sopraninowa, drgająca	
	VII (h <sup>1</sup> ) – eis <sup>4</sup> [gis <sup>3</sup> ]	sopraninowa, przenikliwa, poza skalą, przypominająca „wysoko brzmiącą piszczałkę organową”	
Wariant:	III Maj 0	naturalna, na granicy tolerancji górnej, nieco jaskrawa, karykaturalna barwa	alt
	III Maj7 0	nienaturalna, jaskrawa, karykaturalna, barwowo przeważają środkowe składniki współbrzmienia (III i V składnik)	sopranino z III i V składnika
Składnik dźwięku wtórnego – w stroju altu Es [w stroju koncertowym C]:	I (as) – d <sup>3</sup> [f <sup>2</sup> ]	altowa, „trąbkowa”, pulsująca	-
	V (es <sup>1</sup> ) – a <sup>3</sup> [c <sup>3</sup> ]	altowa (altissimo), czysto brzmiąca	
	VII (g <sup>1</sup> ) – cis <sup>4</sup> [e <sup>3</sup> ]	sopraninowa, drgająca	
Wariant:	V Maj 0	naturalna, altowo-sopranowa	sopran
	V Maj7 0	naturalna, ładna, równo rozłożony balans barw altowej, sopranowej i sopraninowej	niewielka sopranina w VII składniku
Składnik dźwięku wtórnego – w stroju altu Es [w stroju koncertowym C]:	I (f) – h <sup>2</sup> [d <sup>2</sup> ]	barwa 1. rejestru sopranu „trąbkowa”/nienaturalna barwa 2. rejestru altu, drgająca	-
	III (a) – dis <sup>3</sup> [fis <sup>2</sup> ]	altowa, ładna	
	VII (e <sup>1</sup> ) – ais <sup>3</sup> [cis <sup>3</sup> ]	sopraninowa, ładna	
Wariant:	VII Maj7 0	naturalna, altowo-sopranowa, „zwodnicze brzmienie” (barwa składników I - sopranu i III – soprano/altu „zlewa się” brzmiąc jak alt, natomiast VII składnik – alt brzmi jak sopran – efekt odwrotny do słuchanych pojedynczo składników)	alt
Składnik dźwięku wtórnego – w stroju	I (des) – g <sup>2</sup> [b <sup>2</sup> ]	sopranowa, nosowa (charakterystyczna dla sopranu), „zwodnicze brzmienie” (składnik ten brzmi jak sopran,	-

altu Es [w stroju koncertowym C]:		choć składniki III i V są wyższy i brzmią jak alt), drgająca	
	III (f) – h <sup>2</sup> [d <sup>2</sup> ]	barwa 1. rejestru sopranu „trąbkowa”/nienaturalna barwa 2. rejestru altu, drgająca	
	V (as) – d <sup>3</sup> [f <sup>2</sup> ]	altowa, „trąbkowa”, pulsująca	
<b>Skuteczność dźwięku źródłowego fis<sup>3</sup> [a<sup>2</sup>]: 57,14 %</b>			

\*\*\*

Analiza barw trójdźwięków i czterodźwięków na przykładzie akordów durowego i durowego septymowego, na podanych dźwiękach źródłowych; analiza ogólna dla współbrzmienia, szczegółowa dla składników (dźwięków wtórnych)			
<b>Saksofon tenorowy</b>			
Dźwięki niskiego rejestru			
Dźwięk źródłowy: <b>b [As]</b>		Opis barwy:	Przewaga barwowa:
Wariant:	I Maj 0	naturalna, brzęcząca, quasi-trio (3 tenory)	tenor
	I Maj7 0	naturalna, brzęcząca, jasna, quasi-kwartet (4 tenory)	tenor z VII składnika
Składnik dźwięku wtórnego – w stroju tenoru B [w stroju koncertowym C]:	III (e <sup>1</sup> ) – d <sup>1</sup> [c]	tenorowa, pulsująca	-
	V (g <sup>1</sup> ) – f <sup>1</sup> [es]	tenorowa, jasna, drgająca	
	VII (h <sup>1</sup> ) – a <sup>1</sup> [g]	tenorowa, brzęcząca, lekko nosowa, nieco nienaturalna	
Wariant:	III Maj 0	naturalna, ładna, barytonowo-tenorowa	baryton z I składnika
	III Maj7 0	naturalna, ładna, jasna, barytonowo-tenorowa	baryton z I składnika
Składnik dźwięku wtórnego – w stroju tenoru B [w stroju koncertowym C]:	I (as) – ges [Fes]	barwa 1. rejestru barytonu, pulsująca	-
	V (es <sup>1</sup> ) – des <sup>1</sup> [ces]	tenorowa, bardzo pulsująca	
	VII (g <sup>1</sup> ) – f <sup>1</sup> [es]	tenorowa, jasna, drgająca	
Wariant:	V Maj 0	naturalna, gruba, ciemna, basowo-barytonowa	równa pomiędzy basem a barytonem
	V Maj7 0	naturalna, na skraju tolerancji dolnej, gruba, basowo- barytonowo-tenorowa (jaśniej brzmiąca wersja trójdźwięku V Maj7 0)	równa pomiędzy basem a barytonem
Składnik dźwięku wtórnego – w stroju tenoru B [w stroju koncertowym C]:	I (f) – es [Des]	basowa, gruba, drgająca	-
	III (a) – g [F]	barwa 1. rejestru barytonu, pulsująca	
	VII (e <sup>1</sup> ) – d <sup>1</sup> [c]	tenorowa, pulsująca	
Wariant:	VII Maj7 0	nienaturalna, niska, gruba, niewyraźna, chrobocząca	równa pomiędzy kontrabasem (składnikiem I) a basem (składnikiem III)
Składnik dźwięku wtórnego – w stroju tenoru B [w stroju koncertowym C]:	I (des) – ces [Heses]	kontrabasowa, gruba, chrobocząca	-
	III (f) – es [Des]	basowa, gruba, drgająca	
	V (as) – ges [Fes]	barwa 1. rejestru barytonu, pulsująca	
<b>Skuteczność dźwięku źródłowego b [As]: 85,71 %</b>			
Dźwięki średniego rejestru			
Dźwięk źródłowy: <b>a<sup>1</sup> [g]</b>		Opis barwy:	Przewaga barwowa:
Wariant:	I Maj 0	naturalna, jaskrawa, na skraju granicy górnej (karykaturalności), quasi-trio (3 alt)	alt
	I Maj7 0	nienaturalna, karykaturalna, zamaskowana barwa „klaksonowa” z VII składnika	alt z VII składnika
Składnik dźwięku wtórnego – w stroju tenoru B [w stroju koncertowym C]:	III (e <sup>1</sup> ) – cis <sup>2</sup> [h]	barwa 1. rejestru altu, pulsująca	-
	V (g <sup>1</sup> ) – e <sup>2</sup> [d <sup>1</sup> ]	altowa, brzęcząca	
	VII (h <sup>1</sup> ) – gis <sup>2</sup> [fis <sup>1</sup> ]	altowa, nienaturalna, „klaksonowa”, brzęcząca	



Wariant:	III Maj 0	naturalna, ładna, tenorowo-altowa, barwa barytonowa mniej zauważalna	równa pomiędzy tenorem a altem
	III Maj7 0	naturalna, na skraju tolerancji górnej, delikatne i ładne barwy w I i V składniku, brzęczący VII składnik	alt
Składnik dźwięku wtórnego – w stroju tenoru B [w stroju koncertowym C]:	I (as) – f <sup>1</sup> [es]	barwa 1. rejestru barytonu, pulsująca	-
	V (es <sup>1</sup> ) – c <sup>2</sup> [b]	barwa 1. rejestru altu, pulsująca	
	VII (g <sup>1</sup> ) – e <sup>2</sup> [d <sup>1</sup> ]	altowa, brzęcząca	
Wariant:	V Maj 0	bardzo naturalna, ładna, quasi-trio (baryton + 2 tenory), III składnik nieco mniej słyszalny	baryton
	V Maj7 0	bardzo naturalna, ładna, dostrzegalne barwy wszystkich składników, quasi-kwartetowa (baryton + 2 tenory + alt)	równa pomiędzy barytonem (I składnikiem) a altem (VII składnikiem)
Składnik dźwięku wtórnego – w stroju tenoru B [w stroju koncertowym C]:	I (f) – d <sup>1</sup> [c]	barwa 1. rejestru barytonu, drgająca	-
	III (a) – fis <sup>1</sup> [e]	tenorowa, pulsująca	
	VII (e <sup>1</sup> ) – cis <sup>2</sup> [h]	barwa 1. rejestru altu, pulsująca	
Wariant:	VII Maj7 0	naturalna, barwa lekko stłumiona, masywna, nieco „metaliczna”, brzmienie basu na skraju sztuczności (tzn. na granicy tolerancji dolnej)	równa pomiędzy basem (I składnikiem) a barytonem (III składnikiem)
Składnik dźwięku wtórnego – w stroju tenoru B [w stroju koncertowym C]:	I (des) – b [As]	basowa, nienaturalna, stłumiona, drgająca	-
	III (f) – d <sup>1</sup> [c]	barwa 1. rejestru barytonu, drgająca	
	V (as) – f <sup>1</sup> [es]	barwa 1. rejestru barytonu, pulsująca	
<b>Skuteczność dźwięku źródłowego a<sup>1</sup> [g]: 85,71 %</b>			
<b>Dźwięk źródłowy: d<sup>2</sup> [c<sup>1</sup>]</b>		<b>Opis barwy:</b>	<b>Przewaga barwowa:</b>
Wariant:	I Maj 0	naturalna, ładna, quasi-trio (tenor + 2 alt), niedoskonałość barwy altu ze składnika V zamaskowana	alt
	I Maj7 0	naturalna, słyszalność składników mniej więcej wyrównana, niedoskonałości stroju VII składnika zamaskowane	alt z VII składnika
Składnik dźwięku wtórnego – w stroju tenoru B [w stroju koncertowym C]:	III (e <sup>1</sup> ) – fis <sup>2</sup> [e <sup>1</sup> ]	altowa, pulsująca	-
	V (g <sup>1</sup> ) – a <sup>2</sup> [g <sup>1</sup> ]	altowa, na granicy pomiędzy naturalnością a karykaturalnością, drgająca	
	VII (h <sup>1</sup> ) – cis <sup>3</sup> [h <sup>1</sup> ]	altowa, elektroniczna, niestrojąca, przeszywająca	
Wariant:	III Maj 0	naturalna, pulsująca, pulsacja występuje pomiędzy I a V składnikiem (barwą barytonu a altu)	baryton z I składnika
	III Maj7 0	naturalna, pulsująca, pulsacja występuje pomiędzy I a V składnikiem (barwą barytonu a altu), VII składnik wybija się pod względem głośności	alt z VII składnika
Składnik dźwięku wtórnego – w stroju tenoru B [w stroju koncertowym C]:	I (as) – b <sup>1</sup> [as]	barwa 2. rejestru barytonu, pulsująca	-
	V (es <sup>1</sup> ) – f <sup>2</sup> [es <sup>1</sup> ]	altowa, pulsująca	
	VII (g <sup>1</sup> ) – a <sup>2</sup> [g <sup>1</sup> ]	altowa, na granicy pomiędzy naturalnością a karykaturalnością, drgająca	
Wariant:	V Maj 0	bardzo naturalna, ładna, quasi-trio dobrze zrównoważone barwowo (baryton + 2 tenory)	równa pomiędzy barytonem a tenorem
	V Maj7 0	bardzo naturalna, ładna, quasi-kwartet dobrze zrównoważony barwowo (baryton + 2 tenory + alt), VII składnik wybija się pod względem głośności	alt z VII składnika
Składnik dźwięku wtórnego – w stroju tenoru B [w stroju koncertowym C]:	I (f) – g <sup>1</sup> [f]	barwa 1. rejestru barytonu, nieco stłumiona, drgająca	-
	III (a) – h <sup>1</sup> [a]	tenorowa, pulsująca	
	VII (e <sup>1</sup> ) – fis <sup>2</sup> [e <sup>1</sup> ]	altowa, pulsująca	
Wariant:	VII Maj7 0	nienaturalna, szczególnie nienaturalne brzmienie dolnych składników – nie-barytonowe, „dzwoniące”, nieco metaliczne, jedynie dźwięk źródłowy brzmi naturalnie	nienaturalna barytonu z I i III składnika
Składnik dźwięku wtórnego – w stroju tenoru B	I (des) – es <sup>1</sup> [des]	barwa rejestru oktawy małej barytonu, nienaturalna, „dzwoniąca”	-
	III (f) – g <sup>1</sup> [f]	barwa 1. rejestru barytonu, nieco stłumiona, drgająca	



[w stroju koncertowym C]:	V (as) – b <sup>1</sup> [as]	barwa 2. rejestru barytonu, pulsująca	
<b>Skuteczność dźwięku źródłowego d<sup>2</sup> [c<sup>1</sup>]: 85,71 %</b>			
<b>Dźwięk źródłowy: h<sup>2</sup> [a<sup>1</sup>]</b>		<b>Opis barwy:</b>	<b>Przewaga barwowa:</b>
Wariant:	I Maj 0	bardzo naturalna, ładna, tenorowo-altowa	alt
	I Maj7 0	naturalna, ładna, quasi-kwartet (tenor + 3 alty), niedoskonałość barwy altu ze składnika VII zamaskowana	alt
Składnik dźwięku wtórnego – w stroju tenoru B [w stroju koncertowym C]:	III (e <sup>1</sup> ) – dis <sup>3</sup> [cis <sup>2</sup> ]	altowa, na granicy pomiędzy naturalnością a karykaturalnością, bardzo pulsująca	-
	V (g <sup>1</sup> ) – fis <sup>3</sup> [e <sup>2</sup> ]	barwa 3. rejestru altu, lekko karykaturalna, drgająca	
	VII (h <sup>1</sup> ) – ais <sup>3</sup> [gis <sup>2</sup> ]	altowa, nienaturalna, brzęcząca, brzmienie harmonijki ustnej	
Wariant:	III Maj 0	bardzo naturalna, ładna, tenorowo-altowa	niewielka altu
	III Maj7 0	bardzo naturalna, ładna, tenorowo-altowa, quasi-kwartet (2 tenory + 2 alty)	alt z VII składnika
Składnik dźwięku wtórnego – w stroju tenoru B [w stroju koncertowym C]:	I (as) – g <sup>2</sup> [f <sup>1</sup> ]	barwa 2. rejestru tenoru, pulsująca	-
	V (es <sup>1</sup> ) – d <sup>3</sup> [c <sup>2</sup> ]	barwa 2. rejestru altu, pulsująca	
	VII (g <sup>1</sup> ) – fis <sup>3</sup> [e <sup>2</sup> ]	barwa 3. rejestru altu, lekko karykaturalna, drgająca	
Wariant:	V Maj 0	bardzo naturalna, ładna, barytonowo-tenorowa	niewielka barytonu
	V Maj7 0	bardzo naturalna, ładna, quasi-kwartet (baryton + 2 tenory + alt), środkowe składniki (2 tenory) nieco mniej słyszalne	równa pomiędzy barytonem a altem
Składnik dźwięku wtórnego – w stroju tenoru B [w stroju koncertowym C]:	I (f) – e <sup>2</sup> [d <sup>1</sup> ]	barwa 2. rejestru barytonu, drgająca	-
	III (a) – gis <sup>2</sup> [fis <sup>1</sup> ]	barwa 2. rejestru tenoru, pulsująca	
	VII (e <sup>1</sup> ) – dis <sup>3</sup> [cis <sup>2</sup> ]	altowa, na granicy pomiędzy naturalnością a karykaturalnością, bardzo pulsująca	
Wariant:	VII Maj7 0	naturalna, ładna, quasi-kwartet dobrze zrównoważone barwowo (2 barytony + 2 tenory); słyszalne zarówno składniki barytonowe I i III oraz tenorowe V i VII	równa pomiędzy barytonem a tenorem
Składnik dźwięku wtórnego – w stroju tenoru B [w stroju koncertowym C]:	I (des) – c <sup>2</sup> [b]	barwa 2. rejestru barytonu, lekko „dzwońcące” brzmienie tenoru, drgająca	-
	III (f) – e <sup>2</sup> [d <sup>1</sup> ]	barwa 2. rejestru barytonu, drgająca	
	V (as) – g <sup>2</sup> [f <sup>1</sup> ]	barwa 2. rejestru tenoru, pulsująca	
<b>Skuteczność dźwięku źródłowego h<sup>2</sup> [a<sup>1</sup>]: 100 %</b>			
<b>Dźwięki wysokiego rejestru</b>			
<b>Dźwięk źródłowy: fis<sup>3</sup> [e<sup>2</sup>]</b>		<b>Opis barwy:</b>	<b>Przewaga barwowa:</b>
Wariant:	I Maj 0	nienaturalna, karykaturalna, piskliwa, czysta, altowa	alt
	I Maj7 0	nienaturalna, karykaturalna, czysta, przenikliwa, (szczególnie VII składnik – piskliwe sopranino), altowo-sopraninowa	elektryczna (karykaturalna) z VII składnika
Składnik dźwięku wtórnego – w stroju tenoru B [w stroju koncertowym C]:	III (e <sup>1</sup> ) – ais <sup>3</sup> [gis <sup>2</sup> ]	altowa, piskliwa, lekko pulsująca	-
	V (g <sup>1</sup> ) – cis <sup>4</sup> [h <sup>2</sup> ]	altowa, piskliwa, lekko elektryczna	
	VII (h <sup>1</sup> ) – eis <sup>4</sup> [dis <sup>3</sup> ]	barwa 3. rejestru sopranina, piskliwa, drgająca	
Wariant:	III Maj 0	naturalna, ładna, tenorowo-altowa, dobrze słyszalny I i V składnik (tenor i alt)	równa pomiędzy tenorem a altem
	III Maj7 0	naturalna, na skraju tolerancji górnej (tzn. barwy naturalnej z karykaturalną), dobrze słyszalny I i V składnik (tenor i alt), VII składnik wybija się pod względem głośności	alt z VII składnika
Składnik dźwięku wtórnego – w stroju tenoru B [w stroju koncertowym C]:	I (as) – d <sup>3</sup> [c <sup>2</sup> ]	tenorowa, pulsująca	-
	V (es <sup>1</sup> ) – a <sup>3</sup> [g <sup>2</sup> ]	altowa, pulsująca	
	VII (g <sup>1</sup> ) – cis <sup>4</sup> [h <sup>2</sup> ]	altowa, piskliwa, lekko elektryczna	
Wariant:	V Maj 0	naturalna, ładna, tenorowa, quasi-trio (3 tenory)	tenor
	V Maj7 0	naturalna, ładna, quasi-kwartet dobrze zrównoważony barwowo (3 tenory + alt), dość dobrze słyszalny I, III i V	alt z VII składnika

		składnik, VII składnik wybija się pod względem głośności	
Składnik dźwięku wtórnego – w stroju tenoru B [w stroju koncertowym C]:	I (f) – h <sup>2</sup> [a <sup>1</sup> ]	barwa 2. rejestru tenoru, drgająca	-
	III (a) – dis <sup>3</sup> [cis <sup>2</sup> ]	barwa 3. rejestru tenoru, pulsująca	
	VII (e <sup>1</sup> ) – ais <sup>3</sup> [gis <sup>2</sup> ]	altowa, piskliwa, lekko pulsująca	
Wariant:	VII Maj7 0	naturalna, na skraju tolerancji dolnej (pomiędzy naturalnym a „dzwoniącym” i głuchym brzmieniem tenoru); quasi-kwartet (4 tenory o lekko różnych kolorach)	tenor
Składnik dźwięku wtórnego – w stroju tenoru B [w stroju koncertowym C]:	I (des) – g <sup>2</sup> [f <sup>1</sup> ]	tenorowa, „dzwoniąca” (w okolicy dźwięków cis <sup>2</sup> i d <sup>2</sup> )/ barwa 2. rejestru barytonu, o lekko tenorowym brzmieniu	-
	III (f) – h <sup>2</sup> [a <sup>1</sup> ]	barwa 2. rejestru tenoru, drgająca	
	V (as) – d <sup>3</sup> [c <sup>2</sup> ]	tenorowa, pulsująca	
<b>Skuteczność dźwięku źródłowego fis<sup>3</sup> [e<sup>2</sup>]: 71,43 %</b>			

\*\*\*

Analiza barw trójdźwięków i czterodźwięków na przykładzie akordów durowego i durowego septymowego, na podanych dźwiękach źródłowych; analiza ogólna dla współbrzmienia, szczegółowa dla składników (dźwięków wtórnych)			
<b>Saksofon barytonowy</b>			
Dźwięki niskiego rejestru			
Dźwięk źródłowy: a [C]		Opis barwy:	Przewaga barwowa:
Wariant:	I Maj 0	naturalna, barytonowa, składniki dobrze zrównoważone barwowo, „zlewają się”	baryton
	I Maj7 0	naturalna, barytonowa, cieńsza i jaśniejsza od trójdźwięku I Maj 0, niedoskonałość barwy barytonu ze składnika VII zamaskowana, VII składnik wybija się pod względem głośności	baryton z VII składnika
Składnik dźwięku wtórnego – w stroju barytonu Es [w stroju koncertowym C]:	III (e <sup>1</sup> ) – cis <sup>1</sup> [E]	barytonowa, lekko alikwotowa, pulsująca	-
	V (g <sup>1</sup> ) – e <sup>1</sup> [G]	barytonowa, chrobocząca, pulsująca	
	VII (h <sup>1</sup> ) – gis <sup>1</sup> [H]	barytonowa, nienaturalna, elektroniczna, alikwotowa, cienka, nosowa, chrobocząca, pulsująca	
Wariant:	III Maj 0	naturalna, chrobocząca, basowo-barytonowa, na granicy tolerancji dolnej	baryton z V składnika
	III Maj7 0	naturalna, chrobocząca, basowo-barytonowa, na granicy tolerancji dolnej, cieńsza i jaśniejsza od trójdźwięku III Maj 0, bardziej słyszalne środkowe składniki (III i V)	równa pomiędzy barytonem z III składnika (dźwięk źródłowy) i barytonem z V składnika
Składnik dźwięku wtórnego – w stroju barytonu Es [w stroju koncertowym C]:	I (as) – f [As]	basowa, chrobocząca	-
	V (es <sup>1</sup> ) – c <sup>1</sup> [Es]	barytonowa, chrobocząca, pulsująca	
	VII (g <sup>1</sup> ) – e <sup>1</sup> [G]	barytonowa, chrobocząca, pulsująca	
Wariant:	V Maj 0	nienaturalna, mrużąca, kontrabasowo-basowa	równa pomiędzy kontrabasem a basem (I a III składnikiem)
	V Maj7 0	nienaturalna, mrużąca, chrobocząca, kontrabasowo-basowa, jaśniejsza i pełniejsza od trójdźwięku V Maj 0	niewielka barytonu z VII składnika
Składnik dźwięku wtórnego – w stroju barytonu Es [w stroju koncertowym C]:	I (f) – d [F]	kontrabasowa, chrobocząca, niepulsująca	-
	III (a) – fis [A]	basowa, chrobocząca, pulsująca	
	VII (e <sup>1</sup> ) – cis <sup>1</sup> [E]	barytonowa, lekko alikwotowa, pulsująca	
Wariant:	VII Maj7 0	nienaturalna, bardzo niska, mrużąca, chrobocząca, kontrabasowo-basowa	kontrabas

Składnik dźwięku wtórnego – w stroju barytonu Es [w stroju koncertowym C]:	I (des) – B [Des]	kontrabasowa, ciemna, mrużąca	-
	III (f) – d [F]	kontrabasowa, chrobocząca	
	V (as) – f [As]	basowa, chrobocząca	
<b>Skuteczność dźwięku źródłowego a [C]: 57,14 %</b>			
<b>Dźwięk źródłowy: b [Des]</b>		<b>Opis barwy:</b>	<b>Przewaga barwowa:</b>
Wariant:	I Maj 0	naturalna, barytonowa, składniki dobrze zrównoważone barwowo, „zlewają się”	baryton
	I Maj7 0	naturalna, barytonowa, cieńsza i jaśniejsza od trójdzwięku I Maj 0, niedoskonałość barwy barytonu ze składnika VII zamaskowana, VII składnik wybija się pod względem głośności	baryton z VII składnika
Składnik dźwięku wtórnego – w stroju barytonu Es [w stroju koncertowym C]:	III (e <sup>1</sup> ) – d <sup>1</sup> [F]	barytonowa, lekko alikwotowa, pulsująca	-
	V (g <sup>1</sup> ) – f <sup>1</sup> [As]	barytonowa, lekko pulsująca	
	VII (h <sup>1</sup> ) – a <sup>1</sup> [c]	barytonowa, nienaturalna, elektroniczna, alikwotowa, cienka, nosowa	
Wariant:	III Maj 0	naturalna, chrobocząca, basowo-barytonowa, na granicy tolerancji dolnej	baryton z V składnika
	III Maj7 0	naturalna, chrobocząca, basowo-barytonowa, na granicy tolerancji dolnej, cieńsza i jaśniejsza od trójdzwięku III Maj 0, bardziej słyszalne środkowe składniki (III i V)	równa pomiędzy barytonem z III składnika (dźwięk źródłowy) i barytonem z V składnika
Składnik dźwięku wtórnego – w stroju barytonu Es [w stroju koncertowym C]:	I (as) – ges [Heses]	basowa, chrobocząca	-
	V (es <sup>1</sup> ) – des <sup>1</sup> [Fes]	barytonowa, pulsująca	
	VII (g <sup>1</sup> ) – f <sup>1</sup> [As]	barytonowa, lekko pulsująca	
Wariant:	V Maj 0	nienaturalna, mrużąca, kontrabasowo-basowa	równa pomiędzy kontrabasem a basem (I a III składnikami)
	V Maj7 0	nienaturalna, mrużąca, chrobocząca, kontrabasowo-basowa, jaśniejsza i pełniejsza od trójdzwięku V Maj7 0	niewielka barytonu z VII składnika
Składnik dźwięku wtórnego – w stroju barytonu Es [w stroju koncertowym C]:	I (f) – es [Ges]	kontrabasowa, chrobocząca	-
	III (a) – g [B]	kontrabasowa, chrobocząca	
	VII (e <sup>1</sup> ) – d <sup>1</sup> [F]	barytonowa, lekko alikwotowa, pulsująca	
Wariant:	VII Maj7 0	nienaturalna, bardzo niska, mrużąca, chrobocząca, kontrabasowo-basowa	kontrabas
Składnik dźwięku wtórnego – w stroju barytonu Es [w stroju koncertowym C]:	I (des) – ces [Eses]	kontrabasowa, ciemna, mrużąca	-
	III (f) – es [Ges]	kontrabasowa, chrobocząca	
	V (as) – ges [Heses]	basowa, chrobocząca	
<b>Skuteczność dźwięku źródłowego b [Des]: 57,14 %</b>			
<b>Dźwięki średniego rejestru</b>			
<b>Dźwięk źródłowy: a<sup>1</sup> [c]</b>		<b>Opis barwy:</b>	<b>Przewaga barwowa:</b>
Wariant:	I Maj 0	naturalna, tenorowo-altowa	tenor
	I Maj7 0	naturalna, na granicy tolerancji górnej (elektronicznego altu w VII składniku), tenorowo-altowa, niedoskonałość barwy tenorowo-altowej ze składnika VII zamaskowana	elektroniczna, tenorowo-altowa z VII składnika
Składnik dźwięku wtórnego – w stroju barytonu Es [w stroju koncertowym C]:	III (e <sup>1</sup> ) – cis <sup>2</sup> [e]	tenorowa (w okolicy dźwięku f <sup>1</sup> )	-
	V (g <sup>1</sup> ) – e <sup>2</sup> [g]	tenorowa, alikwotowa, lekko przytłumiona	
	VII (h <sup>1</sup> ) – gis <sup>2</sup> [h]	tenorowa, nienaturalna, elektroniczna, przypominająca brzmienie altu	
Wariant:	III Maj 0	naturalna, głucha (oddalona), barytonowo-tenorowa	baryton
	III Maj7 0	naturalna, nieco głucha (oddalona), barytonowo-tenorowa	tenor
Składnik dźwięku wtórnego – w stroju barytonu Es	I (as) – f <sup>1</sup> [As]	barytonowa, głucha, pulsująca	-
	V (es <sup>1</sup> ) – c <sup>2</sup> [es]	tenorowa, pulsująca	
	VII (g <sup>1</sup> ) – e <sup>2</sup> [g]	tenorowa, alikwotowa, lekko przytłumiona	

[w stroju koncertowym C]:			
Wariant:	V Maj 0	naturalna, gruba, na granicy tolerancji dolnej, basowo-barytonowa	basowa z I składnika
	V Maj7 0	naturalna, na granicy tolerancji dolnej, basowo-barytonowa, VII składnik "zlewa się" z pozostałymi składnikami	baryton
Składnik dźwięku wtórnego – w stroju barytonu Es [w stroju koncertowym C]:	I (f) – d <sup>1</sup> [F]	basowa, gruba	-
	III (a) – fis <sup>1</sup> [A]	barytonowa, pulsująca	
	VII (e <sup>1</sup> ) – cis <sup>2</sup> [e]	tenorowa (w okolicy dźwięku f <sup>1</sup> )	
Wariant:	VII Maj7 0	nienaturalna, głośna, ciemna, kontrabasowo-basowa	równa pomiędzy kontrabasem a basem (I a III składnikiem)
Składnik dźwięku wtórnego – w stroju barytonu Es [w stroju koncertowym C]:	I (des) – b [Des]	kontrabasowa, pulsująca	-
	III (f) – d <sup>1</sup> [F]	basowa, gruba	
	V (as) – f <sup>1</sup> [As]	barytonowa, głucha, pulsująca	
<b>Skuteczność dźwięku źródłowego a<sup>1</sup> [c]: 85,71 %</b>			
<b>Dźwięk źródłowy: d<sup>2</sup> [f]</b>		<b>Opis barwy:</b>	<b>Przewaga barwowa:</b>
Wariant:	I Maj 0	naturalna, ładna, quasi-trio (baryton + tenor + alt)	alt
	I Maj7 0	naturalna, ładna, quasi-kwartetowa (baryton + tenor + 2 alty), jaśniejsza od trójdzwięku I Maj 0, na granicy tolerancji górnej (VII składnik posiada nieco elektroniczną barwę)	alt (brzmienie nieco jaśniejsze od I Maj 0)
Składnik dźwięku wtórnego – w stroju barytonu Es [w stroju koncertowym C]:	III (e <sup>1</sup> ) – fis <sup>2</sup> [a]	altowa, alikwotowa/tenorowa (w okolicy dźwięku h <sup>1</sup> ), pulsująca	-
	V (g <sup>1</sup> ) – a <sup>2</sup> [c <sup>1</sup> ]	altowa, alikwotowa, niestrojąca, pulsująca	
	VII (h <sup>1</sup> ) – cis <sup>3</sup> [e <sup>1</sup> ]	altowa, nienaturalna, alikwotowa, niestrojąca	
Wariant:	III Maj 0	naturalna, barytonowo-tenorowa	tenor (brzmi nieco z oddali)
	III Maj7 0	naturalna, quasi-kwartetowa (baryton + tenor + 2 alty), na granicy tolerancji górnej (VII składnik – alt brzmi lekko alikwotowo)	alt (barwa lekko alikwotowa)
Składnik dźwięku wtórnego – w stroju barytonu Es [w stroju koncertowym C]:	I (as) – b <sup>1</sup> [des]	barytonowa, pulsująca	-
	V (es <sup>1</sup> ) – f <sup>2</sup> [as]	tenorowa/altowa (w okolicy dźwięku g <sup>1</sup> ), pulsująca	
	VII (g <sup>1</sup> ) – a <sup>2</sup> [c <sup>1</sup> ]	altowa, alikwotowa, niestrojąca, pulsująca	
Wariant:	V Maj 0	naturalna, barytonowa	baryton z I i III składnika
	V Maj7 0	naturalna, barytonowo-tenorowa, jaśniejsza od trójdzwięku V Maj 0	tenor z VII składnika
Składnik dźwięku wtórnego – w stroju barytonu Es [w stroju koncertowym C]:	I (f) – g <sup>1</sup> [B]	barwa 1. rejestru barytonu/barwa początku 1. rejestru tenoru, pulsująca	-
	III (a) – h <sup>1</sup> [d]	barytonowa, pulsująca	
	VII (e <sup>1</sup> ) – fis <sup>2</sup> [a]	altowa, alikwotowa/tenorowa (w okolicy dźwięku h <sup>1</sup> ), pulsująca	
Wariant:	VII Maj7 0	nienaturalna, niska, kontrabasowo-basowa, III składnik brzmi basowo w konsekwencji nakładania się ze sobą składników	baryton (dźwięk źródłowy) z VII składnika
Składnik dźwięku wtórnego – w stroju barytonu Es [w stroju koncertowym C]:	I (des) – es <sup>1</sup> [Ges]	kontrabasowa, nienaturalna, elektroniczna	-
	III (f) – g <sup>1</sup> [B]	barwa 1. rejestru barytonu/barwa początku 1. rejestru tenoru, pulsująca	
	V (as) – b <sup>1</sup> [des]	barytonowa, pulsująca	
<b>Skuteczność dźwięku źródłowego d<sup>2</sup> [f]: 85,71 %</b>			
<b>Dźwięk źródłowy: h<sup>2</sup> [d<sup>1</sup>]</b>		<b>Opis barwy:</b>	<b>Przewaga barwowa:</b>
Wariant:	I Maj 0	bardzo naturalna, ładna, quasi-trio (3 barytony), szczególnie słyszalne I i V składnik	baryton z V składnika
	I Maj7 0	naturalna, z lekką sztucznością w VII składniku (składnik ten wybija się pod względem głośności od reszty), barwy środkowych składników „zlewają się”	elektroniczna, altowa z VII składnika

Składnik dźwięku wtórnego – w stroju barytonu Es [w stroju koncertowym C]:	III (e <sup>1</sup> ) – dis <sup>3</sup> [fis <sup>1</sup> ]	barwa 3. rejestru barytonu, bardzo pulsująca	-
	V (g <sup>1</sup> ) – fis <sup>3</sup> [a <sup>1</sup> ]	barwa 3. rejestru barytonu, niestrojąca, przypominająca brzmienie harmonijki ustnej, drgająca	
	VII (h <sup>1</sup> ) – ais <sup>3</sup> [cis <sup>2</sup> ]	altowa, elektroniczna, niestrojąca	
Wariant:	III Maj 0	naturalna, barytonowa, nieco głucha, stłumiona (oddalona), V składnik niewyraźny, jego niedoskonałość barwowa („akordeonowa”) zamaskowana	baryton z I składnika
	III Maj7 0	naturalna, ładna, quasi-kwartetowa (4 barytony), VII składnik wybija się pod względem głośności od reszty, I składnik nieco mniej słyszalny, składniki III i V „rozmyte”	baryton z VII składnika
Składnik dźwięku wtórnego – w stroju barytonu Es [w stroju koncertowym C]:	I (as) – g <sup>2</sup> [b]	barytonowa, lekko pulsująca (mało zauważalny efekt)	-
	V (es <sup>1</sup> ) – d <sup>3</sup> [f <sup>1</sup> ]	barytonowa, „akordeonowa”, lekko niestrojąca, drgająca	
	VII (g <sup>1</sup> ) – fis <sup>3</sup> [a <sup>1</sup> ]	barwa 3. rejestru barytonu, niestrojąca, przypominająca brzmienie harmonijki ustnej, drgająca	
Wariant:	V Maj 0	naturalna, głucha, stłumiona, quasi-trio (3 barytony), I składnik nieco sztuczny i stłumiony, V składnik przypomina nieco brzmieniem alt	baryton z I składnika
	V Maj7 0	naturalna, wyraźniejsza od trójdzwięku V Maj 0, I składnik posiada nieco sztuczne i stłumione brzmienie, także słyszalny	baryton z VII składnika
Składnik dźwięku wtórnego – w stroju barytonu Es [w stroju koncertowym C]:	I (f) – e <sup>2</sup> [g]	barytonowa, stłumiona (oddalona), nieco nienaturalna	-
	III (a) – gis <sup>2</sup> [h]	barytonowa, pulsująca	
	VII (e <sup>1</sup> ) – dis <sup>3</sup> [fis <sup>1</sup> ]	barwa 3. rejestru barytonu, bardzo pulsująca	
Wariant:	VII Maj7 0	nienaturalna, I składnik głuchy i stłumiony, składniki III i V niewyraźne,	baryton (dźwięk źródłowy) z VII składnika
Składnik dźwięku wtórnego – w stroju barytonu Es [w stroju koncertowym C]:	I (des) – c <sup>2</sup> [es]	barytonowa, nienaturalna, stłumiona (oddalona), „dzwoniąca”	-
	III (f) – e <sup>2</sup> [g]	barytonowa, nieco nienaturalna, stłumiona (oddalona)	
	V (as) – g <sup>2</sup> [b]	barytonowa, lekko pulsująca (mało zauważalny efekt)	
<b>Skuteczność dźwięku źródłowego h<sup>2</sup> [d<sup>1</sup>]: 85,71 %</b>			
<b>Dźwięki wysokiego rejestru</b>			
<b>Dźwięk źródłowy: fis<sup>3</sup> [a<sup>1</sup>]</b>		<b>Opis barwy:</b>	<b>Przewaga barwowa:</b>
Wariant:	I Maj 0	naturalna, altowo-sopranowa, podczas wspólnego wybrzmiewania niedoskonałości (sztuczności) składników III i V zostają zamaskowane	alt
	I Maj7 0	nienaturalna, elektroniczna, ściśnięta, VII składnik wybija się pod względem głośności od reszty	elektroniczna, sopranowa z VII składnika
Składnik dźwięku wtórnego – w stroju barytonu Es [w stroju koncertowym C]:	III (e <sup>1</sup> ) – ais <sup>3</sup> [cis <sup>2</sup> ]	barwa 2. rejestru sopranu, nienaturalna, karykaturalna	-
	V (g <sup>1</sup> ) – cis <sup>4</sup> [e <sup>2</sup> ]	sopranowa/sopraninowa, pulsująca	
	VII (h <sup>1</sup> ) – eis <sup>4</sup> [gis <sup>2</sup> ]	sopranowa/barwa 2. rejestru sopranino, nienaturalna, ściśnięta, cienka, głucha, pulsująca	
Wariant:	III Maj 0	naturalna, altowo-sopranowa	alt
	III Maj7 0	naturalna, altowo-sopranowa, jeszcze wyraźniejszy alt z I składnika w porównaniu z trójdzwiękiem III Maj 0	alt
Składnik dźwięku wtórnego – w stroju barytonu Es [w stroju koncertowym C]:	I (as) – d <sup>3</sup> [f <sup>1</sup> ]	barwa 2. rejestru altu/barwa 2. rejestru tenoru, pulsująca	-
	V (es <sup>1</sup> ) – a <sup>3</sup> [c <sup>2</sup> ]	sopranowa, nienaturalna, karykaturalna, pulsująca	
	VII (g <sup>1</sup> ) – cis <sup>4</sup> [e <sup>2</sup> ]	sopranowa/sopraninowa, pulsująca	
Wariant:	V Maj 0	naturalna, tenorowo-altowa	alt
	V Maj7 0	naturalna, składniki dobrze zrównoważone barwowo (słyszalne barwy tenoru, altu i sopranu), na granicy tolerancji górnej (VII składnik brzmi nieco nienaturalnie)	sopran
Składnik dźwięku wtórnego – w stroju barytonu Es [w stroju koncertowym C]:	I (f) – h <sup>2</sup> [d <sup>1</sup> ]	tenorowa, pulsująca	-
	III (a) – dis <sup>3</sup> [fis <sup>1</sup> ]	tenorowa, pulsująca	
	VII (e <sup>1</sup> ) – ais <sup>3</sup> [cis <sup>2</sup> ]	barwa 2. rejestru sopranu, nienaturalna, karykaturalna	

Wariant:	VII Maj7 0	naturalna, tenorowo-altowa, na granicy tolerancji górnej, barwa I składnika zamaskowana	tenor
Składnik dźwięku wtórnego – w stroju barytonu Es [w stroju koncertowym C]:	I (des) – $g^2$ [b <sup>1</sup> ]	barytonowa, nienaturalna, niestrojąca	-
	III (f) – $h^2$ [d <sup>1</sup> ]	tenorowa, pulsująca	
	V (as) – $d^3$ [f <sup>1</sup> ]	barwa 2. rejestru altu/barwa 2. rejestru tenoru, pulsująca	
<b>Skuteczność dźwięku źródłowego fis<sup>3</sup> [a<sup>1</sup>]: 85,71 %</b>			

**Aneks 7A. Ankieta 1.: Kwestionariusz dotyczący EWI i Harmonizatora Kontrolowanego w wersji tabelowej – pytania, odpowiedzi i wyniki w postaci ilości respondentów na daną odpowiedź (8.12.2020 r.)**

Strona internetowa zaopatrująca w szablon ankiety: <https://my.survio.com/>

Liczba respondentów: 7

Rodzaj pytań: zamknięte (większość) i otwarte

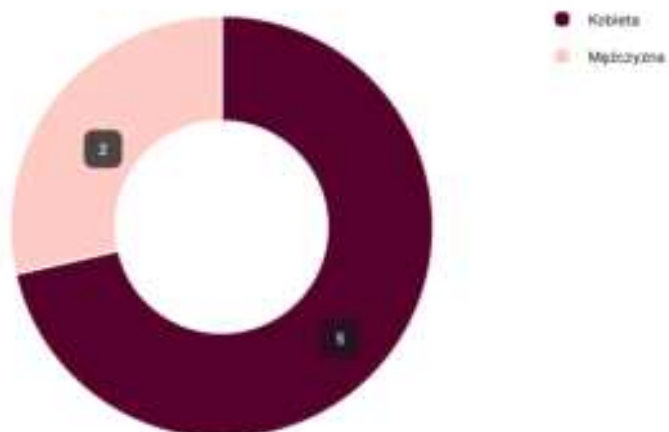
Pytania i odpowiedzi			Wyniki: ilość osób
<b>1. Płeć</b>			
Kobieta	2	Mężczyzna	5
<b>2. Z jaką uczelnią jest Pani związana?</b>			
Akademia Muzyczna im. Feliksa Nowowiejskiego w Bydgoszczy			1
Akademia Muzyczna im. Karola Lipińskiego we Wrocławiu			2
Akademia Muzyczna im. Karola Szymanowskiego w Katowicach			0
Akademia Muzyczna im. Kiejstuta i Grażyny Bacewiczów w Łodzi			0
Akademia Muzyczna im. Stanisława Moniuszki w Gdańsku			1
Akademia Muzyczna im. Krzysztofa Pendereckiego w Krakowie			0
Akademia Sztuki w Szczecinie			0
Uniwersytet Muzyczny Fryderyka Chopina (Warszawa)			3
Uniwersytet Muzyczny Fryderyka Chopina – Filia w Białymstoku			0
Nie jestem związany z żadną z powyższych uczelni			0
Jestem związany z inną instytucją (jaką?)...			1
<b>3. Proszę określić swój stan zawodowy</b>			
Doktorant			4
Student			0
Wykładowca			4
Nauczyciel			3
Muzyk pracujący w instytucji muzycznej			2
Muzyk samozatrudniony			1
Muzyk niezależny			1
Inny stan zawodowy (jaki?)...			0
<b>4. W jakim gatunku muzycznym się Pani/ Pan specjalizuje?</b>			
Muzyka poważna			6
Muzyka jazzowa i rozrywkowa			1
Muzyka dawna			2
Muzyka kościelna			1
Muzyka elektroniczna			0
Inny gatunek (jaki?)...			0
<b>5. Jaka jest Pani/ Pana specjalność?</b>			
Kompozycja			1
Teoria muzyki			2
Instrumentalistyka			4
Wokalistyka			0
Dyrygentura			1

Reżyseria dźwięku	1				
Taniec	0				
Inna specjalność (jaka?)...	0				
<b>6. Czy słyszała Pani/ słyszał Pan już wcześniej o EWI? W jakim środowisku Pani/Pan go poznał?</b>					
Tak, w muzyce jazzowej	3				
Tak, w muzyce rozrywkowej (np. pop)	4				
Tak, w muzyce elektronicznej	3				
Tak, w muzyce poważnej	1				
Nie, pierwszy raz słyszę o tym instrumencie	1				
<b>7. Czy według Pani/ Pana EWI to interesujący instrument?</b>					
Tak	7				
Nie	0				
Nie mam zdania	0				
<b>8. Czy uważa Pani/ Pan, że EWI powinien być bardziej powszechny w muzyce poważnej?</b>					
Tak	4				
Nie	1				
Nie mam zdania	2				
<b>9. Proszę w skali 1-6 określić przydatność Harmonizatora Kontrolowanego</b> Granice: 1 – nieprzydatny, nieinteresujący projekt; 2 – przeciętne przedsięwzięcie; 3 – niektóre elementy projektu są interesujące; 4 – interesujący projekt; 5 – bardzo interesujący projekt; 6 – bardzo interesujący i przydatny projekt.					
1 - * (0)	2 - * (0)	3 - * (1)	4 - * (2)	5 - * (1)	6 - * (3)
<b>10. Czy według Pani/ Pana Harmonizator Kontrolowany ma szansę być wykorzystany w środowisku instrumentów wielogłosowych?</b>					
Tak	5				
Nie	1				
Nie mam zdania	1				
<b>11. Co według Pani/ Pana należałoby udoskonalić w aplikacji komputerowej harmonizatora?</b>					
Niczego nie trzeba zmieniać	2				
Przeorganizować wygląd okna głównego	1				
Zmienić kolor okna głównego	0				
Kształt okienek funkcyjnych	1				
Stworzyć wersje w innych językach, w tym po polsku	5				
Dodać dodatkową funkcję (jaką?)... : <i>Brak dodatkowej odpowiedzi</i>	2				
<b>12. Czy uważa Pani/ Pan, że aplikacja komputerowa Harmonizatora Kontrolowanego powinna powstać na smartfony?</b>					
Tak	6				
Nie	0				
Nie mam zdania	1				
<b>13. Co według Pani/ Pana należałoby udoskonalić w pilocie harmonizatora?</b>					
Niczego nie trzeba zmieniać	2				
Zmienić pozycję przycisków	1				
Stworzyć modele pilotów na inne instrumenty	3				
Stworzyć wersję bezprzewodową z portem Bluetooth	3				
Dodać dodatkową diodę LED	0				
Inne sugestie... : <i>Brak dodatkowej odpowiedzi</i>	1				
<b>14. Czy według Pani/ Pana prezentacja EWI i Harmonizatora Kontrolowanego powinna być bardziej szczegółowa?</b>					
Tak	5				
Nie	1				
Nie mam zdania	1				

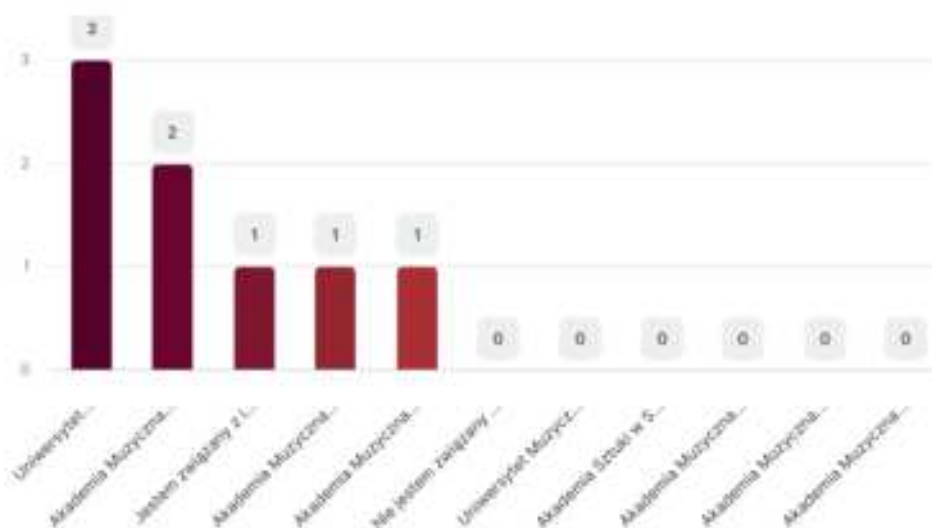


**Aneks 7B: Ankieta 1.: Kwestionariusz dotyczący EWI i Harmonizatora Kontrolowanego – pytania i odpowiedzi w postaci wykresów z ilością respondentów (8.12.2020 r.)**

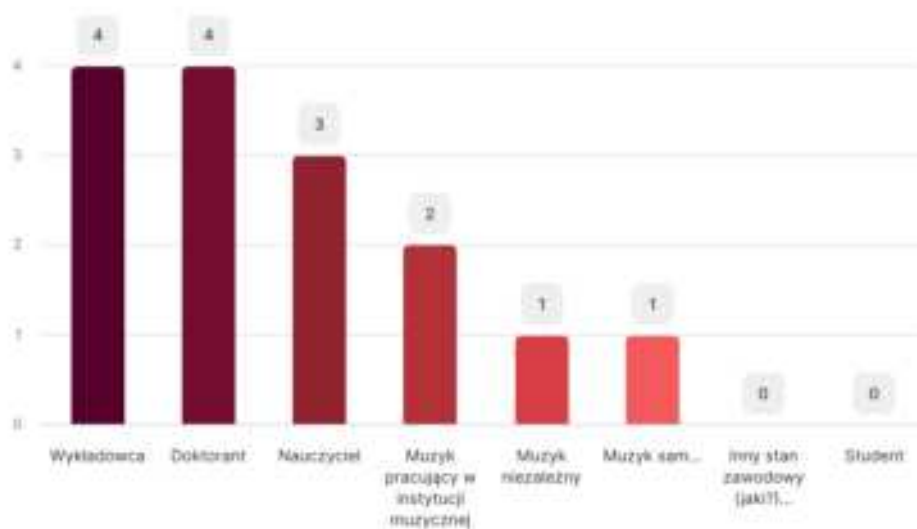
**1. Płeć**



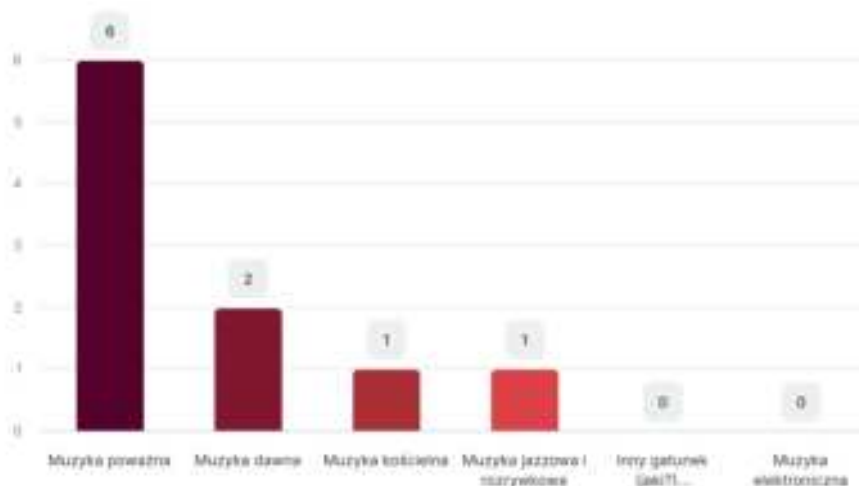
**2. Z jaką uczelnią jest Pani związana?/ Z jaką uczelnią jest Pan związany?**



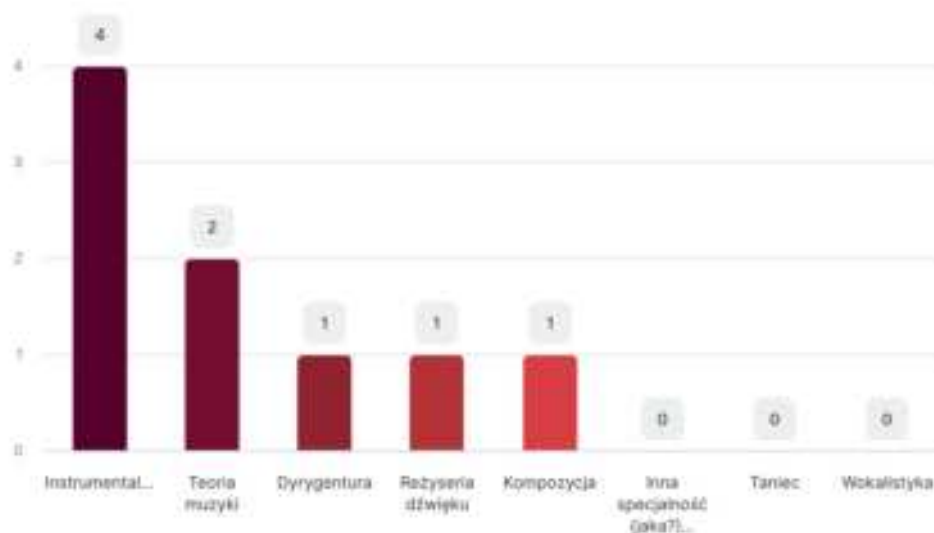
### 3. Proszę określić swój stan zawodowy



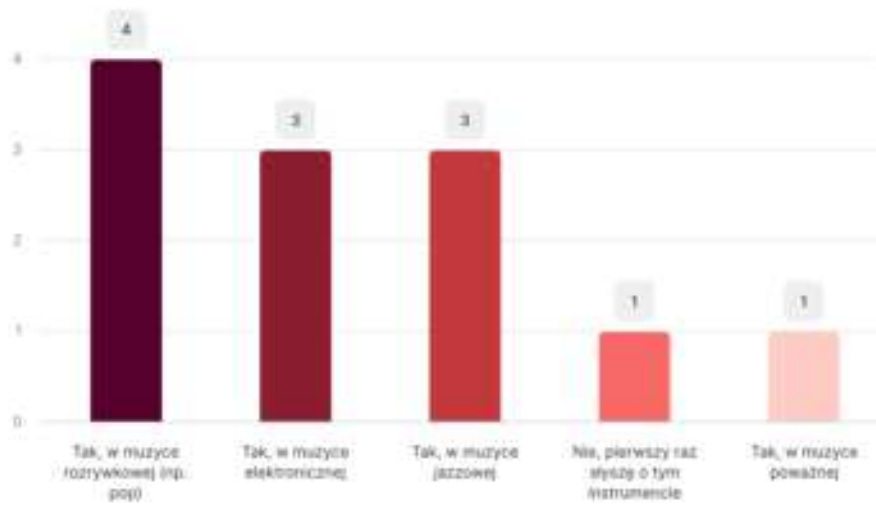
### 4. W jakim gatunku muzycznym się Pani/Pan specjalizuje?



### 5. Jaka jest Pani/Pana specjalność?



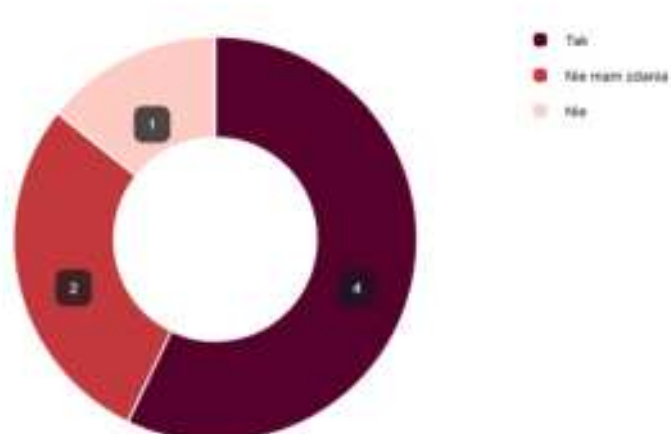
**6. Czy słyszała Pani/słyszał Pan już wcześniej o EWI? W jakim środowisku Pani/Pan go poznał?**



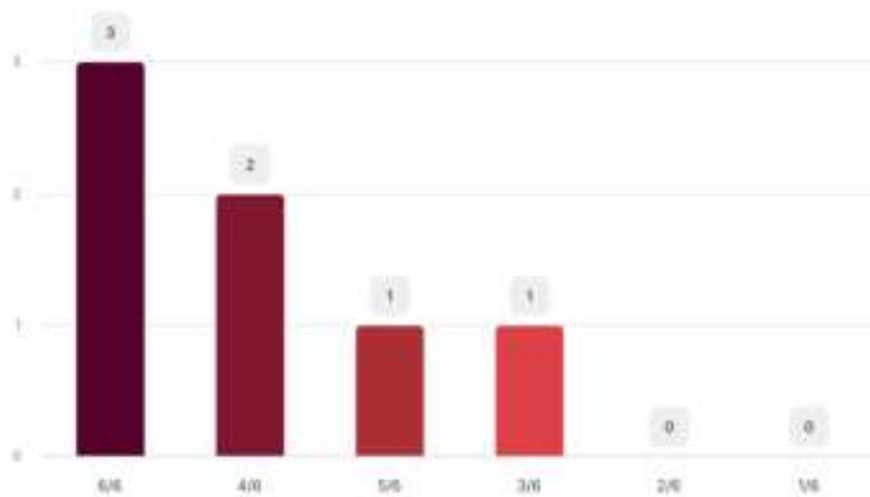
**7. Czy według Pani/Pana EWI to interesujący instrument?**



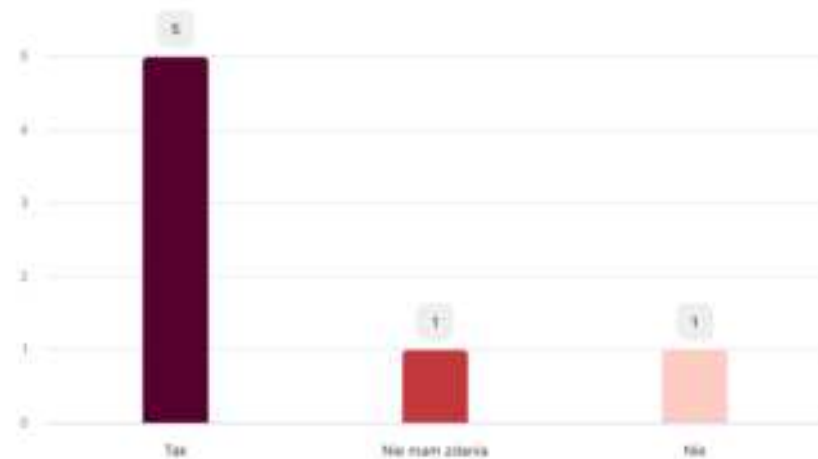
**8. Czy uważa Pani/Pan, że EWI powinien być bardziej powszechny w muzyce poważnej?**



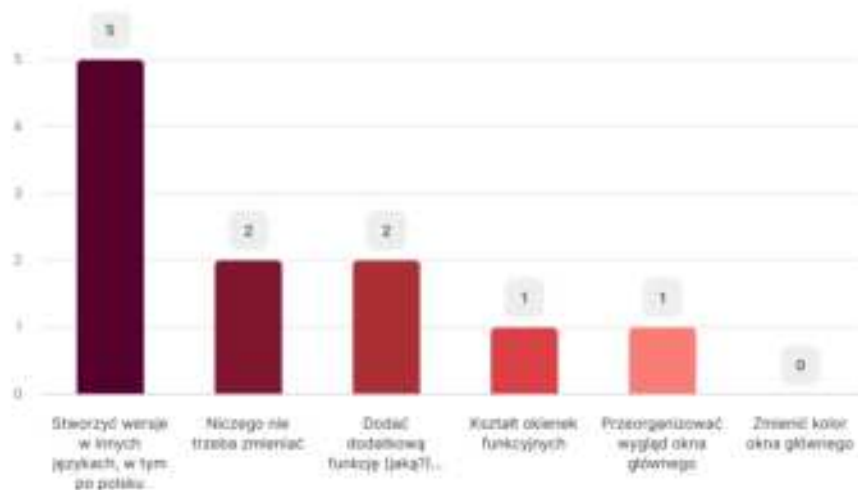
9. Proszę w skali 1-6 określić przydatność Harmonizatora Kontrolowanego



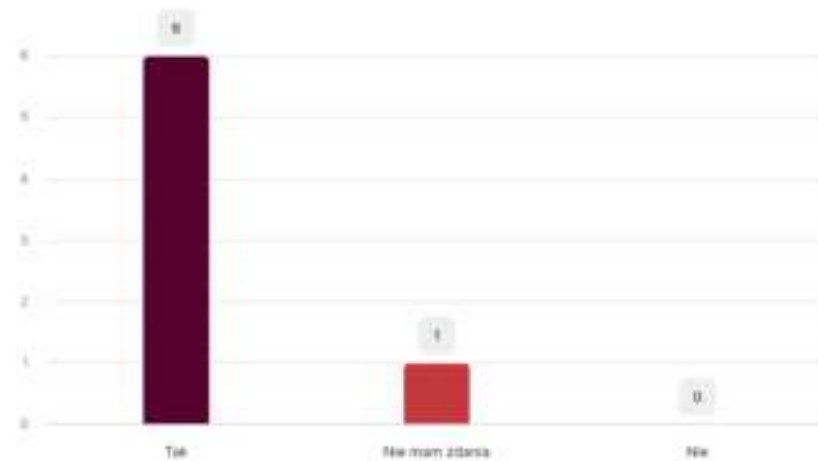
10. Czy według Pani/Pana Harmonizator Kontrolowany ma szansę być wykorzystany w środowisku instrumentów wielogłosowych?



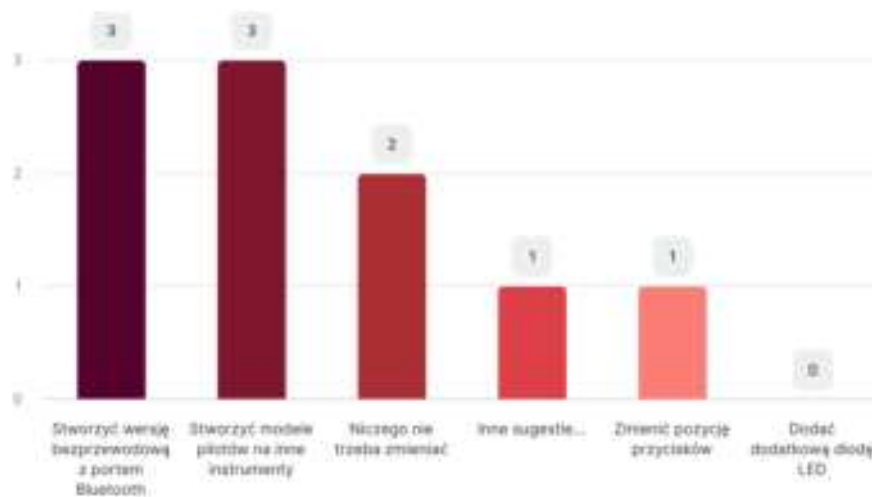
11. Co według Pani/Pana należałoby udoskonalić w aplikacji komputerowej harmonizatora?



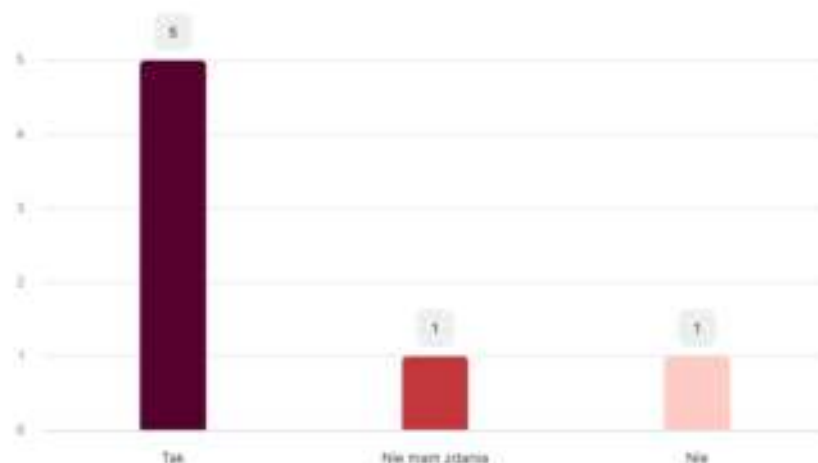
12. Czy uważa Pani/Pan, że aplikacja komputerowa Harmonizatora Kontrolowanego powinna powstać na smartfony?



13. Co według Pani/Pana należałoby udoskonalić w pilocie harmonizatora?



14. Czy według Pani/Pana prezentacja EWI i Harmonizatora Kontrolowanego powinna być bardziej szczegółowa?



**Aneks 8A. Ankieta 2.: Kwestionariusz dotyczący EWI i Harmonizatora Kontrolowanego w wersji tabelowej – pytania, odpowiedzi i wyniki w postaci ilości respondentów na daną odpowiedź (18.12.2020 r.)**

Strona internetowa zaopatrująca w szablon ankiety: <https://my.survio.com/>

Liczba respondentów: 4

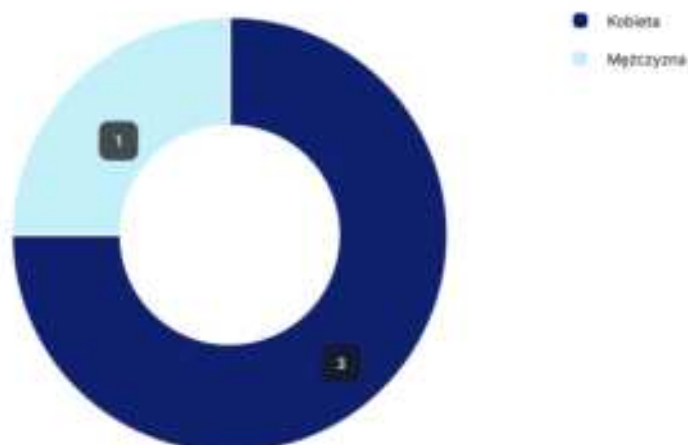
Rodzaj pytań: zamknięte (większość) i otwarte

Pytania i odpowiedzi				Wyniki: ilość osób	
<b>1. Płeć</b>					
Kobieta	1	Mężczyzna		3	
<b>2. Z jaką uczelnią/ szkołą jest Pani związana?/ Z jaką uczelnią/ szkołą jest Pan związany?</b>					
Akademia Muzyczna im. Kiejstuta i Grażyny Bacewiczów w Łodzi				3	
Uniwersytet Muzyczny Fryderyka Chopina (Warszawa)				1	
Jestem związany z inną instytucją (jaką?)...				0	
<b>3. Proszę określić swój stan zawodowy</b>					
Doktorant				0	
Student				4	
Wykładowca				0	
Nauczyciel				0	
Inny stan zawodowy (jaki?)...				0	
<b>4. Czy słyszała Pani/ słyszał Pan już wcześniej o EWI? W jakim środowisku Pani/Pan go poznał?</b>					
Tak, w muzyce jazzowej				2	
Tak, w muzyce rozrywkowej (np. pop)				2	
Tak, w muzyce elektronicznej				2	
Tak, w muzyce poważnej				0	
Nie, pierwszy raz słyszę o tym instrumencie				0	
<b>5. Czy według Pani/ Pana EWI to interesujący instrument?</b>					
Tak				4	
Nie				0	
Nie mam zdania				0	
<b>6. Czy uważa Pani/ Pan, że EWI powinien być bardziej powszechny w muzyce poważnej?</b>					
Tak				1	
Nie				2	
Nie mam zdania				1	
<b>7. Proszę w skali 1-6 określić przydatność Harmonizatora Kontrolowanego</b> Granice: 1 – nieprzydatny, nieinteresujący projekt; 2 – przeciętne przedsięwzięcie; 3 – niektóre elementy projektu są interesujące; 4 – interesujący projekt; 5 – bardzo interesujący projekt; 6 – bardzo interesujący i przydatny projekt.					
1 - * (0)	2 - * (0)	3 - * (0)	4 - * (1)	5 - * (2)	6 - * (1)
<b>8. Czy według Pani/ Pana Harmonizator Kontrolowany ma szansę być wykorzystany w środowisku instrumentów wielogłosowych?</b>					
Tak				3	
Nie				0	

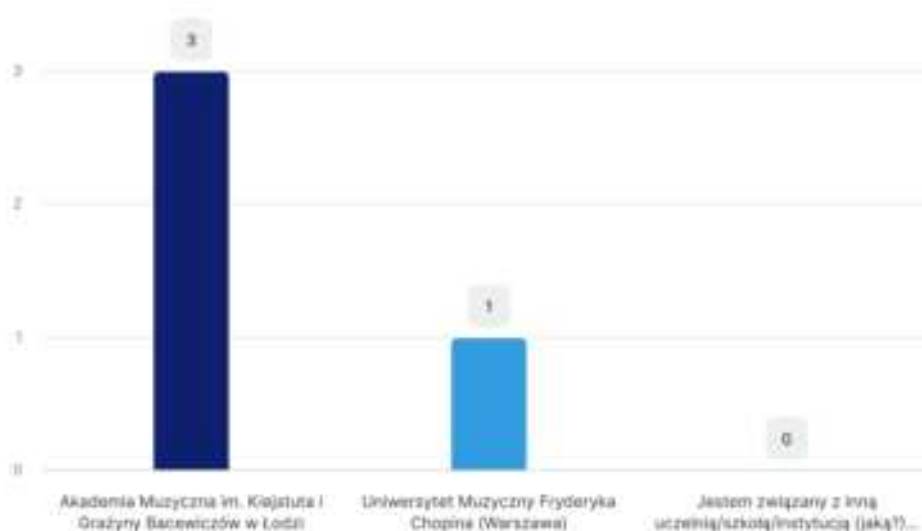
Nie mam zdania	1
<b>9. Co według Pani/ Pana należałoby udoskonalić w aplikacji komputerowej harmonizatora?</b>	
Niczego nie trzeba zmieniać	2
Przeorganizować wygląd okna głównego	0
Zmienić kolor okna głównego	0
Kształt okienek funkcyjnych	0
Stworzyć wersje w innych językach, w tym po polsku	2
Dodać dodatkową funkcję (jaką?)...	0
<b>10. Czy uważa Pani/ Pan, że aplikacja komputerowa Harmonizatora Kontrolowanego powinna powstać na smartfony?</b>	
Tak	2
Nie	1
Nie mam zdania	1
<b>11. Co według Pani/ Pana należałoby udoskonalić w pilocie harmonizatora?</b>	
Niczego nie trzeba zmieniać	1
Zmienić pozycję przycisków	0
Stworzyć modele pilotów na inne instrumenty	0
Stworzyć wersję bezprzewodową z portem Bluetooth	3
Dodać dodatkową diodę LED	0
Inne sugestie...	0
<b>12. Czy według Pani/ Pana prezentacja EWI i Harmonizatora Kontrolowanego powinna być bardziej szczegółowa?</b>	
Tak	1
Nie	2
Nie mam zdania	1

**Aneks 8B: Ankieta 2.: Kwestionariusz dotyczący EWI i Harmonizatora Kontrolowanego – pytania i odpowiedzi w postaci wykresów z ilością respondentów (8.12.2020 r.)**

**1. Płeć**



**2. Z jaką uczelnią/szkołą jest Pani związana?/ Z jaką uczelnią/szkołą jest Pan związany?**

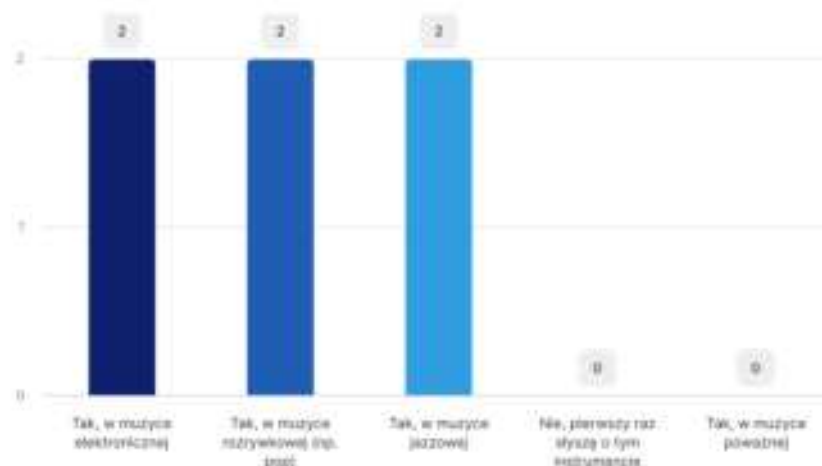




### 3. Proszę określić swój stan zawodowy



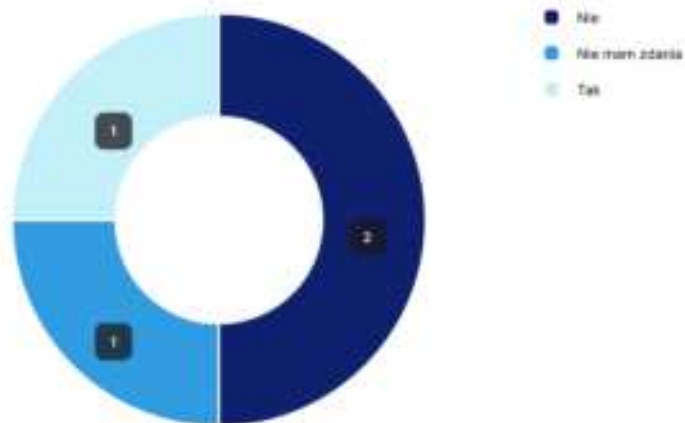
### 4. Czy słyszała Pani/słyszał Pan już wcześniej o EWI? W jakim środowisku Pani go poznała/ Pan go poznał?



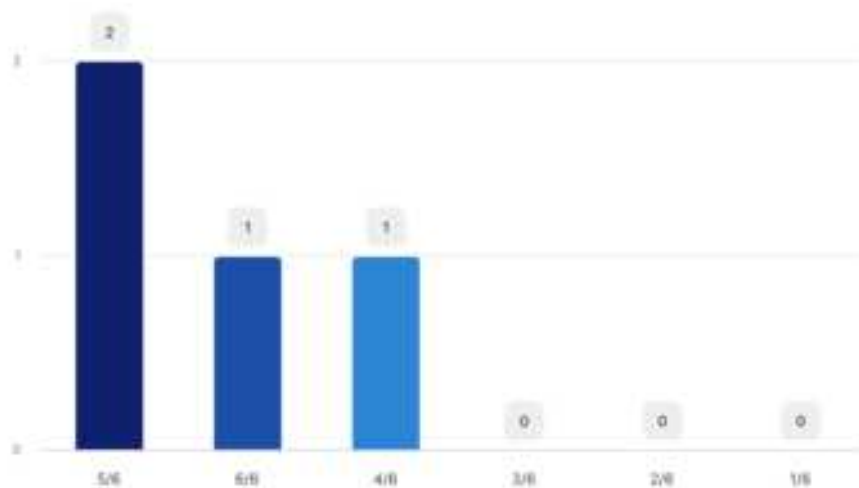
### 5. Czy według Pani/Pana EWI to interesujący instrument?



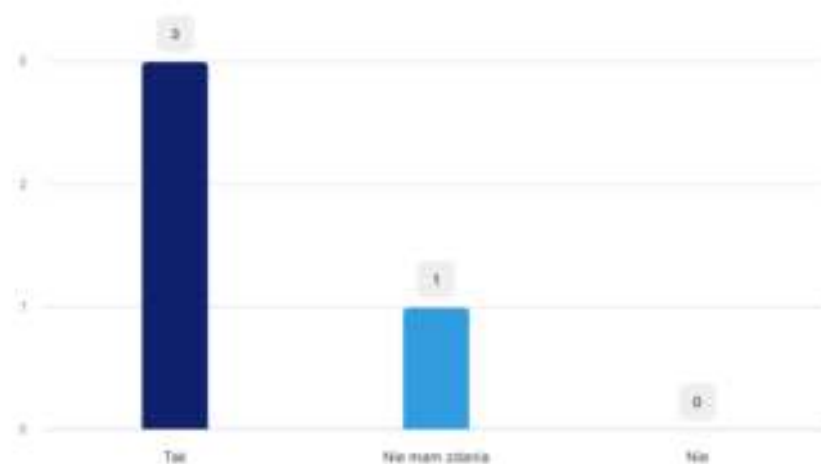
6. Czy uważa Pani/Pan, że EWI powinien być bardziej powszechny w muzyce poważnej?



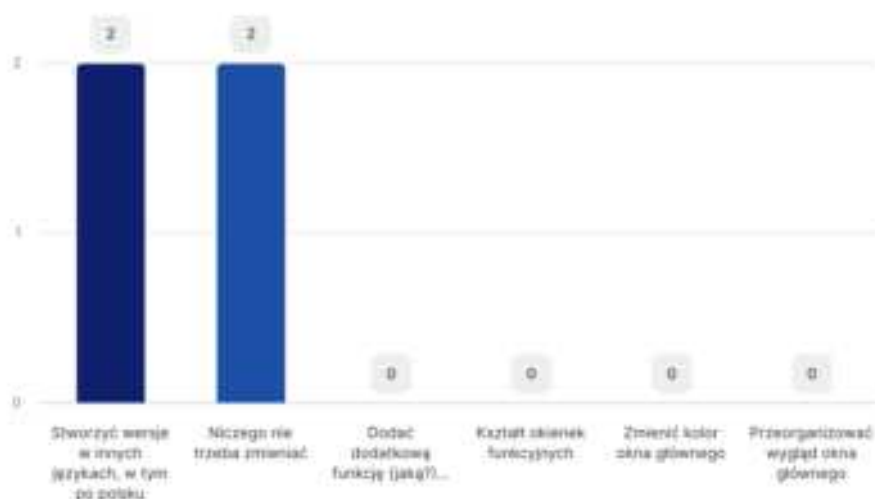
7. Proszę w skali 1-6 określić przydatność Harmonizatora Kontrolowanego



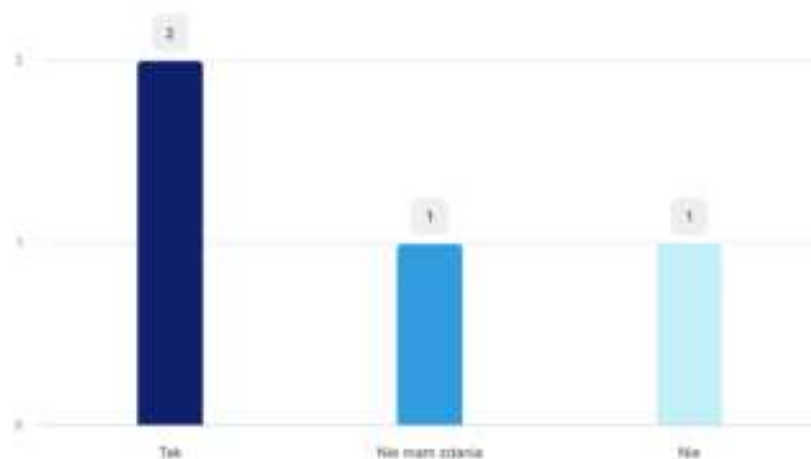
8. Czy według Pani/Pana Harmonizator Kontrolowany ma szansę być wykorzystany w środowisku instrumentów wielogłosowych?



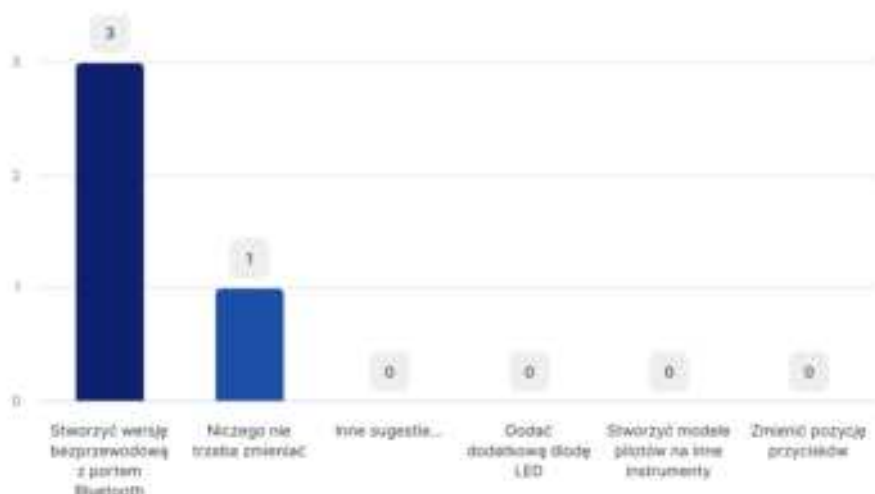
**9. Co według Pani/Pana należałoby udoskonalić w aplikacji komputerowej harmonizatora?**



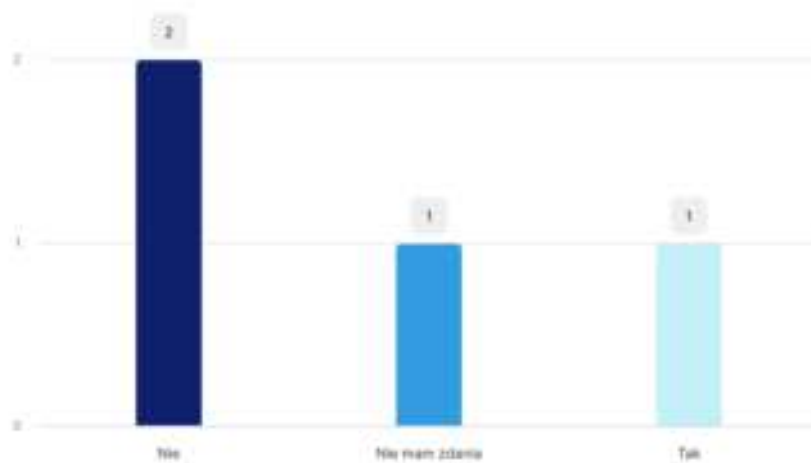
**10. Czy uważa Pani/Pan, że aplikacja komputerowa Harmonizatora Kontrolowanego powinna powstać na smartfony?**



**11. Co według Pani/Pana należałoby udoskonalić w pilocie harmonizatora?**



12. Czy według Pani/Pana prezentacja EW i Harmonizatora Kontrolowanego powinna być bardziej szczegółowa?



## Aneks 9A. Utwór „Non Artificial Piece” (2020) kompozytorki Alicji Gronau – wyjaśnienie i partytura

### SPIS I NUMERACJA STRUKTUR W NON ARTIFICIAL PIECE for Alto Saxophone and Controlled Harmonizer by Alicja Gronau [2020], for Michał Gasztych

- [1] tryton w dół
- [1a] tryton w górę
- [2] tryton + tercja wielka w górę
- [2a] tercja wielka + tryton w dół
- [3] tryton + tercja wielka + kwarta w górę
- [3a] tryton w dół, tercja wielka w górę, tercja wielka w górę
- [4] tryton + tercja wielka + kwarta + septyma wielka w górę
- [5] kwarta + tercja wielka + tercja wielka + nona wielka w dół
- [6] kwarta czysta w dół
- [7] kwarta + tercja wielka w dół
- [8] septyma mała w górę
- [9] dwie septymy małe w górę
- [10] trzy septymy małe w górę
- [11] cztery septymy małe w górę
- [12] tryton + tercja wielka + kwarta + septyma wielka + tryton w górę
- [13] tryton + tercja wielka + kwarta + septyma wielka + tryton + tercja wielka w górę
- [14] tryton + tercja wielka + kwarta + septyma wielka + tryton + tercja wielka + sekunda wielka w górę
- [15] tryton + tercja wielka + tercja wielka + kwarta w dół
- [16] septyma mała + tercja wielka + kwarta w górę
- [17] septyma mała + tryton + tercja wielka w dół
- [18] sekunda wielka w dół + sekunda wielka w dół + tryton w górę + septyma wielka w górę
- [19] septyma mała w dół + septyma wielka w dół + tryton w górę
- [20] sekunda wielka + tercja mała + tercja mała + seksta mała w górę
- [21] seksta wielka + seksta mała + seksta wielka w dół
- [22] tryton + kwarta + kwarta + nona mała w górę
- [23] tercja wielka + tryton + kwinta w dół
- [24] tercja wielka w górę + tercja mała w górę + sekunda wielka w górę + sekunda wielka w górę + kwarta w dół + septyma mała w dół + tryton przez oktawę w dół
- [25] sekunda wielka + tercja wielka w dół
- [26] tercja wielka + sekunda wielka w górę
- [27] tercja wielka w dół + sekunda wielka w górę

# Non Artificial Piece

for Alto Saxophone and Controlled Harmonizer

For Michał Gasztych

*Libéramente*

10" (space = time)  
each staff until further notice

Alicja Gronau [2020]

\* Structure number  
\*\* Accidentals are valid for the whole staff







4 *Liberamente*  
10" (space = time)

[15] MOTTO [16] gliss. gliss.

*sf* *ff* *mp* *mp* *pp*

*Liberamente*  
12"-16"

[16] any dynamics [17] repeat and accelerate as fast as you can

*Liberamente*  
5"-8"

[18] any dynamics [19] repeat and accelerate as fast as you can

*Liberamente*  
8"-13"

[20] any dynamics [21] repeat and accelerate as fast as you can

*Liberamente*  
8"-15"

[22] any dynamics [23] repeat and accelerate as fast as you can

*Liberamente*  
8"-9"

[24] any dynamics [25] repeat and accelerate as fast as you can

*Liberamente*  
10" (space = time)

MOTTO gliss. gliss.

*ff* *pp* *sf* *mf* *pp*

*Rigore*  
♩ = 200

5

*p* — *mf* *ff*

*p* *ff* *p* *ff* *p* *ff* *p*

[1] *ff* *p* *ff* *p* *ff* *p*

[25] *p* — *mf*

*ff* [26] *p* — *mf*

*ff*

[27] [25] [1] *ff*

*p* *ff* *p* *ff* *p* *ff* *p*

6  $\text{♩} = 130$  [15]

*ff* *p* *ff* *p* *ff* *p* *ff* *p*

[24]

$\text{♩} = 80$

*ff* *p* *ff* *p* *ff* *p* *ff* *p*

*Liberalemente*  
10' (space = time)

[24] MOTTO

*sfz* *mf* *ff*

[18]

[3a]

*f* *pp* *sfz* *mf* *pp*

[25]

*p* *f* *p*

[1a]

*sfz* *mf* *ff* *pp*

[2]

*sfz* *ff* *pp* *al niente*

[ca 8:30]

## Aneks 9B. Utwór „Non Artificial Piece” (2020) kompozytorki Alicji Gronau – informacje o utworze

Alicja Gronau

Informacje o utworze

*NON ARTIFICIAL PIECE* for Alto Saxophone and Controlled Harmonizer

by Alicja Gronau [2020], for Michał Gasztych

### 1. Materiał dźwiękowy

Materiał wysokościowy utworu stanowią dźwięki wysnute z imienia i nazwiska Michała Gasztycha i zinterpretowane poprzez nazwy solmizacyjne lub literowe. Michał: *mi=e, c, h, a* lub/i *ax*, Gasztych: *g, a, sz=es, t=ut=c, c, h*. Ważnym elementem tej muzycznej kryptografii (to znana technika kompozytorska, stosowana np. w *Wariacjach Sacherowskich* Lutosławskiego) są dźwięki *a* oraz *g*, będące także inicjałami kompozytorki (refren oparty na tych dźwiękach stosowałam w kilku utworach na instrumenty solowe, ale także – już nie jako refren – w utworach kameralnych i orkiestrowych, traktując je jako swoisty dźwiękowy podpis).

### 2. Forma – motto / refren

Wspólność dwóch dźwięków reprezentujących osobę kompozytorki i wykonawcy spowodowała, że to one tworzą motto tego utworu.

Warto dodać, że termin *motto* ma podwójne znaczenie. Jest – jak w literaturze – miejscem dedykacji, w dziełach słownych zwykle bywa nim cytata zaczerpnięta z pracy innego autora, tu – to wspomniany dźwiękowy podpis (*exlibris*) oraz jednocześnie dedykacja dla wykonawcy.

Drugie znaczenie odwołuje się do technik kompozytorskich tworzenia formy. Gdy temat utworu umieszczony na jego początku jest bardzo krótki, stanowiąc niemalże swoisty muzyczny sygnał, nazywamy go mottem, o ile pełni bardzo ważną rolę w dalszym przebiegu utworu, tzn. pojawia się w istotnych formalnie miejscach rozczłonkowania formy czy w ważnych dla interpretacji sensu danego utworu miejscach. Owa krótkość, lapidarność, która nie pozwala nazwać go tematem (bo to raczej motyw niż dłuższa myśl muzyczna, jaką zwykle bywa temat), sprawia, że termin *motto* jest szczególnie przydatny. Przykładem mogą być utwory Beethovena, w tym nawet słynny początek *V. Symfonii*, gdy wyjużniony z niego powtórzony progresywnie motyw inicjalny.

Zmiany wariacyjne w motcie wiążą się z kierunkiem linii melodycznej motywów, ich długością, a także długością poszczególnych elementów wewnątrzmotywiczych. Inny typ zmian wariacyjnych stanowi działanie harmonizatora, zmieniające jednogłos w wielodźwięk. A kolejny to zmienne postaci dynamiczne refrenu.

Motto w partyturze zawsze zostaje zaznaczone słownie oraz wyodrębnione przez podwójne kreski taktowe.

### 3. Forma – rondo: układ makroformalny

Powroty motta czynią formę utworu analogiczną do ronda. Latwo odbieralny percepcyjnie materiał refrenu, mimo zmian wariacyjnych (ta technika kompozytorska jest jedną z dominujących w utworze), wzmacnia wrażenie formy ronda u odbiorcy.

Motto prezentuje 2 motywy, pierwszy oparty na pochodzie dźwięków *a-g* (motyw 1), drugi (2) na *g-a* (kolejność jest tu istotna). Przejście zawsze odbywa się *gliszando*.

Wobec powyższego, poszczególne fazy utworu pomiędzy refrenami będą zwrotkami czy kupletami. Makroformę wypełnia więc układ: 1 motto, 1 kuplet, 2 motto, 2 kuplet, 3 motto, 3 kuplet, 4 motto, 4 kuplet, 5 motto, 5 kuplet, 6 motto, 6 kuplet, 7 motto + koda, bowiem ostatni powrót refrenu pełni także funkcję stopniowego wygasania utworu zamykającego całość.

Pierwszy kuplet pokazuje cały materiał dźwiękowy utworu w postaci krótkich motywów / fraz (dla uproszczenia terminologicznego dalej będą oznaczane jako motywy<sup>1</sup>). Następne kuplety przetwarzają, zwykle ewolucyjnie (to druga z dominujących technik kompozytorskich w utworze<sup>2</sup>) ten materiał, zawsze jednak nadając indywidualny charakter każdemu z nich.

Dla znających *Koncert wiolonczelowy* Witolda Lutosławskiego, powyższy układ makroformy (oraz także sposób postępowania na poziomie mikroformalnym, o czym niżej) łatwo skojarzy się z otwierającą ten koncert introdukcją wiolonczeli.

### 4. Forma: układ mikroformalny

Jak wspomniano wyżej, pierwszy kuplet (drugi i trzeci system na s. 1) pokazuje cały materiał dźwiękowy utworu w postaci krótkich motywów. Są w sumie cztery (zachowując numerację motywów jako ciągłą w utworze, będą to motywy 3, 4, 5 i 6, po pierwszych dwóch wypełniających motto). Jednak od razu wkracza tu technika wariacyjna, bowiem układ motywów jest następujący: 3, 4, 4a (zmiana artykulacyjna), 5, 3a (zmiana harmoniczna), 4b (jak poprzedni), 5a (j.p.), 6.

Drugie motto pokazuje motywy 1a i 2a, a zmiany mają charakter przede wszystkim harmoniczny. Zmienia się także kierunek w motywie 1a. Wariacyjny jest także plan dynamiczny, co jest stałą zasadą tworzenia wariantów motta.

<sup>1</sup> *De facto* motyw od frazy odróżnia obszerność materiału je wypełniającego, co w muzyce współczesnej nie zawsze daje sposobność do ścisłej specyfikacji tych elementów formy.

<sup>2</sup> Odróżnienie wariacyjności od ewolucyjnego przetwarzania nie jest łatwe. Z punktu widzenia teorii muzyki (według wskazań Józefa Chomińskiego), ewolucyjność to sposób kształtowania (obok okresowości i szeregowania), a wariacyjność to technika lub wariacje jako forma. Jednak oba te zjawiska łączą sposoby działania – w większości wspólne, jak: rozdrobienie rytmiczne, zmiana metrum, zmiana trybu tonacji. Różnicę pomiędzy nimi wyznacza pewna tendencja, dla wariacyjności jest to związek z tematem i jego formą (dlatego np. klasyczne wariacje w dużej części zachowywały budowę tematu, wtedy zwykle okresowego), a ewolucyjność czepie się z tematu jako zbioru elementów do przekształcania (typowy przykład to przetworzenie w *allegro sonatowym*).

Drugi kuplet (5-7 system s. 1) bazuje na motywie 6, który zostaje poddany rozwijaniu ewolucyjnemu przez zastosowanie harmonizatora. Pierwsza sekwencja (progresja) ewolucyjna przyjmuje układ: 6a, 6b, 6c, 6d. Sekwencji o rosnącej liczbie dźwięków w strukturze harmoniczej (od 2 do 5) towarzyszy rosnąca dynamika. Kuplet dopełnia druga, krótsza, sekwencja ewolucyjna bazująca na motywie 1, w układzie: 1b, 1c (zmiany harmoniczne oraz kierunku w 1c).

Trzecie motto (8-9 system na s. 1) prezentuje motywy zmienione harmonicznie: 1d i 2b. Działaniu harmonizatora towarzyszy wydłużenie w czasie<sup>1</sup>, na co wskazuje zapis w dwóch systemach. Warianty brzmią w kolejnej innej odsonie dynamicznej.

Trzeci kuplet (cała s. 2) kontrastuje z dotychczasowym przebiegiem zmianą ukształtowania czasu. Dotąd utwór brzmiał w czasie zapisanym graficznie, swobodnie (zgodnie z określeniem *Liberamente* w partyturze). Teraz wkracza regulator metryczny o stopie ósemkowej, w układzie 3+2+3, a więc metrum na siedem ósmych. Podkreśla tę zmianę oznaczenie *Rigore*. Tempo ósemka równa 200 nadaje wyraźną dużą ruchliwość temu kupletowi. Wypełnia go w całości trzecia sekwencja ewolucyjna o stałym kształcie dynamicznym jej czterech powtórzeń. Pierwsze składa się z motywów: 3b (dwa takty), 4c (5 taktów), 4d (jeden takt), 4e (2 takty), drugie z: 3c (3 takty), 4f (5 taktów), 4g (1 takt), 4h (2 takty), trzecie z: 3d (3 takty), 4i (6 taktów), 4j (1 takt), 4k (2 takty) oraz czwarte na koniec: 3e (3 takty), 4l (5 taktów), 4l (1 takt), 4e (2 takty) i zamykający ciąg sekwencyjny motyw 3f (1 takt). Zmiany w sekwencji wynikają z działania harmonizatora, a liczba dźwięków rośnie od jednego do 5, a w końcu wraca do jednego (trzy ostatnie takty).

Czwarte motto (pierwszy system na s. 3) zawiera motywy 2c i 1e i wraca do swobodnego ukształtowania czasu (*Liberamente*). Odwróceniu kolejności motywów towarzyszy odwrócenie ich kierunków.

Czwarty kuplet (pozostała część s. 3) ponownie wnosi działanie metryczne (cztery czwarte, tempo ćwierćnuta równa 120). Tym razem charakter jest bardziej śpiewny, niż w kupiecie trzecim. Ten kuplet też wypełnia sekwencja ewolucyjna (już czwarta w utworze), złożona z trzech powtórzeń. Istotną zmianę wnosi także pojawienie się hybrydalnych form motywicznych, łączących cechy dotychczasowych motywów – zawsze dwóch. Układ podstawowy tworzą: 3+1 (półtora taktu), 5b (1 takt), 4 (1 takt), 4m (trzy czwarte taktu), 5c (1 takt), 1+4 (1 takt), 1+3 (1 takt), 1 f (rozbudowany do aż 7 taktów z przedtakterem). Drugie powtórzenie to: (3+1)a, 5d, 4n, 4o, 5e, (1+4)a, (1+3)a i 1g. Trzecie: (3+1)b, 5f, 4p, 4r, 5g, (1+4)b, (1+3)b, 1h.

Piąte motto (pierwszy system s. 4) wraca do *Liberamente* – motywy 1i oraz 1j. Zatem jest to motto zredukowane.

Piąty kuplet (2-6 system s. 4) charakteryzuje włączenie działania improwizacyjnego. Podane struktury wykonawca ma powtarzać przyspieszając jak to możliwe.

<sup>1</sup> Partytura zawiera informację, że każdy system trwa ok. 10 sekund, zatem w zapisie przestrzeń równa się czas.

Ponieważ zestaw struktur powoduje różny stopień trudności, zmiany tempa także (w zamierzeniu kompozytora) będą różne. Struktury są zawsze dwie, o zmiennej rozpiętości w ambitusie saksofonu z harmonizatorem. Również czas trwania repetowania został zróżnicowany (12"-16", 5"-8", 8"-13", 8"-15", 8"-9"), a dynamika pozostawiona woli wykonawcy. Przypisanie struktur do danego motywu bywa umowne. Z powodu dominującego stosunku interwałów pomiędzy podanymi strukturami można przyjąć następującą interpretację: 3g (tercja jako analog seksty), 1k (sekunda wielka), 1l (j.p.), 3h (tercja), 4s (sekunda mała i dźwięki c-h).

Szóste motto (ostatni system na s. 4) zachowuje *Liberamente* i wraca do podstawowego zestawu motywów 1 i 2 w wyjściowej dynamice. Powrót początku sygnalizuje zbliżające się zakończenie utworu. Jest też pewnego rodzaju osią całości, dość symboliczną.

Piąty kuplet (cała s. 5 i 1-2 systemy s. 6) wznosi proces ewolucyjnego ukształtowania na wyższy poziom. Bowiem nie tylko kuplet wypełnia ewolucyjna sekwencja (piąta i ostatnia w utworze), ale wewnątrz powtórzeń zachodzą ewolucyjne zmiany – skrócenia i wydłużenia. Panuje tu ostatnia odsłona regulacji metrycznej, na pięć ósmych, a tempo ósemka równa 200 wnosi wrażenie ruchliwości. Tu także pojawiają się hybrydy motywiczne. Pierwszy człon sekwencji tworzą: 3i (1 takt), 1+2 (pół taktu), 3+6 (2 i pół taktu), 1l (5 taktów – swoją drogą mamy tu sekwencję w sekwencji), 1m (5 taktów progresji poprzedniego pięciotaktu, wariant wynika z użycia harmonizatora). Drugi człon to: 3j, (1+2)a, (3+6)a (wydłużenie do 3,5 przez dodanie jednego taktu ciszy), w tym członie następuje więc proces skrócenia przez eliminację motywu 1. Trzeci człon: 3k, (1+2)b, (3+6)b (wydłużenie do 7 taktów przez działanie progresji), 1m (powtórzenie bez zmian), 1n (zmiana harmoniczna, 5 taktów), 1o (j.p. – apogeu wielodźwięku – 8).

Siódme motto, pełniące także rolę kody (pozostała część s. 6), rozpoczyna motyw 2d w wielodźwięku z kupletu. Dalej następuje proces redukcji, 1p to już tylko 5 dźwięków, 2e – cztery, 1r – trzy, 2f – dwa i na koniec 1s w jednogłosie z *glissandem* przez dwie oktawy, wygasającym *al niente*. Zamykanie jest więc i ilościowe, i jakościowe.

Gdy przyjrzymy się ilości wariantów poszczególnych motywów, to łatwo zauważymy, że najwięcej ich ma motyw 1 i 4 (1+19, w sumie postaci jest 20, licząc pierwowzór), sporo mają 3 (1+11), 5 (1+7) i 2 (1+6), a dużo mniej pozostałe 6 (1+4), wszystkie hybrydy tylko 1+2. Co ciekawe w hybrydę nie wchodzi tylko motyw 5.

#### 5. Uwagi końcowe

Autoanaliza własnego utworu zawsze w jakiejś części zaskakuje kompozytora... Bowiem dzięki włączeniu myślenia analitycznego gotowej całości (myślenie analityczne jest obecne w procesie tworzenia, ale wówczas całość jest tylko hipotetyczna czy potencjalna, bo nie istnieje w zapisie) może on dostrzec nieświadomione wcześniej ukryte decyzje. Do nich należy podobieństwo *Non Artificial Piece* do introdukcji z *Koncertu wiolonczelowego* Lutosławskiego. Nie było bowiem moim pierwotnym zamiarem skorzystanie z pomysłu Mistrza, a jednak wyraźnie tak się stało. Nie ubolewam nad tym faktem. Innym zaskoczeniem jest konstatacja, że to motywy 5 i 6 mają tak mało wariantów

oraz że tworzyłam motywy hybrydy. Podczas pracy twórczej kompozytorskiej raczej kierowałam się zestawem dźwięków powstałym w procesie kryptografii, starając się usłyszeć w nim czające się kształty dźwiękowe. Jako twórczy analityk (przyznaję, że lubię wgryzać się analitycznie w materię dźwiękową muzyki współczesnej), dokonałam typologii motywów, by znaleźć owe ukryte porządki, które mogły (i tak było!) zostać użyte w utworze. Główny zamiar twórczy był dość prosty – motywy, ich wariacyjne i ewolucyjne rozwijanie oraz końcówka utworu o charakterze inwolucji, a więc zwijania. No i motyw motto z jego sensem wspólnoty kompozytora i wykonawcy – w działaniu twórczym.

Niezawodnie utwór *Non Artificial Piece* bez harmonizatora straciłby sens, bowiem został specjalnie napisany, by niejako pokazać jego możliwości – zapewne w niewielkim, wybranym przeze mnie odcinku. A możliwości wydają się nie tylko wielkie, ale także bardzo interesujące i wnoszące nowe pola eksploracji tak dla kompozytora, jak i wykonawcy. I za tę możliwość jestem wdzięczna Michałowi Gasztychowi.

I jeszcze może o samym tytule, który powstał przed napisaniem utworu. Przystawka i media elektroniczne są rodzajem sztucznej inteligencji. Co nie znaczy, że narzucają jakąś (bliżej zresztą niedookreśloną) sztuczność muzyce. *Quod errat demonstrandum*, mam nadzieję...



Aneks 10. Utwór „Oh yeah!” (2021) kompozytora Dariusza Przybylskiego – partytura

for Michał Gazarych  
**Oh yeah!**  
for ewi solo

Dariusz Przybylski, 2021

$\text{♩} = 60$

*sffp*

2 *ff sub. pp ff > pp < ff*

4 *ppp mp pp ff mp*

6 *ff mp*

7 *ff mp pp < ff pp <*

10 *ff pp < ff pp < ff*

12 *leggero f*

13 *sfp < ff p*

2

15 *f* *p* *pp* *ff* *pp*

17 *sfz* *f* *mp*

19

20

22 *f*

24 *sfz* *f* *sfz*

26 *f* *f*

27 *mp* *f*

28  Musical notation for measure 28, featuring a treble clef, a key signature of one flat, and a 3/4 time signature. The melody consists of eighth and sixteenth notes with various dynamics. *sf* *pp*

29  Musical notation for measure 29, featuring a treble clef, a key signature of one flat, and a 3/4 time signature. The melody consists of eighth and sixteenth notes. *ff*

30  Musical notation for measure 30, featuring a treble clef, a key signature of one flat, and a 3/4 time signature. The melody consists of eighth and sixteenth notes. *f* *mp* *f*

31  Musical notation for measure 31, featuring a treble clef, a key signature of one flat, and a 3/4 time signature. The melody consists of eighth and sixteenth notes. *mp* *f* *p* *f* *mp* *mp*

33  Musical notation for measure 33, featuring a treble clef, a key signature of one flat, and a 3/4 time signature. The melody consists of eighth and sixteenth notes. *f*

35  Musical notation for measure 35, featuring a treble clef, a key signature of one flat, and a 3/4 time signature. The melody consists of eighth and sixteenth notes. *pp* *ff* *mf* *f* *p* *ff* *mf* *pp*

39  Musical notation for measure 39, featuring a treble clef, a key signature of one flat, and a 3/4 time signature. The melody consists of eighth and sixteenth notes. *f* *p* *mp* *f*

41  Musical notation for measure 41, featuring a treble clef, a key signature of one flat, and a 3/4 time signature. The melody consists of eighth and sixteenth notes. *mp* *ff*

4

43 *p* *ff p* *f* *mf*

46 *pp* *mp* *mf* *ff* *mp* *ff* *p*

48 *ff* *pp* *ff* *pp* *ff*

50 *ff* *sfp* *f* *mp* *ff*

52 *mp* *f* *p* *ff*

54 *pp* *mp* *mf* *ff* *ff*

56 *mp* *ff*

58 *sfp* < *f* > *ff*



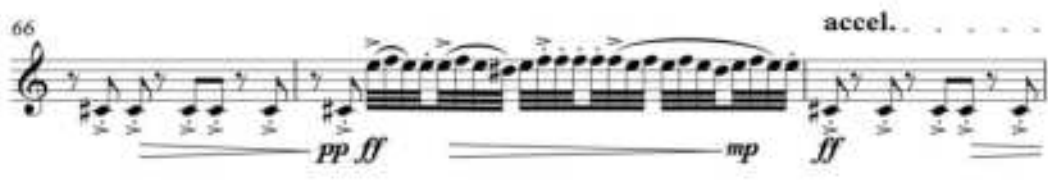
60 *mp* *f* *ff*



62 *pp* *ff* *ff* *pp mf* *ff* *ff*



66 *pp ff* *mp* *ff* *accel.*



69 *pp ff* *pp ff* *pp mp*



73 *ff* *pp ff* *pp*



**Aneks 11. Utwór „Illusions” (2021) kompozytora Dominika Lasoty – wyjaśnienie  
i partytura**

**Illusions**

for Alto Saxophone, Controlled Harmonizer  
and Piano

**Dominik Lasota**

2021

Michałowi Gasztychowi

## esecutori

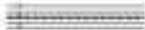
- Alto Saxophone and Controlled Harmonizer a. sx
- pianoforte - pf

ca: 9'

## legenda

- Czas trwania każdego segmentu

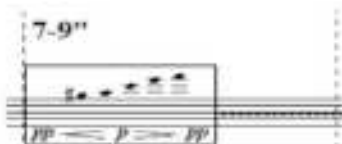
6-8"



- Grać podaną nutę do końca zaznaczenia



- Powtarzaj wcześniejszy segment do końca zaznaczenia. Improwizuj, grając dźwięki w różnej kolejności. Zachowaj kolejność dźwięków tylko za pierwszym razem.





9'

# Illusions

for Alto Saxophone, Controlled Harmonizer and Piano

Dominik Lasota  
(2021)

The musical score is divided into four systems, each with a time signature of 9/8. The instruments are Alto Saxophone (Alto Sax), Controlled Harmonizer (pf), and Piano (p).

**System 1:**  
Alto Saxophone: 5-7" (pp < mp), 5-7" (pp < mp), 6-8" (pp < mp), 5-7" (pp < mp > pp).  
Piano: 6-8" (pp < p > pp), 7-9" (p), 2-4" (p > pp), 4-6" (p > pp), 3-5" (p > pp), 5-7" (p > pp).  
Controlled Harmonizer: 6-8" (pp < p > pp), 7-9" (p), 2-4" (p > pp), 4-6" (p > pp), 3-5" (p > pp), 5-7" (p > pp).

**System 2:**  
Alto Saxophone: 3-5" (p < mf > p) with flutter-tongue "r", 4-6" (p > pp) with Subtone, 3-5" (p > pp), 3-5" (p > pp), 3-5" (p > pp), 9-11" (p > pp) with flutter-tongue "r".  
Piano: 3-5" (p < mf > p), 10-12" (p), 4-6" (p > pp), 3-5" (p > pp), 3-5" (p > pp), 3-5" (p > pp), 9-11" (p > pp).  
Controlled Harmonizer: 3-5" (p < mf > p), 10-12" (p), 4-6" (p > pp), 3-5" (p > pp), 3-5" (p > pp), 3-5" (p > pp), 9-11" (p > pp).

**System 3:**  
Alto Saxophone: 2-4" (mf), 5-7" (pp < mp > pp), 4-6" (p > pp), 9-11" (p > pp), 6-8" (p > pp).  
Piano: 2-4" (p), 5-7" (p > pp), 4-6" (p > pp), 9-11" (p > pp), 6-8" (p > pp).  
Controlled Harmonizer: 2-4" (mf), 5-7" (pp < mp > pp), 4-6" (p > pp), 9-11" (p > pp), 6-8" (p > pp).

2

10-12" 2-4" 3-5" 5-7" 6-8"

a sx

mp

pp

pp mp pp

pf

9-11" 5-7" 3-5" 2-4" 5-7" 3-5" 2-4" 2-4"

a sx

mp

pp

pp mp pp

pf

mf

mp

2-4" 4-6" 3-5" 3-5" 2-4" 5-7"

a sx

pp mp pp

p

pf

mp

p

5-7" 3-5" 3-5" 4-6" 2-4" 4-6" 3-5" 3-5" 3-5" 2-4" 4-6" 4-6"

a sx

mp

p

pf

mp

mf

p

10-12" 3-5" 5-7" 5-7" 4-6"

a sx

pp p < mp > p p < mp > p p < mp > p

pf mp

4-6" 3-5" 2-4" 4-6" 3-5" 2-4" 3-5" 2-4"

a sx

p < mp > p mf p fp fp fp f

flutter-tongue "v"

Growl

pf

4-6" 9-11" 5-7" 4-6"

a sx

mp < f > mp mp < f > mp mp < f > mp

pf mf f

3-5" 3-5" 2-4" 3-5" 5-7"

a sx

p < mf > p < mp > p pp

pf mp

10-12"  
sing and play

2-4" 3-5" 11-13"

*mf* *mp* *pp* *p*

3-5" 2-4" 3-5" 2-4" 3-5" 2-4" 2-4"

*pp* *p* *mp* *p* *mp* *p* *mf* *p* *mf* *mp* *f*

2-4" 2-4" 2-4" 3-5" 4-6" 4-6" 5-7" 3-5"

Subtone

*mf* *f* *mp* *mf* *p* *mp* *p* *mp* *pp* *p* *pp* *ppp*

*ppp*

## Aneks 12. Utwór „Il presagio degli alberi” (2021) kompozytora Matteo Nicolina – wyjaśnienie i partytura

### **Il presagio degli alberi (2021, EWI solo)**

Matteo Nicolini

The title can roughly be translated into “the premonition of the trees”. The piece is inspired by the wordless stream of thought that connects plants of all kinds, no matter if through the touching of neighboring leaves, needles, or if through the entangled underworld of roots and darkness. The composition tries to evoke the feeling of being in front of an unspeakable truth, carried in the branches of those wooden creatures, who share the same planet and dimension we live in and yet live in a completely different plane of existence from ours. Nevertheless, such unspeakable truths can at times transcend the barriers of meaning and language and sting our spirit, granting us a moment of clarity, a pitiless and terrible secret that might as well have been but a trick of our restless soul.

The form was composed according to the golden ratio proportions, that is one of the tools we have to skim the surface of the deep. The musical gestures are two and opposite: one born out of the trembling leaves when hit by the summer winds, restless and agile, another defying the sense of time and yet always growing and evolving, albeit so slowly. The composition will be the place where they will meet and perhaps show one is necessary condition for the other to exist and live.

The EWI has been exploited in its extremely wide register capabilities and its sound-design features: the synthesizer hosted by the electronic wind instrument was programmed from scratch, giving birth to a fluid timbre, halfway between acoustic wind instruments and otherworldly musical devices. The pitches and the intensity and articulation of the player’s breath will be the only way to explore the truly vast hybrid zone that can be found by this patch.

# Il presagio degli alberi

Dedicato a Michal Gasczyk

*"Alberi, erpi, erbe, quasi  
veri, quasi all'aria del vero I... I  
nate senza un lamento  
nate bisbigliate un accento  
ostinato non utile dire.*

*Significati allungano le dita,  
senza le antenne filiformi.  
Sillabe labbra chiuse  
unicone con l'aria terra.  
Perfettissimo piante, perfettissimo."*

A. Zanzotto

Matteo Nicolini

**LEGENDA**  
h = EWI hold function

$\text{♩} = 54$

**A**

*mf* *pp*  
*sub. f* *mp*  
*pp* *f*  
*p* *pp*  
*f* *mp*  
*pp* *p* *f*  
*mf* *p*  
*sub. f* *mp*  
*mf* *f*

Gazze, febbraio 2021

Il presagio degli alberi | Matteo Nicolin

2

sub. *p* sub. *f*

sub. *pp* *f* sub. *ppp*

**B**

*p* *h* *h* *h*

*mp* *mf* *p*

*mf* *p*

*pp*

*p* *mp*

Il presagio degli alberi | Matteo Nicolini

3

Musical staff 1: Treble clef, starting with a mezzo-forte (*mf*) dynamic. It features a series of eighth-note chords with a melodic line above them. Dynamics include *mf* and *f*. A fermata is present at the end of the staff.

Musical staff 2: Treble clef, starting with a mezzo-piano (*mp*) dynamic. It features a series of eighth-note chords with a melodic line above them. Dynamics include *mp* and *f*. A fermata is present at the end of the staff.

Musical staff 3: Treble clef, starting with a piano (*p*) dynamic. It features a series of eighth-note chords with a melodic line above them. Dynamics include *p*, *f*, and *mp*. A fermata is present at the end of the staff.

Musical staff 4: Treble clef, starting with a pianissimo (*ppp*) dynamic. It features a series of eighth-note chords with a melodic line above them. Dynamics include *ppp*, *pp*, *f*, and *ppp*. A fermata is present at the end of the staff.

Musical staff 5: Treble clef, starting with a mezzo-piano (*mp*) dynamic. It features a series of eighth-note chords with a melodic line above them. Dynamics include *mp* and *ppp*. A fermata is present at the end of the staff.

Musical staff 6: Treble clef, starting with a pianissimo (*pp*) dynamic. It features a series of eighth-note chords with a melodic line above them. Dynamics include *pp*, *sub. f*, and *mp*. A fermata is present at the end of the staff. The word "rit." is written above the staff.

**D** *libero e espressivo*

Musical staff 7: Treble clef, starting with a piano (*p*) dynamic. It features a series of eighth-note chords with a melodic line above them. Dynamics include *p* and *pp*. A fermata is present at the end of the staff.

Musical staff 8: Treble clef, starting with a piano (*p*) dynamic. It features a series of eighth-note chords with a melodic line above them. Dynamics include *p* and *pp*. A fermata is present at the end of the staff.



Il presagio degli alberi | Matteo Nicolini

4

mf pp sub. f

mp pp

f p

pp

f mp pp

p f h n

**Aneks 13. Utwór „Drunk Hornets” (2021) kompozytora Wojciecha Błażejczyka –  
wyjaśnienie i partytura**

Wojciech Błażejczyk

# Drunk Hornets

for alto saxophone & harmonizer

dedicated to Michał Gasztych

VII.2021

Harmonizator powinien być aktywny przez cały czas trwania utworu z wyjątkiem końcówki taktu 92 i taktu 93. Cyfry w kwadratach oznaczają kolejne preset harmonizatora. Każdy preset jest opisany zapisem nutowym, w którym wysokości oznaczają interwał transpozycji względem nuty „h” (mniejsza nutka w nawiasie), a rytm - opóźnienie każdego z transponowanych głosów, czyli układ sekwencji arpeggiatora. Mała nuta w nawiasie (h) jest tylko punktem odniesienia, nie jest dodatkowym głosem (nie należy jej dodawać do akordu arpeggiatora). Nad nutami oznaczającymi transpozycję podano dodatkowo interwał jako liczbę (np. -3 to tercja mała w dół). Tam gdzie wszystkie nuty są równocześnie (jedna nad drugą), nie ma opóźnienia - arpeggiator jest nieaktywny, wszystkie głosy transponowane pojawiają się równocześnie (dodatkowo jest tam zapis: no delay).

Większość utworu jest w tempie 120, a więc ósemka oznacza 250 milisekund. W taktach 49 - 56 tempo zmienia się na 60 - wtedy ósemka to 500 milisekund. Utwór należy grać bardzo precyzyjnie rytmicznie, bez wahań tempa (z wyjątkiem fermat) tak aby transponowane, opóźnione głosy nakładały się na siebie i tworzyły wyrównaną, precyzyjną rytmicznie strukturę rytmiczną. Należy przy tym uwzględnić, że program MAX może wprowadzać drobne dodatkowe opóźnienie (latency), zależne od rozmiaru bufora. Bufor najlepiej ustawić na maksymalnie 256 sampli. To opóźnienie nie powinno wpływać na wyrównanie rytmiczne w utworze - jeśli będzie duże, należy je kompensować podczas grania.

# Drunk Hornets

for alto saxophone and harmonizer  
dedicated to Michal Gasztych

Wojciech Błazejczyk  
VII.2021

agitato ♩ = 120

The musical score is written for alto saxophone and harmonizer in 4/4 time, with a tempo of 120 beats per minute. The key signature has one flat (B-flat). The score is divided into several systems:

- System 1:** Alto Sax in B-flat and Harmonizer in B-flat. The Alto Sax part starts with a dynamic of *p* and includes a fingering box with the number 1 and a -1. The Harmonizer part has a dynamic of *p*.
- System 2:** Alto Sax in B-flat. The dynamic is *mp*.
- System 3:** Alto Sax in B-flat and Harmonizer in B-flat. The Alto Sax part has a dynamic of *mf* and includes a *slur* and a *fp* dynamic. The Harmonizer part has a dynamic of *mf* and includes a fingering box with the number 2 and -1 -2.
- System 4:** Alto Sax in B-flat and Harmonizer in B-flat. The Alto Sax part has a dynamic of *mp* and includes a *mf* dynamic. The Harmonizer part has a dynamic of *f* and includes a fingering box with the number 3 and (no delay) -1 -2.

The musical score for "Drunk Hornets" is presented in two systems, each with a Saxophone (Sx) and Horn (Harm) part. The key signature has one sharp (F#) and the time signature is 4/4.

**System 1 (Measures 13-16):**  
Saxophone part: Measures 13-16. Dynamics: *mf* (13-14), *sfz* (15), *mf* (16).  
Horn part: Measures 13-16. Fingering: **4** (13), **+3** (14).

**System 2 (Measures 17-20):**  
Saxophone part: Measures 17-20. Dynamics: *f* (17), *mf* (18), *sfz* (19), *fp* (20).

**System 3 (Measures 21-24):**  
Saxophone part: Measures 21-24. Dynamics: *mf* (21), *sfz* (22).

**System 4 (Measures 25-28):**  
Saxophone part: Measures 25-28. Dynamics: *f* (25), *sfz* (26), *mf* (27), *fp* (28). Articulations: *slap* (25, 27).

**System 5 (Measures 29-32):**  
Saxophone part: Measures 29-32. Dynamics: *mf* (29).  
Horn part: Measures 29-32. Fingering: **5** (29), **+3 +11** (30).

**System 6 (Measures 33-36):**  
Saxophone part: Measures 33-36. Dynamics: *p* (33).  
Horn part: Measures 33-36. Fingering: **6** (33), **-3 -11** (34).

Drunk Hornets

The musical score for "Drunk Hornets" consists of two staves: Saxophone (Sx) and Horn (Harm). The piece is in 3/4 time with a tempo of 60 beats per minute. The key signature has one sharp (F#). The score is divided into measures 11 through 20. The Saxophone part features a complex, rhythmic melody with various articulations and dynamics. The Horn part provides harmonic support with chords and melodic lines. Dynamics include *mp*, *mf*, and *f*. The score includes various musical notations such as slurs, accents, and fingerings.

11 Sx

12 Sx *mp*

13 Sx

14 Sx *mf*

15 Sx

16 Sx *f*

17 Sx *mf* *f* *mf*

18 Sx *f*

19 Sx *mf*

20 Sx

20 Harm *mf* 7 +3 -5 +9 +13

$\text{♩} = 60$

The musical score is arranged in systems for Saxophone (Sx) and Harp (Harm). The first system (measures 11-14) shows a melodic line for Sx and a harmonic accompaniment for Harm. A box in the Harm part contains the instruction "(no delay) +3+9" above the number "8", and "-5+13" below it. The second system (measures 17-20) is marked "agitato" with a tempo of quarter note = 120. The Sx part has a dynamic of *mp* and includes fingerings "+3 -5 +9 +13". The Harm part has a dynamic of *mp* and includes fingerings "9". The third system (measures 21-24) features four Sx staves with a dynamic of *mf*. The fourth system (measures 25-28) features four Sx staves with dynamics *mp*, *f*, and *mp*. The Harm part has a dynamic of *mp* and includes fingerings "10 -1 +2 -7". The fifth system (measures 29-32) features four Sx staves with dynamics *mf*, *mf*, and *mf*. The sixth system (measures 33-36) features four Sx staves with dynamics *ff* and *fp*. The seventh system (measures 37-40) features four Sx staves with dynamics *mf* and *fp*.

Drunk Hornets

The musical score is divided into three systems, each with a Saxophone (Sx) and Harmonizer (Harm) part. The key signature has one sharp (F#) and the time signature is 3/4.

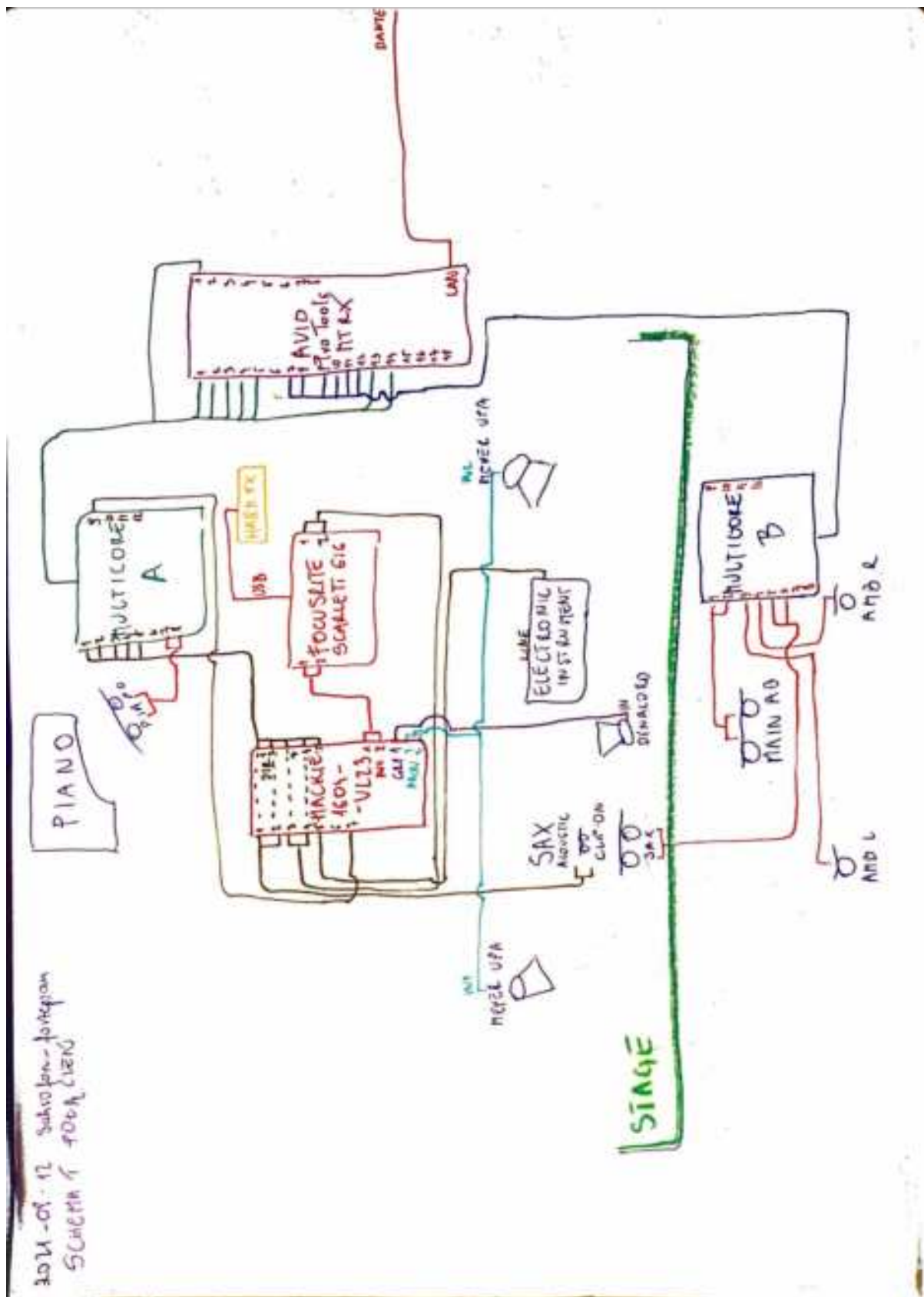
**System 1 (Measures 11-13):**  
Saxophone: Starts with a *mf* dynamic, playing a series of eighth notes with accents. Measure 11 contains a *fp* dynamic marking. Measure 13 features a whole note chord with a *fp* dynamic.  
Harmonizer: Measure 11 has a box labeled "11" with fingerings "+3 -5 +9 +13".

**System 2 (Measures 14-16):**  
Saxophone: Measures 14 and 15 feature a *f* dynamic. Measure 16 has a *fp* dynamic.  
Harmonizer: Measure 16 has a box labeled "13" with fingerings "+3 -5 +9 +13".

**System 3 (Measures 17-19):**  
Saxophone: Measure 17 has a *p* dynamic. Measure 18 has a *ff* dynamic. Measure 19 has a *ff* dynamic.  
Harmonizer: Measure 17 has a box labeled "12" with the instruction "HARMONIZER OFF!". Measure 18 has a box labeled "14" with fingerings "-1-2". Measure 19 has a box labeled "15" with the instruction "(no delay)" and fingerings "0 0".



Aneks 14. Schematu połączeń instrumentów z aparaturą elektroniczną podczas sesji nagraniowej dzieła artystycznego w Sali Koncertowej UMFC



**Aneks 15. Lista urządzeń użytych w kanałach wejścia i wyjścia (input and output channels) podczas sesji nagraniowej w Sali Koncertowej UMFC**

I.p.	źródło	mikrofon/linia	+48 V	statyw	poprzeczka	input 1	output	input 2	multicore
1	Sax – clip-on	DPA 4099		-	-	MACKIE 1	DIR 1, AUX 1, GRP 1	MTRX 1	A1
2						MACKIE 2	DIR 2, AUX 2, GRP 1	MTRX 2	A2
3	Electronic instrument	LINE – DI-box		-	-	MACKIE 5	DIR 5, GRP 1	MTRX 3	A3
4	Harmonizer FX	LINE		-	-	MACKIE 3	DIR 3, GRP 1	MTRX 4	A4
5				-	-	MACKIE 4	DIR 4, GRP 1	MTRX 5	A5
6	MAIN AB	DPA 4006		Manfrotto prosty	długa	-	-	MTRX 7	B1
7				Manfrotto prosty		-	-	MTRX 8	B2
8	AMB	Schoeps MK2S		Manfrotto prosty		-	-	MTRX 9	B3
9				Manfrotto prosty		-	-	MTRX 10	B4
10	Sax	Neumann U87		DYNAWID średni	krótka	-	-	MTRX 11	B5
11				DYNAWID średni		-	-	MTRX 12	B6
12	Piano	DPA 4011		DYNAWID średni	krótka	-	-	MTRX 13	A7
13				DYNAWID średni		-	-	MTRX 14	A8
14	TALKBACK	LINE		-	-	MACKIE 7	MTRX 1, GRP 1	-	A9

## Bibliografia

Appleton J. H., Perera R. C., *The Development and Practice of Electronic Music*, Prentice Hall, New Jersey 1975.

*Complete MIDI 1.0 Detailed Specification, The*, The MIDI Manufacturers Association, Los Angeles 2020.

Dodge C., Jerse T. A., *Computer Music: Synthesis, Composition, and Performance*, Cengage Learning, Nowy Jork 1985.

*Encyklopedia Muzyki*, red. A. Chodkowski, wyd. 2., Polskie Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 2001.

Fusik J. P., *The theatrical saxophone: visual and narrative elements on contemporary saxophone music – a dissertation*, Bowling Green State University, Bowling Green, Ohio 2013.

Howe Jr. H. S., *Electronic Music Synthesis*, W. W. Norton and Company, Londyn 1975.

Kientzy D., *Les Sons Multiples Aux Saxophones*, Salabert Editions, Paryż 1982.

Kotoński W., *Muzyka elektroniczna*, Polskie Wydawnictwo Muzyczne, Kraków 2002.

Londeix J.-M., *HELLO! Mr. Sax*, Alphonse Leduc Edition Musicales, Paryż 1989.

Miranda E. R., *Computer Sound Design. Synthesis techniques and programming*, Focal Press, Second edition, Oxford 2002.

Napieralska J., Gronau-Osińska A., Okoń-Makowska B., *Multimedia „Estetyka – Dźwięk »”*, t. 1, Wydawnictwo Uniwersytetu Fryderyka Chopina, Warszawa 2017.

Oleszkowicz J., *Muzyka, Elektronika, Informatyka*, red. A. Mroczek, Centrum Edukacji Artystycznej, Warszawa 2017.

Pituch D., *Saksofon od A do Z*, Polskie Wydawnictwo Muzyczne, Kraków 2000.

Poszowski A., *Harmonia systemu tonalnego dur-moll*, Wydawnictwo Akademii Muzycznej im. S. Moniuszki w Gdańsku, Gdańsk 2001.

Puckette M., *The Theory and Technique of Electronic Music*, World Scientific Publishing Company, 2007.

Roads C., *The Computer Music Tutorial*, Massachusetts Institute of Technology Press, 1996.

Rossing, T. D., Fletcher N. H., *Principles of Vibration and Sound*, Springer Science + Business Media, LLC, 2nd Edition, Nowy Jork 2004.

*Saxofoonfamilie van Buffet Crampon, De*, red. Buffet Crampon Benelux bv, Best 1986.

Sikorski K., *Harmonia*, Polskie Wydawnictwo Muzyczne, Kraków 1949.

Sikorski K., *Instrumentoznastwo*, Polskie Wydawnictwo Muzyczne, Kraków 1950.

*Słowniczek muzyczny*, red. J. Habela, Polskie Wydawnictwo Muzyczne, Kraków 2005.

Van Tonder C., *Music Composition and Performance in Interactive Computer/Human Systems*, University of the Witwatersrand, Johannesburg 2004.

Vashlishan M. J., *The Akai Electric Wind Instrument (EWI4000s): A Technical and Expressive Method*, University of Miami, Coral Gables, Florida 2011.

Weiss M., Netti G., *The Techniques of Saxophone Playing/ Die Spieltechnik des Saxophons*, Bärenreiter, Kassel 2010.

Wesołowski F., *Zasady Muzyki*, Polskie Wydawnictwo Muzyczne, Kraków 1980.

Zawodny S., *Wpływ postępu technologicznego i rozwoju elektroniki na twórczość kompozytorów muzyki saksofonowej XX i XXI wieku, na przykładzie utworów Steve'a Reicha, François-Bernarda Mâche, Luciano Berio, Jacoba ter Veldhuisa i Jennifer Watson, a także kompozycji własnej – opis dzieła artystycznego*, Akademia Muzyczna im. Stanisława Moniuszki w Gdańsku, Gdańsk 2019.

Zieliński T. A., *Podstawy harmoniki nowoczesnej*, Polskie Wydawnictwo Muzyczne, Kraków 1983.

## Źródła internetowe

About, „MIDI Association”, <https://www.midi.org/about> (dostęp: 1.05.2023).

About JLC Cooper – The JLC Cooper Story, „JLC Cooper Electronics”,  
[https://jlcooper.com/\\_php/corporate.php?view=about](https://jlcooper.com/_php/corporate.php?view=about) (dostęp: 13.07.2023).

adware, *Difference between Simplex Transmission Modes and Half Duplex Transmission Modes*, „GeekforGeeks”, 21.06.2023, <https://www.geeksforgeeks.org/difference-between-simplex-transmission-modes-and-half-duplex-transmission-modes/> (dostęp: 27.05.2023).

Aerofony, w: *Encyklopedia PWN*, <https://encyklopedia.pwn.pl/haslo/aerofony;3866028.html> (dostęp: 12.05.2021).

Akkoord (muziek), w: *Wikipedia*, 26.03.2022,  
[https://nl.wikipedia.org/wiki/Akkoord\\_\(muziek\)?msclkiid=13b2beb5c34d11ecb8403f7f25b9f553](https://nl.wikipedia.org/wiki/Akkoord_(muziek)?msclkiid=13b2beb5c34d11ecb8403f7f25b9f553) (dostęp: 23.04.2022).

Alteracja, w: *Wikipedia*, 17.01.2018, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Alteracja\\_\(muzyka\)](https://pl.wikipedia.org/wiki/Alteracja_(muzyka)) (dostęp: 3.05.2022).

Ambiwalentny, w: *Słownik języka polskiego (SJP.pl)*, <https://sjp.pl/ambiwalentny> (dostęp: 5.06.2022).

*Asynchronous Serial Communication*, w: *Wikipedia*, 1.01.2023,  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Asynchronous\\_serial\\_communication](https://en.wikipedia.org/wiki/Asynchronous_serial_communication) (dostęp: 26.05.2023).

*Augmented sixth chord*, w: *Wikipedia*, 9.02.2022,  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Augmented\\_sixth\\_chord?msclkiid=c1fbf1eec33611ec9c172bf3966f75ef](https://en.wikipedia.org/wiki/Augmented_sixth_chord?msclkiid=c1fbf1eec33611ec9c172bf3966f75ef) (dostęp: 23.04.2022).

*Backus, John (Graham)*, w: *Grove Music Online*,  
<https://www.oxfordmusiconline.com/grovemusic/view/10.1093/gmo/9781561592630.001.0001/omo-9781561592630-e-0000043468> (dostęp: 13.05.2021).

*Bajt*, w: *Wikipedia*, 18.01.2023, <https://pl.wikipedia.org/wiki/Bajt> (dostęp: 8.06.2023).

Bartoszak R., *Generator bitu parzystości w FPGA – bit kontroli parzystości w FPGA*, „Rafal Bartoszak – Elektronika”, 25.12.2020, <https://rafal-bartoszak.blogspot.com/2020/12/generator-bitu-parzystosci-w-fpga.html#:~:text=Zadanie%20modu%C5%82u%20kontroli%20parzysto%C5%9Bci%20jest%20proste> (dostęp: 27.05.2023).

*Baud*, w: *Wikipedia*, 20.01.2023, <https://en.wikipedia.org/wiki/Baud> (dostęp: 27.05.2023).

*Benedikt Eppelsheim Blasinstrumente*, w: *Wikipedia*, 9.06.2023,  
[https://de.wikipedia.org/wiki/Benedikt\\_Eppelsheim\\_Blasinstrumente](https://de.wikipedia.org/wiki/Benedikt_Eppelsheim_Blasinstrumente) (dostęp: 2.08.2023).

*Bod*, w: *Encyklopedia PWN*, <https://encyklopedia.pwn.pl/haslo/bod;3878824.html>  
(dostęp: 27.05.2023).

*Bod*, w: *Encyklopedia PWN – Mały słownik techniczny angielsko-polski i polsko-angielski*,  
<https://encyklopedia.pwn.pl/fragmenty/Maly-slownik-techniczny-angielsko-polski-i-polsko-angielski;2BBDFECFEB;bod.html> (dostęp: 27.05.2023).

*Bod*, w: *Wikipedia*, 8.01.2023, <https://pl.wikipedia.org/wiki/Bod> (dostęp: 27.05.2023).

*Boehm system (clarinet)*, w: *Wikipedia*, 11.09.2022,  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Boehm\\_system\\_\(clarinet\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Boehm_system_(clarinet)) (dostęp: 16.02.2023).

*Byte*, w: *Computer Hope*, 3.05.2023,  
<https://www.computerhope.com/jargon/b/byte.htm#:~:text=A%20byte%20is%20a%20term%20first%20coined%20by,not%20it%20needs%20error%20correction%20%28%20parity%20%29> (dostęp: 8.06.2023).

*Byte*, w: *Encyclopaedia Britannica*, 12.05.2023, <https://www.britannica.com/technology/byte> (dostęp: 8.06.2023).

*Byte*, w: *Wikipedia*, 2.06.2023, <https://en.wikipedia.org/wiki/Byte> (dostęp: 8.06.2023).

Carlos, *Maximum limit of simultaneous events*, „MIDI Association – The MIDI Forum”, 19.02.2023, <https://www.midi.org/forum/17672-maximum-number-of-simultaneous-events#reply-17682> (dostęp: 26.05.2023).

*Chord (music)*, w: *Wikipedia*, 12.04.2022, [https://en.wikipedia.org/wiki/Chord\\_\(music\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Chord_(music)) (dostęp: 24.04.2022).

*Chorus*, w: *Wikipedia*, 17.11.2022, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Chorus\\_\(efekt\\_gitarowy\)](https://pl.wikipedia.org/wiki/Chorus_(efekt_gitarowy)) (dostęp: 31.01.2023).

*Chorus*, w: *Wikipedia*, 27.01.2023, [https://en.wikipedia.org/wiki/Chorus\\_\(audio\\_effect\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Chorus_(audio_effect)) (dostęp: 31.01.2023).

*C melody saxophone*, w: *Wikipedia*, 23.07.2023, [https://en.wikipedia.org/wiki/C\\_melody\\_saxophone](https://en.wikipedia.org/wiki/C_melody_saxophone) (dostęp: 2.08.2023).

*CV/gate*, w: *Wikipedia*, 18.06.2022, <https://en.wikipedia.org/wiki/CV/gate> (dostęp: 1.07.2023).

*CV/Gate*, w: *Wikipedia*, 7.01.2023, <https://pl.wikipedia.org/wiki/CV/Gate> (dostęp: 1.07.2023).

*Częstotliwość Nyquista*, w: *Wikipedia*, 12.09.2022, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Cz%C4%99stotliwo%C5%9B%C4%87\\_Nyquista](https://pl.wikipedia.org/wiki/Cz%C4%99stotliwo%C5%9B%C4%87_Nyquista) (dostęp: 22.02.2023).

*Częstotliwość próbkowania*, w: *Wikipedia*, 27.05.2021, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Cz%C4%99stotliwo%C5%9B%C4%87\\_pr%C3%B3bkowania](https://pl.wikipedia.org/wiki/Cz%C4%99stotliwo%C5%9B%C4%87_pr%C3%B3bkowania) (dostęp: 22.02.2023).



*DCB*, w: *Electronic Music Wiki*, 27.05.2014, <https://electronicmusic.fandom.com/wiki/DCB> (dostęp: 28.04.2023).

*Digital Communication Bus (DCB) of Roland*, „CHD Elektroservis, Electronic Equipment and Accessories for Musical Instruments”, <https://www.chd-el.cz/support/application/app003-dcb/> (dostęp: 28.04.2023).

*Digital Control Bus*, w: *Wikipedia*, 20.10.2022, [https://en.wikipedia.org/wiki/Digital\\_Control\\_Bus](https://en.wikipedia.org/wiki/Digital_Control_Bus) (dostęp: 28.04.2023).

*Digital Equipment Corporation*, w: *Encyclopaedia Britannica*, 20.03.2023, <https://www.britannica.com/topic/Digital-Equipment-Corporation> (dostęp: 30.04.2023).

*DIN connector*, w: *Wikipedia*, 5.06.2023, [https://en.wikipedia.org/wiki/DIN\\_connector](https://en.wikipedia.org/wiki/DIN_connector) (dostęp: 3.07.2023).

*DIN sync*, w: *Wikipedia*, 21.03.2023, [https://en.wikipedia.org/wiki/DIN\\_sync](https://en.wikipedia.org/wiki/DIN_sync) (dostęp: 1.07.2023).

*Dioda elektroluminescencyjna*, w: *Wikipedia*, 18.02.2023, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Dioda\\_elektroluminescencyjna](https://pl.wikipedia.org/wiki/Dioda_elektroluminescencyjna) (dostęp: 1.03.2023).

*Dolores, MIDI buffer limits*, „MIDI Association – The MIDI Forum”, 18.01.2023, <https://www.midi.org/forum/17325-midi-buffer-limits#reply-17327> (dostęp: 26.05.2023).

*Dudnienie*, w: *ekologia.pl*, <https://www.ekologia.pl/wiedza/slowniki/leksykon-ekologii-i-ochrony-srodowiska/dudnienie> (dostęp: 13.05.2021).

*Dudnienie (akustyka)*, w: *Wikipedia*, 21.08.2018, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Dudnienie\\_\(akustyka\)](https://pl.wikipedia.org/wiki/Dudnienie_(akustyka)) (dostęp: 13.05.2021).

Elektroniczna wersja dysertacji dra Vashlishana, <https://www.scribd.com/document/293420899/The-Akai-Electric-Wind-Instrument-EWI4000s-a-Technical-and-Exp> (dostęp: 24.07.2023).

Elektroniczna wersja książki „The Complete MIDI 1.0 Detailed Specification”  
wydawnictwa MIDI Manufacturers Association, Los Angeles 2020,  
[https://archive.org/details/complete\\_midi\\_96-1-3/mode/2up](https://archive.org/details/complete_midi_96-1-3/mode/2up) (dostęp: 24.05.2023).

*EVI (Electronic Valve Instrument)*, „Synthmuseum.com”,  
<https://synthmuseum.com/stp/stpevi01.html> (dostęp: 30.07.2023).

*EWI*, w: *Wikipedia*, 16.05.2023, [https://en.wikipedia.org/wiki/EWI\\_\(musical\\_instrument\)](https://en.wikipedia.org/wiki/EWI_(musical_instrument))  
(dostęp: 27.07.2023).

*Fale dźwiękowe i zjawisko dudnień*, <http://kawe.wfis.uni.lodz.pl/kfd/pdf/T-6.pdf>  
(dostęp: 13.05.2021).

*F Conn mezzosoprano*, w: *Museo del Sassofono*,  
<https://www.museodelsaxofono.com/project/sax-mezzosoprano-conn/> (dostęp: 2.08.2023).

*Full-duplex*, w: *Network Encyclopedia*, [https://networkencyclopedia.com/full-duplex/?utm\\_content=cmp-true](https://networkencyclopedia.com/full-duplex/?utm_content=cmp-true) (dostęp: 27.05.2023).

Gaston R., *What is CV/Gate? What is it Doing on My Gear? Control Voltage and Gate Signals Explained*, „Perfect Circuit”, <https://www.perfectcircuit.com/signal/what-is-cv-gate>  
(dostęp: 1.07.2023).

Gerschlauer P., *128 notes per octave on Alto Saxophone*, w: *YouTube*, 28.06.2015,  
<https://www.youtube.com/watch?v=lGa66qHzKME> (dostęp: 5.03.2020).

*Get to know Steiner-Parker*, „Synthmuseum.com”,  
<https://synthmuseum.com/magazie/jw0009.html> (dostęp: 30.07.2023).

Graeme, *MIDI data protocol question...*, „MIDI Association – The MIDI Forum”, 7.01.2018,  
<https://www.midi.org/forum/1141-midi-data-protocol-question> (dostęp: 26.05.2023).

Hamm C., Hughes B., *Open Music Theory, I. Fundamentals, American Standard Pitch Notation (ASPN)*, „VIVA Open Publishing”,  
<https://viva.pressbooks.pub/openmusictheory/chapter/aspn/#:~:text=The%20octaves%20are%20labeled%20from%20lowest%20to%20highest%2C,portions%20of%20octaves%200%20and%208%20are%20included> (dostęp: 2.05.2023).

*Harmoniczna*, w: *Wikipedia*, 16.03.2021, <https://pl.wikipedia.org/wiki/Harmoniczna>  
(dostęp: 12.05.2021).

„Henri Selmer Paris”, <https://www.selmer.fr/en/beyond-the-sound/category/selmer/historical-henri-selmer-paris-instruments> (dostęp: 14.05.2021).

Informacje o strukturze i obsłudze Audio Statusu w wizualnym języku programowania Max/MSP/Jitter, <https://docs.cycling74.com/max5/tutorials/msp-tut/mspaudioio.html>  
(dostęp: 25.03.2023).

*Instrumenty muzyczne transponujące*, w: *Encyklopedia PWN*,  
<https://encyklopedia.pwn.pl/haslo/instrumenty-muzyczne-transponujace;3914906.html>  
(dostęp: 9.05.2021).

*Instrumenty transponujące*, w: *Wikipedia*, 20.02.2020,  
[https://pl.wikipedia.org/wiki/Instrumenty\\_transponuj%C4%85ce](https://pl.wikipedia.org/wiki/Instrumenty_transponuj%C4%85ce) (dostęp: 9.05.2021).

*Interfejs*, w: *Słownik języka polskiego PWN*, <https://sjp.pwn.pl/slowniki/interfejs.html>  
(dostęp: 30.04.2023).

Jeff-Russ, *Explanation of MIDI Messages*, „Stack Overflow”, 6.04.2015,  
<https://stackoverflow.com/questions/29481090/explanation-of-midi-messages>  
(dostęp: 25.05.2023).

*Joni Mitchell*, w: *Wikipedia*, 8.05.2018, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Joni\\_Mitchell](https://pl.wikipedia.org/wiki/Joni_Mitchell)  
(dostęp: 25.05.2019).

*Kontrola parzystości*, w: *Wikipedia*, 21.04.2023,  
[https://pl.wikipedia.org/wiki/Kontrola\\_parzysto%C5%9Bci](https://pl.wikipedia.org/wiki/Kontrola_parzysto%C5%9Bci) (dostęp: 27.05.2023).

Kowalczyk M., *Charakterystyka wizualnych, edukacyjnych języków programowania*, „Edux.pl”, <https://www.edukacja.edux.pl/p-41470-charakterystyka-wizualnych-edukacyjnych.php> (dostęp: 9.05.2021).

Lyon D., *The Data Link Layer and SDS*, „IEEE Computer Society Press”, 1995,  
<https://www.lim.di.unimi.it/IEEE/LYON/DATA.HTM> (dostęp: 27.05.2023).

*Lyricon*, w: *Electronic Music Wiki – Fandom*, 17.10.2022,  
<https://electronicmusic.fandom.com/wiki/Lyricon> (dostęp: 12.07.2023).

Matt, *The Nyle Steiner Homepage*, „Patchman Music”, 30.11.2018,  
<http://www.patchmanmusic.com/NyleSteinerHomepage.html> (dostęp: 8.03.2020).

*Microtonal music*, w: *Encyclopedia Britannica*, <https://www.britannica.com/art/microtonal-music> (dostęp: 10.05.2021).

*MIDI*, w: *Wikipedia*, 5.03.2020, <https://pl.wikipedia.org/wiki/MIDI> (dostęp: 8.03.2020).

*MIDI (music technology)*, w: *Encyclopaedia Britannica*, 25.02.2023,  
<https://www.britannica.com/art/MIDI-music-technology> (dostęp: 24.04.2023, 4.07.2023).

*MIDI note numbers and center frequencies*, „Inspired Acoustics”,  
[https://www.inspiredacoustics.com/en/MIDI\\_note\\_numbers\\_and\\_center\\_frequencies](https://www.inspiredacoustics.com/en/MIDI_note_numbers_and_center_frequencies)  
(dostęp: 2.05.2023).

*Minor Major Seventh Chord*, w: *Wikipedia*, 9.02.2022,  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Minor\\_major\\_seventh\\_chord](https://en.wikipedia.org/wiki/Minor_major_seventh_chord) (dostęp: 12.03.2022).

MKS075, *Difference between Simplex, Half Duplex and Full Duplex Transmission Modes*, „GeekforGeeks”, 21.06.2022, <https://www.geeksforgeeks.org/difference-between-simplex-half-duplex-and-full-duplex-transmission-modes/> (dostęp: 27.05.2023).

MKS075, *Difference between Synchronous and Asynchronous Transmission*, „GeekforGeeks”, 9.05.2023, <https://www.geeksforgeeks.org/difference-between-synchronous-and-asynchronous-transmission/> (dostęp: 27.05.2023).

*Modulo*, w: *Wikipedia*, 11.04.2023, <https://en.wikipedia.org/wiki/Modulo> (dostęp: 27.05.2023).

*Muzyka mikrotonowa*, w: *Wikipedia*, 28.06.2020, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Muzyka\\_mikrotonowa](https://pl.wikipedia.org/wiki/Muzyka_mikrotonowa) (dostęp: 10.05.2021).

*Nazewnictwo oktaw i notacja wysokości dźwięków*, „Life About”, 31.10.2021, <https://littlewaterradio.com/pl/pages/8022-octave-naming-and-pitch-notation#:~:text=S%C4%85%20to%3A%201%20Nazwy%20oktaw%20%28na%20zdy%20%99ciu%20powy%C5%BCej%29%3A,C%20C2%3A%20peda%C5%82%20C%20C3%3A%20bas%20C%20> (dostęp: 2.05.2023).

*Nazwa własna*, w: *DobrySłownik.pl*, <https://dobryslownik.pl/slowo/nazwa+w%C5%82asna/224896/> (dostęp: 16.06.2022).

*Obwiednia dźwięku*, w: *Wikipedia*, 9.01.2020, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Obwiednia\\_d%C5%BAwi%C4%99ku](https://pl.wikipedia.org/wiki/Obwiednia_d%C5%BAwi%C4%99ku) (dostęp: 18.03.2020).

*Octave Notation*, w: *Flutopedia*, 11.11.2014, <https://archive.ph/dAulU> (dostęp: 2.05.2023).

*Open Sound Control*, w: *Wikipedia*, 22.06.2023, [https://en.wikipedia.org/wiki/Open\\_Sound\\_Control](https://en.wikipedia.org/wiki/Open_Sound_Control) (dostęp: 7.07.2023).

*Oznaczenia oktaw i dźwięków*, w: *Wikipedia*, 8.05.2023, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Oznaczenia\\_oktaw\\_i\\_d%C5%BAwi%C4%99k%C3%B3w](https://pl.wikipedia.org/wiki/Oznaczenia_oktaw_i_d%C5%BAwi%C4%99k%C3%B3w) (dostęp: 2.05.2023).

Patchman Music LLC., *The Wind Controller FAQ*; „Patchman Music”, 22.06.2023, <https://patchmanmusic.com/WindControllerFAQ.html> (dostęp: 16.07.2023, 20.07.2023).

*Pitch shifting*, w: *Wikipedia*, 6.06.2022, [https://en.wikipedia.org/wiki/Pitch\\_shift](https://en.wikipedia.org/wiki/Pitch_shift) (dostęp: 31.01.2023).

Pudełko M. – Urządzenia Techniki Komputerowej, *Złożone układy kombinacyjne*, „SlideToDoc”, <https://slidetodoc.com/zoone-ukady-kombinacyjne-mrek-pudeko-urzdzenia-techniki-komputerowej/#:~:text=Uk%C5%82ad%20kontroli%20parzysto%C5%9Bci%20%E2%80%A2%20Kontrola%20parzysto%C5%9Bci> (dostęp: 27.05.2023).

*Realistic horn sounds from classic Roland wave expansion boards*, „Roland”, [https://www.roland.com/us/products/rc\\_srx\\_brass/](https://www.roland.com/us/products/rc_srx_brass/) (dostęp: 30.04.2023).

*RGB*, w: *Akademia Produkcji*, 4.10.2013, <http://www.akademiaprodukcji.pl/rgb/> (dostęp: 25.05.2019).

Rob, *A Beginner's Guide To MIDI: What Is It? How Does It Work?*, „Musician's HQ”, <https://musicianshq.com/a-beginners-guide-to-midi/> (dostęp: 4.07.2023).

Robby, *Harmonic Expansionism*, „Robby Kilgore|Art|Technology|Design”, 7.06.2006, <https://robbykilgore.com/harmonic-expansionism/> (dostęp: 10.03.2020).

RolandChannel, *Digital Circuit Behavior (DCB)*, w: *YouTube*, 9.09.2017, <https://www.youtube.com/watch?v=KlAq11TRH9w> (dostęp: 30.04.2023).

*Roland TR-808*, w: *Wikipedia*, 26.06.2023, [https://en.wikipedia.org/wiki/Roland\\_TR-808](https://en.wikipedia.org/wiki/Roland_TR-808) (dostęp: 1.07.2023).

Rouse M., *Musical Instrument Digital Interface*, „Techopedia Inc.”, 5.01.2015, <https://www.techopedia.com/definition/4508/musical-instrument-digital-interface-midi> (dostęp: 24.04.2023).

*Rozszerzenie nazwy pliku*, w: *Wikipedia*, 9.07.2021, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Rozszerzenie\\_nazwy\\_pliku](https://pl.wikipedia.org/wiki/Rozszerzenie_nazwy_pliku) (dostęp: 14.07.2022).

*Saksofon*, w: *Encyklopedia PWN*, <https://encyklopedia.pwn.pl/haslo/saksofon;3971341.html> (dostęp: 24.04.2021).

*Saxophone*, w: *Grove Music Online*, <https://www.oxfordmusiconline.com/grovemusic/view/10.1093/gmo/9781561592630.001.0001/omo-9781561592630-e-0000024670?&mediaType=Article> (dostęp: 24.04.2021).

„Saxquest Museum” w Saint Louis, <https://www.saxquest.com/museum/about> (dostęp: 15.05.2021).

*Sekwencer*, w: *Wikipedia*, 26.03.2022, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Sekwencer\\_\(muzyka\)](https://pl.wikipedia.org/wiki/Sekwencer_(muzyka)) (dostęp: 31.03.2023).

Snekkestad T., *The Poetics of a Multiphonic Landscape*, Norwegian Academy of Music, Oslo 2016, <https://www.researchcatalogue.net/view/518792/518793> (dostęp: 10.05.2021).

Sonic Monkey, *EWI4000S*, „Sonicstate.com”, [https://sonicstate.com/synth/akai\\_ewi4000s/](https://sonicstate.com/synth/akai_ewi4000s/) (dostęp: 20.07.2023).

Soultrane, *Sound Design*, „Stack Exchange”, 19.01.2018, <https://sound.stackexchange.com/questions/37245/why-is-midi-still-8-bit#new-answer?newreg=6b84382c57e847a2b47b89eb195980d4> (dostęp: 26.05.2023).

*Status byte (of a MIDI message)*, „RecordingBlogs.com”, <https://www.recordingblogs.com/wiki/status-byte-of-a-midi-message#:~:text=The%20MIDI%20event%20contains%20two%20pieces%20of%20information%3A,which%20defines%20the%20type%20of%20the%20MIDI%20message> (dostęp: 25.05.2023).

*STEIM*, w: *Wikipedia*, 1.03.2023, <https://en.wikipedia.org/wiki/STEIM> (dostęp: 31.07.2023).

Strona internetowa International MIDI Association i historia systemu MIDI, <https://www.midi.org/midi-articles/the-history-of-midi> (dostęp: 30.04.2023).

Strona internetowa Johana Looijengi, <https://www.johanlooienga.com/> (dostęp: 31.07.2023).

Strona internetowa „Patchman Music”, <https://www.patchmanmusic.com/>  
(dostęp: 31.07.2023).

Strona internetowa warsztatu instrumentów dętych Benedikta Eppelsheima,  
<https://www.eppelsheim.com/instrumente/> (dostęp: 2.08.2023).

Sweetwater, *DIN Sync*, „Sweetwater – inSync”, 24.05.2006,  
<https://www.sweetwater.com/insync/din-sync/> (dostęp: 1.07.2023).

*Sygnal analogowy*, w: *AGDlab.pl*, <https://agdlab.pl/slownik/Sygnal.analogowy,168>  
(dostęp: 14.05.2021).

*Sygnal analogowy*, w: *Wikipedia*, 10.01.2023,  
[https://pl.wikipedia.org/wiki/Sygna%C5%82\\_analogowy](https://pl.wikipedia.org/wiki/Sygna%C5%82_analogowy) (dostęp: 20.07.2023).

*Sygnal cyfrowy*, w: *AGDlab.pl*, <https://agdlab.pl/slownik/Sygnal.cyfrowy,169>  
(dostęp: 14.05.2021).

*Sygnal cyfrowy*, w: *Wikipedia*, 2.09.2020,  
[https://pl.wikipedia.org/wiki/Sygna%C5%82\\_cyfrowy](https://pl.wikipedia.org/wiki/Sygna%C5%82_cyfrowy) (dostęp: 14.05.2021).

*The John Backus Archive*, w: *The Musical Acoustics Research Library, CCRMA, Stanford University*, <https://ccrma.stanford.edu/marl/Backus/BackusBio.html> (dostęp: 13.05.2021).

„The Museum of Making Music” w Carlsbad,  
<https://www.kpbs.org/news/2012/jun/20/sound-sax-fills-museum-making-music/>  
(dostęp: 14.05.2021).

*Theobald Boehm*, w: *Encyclopaedia Britannica*, 5.04.2023,  
<https://www.britannica.com/biography/Theobald-Boehm> (dostęp: 31.07.2023).



Thornton S., *Asynchronous serial communication explained (including TTL, UART, and RS232)*, „Microcontroller Tips”, 13.12.2017,  
<https://www.microcontrollertips.com/asynchronous-serial-communication-explained-including-ttl-uart-rs232/> (dostęp: 28.05.2023).

*Transmisja szeregową*, w: *Wikipedia*, 31.01.2023,  
[https://pl.wikipedia.org/wiki/Transmisja\\_szeregową](https://pl.wikipedia.org/wiki/Transmisja_szeregową) (dostęp: 26.05.2023).

*Twierdzenie o próbkowaniu*, w: *Wikipedia*, 10.01.2023,  
[https://pl.wikipedia.org/wiki/Twierdzenie\\_o\\_pr%C3%B3bkowaniu](https://pl.wikipedia.org/wiki/Twierdzenie_o_pr%C3%B3bkowaniu) (dostęp: 22.02.2023).

*Uderzenia na minutę*, w: *Wikipedia*, 11.02.2021,  
[https://pl.wikipedia.org/wiki/Uderzenia\\_na\\_minut%C4%99](https://pl.wikipedia.org/wiki/Uderzenia_na_minut%C4%99) (dostęp: 5.03.2023).

Uptone.pl, *Jak działa funkcja Aftertouch?*, „Uptone.pl”, 11.07.2019,  
<https://uptone.pl/pianosynth/jak-dziala-funkcja-aftertouch/> (dostęp: 2.05.2023).

*What is Analog Circuit Behaviour? (ACB)*, „Roland”,  
<https://rolandindonesia.com/what-is-analog-circuit-behaviour-acb/#:~:text=Analog%20Circuit%20Behaviour%20%28ACB%29%20is%20the%20technology%20behind,design%20specifications%20and%20consultation%20with%20the%20original%20engineers> (dostęp: 30.04.2023).

*What is a Lyricon? – Lyricon History*, „Lyricon.com”, <https://www.lyricon.com/lyricon-history/> (dostęp: 12.07.2023).

*Złącze DIN*, w: *Wikipedia*, 12.12.2022,  
[https://pl.wikipedia.org/wiki/Z%C5%82%C4%85cze\\_DIN](https://pl.wikipedia.org/wiki/Z%C5%82%C4%85cze_DIN) (dostęp: 26.05.2023).

## Dodatkowe źródła internetowe

Abstrakt dysertacji dra Matthewa J. Swallowa pt. „MIDI Electronic Wind Instrument: A Study of the Instrument and Selected Works” <https://researchrepository.wvu.edu/etd/6750/> (dostęp: 31.07.2023).

Elektroniczna wersja dysertacji dra Jamesa Paula Fusika pt. „The Theatrical Saxophone: Visual and Narrative Elements in Contemporary Saxophone Music”, <https://www.bgsu.edu/content/dam/BGSU/musical-arts/documents/dma-documents/Fusik-James.pdf> (dostęp: 6.08.2023).

*Guide to EWI*, „Sound Genetics”, <https://soundgenetics.com/guide-to-ewi/> (dostęp: 31.07.2023).

Instrukcja obsługi dętego kontrolera MIDI „Yamaha WX7”, <https://www.manualslib.com/manual/695127/Yamaha-Wx7.html?page=7#manual> (dostęp: 31.07.2023).

Podstawowe informacje o dętym kontrolerze MIDI „Yamaha WX7”, sklep internetowy „Reverb.com”, <https://reverb.com/item/41730816-yamaha-wx7-wind-controller-with-case-ac-adapter-and-accessories> (dostęp: 31.07.2023).

*Saxophone in Rock Music | Sax in Music Genres*, „Syos.co”, <https://syos.co/en/blogs/news/saxophone-in-rock-music-sax-in-music-genres> (dostęp: 6.08.2023).

*The Saxophone in Pop Music: 1950s to Today*, „Musikalessons.com”, <https://www.musikalessons.com/blog/2016/10/the-saxophone-in-pop-music/#:~:text=In%20the%201930s,a%20solo%20instrument> (dostęp: 6.08.2023).

## Spis obrazów i ich źródła

### Rozdział 1.

**Obraz 1.** Adolphe Sax (właściwie: Antoine Joseph Sax; 1814-1894) – popiersie portret z roku ok. 1842.....19

Źródło: Lily Rothman, *Why Adolphe Sax's Musical Invention Wasn't Taken Seriously*, „Time”, 5.11.2015, <https://time.com/4101405/adolphe-sax-saxophone-history/> (dostęp: 2.06.2018).

**Obraz 2.** Selekcja najbardziej popularnych typów saksofonów, wchodzących w skład jeszcze większej rodziny.....21

Źródło: *The Saxophone Family*, w: *Musical Instrument Guide – Yamaha Corporation/Saxophone/The Origins of the Saxophone*, [https://www.yamaha.com/en/musical\\_instrument\\_guide/saxophone/structure/structure002.html](https://www.yamaha.com/en/musical_instrument_guide/saxophone/structure/structure002.html) (dostęp: 2.06.2018).

**Obrazy 3.-5.** Dwa podrodzaje saksofonu C-melody (3.); Conn mezzosopran F (4.); Conn-O-Sax F (5.).....22

#### Źródła:

Obraz 3. (obraz złożony)

A) Museum of Making Music, Lyon & Healy „C Melody” Saxophone (1922), 26.04.2012, <https://www.flickr.com/photos/museumofmakingmusic/6996343848> (dostęp: 20.02.2020);

B) Museum of Making Music, A straight-necked C.G.Conn „New Wonder Series 1” C Melody Saxophone (made in 1921), 30.05.2012, [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Conn\\_C\\_Melody\\_Saxophone\\_1921.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Conn_C_Melody_Saxophone_1921.jpg) (dostęp: 20.02.2020);

Obraz 4. Strona internetowa „Bert Brandsma – clarinet & saxophones”, <http://www.bertbrandsma.com/mezzo-soprano-in-f1.html> (dostęp: 20.02.2020);

Obraz 5. Paul M. Cohen, Innovative Middlemen: The Conn-O-Sax and Other Rare Saxophone Voices, „The Metropolitan Museum of Arts” w Nowym Jorku, 25.01.2016, <https://www.metmuseum.org/blogs/of-note/2016/conn-o-sax-and-other-rare-saxophone-voices> (dostęp: 20.02.2020).

**Obrazy 6.-9.** King Saxello B (półwygięty sopran B; 6.); Aulochrome (podwójny sopran B; 7.); Swanee Slide Sax C (8.); Soprillo B (9.).....22

Źródła:

Obraz 6. Strona internetowa sklepu „DCSax”, <https://www.dcsax.com/products/king-saxello-soprano-saxophone-near-mint-condition?variant=24196227207> (dostęp: 2.08.2023);

Obraz 7. Rachel Bean, <https://pl.pinterest.com/pin/4151824627097862/> (dostęp: 20.02.2020);

Obraz 8. Hasło: *Sopranissimo saxophone*, w: *Wikipedia*, 31.10.2019, [https://en.wikipedia.org/wiki/Sopranissimo\\_saxophone](https://en.wikipedia.org/wiki/Sopranissimo_saxophone) (dostęp: 20.02.2020);

Obraz 9. SH Woodwind Repairs, <http://www.shwoodwind.co.uk/Reviews/Saxes/Misc/swanee.htm> (dostęp: 20.02.2020).

**Obraz 10.** Wykaz francuskiego nazewnictwa klap Jeana-Marie Londeixa z książki „HELLO! Mr. Sax” (Alfonse Leduc Edition Musicales, 1989 r.). System ten jest najszerszej znany i używany w środowisku saksofonistów.....24

Źródło: r/Saxophonics, *Saxophone Keys, French System*, w: „Reddit” 21.09.2019, [https://www.reddit.com/r/Saxophonics/comments/d7d0v9/saxophone\\_keys\\_french\\_system/](https://www.reddit.com/r/Saxophonics/comments/d7d0v9/saxophone_keys_french_system/) (dostęp: 21.07.2023).

**Obraz 11.** (obraz złożony): Z lewej: jeden z pierwszych modeli saksofonu altowego w stroju Es, wyprodukowany przez Adolphe’a Saxa w Paryżu około 1855 roku. Z prawej: wygląd współczesnego saksofonu altowego w stroju Es marki „Buffet Crampon et Cie”.....25

Źródła:

A) Strona internetowa „The Metropolitan Museum of Arts” w Nowym Jorku, Artykuł nt. saksofonu altowego w stroju Es z 1855 roku, produkcji Adolphe’a Saxa, <https://www.metmuseum.org/art/collection/search/503909> (dostęp: 19.02.2020);

B) Oficjalna strona internetowa firmy „Buffet Crampon et Cie”, <https://www.buffet-crampon.com/en/instruments/saxophones/senzo/> (dostęp: 19.02.2020).

## **Rozdział 2.**

**Obrazy 12.-14.** ukazują w kolejności od lewej: elektroniczną trąbkę firmy „Morrison” (Morrison Digital Trumpet), elektryczne skrzypce „Yamaha SV255”, elektroniczny akordeon „Roland FR 1” .....35

### Źródła:

Obraz 12. Strona internetowa „Digital Trumpet”,

<http://www.digitaltrumpet.com.au/gallery.htm> (dostęp: 21.02.2020);

Obraz 13. Strona internetowa sklepu muzycznego „Muzyczny.pl”,

[https://muzyczny.pl/125989\\_Gewa-401645-skrzypce-elektryczne-44-braz.html](https://muzyczny.pl/125989_Gewa-401645-skrzypce-elektryczne-44-braz.html)

(dostęp: 21.02.2020);

Obraz 14. Oficjalna strona firmy „Roland”, <https://www.roland.com/pl/products/fr-4x/>

(dostęp: 21.02.2020).

**Obrazy 15.-18.** Elektroniczny puzon „InfiniSphere™” (15.); perkusyjny kontroler MIDI „Pearl EM1 Mallet Station” (16.); elektryczna harfa „Camac DHC 32” (17.); elektroniczny zestaw perkusyjny „Roland” (18.) .....35

### Źródła:

Obraz 15. Strona internetowa firmy „InfiniSphere”, <http://socband.com/>

(dostęp: 21.02.2020);

Obraz 16. Strona internetowa sklepu „Thomann”,

[https://www.thomann.de/pl/pearl\\_em1\\_malletstation.htm](https://www.thomann.de/pl/pearl_em1_malletstation.htm) (dostęp: 21.02.2020);

Obraz 17. Strona internetowa „Virginia Harp Center”,

<https://www.vaharpcenter.com/harp/dhc-32/> (dostęp: 21.02.2020);

Obraz 18. Oficjalna strona internetowa firmy „Roland”,

<https://www.roland.com/global/products/td-1dmk/> (dostęp: 21.02.2020).

**Obraz 19.** (obraz złożony): Zestawienie logotypów systemu MIDI 1.0 (góra) i MIDI 2.0 (dół), stworzonych przez MIDI Manufacturers Association.....35

Źródła:

A) Hasło: *MIDI*, w: *Wikipedia*, 5.03.2020, <https://pl.wikipedia.org/wiki/MIDI> (dostęp: 8.03.2020);

B) *MIDI 2.0 will receive a new logo designed by Pentagram designers*, „Logos-World.net”, 13.02.2021, <https://logos-world.net/midi-2-0-will-receive-a-new-logo-designed-by-pentagram-designers/> (dostęp: 16.12.2023).

**Obraz 20.** Tabela przedstawiająca protokół MIDI wraz z jego parametrami.....41

Źródło: Hasło: *MIDI*, w: *Wikipedia*, 5.03.2020, <https://pl.wikipedia.org/wiki/MIDI> (dostęp: 8.03.2020).

**Obraz 21.** Przedstawienie koncepcyjne przesyłu serii danych jednobajtowych pomiędzy nadajnikiem (ang. sender) a odbiornikiem (ang. receiver) w asynchronicznej komunikacji szeregowej (wykorzystanej m.in. w systemie MIDI).  
(*obraz z dłuższym opisem*).....45

Źródło: JYelton, *Why we need start/stop bit for asynchronous transmission*, „Electrical Engineering”, 10.06.2020, <https://electronics.stackexchange.com/questions/504781/why-we-need-start-stop-bit-for-asynchronous-transmission> (dostęp: 16.12.2023).

**Obraz 22.** Przedstawienie koncepcyjne przesyłu serii danych jednobajtowych pomiędzy nadajnikiem (ang. sender) a odbiornikiem (ang. receiver) w synchronicznej komunikacji szeregowej (wykorzystanej m.in. w transmisjach telefonicznych i wideodźwiękowych).  
(*obraz z dłuższym opisem*).....46

Źródło: materiał własny, sporządzony na podstawie obrazu 21.

<b>Obraz 23.</b> Przykłady dwóch typów wyrazów jednobajtowych w asynchronicznej komunikacji szeregowej. ( <i>obraz z dłuższym opisem</i> ).....	48
---	----

Źródło: materiał własny, sporządzony na podstawie obrazu 21.

<b>Obraz 24.</b> Przedstawienie przesyłu serii danych o dźwięku w systemie MIDI. ( <i>obraz z dłuższym opisem</i> ).....	50
--	----

Źródło:

Gary Scavone, *MIDI (Musical Instrument Digital Interface)*, w: Center for Computer Research in Music and Acoustics – Stanford University, <https://ccrma.stanford.edu/~gary/controllers/midi.html> (dostęp: 26.05.2023).

<b>Obraz 25.</b> Schematy przedstawiające kierunki przechodzenia wiadomości w zależności od trybu transmisji. ( <i>obraz z dłuższym opisem</i> ).....	52
---	----

Źródło: materiał własny.

<b>Obraz 26.</b> Wygląd kabli DIN Sync (wtyczka na górze) i MIDI DIN (wtyczka i gniazdo na dole).....	53
---	----

Źródła:

A) Sklep „Cablematic”,

<https://cablematic.com/en/products/midi-cable-5-pinmale-to-female-50-cm-MI111/> (dostęp: 30.04.2023);

B) Hasło: *DIN connector*, w: *Wikipedia*, 2.10.2023,

[https://en.wikipedia.org/wiki/DIN\\_connector](https://en.wikipedia.org/wiki/DIN_connector) (dostęp: 3.07.2023).

<b>Obraz 27.</b> Wygląd Steiner Hornu od strony prawej. ( <i>obraz z dłuższym opisem</i> ).....	55
---	----

Źródło: Forum sklepu „Audiofanzine”, <https://fr.audiofanzine.com/vent-electronique/steiner-parker/MIDI-EVI/forums/t.144002,steiner-midi-evi.html> (dostęp: 30.07.2023).

**Obraz 28.** Wygląd Lyriconu I z syntezatorem analogowym (modułem dźwiękowym).

Komplet mieścił się w jednym futerale.....56

Źródło: Matrix, *Lyricon | Woodwind Synthesizer*, „Matrixsynth – Everything Synth”

4.11.2020, <https://www.matrixsynth.com/2020/11/lyricon-i-woodwind-synthesizer.html>

(dostęp: 13.07.2023).

**Obraz 29.** W porządku od góry do dołu:

Analogowy moduł dźwiękowy EWV 2000,

EWI 1000 (Electronic Wind Instrument 1000),

EVI 1000 (Electronic Valve Instrument; jego wygląd przypomina w budowie trąbkę wentylową).

Obydwa instrumenty łączone były z modułem za pomocą tzw. „kabla

multi” dodawanego w pakiecie.....58

Źródło: *History of EWI*, w: Sklep „Ishibashi Music”, <https://www.ishibashi.co.jp/akai/ewi/>

(dostęp: 31.07.2023).

**Obraz 30.** Prezentacja EWI 3000 wraz z analogowym modułem dźwiękowym

EWI 3000m.....58

Źródło: Katalog specyfikacji instrumentów na stronie sklepu „Audiofanzine”,

<https://en.audiofanzine.com/electronic-wind-instrument/akai/ewi-3000/> (dostęp: 17.07.2023).

**Obraz 31.** (obraz złożony): Zestawienie wyglądu trzech modeli EWI: 4000s, 5000

i USB.....58

Źródła:

A) Strona internetowa sklepu muzycznego „Kytary.pl”, <https://kytary.pl/akai-ewi-4000s/HN097595/> (dostęp: 21.02.2020);

B) Strona internetowa sklepu „Sweetwater”,

<https://www.sweetwater.com/store/detail/EWI5000--akai-professional-ewi-5000-electronic-wind-instrument-midi-controller> (dostęp: 21.02.2020);

C) Strona internetowa sklepu „Moog Audio”,



<https://www.sweetwater.com/store/detail/EWIusb--akai-professional-ewi-usb-wind-controller>  
(dostęp: 17.12.2023).

**Obraz 32.** EWI SOLO pokazany z przedniej i tylnej strony.....58

Źródło: AKAI EWI Solo / Special Edition White| Wind Synth with 200 different tones,  
w: Sklep „Digiland – Shimamura Music”, 1.12.2023,  
<https://info.shimamura.co.jp/digital/newitem/2020/08/138003> (dostęp: 17.12.2023).

**Obraz 33.** (obraz złożony) Kontrolery MIDI innych muzycznych marek. Od strony  
lewej: Yamaha Wind MIDI Controller – modele WX7 i WX5, Roland  
AE-10 Aerophone, Aodyo Sylphyo.....59

Źródła:

A) WX7 – Yamaha Design “Synapses”, w: oficjalna strona internetowa firmy „Yamaha”,  
[https://www.yamaha.com/en/about/design/synapses/id\\_006](https://www.yamaha.com/en/about/design/synapses/id_006) (dostęp: 18.07.2023);

B) Strona internetowa sklepu „ZZounds.com”, <https://www.zzounds.com/item--YAMWX5>  
(dostęp: 21.02.2020);

C) Strona internetowa sklepu muzycznego „Reverb”, <https://reverb.com/uk/item/14315465-roland-ae-10-aerophone-digital-wind-instrument-graphite> (dostęp: 21.02.2020);

D) Katalog specyfikacji instrumentów na stronie sklepu „Audiofanzine”,  
<https://en.audiofanzine.com/electronic-wind-instrument/aodyo/sylphyo/> (dostęp: 22.07.2023).

**Obraz 34.** (obraz złożony): Przykłady elektronicznych saksofonów. Od strony lewej:  
Yamaha YDS-150, EMEO Digital Saxophone, Casio DH-800, Travel Sax.....59

Źródła:

A) Strona internetowa sklepu „Getasax”, <https://www.getasax.com/product/yamaha-yds-150-digital-saxophone/> (dostęp: 18.07.2023);

B) Strona internetowa „Atelier Sax Machine – La maison du saxophone”,  
<https://saxmachineparis.com/catalogue/saxophone-digital-emeo/> (dostęp: 19.07.2023);

C) Strona internetowa sklepu „ebay”,

[https://www.ebay.com/sch/i.html?\\_nkw=casio%20dh%20800&norover=1&mkevt=1&mkrid=711-34002-13078-](https://www.ebay.com/sch/i.html?_nkw=casio%20dh%20800&norover=1&mkevt=1&mkrid=711-34002-13078-)

[0&mkcid=2&mkscid=102&keyword=casio%20dh%20800&crlp=\\_&MT\\_ID=&geo\\_id=&rls=target=kwd-77034709342358:loc-](https://www.ebay.com/sch/i.html?_nkw=casio%20dh%20800&norover=1&mkevt=1&mkrid=711-34002-13078-0&mkcid=2&mkscid=102&keyword=casio%20dh%20800&crlp=_&MT_ID=&geo_id=&rls=target=kwd-77034709342358:loc-)

[151&adpos=&device=c&mktype=&loc=137406&poi=&abcId=&cmpgn=395402624&siteInk=&adgroupid=1232552741730999&network=o&matchtype=e&msclkid=b15823aacdc91dc13240471c04cac95e](https://www.ebay.com/sch/i.html?_nkw=casio%20dh%20800&norover=1&mkevt=1&mkrid=711-34002-13078-0&mkcid=2&mkscid=102&keyword=casio%20dh%20800&crlp=_&MT_ID=&geo_id=&rls=target=kwd-77034709342358:loc-151&adpos=&device=c&mktype=&loc=137406&poi=&abcId=&cmpgn=395402624&siteInk=&adgroupid=1232552741730999&network=o&matchtype=e&msclkid=b15823aacdc91dc13240471c04cac95e) (dostęp: 18.07.2023);

D) Strona internetowa „Odiseimusic”, producenta Travel Saxa, <https://odiseimusic.com/> (dostęp: 17.12.2023).

**Obraz 35.** Wygląd programu do modyfikacji barwy próbek dźwiękowych Vyzex EWI4000S. Z lewej strony – panel modułu dźwiękowego, ze strony prawej – przykładowa kolekcja biblioteki 100 próbek dźwiękowych.....64

Źródło: fotografia własna (zrzut ekranu programu Vyzex EWI4000S).

**Obraz 36.** Przedstawienie aktywnych funkcji wielogłosowości. Na zdjęciu po lewej stronie widać włączoną funkcję burdonu, zaś z prawej strony – interwału.....69

Źródło: fotografia własna.

**Obraz 37. (i 95.)** Wyjaśnienie symboli w legendzie umieszczonej na pierwszej stronie utworu „Il presagio degli alberi” kompozytora Mattea Nicolina. (obraz z dłuższym opisem).....72

Źródło: fragment skanu utworu „Il presagio degli alberi” kompozytora Mattea Nicolina.

<b>Obraz 38. (i 96.)</b> Przykład zastosowania w zapisie nutowym symbolu „h” w celu określenia miejsca włączenia funkcji burdonu podczas wykonywania utworu na EWI. Fragment utworu „Il presagio degli alberi” kompozytora Mattea Nicolina (strona 2., 3. pięciolinia).....	72
--	----

Źródło: fragment skanu utworu „Il presagio degli alberi” kompozytora Mattea Nicolina.

### Rozdział 3.

<b>Obraz 39. (i 54.)</b> Wygląd oprogramowania oraz prototyp pilota zainstalowany na korpusie saksofonu altowego Buffet Crampon Prestige S3.....	81
--	----

Źródło: fotografia własna.

<b>Obraz 40.</b> Kształt pilotów przeznaczonych dla saksofonu altowego marki Buffet Crampon, model Prestige S3.....	82
---	----

Źródło: fotografia własna.

<b>Obraz 41.</b> Widok na osłonę pilota oraz wgląd w jego wewnętrzną konstrukcję – w tym połączenia kablowe, przyciski, diodę i płytkę z mikrokontrolerem (w skrócie: czipem).....	83
--	----

Źródło: fotografia własna.

<b>Obraz 42.</b> Przypisane funkcje przycisków w pilocie sterującym w tak zwanym „trybie I”, czyli w podstawowym ustawieniu.....	83
--	----

Źródło: fotografia własna.

<b>Obraz 43. (i 55.)</b> Wygląd interfejsu programu komputerowego (prototyp).....	87
---	----

Źródło: fotografia własna (zrzut ekranu), 5.03.2022.

**Obraz 43/1. (i 56.) Wygląd Panelu Kompatybilności.....88**

Źródło: fotografia własna (zrzut ekranu).

**Obraz 43/2. Wygląd Panelu Nagłośnienia.....89**

Źródło: fotografia własna (zrzut ekranu).

**Obraz 43/3. (i 77.) Wygląd Panelu Obwiedni.....89**

Źródło: fotografia własna (zrzut ekranu).

**Obraz 43/4. (i 79.) Wygląd Panelu Kontroli Diody LED.....90**

Źródło: fotografia własna (zrzut ekranu).

**Obraz 43/5. (i 67.) Wygląd Arpeggiatora.....92**

Źródło: fotografia własna (zrzut ekranu).

**Obraz 43/6. (i 84.) Wygląd Opóźniacza Składników Akordu.....95**

Źródło: fotografia własna (zrzut ekranu).

**Obraz 43/6/1. Różnice w funkcjach przycisków pilota sterującego w trybie I i trybie II.....98**

Źródło: fotografia własna.

**Obraz 43/7. (i 69.) Wygląd Głównego Panelu Operacyjnego.....99**

Źródło: fotografia własna (zrzut ekranu).

**Obraz 43/7/1.** Wygląd Biblioteki Akordów.....99

Źródło: fotografia własna (zrzut ekranu).

**Obraz 43/7/2.** Wygląd Wyświetlacza informacyjnego.....121

Źródło: fotografia własna (zrzut ekranu).

**Obraz 43/7/3.** Wygląd Klawiatury MIDI.....121

Źródło: fotografia własna (zrzut ekranu).

**Obraz 43/7/4.** Wygląd Wyświetlacza zmiany stanu klawiatury MIDI.....123

Źródło: fotografia własna (zrzut ekranu).

**Obraz 43/7/5. (i 73.)** Wygląd Przycisku resetu Klawiatury MIDI, wyświetlacza  
informacyjnego i wyświetlacza zmiany stanu klawiatury MIDI..... 123

Źródło: fotografia własna (zrzut ekranu).

**Obraz 43/7/6.** Wygląd Panelu zapisu współbrzmień..... 124

Źródło: fotografia własna (zrzut ekranu).

**Obraz 43/7/7. (i 74.)** Wygląd Panelu resetu sekwencji elementów w Panelu zapisu  
współbrzmień.....125

Źródło: fotografia własna (zrzut ekranu).

**Obraz 43/7/8.** Wygląd Licznika sekundowego drugiej funkcji przycisku  
„poprzedni element”.....126

Źródło: fotografia własna (zrzut ekranu).

**Obraz 43/8. (i 85.)** Wygląd Przycisku Resetu Awaryjnego.....126

Źródło: fotografia własna (zrzut ekranu).

**Obraz 44.** Wizualizacja stosunku interwałowego pomiędzy instrumentem a harmonizatorem na przykładzie dwóch klawiatur. *(obraz z dłuższym opisem)*.....130

Źródło: materiał własny.

**Obraz 44/1.** Przypadek 1. Zestawienie klawiatur zapewniające przeważające zestrojenie harmonizatora z instrumentem, gdzie występuje zgodne ze sobą nastrojenie, a dźwięk  $c^1$  harmonizatora utożsamiany jest z dźwiękiem  $c^1$  instrumentu (to ten sam dźwięk).....131

Źródło: materiał własny.

**Obraz 44/2.** Przypadek 2. Zestawienie klawiatur różniących się nastrojeniem, lecz posiadające tożsame dźwięki  $c^1$ . Zmieniony strój klawiatury nr 2 oznaczono na czerwono.....132

Źródło: materiał własny.

**Obraz 44/3.** Przypadek 3., kategoria 1., pierwsze ułożenie. *(obraz z dłuższym opisem)*.....134

Źródło: materiał własny.

**Obraz 44/4.** Przypadek 3., kategoria 1., drugie ułożenie. *(obraz z dłuższym opisem)*.....135

Źródło: materiał własny.

**Obraz 44/5.** Przypadek 3., kategoria 1., trzecie ułożenie. *(obraz z dłuższym opisem)*.....136

Źródło: materiał własny.

**Obraz 44/6.** Przypadek 3., kategoria 1., czwarte ułożenie. *(obraz z dłuższym opisem)*.....137

Źródło: materiał własny.

**Obraz 44/7.** Przypadek 3., kategoria 2., pierwsze ułożenie. *(obraz z dłuższym opisem)*.....139

Źródło: materiał własny.

**Obraz 44/8.** Przypadek 3., kategoria 2., drugie ułożenie. *(obraz z dłuższym opisem)*.....140

Źródło: materiał własny.

**Obraz 45.** Regulator stroju MTS znajduje się z prawej strony od Klawiatury MIDI.....148

Źródło: fotografia własna (zrzut ekranu).

**Obraz 46.** Wizualizacja standardowego porządku rozmieszczenia sektorów modulacji barwy dźwięku na klawiaturze MIDI. *(obraz z dłuższym opisem)*.....152

Źródło: materiał własny.

**Obraz 47.** Przykład przesunięcia sektorów (klawiatura MIDI nr 2) względem standardowego ułożenia (klawiatura MIDI nr 3) dla saksofonu altowego na dźwięku źródłowym a<sup>1</sup> (klawiatura MIDI nr 1). *(obraz z dłuższym opisem)*.....157

Źródło: materiał własny.

**Obraz 48.** Przykład przesunięcia sektorów (klawiatura MIDI nr 2) względem standardowego ułożenia (klawiatura MIDI nr 3) dla saksofonu tenorowego na dźwięku źródłowym a<sup>1</sup> (klawiatura MIDI nr 1). *(obraz z dłuższym opisem)*.....157

Źródło: materiał własny.

<b>Obraz 49.</b> Saksofony wykorzystane do pomiarów przy eksperymencie nr 4. (obraz z dłuższym opisem).....	167
--	-----

Źródła: fotografie własne.

<b>Obraz 50.</b> Wizualny przykład standardowej skali saksofonu sopranowego w przełożeniu na klawiaturę fortepianu w stroju C (współcześnie 34 dźwięki). (obraz z dłuższym opisem).....	171
---	-----

Źródło: materiał własny.

<b>Obraz 51.</b> Zestawienie skal czterech typów saksofonu według „konceptji odśrodkowego regularnego wzrostu zdolności zniekształcania barwy”, w przełożeniu na klawiaturę fortepianu w stroju C. (obraz z dłuższym opisem).....	171
--	-----

Źródło: materiał własny.

<b>Obraz 52.</b> Mapy skuteczności dźwięków dla czterech typów saksofonu w przełożeniu na klawiaturę fortepianu w stroju C. (obraz z dłuższym opisem).....	181
--	-----

Źródło: materiał własny.

<b>Obraz 53.</b> Zestawienie wszystkich czterech wariantów akordu durowego septymowego w pozycji zasadniczej dla saksofonu altowego na dźwięku źródłowym a <sup>1</sup> . (obraz z dłuższym opisem).....	184
--	-----

Źródło: materiał własny.



**Obraz 54. (i 39.)** Prezentacja pilota prawidłowo zainstalowanego na saksofonie pod wspornikiem lewego kciuka oraz połączenie go z komputerem za pomocą kabla USB. Na komputerze widać uruchomioną aplikację....198

Źródło: fotografia własna.

**Obraz 55. (i 43.)** Wygląd interfejsu programu komputerowego.....201

Źródło: fotografia własna (zrzut ekranu).

**Obraz 56. (i 43/1.)** Wygląd obiektów wchodzących w skład Panelu Kompatybilności.....202

Źródło: fotografia własna (zrzut ekranu).

**Obraz 57.** Wewnętrzny wygląd Audio Statusu. Numerami zaznaczono poszczególne sekcje ustawień.....203

Źródło: fotografia własna (zrzut ekranu programu Max/MSP/Jitter).

**Obraz 58.** Przedstawienie zależności pomiędzy dwoma włącznikami przetwornika analogowo-cyfrowego. Pomimo różnicy w wyglądzie mają one tą samą funkcję.....204

Źródła: fotografie własne (zrzuty ekranu programu Max/MSP/Jitter i Harmonizatora Kontrolowanego).

**Obraz 59.** Oznaczenie miejsca wyboru programu sterującego dźwiękiem wewnątrz Audio Statusu.....205

Źródło: fotografia własna (zrzut ekranu programu Max/MSP/Jitter).

<b>Obraz 60.</b> Zmiana standardowego ustawienia z wbudowanych w komputer mikrofonu i głośników („Built-in microphone”, „Built-in Output”; obszar oznaczony czerwonym prostokątem) na wykryty interfejs audio (obszar oznaczony zielonym prostokątem).....	206
--	-----

Źródła: fotografie własne (zrzuty ekranu programu Max/MSP/Jitter).

<b>Obraz 61.</b> Sekcja zawierająca parametry związane z ustawieniami wydajności i planowania.....	207
--	-----

Źródło: fotografia własna (zrzut ekranu programu Max/MSP/Jitter).

<b>Obraz 62.</b> Położenie parametrów związanych z mapowaniem kanałów wejścia i wyjścia dźwięku.....	209
--	-----

Źródło: fotografia własna (zrzut ekranu programu Max/MSP/Jitter).

<b>Obraz 63.</b> Przedstawienie włącznika dla przetwornika analogowo-cyfrowego w stanie aktywnym (ON) i nieaktywnym (OFF).....	210
--	-----

Źródła: fotografie własne (zrzuty ekranu).

<b>Obraz 64.</b> Wygląd przycisku aktywacji/resetu pracy pilota.....	211
--	-----

Źródło: fotografia własna (zrzut ekranu).

<b>Obraz 65.</b> Wygląd Testera Sygnału w stanie nieaktywnym (lewy suwak) i przy maksymalnej głośności (prawy suwak).....	211
---	-----

Źródła: fotografie własne (zrzuty ekranu).

**Obraz 66.** Wygląd Przełącznika pomiędzy monofonią a stereofonią. Jasne pole  
zakreślone niebieskim prostokątem oznacza aktywny w danym momencie  
stan.....212

Źródła: fotografie własne (zrzuty ekranu).

**Obraz 67. (i 43/5.)** Struktura Panelu Nagłośnienia.....212

Źródło: fotografia własna (zrzut ekranu).

**Obraz 68.** Prezentacja dwóch stanów regulatora głośności czerwonego klawisza.  
Po lewej stronie regulator jest w stanie aktywnym, po prawej –  
nieaktywnym.....213

Źródła: fotografie własne (zrzuty ekranu).

**Obraz 69. (i 43/7.)** Struktura Głównego Panelu Operacyjnego z obiektami  
zaznaczonymi numerami. (*obraz z dłuższym opisem*).....214

Źródło: fotografia własna (zrzut ekranu).

**Obraz 70.** Umieszczenie ekranu informującego o orientacyjnej strukturze  
składnikowej współbrzmienia.....215

Źródło: fotografia własna (zrzut ekranu).

**Obraz 71.** Wpływ użycia czerwonego klawisza na stan aktywności jego regulatora  
głośności.....216

Źródła: fotografie własne (zrzuty ekranu).

**Obraz 72.** Lokalizacja Licznika odczytywania kolejności dla aktualnie generowanego współbrzmienia oraz przycisków „LOAD” i „SAVE” w Głównym Panelu Operacyjnym.....217

Źródło: fotografia własna (zrzut ekranu).

**Obraz 73. (i 43/7/5.)** Przycisk resetu klawiatury MIDI, wyświetlacza informacyjnego i wyświetlacza zmiany stanu Klawiatury MIDI.....217

Źródło: fotografia własna (zrzut ekranu).

**Obraz 74. (i 43/7/7.)** Przycisk resetu sekwencji elementów w Panelu zapisu współbrzmień Klawiatury MIDI.....217

Źródło: fotografia własna (zrzut ekranu).

**Obraz 75.** Umieszczenie Licznika sekundowego drugiej funkcji przycisku „poprzedni element” w Głównym Panelu Operacyjnym.....218

Źródło: fotografia własna (zrzut ekranu).

**Obraz 76.** Przedstawienie procesu naliczania trzech sekund przez Licznik sekundowy drugiej funkcji przycisku „poprzedni element”.....218

Źródła: fotografie własne (zrzuty ekranu).

**Obraz 77. (i 43/3.)** Struktura Panelu Obwiedni.....219

Źródło: fotografia własna (zrzut ekranu).

**Obraz 78.** Wpływ zmian dokonywanych w oknach wartości czasowych inicjacji (ang. „Attack”) i zaniku dźwięku (ang. „Release”) na wyświetlacz informacyjny Panelu Obwiedni, gdy korzysta się z trybu spersonalizowanego (ang. „Customized”).....220

Źródło: fotografia własna (zrzut ekranu).

**Obraz 79. (i 43/4.)** Wygląd Panelu Kontroli Diody LED.....220

Źródło: fotografia własna (zrzut ekranu).

**Obraz 80.** Fragment ekranu RGB ze znajdującym się w środku okręgiem próbkowym.....221

Źródło: fotografia własna (zrzut ekranu).

**Obraz 81.** Porównanie wyglądu Arpeggiatora w trybie standardowym (ang. „Standard”) i spersonalizowanym (ang. „Customized”).....222

Źródła: fotografie własne (zrzuty ekranu).

**Obraz 82.** Różnice w liście wyboru typu arpeggia w zależności od włączonego i wyłączzonego przycisku Pedalu forte.....223

Źródła: fotografie własne (zrzuty ekranu).

**Obraz 83.** Prezentacja procesu działania wyświetlacza informującego o kolejności składnika w strukturze współbrzmienia (krótszego) i wyświetlacza informującego o liczbie-dźwięku MIDI wyzwalanego w danej chwili składnika (dłuższego). *(obraz z dłuższym opisem)*.....224

Źródło: fotografia własna (zrzut ekranu).

**Obraz 84. (i 43/6.)** Konstrukcja Opóźniacza Składników Akordu.....225

Źródło: fotografia własna (zrzut ekranu).

**Obraz 85. (i 43/8.)** Wygląd Przycisku Resetu Awaryjnego.....226

Źródło: fotografia własna (zrzut ekranu).

**Obraz 86.** Metoda oznaczania współbrzmień i głównego głosu (dźwięku pierwotnego)  
na przykładzie utworu Alicji Gronau – „Non Artificial Piece”.  
(*obraz z dłuższym opisem*).....228

Źródło: fragment skanu utworu „Non Artificial Piece” kompozytorki Alicji Gronau.

**Obraz 87.** Przykład zapisu klasycznego z fragmentu utworu „Illusions” kompozytora  
Dominika Lasoty (strona 3., 3. system pięciolinii).  
(*obraz z dłuższym opisem*).....231

Źródło: fragment skanu utworu „Illusions” kompozytora Dominika Lasoty.

**Obraz 88.** Przykład zapisu klasycznego z fragmentu utworu „Non Artificial Piece”  
kompozytorki Alicji Gronau (strona 1., 6. i 7. pięciolinia).  
(*obraz z dłuższym opisem*).....232

Źródło: fragment skanu utworu „Non Artificial Piece” kompozytorki Alicji Gronau.

**Obraz 89.** Kolejny przykład zapisu klasycznego z fragmentu utworu „Non Artificial  
Piece” (strona 3., 4. pięciolinia) zawierający dodatkowo symbol arpeggia  
wstępującego na współbrzmieniu nr 11.....232

Źródło: fragment skanu utworu „Non Artificial Piece” kompozytorki Alicji Gronau.

**Obraz 90.** Przykład zapisu rytmiczno-interwałowego z fragmentu utworu „Drunk Hornets” kompozytora Wojciecha Błażejczyka (strona 1., 1. system pięciolinii). (*obraz z dłuższym opisem*).....233

Źródło: fragment skanu utworu „Non Artificial Piece” kompozytorki Alicji Gronau.

**Obraz 91.** W „Drunk Hornets” znacznik numeru sekcji zawsze znajduje się w miejscu zmiany współbrzmienia i prawie zawsze jest równoznaczny z rozpoczęciem następnej sekcji utworu (numer 8. określa wyjątkowo koniec sekcji). Powyższy przykład stanowi fragment 1. i 2. systemu pięciolinii ze strony 4.....234

Źródło: fragment skanu utworu „Drunk Hornets” kompozytora Wojciecha Błażejczyka.

**Obraz 92.** Fragment kompozycji „Drunk Hornets” (strona 1., 4. system pięciolinii) z oznaczoną niebieskim prostokątem strukturą interwałową względem dźwięku – „punktu odniesienia”.....235

Źródło: fragment skanu utworu „Drunk Hornets” kompozytora Wojciecha Błażejczyka.

**Obraz 93.** Różnica pomiędzy rytmem pierwszego dźwięku w linii melodycznej saksofonu, a pierwszego dźwięku w partii Harmonizatora Kontrolowanego, który powstaje na bazie melodii saksofonu. Fragment kompozycji „Drunk Hornets” (strona 1., 1. system pięciolinii).....237

Źródło: fragment skanu utworu „Drunk Hornets” kompozytora Wojciecha Błażejczyka.

**Obraz 94.** Kolejny przykład różnicy pomiędzy strukturą rytmiczną partii saksofonu a Harmonizatora Kontrolowanego („Drunk Hornets”, strona 3., 9. system pięciolinii). (*obraz z dłuższym opisem*).....238

Źródło: fragment skanu utworu „Drunk Hornets” kompozytora Wojciecha Błażejczyka.

**Obraz 95. (i 37.)** Wyjaśnienie symboli w legendzie umieszczonej na pierwszej stronie utworu „Il presagio degli alberi” kompozytora Mattea Nicolina. (*obraz z dłuższym opisem*).....239

Źródło: fragment skanu utworu „Il presagio degli alberi” kompozytora Mattea Nicolina.

**Obraz 96. (i 38.)** Przykład zastosowania w zapisie nutowym symbolu „h” w celu określenia miejsca włączenia funkcji burdonu podczas wykonywania utworu na EWI. Fragment utworu „Il presagio degli alberi” kompozytora Mattea Nicolina (strona 2., 3. pięciolinia).....239

Źródło: fragment skanu utworu „Il presagio degli alberi” kompozytora Mattea Nicolina.



## Spis tabel i ich źródła

<b>Tabela nr 1.</b> Wykaz standardowych próbek dźwiękowych EWI 4000s zawierających dwudźwięki.....	70
<b>Tabela nr 2.</b> Oznakowanie akordów seksty zwiększonej w Bibliotece Akordów.....	113
<b>Tabela nr 3.</b> Uporządkowanie komunikatów ogólnych pod względem modelu przestrzeni barw RGB.....	118
<b>Tabela nr 4.</b> Uporządkowanie trójdźwięków pod względem modelu przestrzeni barw RGB.....	119
<b>Tabela nr 5.</b> Uporządkowanie czterodźwięków pod względem modelu przestrzeni barw RGB.....	119
<b>Tabela nr 6.</b> Różnice w stroju dźwięków wtórnych w stosunku do ich właściwych częstotliwości – przypadek 3., kategoria 1., ułożenie 1.....	135
<b>Tabela nr 7.</b> Różnice w stroju dźwięków wtórnych w stosunku do ich właściwych częstotliwości – przypadek 3., kategoria 1., ułożenie 2.....	136
<b>Tabela nr 8.</b> Różnice w stroju dźwięków wtórnych w stosunku do ich właściwych częstotliwości – przypadek 3., kategoria 1., ułożenie 3.....	137
<b>Tabela nr 9.</b> Różnice w stroju dźwięków wtórnych w stosunku do ich właściwych częstotliwości – przypadek 3., kategoria 1., ułożenie 4.....	138
<b>Tabela nr 10.</b> Różnice w stroju dźwięków wtórnych w stosunku do ich właściwych częstotliwości – przypadek 3., kategoria 2., ułożenie 1.....	139
<b>Tabela nr 11.</b> Różnice w stroju dźwięków wtórnych w stosunku do ich właściwych częstotliwości – przypadek 3., kategoria 2., ułożenie 2.....	140
<b>Tabela nr 12.</b> Porównanie rozpiętości dźwiękowych podstawowych głosów ludzkich i typów saksofonu w stroju C.....	151
<b>Tabela nr 13.</b> Wrażenia słuchowe przetworzonej barwy głosu w poszczególnych sektorach.....	154
<b>Tabela nr 14A.</b> Dopasowanie wariantów trójdźwięków i czterodźwięków do podanego typu saksofonu wraz z podziałem jego skali na części.....	188
<b>Tabela nr 14B.</b> Dopasowanie wariantów trójdźwięków i czterodźwięków do podanego rodzaju głosu ludzkiego wraz z podziałem jego skali na części.....	188
<b>Tabela nr 15A.</b> Zależność nazewnictwa wariantu od położenia dźwięku źródłowego w trójdźwięku.....	189

<b>Tabela nr 15B.</b> Zależność nazewnictwa wariantu od położenia dźwięku źródłowego w czterodźwięku.....	190
<b>Tabela nr 16.</b> Wykaz urządzeń użytych przez reżysera dźwięku podczas sesji nagraniowej dzieła artystycznego.....	266

Informacja o źródle:

Tabele 1. – 15. zostały wykonane przeze mnie i stanowią materiał własny. Dane zawarte w Tabeli nr 16 sporządził mgr Mikołaj Grzebieniowski.

### **Spis schematów i ich źródła**

<b>Schemat 1.</b> Struktura akordu siedmioskładnikowego z sześcioma operantami.....	95
<b>Schemat 2.</b> Schemat wyznaczenia zasięgu barwowego dla dźwięku $a^1$ ( $c^1$ w stroju C) granego na saksofonie altowym (w stroju Es). Porównanie go ze skalami innych typów saksofonu oraz określenie jego położenia na osi z sektorami....	162
<b>Schemat 3.</b> Układ urządzeń zewnętrznych oraz struktura przepływu informacji pomiędzy nimi.....	229

Informacja o źródle:

Powyzsze trzy schematy zostały wykonane przeze mnie i stanowią materiał własny.

### **Spis wykresów i ich źródła**

<b>Wykres 1.</b> Przykładowy wykres porównawczy rozpiętości częstotliwościowej zasięgów barwowych dla dźwięków źródłowych I – VII (mało prawdopodobna prognoza wykresu).....	164
<b>Wykres 2.</b> Przykładowy wykres porównawczy rozpiętości częstotliwościowej zasięgów barwowych dla dźwięków źródłowych I – VII (bardziej prawdopodobna prognoza wykresu).....	164

Informacja o źródle:

Powyższe dwa wykresy zostały wykonane przeze mnie i stanowią materiał własny.

## **Prezentacje PowerPoint**

Looijenga J., *Sound Synthesis for EWI*, 04.2018