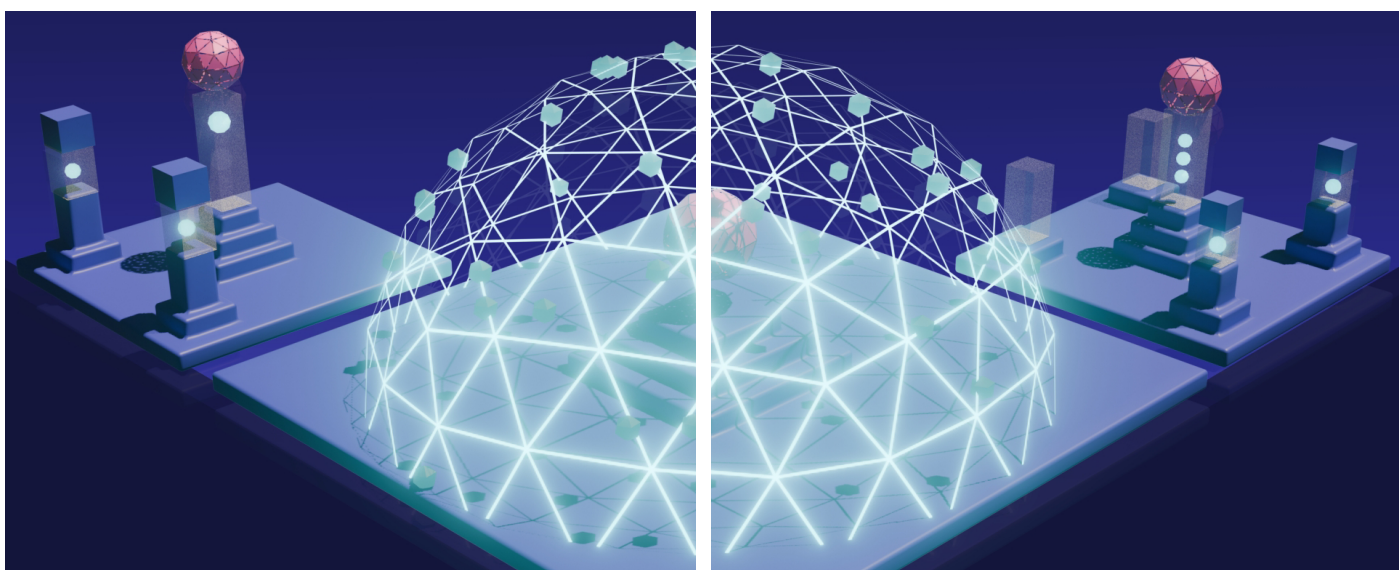


# Przestrzeń we współczesnej kompozycji muzycznej

# IV



## Dźwięk przestrzenny

Brzmienia sensoryczne i ambisonika.

Eliza Tkacz

# Spis treści

Spis treści .....	2
Skróty i oznaczenia.....	3
Wprowadzenie .....	4
Brzmienia sensoryczne .....	6
Rola mikrodyamiky .....	7
Niskie częstotliwości a doświadczenie cielesne .....	7
Dźwięki środowiskowe.....	8
Minimalizm a czytelność przestrzeni .....	8
Ambisonika .....	9
Ambisonika a systemy obiektowe .....	9
Zastosowania.....	10
Podsumowanie i co dalej? .....	12
Bibliografia .....	13

**Skrypt powstał w ramach realizacji projektu pt. „Rozwój artystyczny oraz podniesienie kompetencji cyfrowych w zakresie nowego zastosowania technik kompozytorskich, wykorzystania technologii brzmienia przestrzennego, sensorycznego i psychoakustyki”.**

# Skróty i oznaczenia

- ADM BWF – *Audio Definition Model* w formacie *Broadcast Wave Format*; standard zapisu dźwięku obiektowego wraz z metadanymi przestrzennymi, umożliwiający odtworzenie ruchomych źródeł w systemach Dolby Atmos i środowiskach immersyjnych.
- AR – *Augmented Reality*, czyli rzeczywistość rozszerzona; środowisko łączące elementy świata rzeczywistego z wirtualnymi obiektami dźwiękowymi lub wizualnymi.
- ASMR – *Autonomous Sensory Meridian Response*; fenomen percepcyjno-sensoryczny wywołany przez określone bodźce słuchowe lub wizualne, np. szept, szelest papieru, dźwięki otoczenia, który może wywoływać uczucie przyjemnego mrowienia i relaksu.
- DAW – *Digital Audio Workstation*; oprogramowanie komputerowe służące do nagrywania, edycji i produkcji muzycznej.
- FOA – *First Order Ambisonics*, ambisonika pierwszego rzędu; podstawowa struktura ambisoniczna składająca się z czterech kanałów opisujących ciśnienie akustyczne i trzy osie przestrzenne (przód–tył, lewo–prawy, góra–dół).
- HOA – *Higher Order Ambisonics*, ambisonika wyższego rzędu; rozszerzenie FOA umożliwiające dokładniejsze odwzorowanie kierunku źródeł i większą rozdzielczość przestrzenną.
- VR – *Virtual Reality*, czyli wirtualna rzeczywistość; środowisko cyfrowe, w którym użytkownik może doświadczać pełnej przestrzeni 3D, w tym ruchomych źródeł dźwięku z efektami head-trackingu.

# Wprowadzenie

Przedstawiam czwartą część cyklu pt. „Przestrzeń we współczesnej kompozycji muzycznej”. W cyklu tym staram się dowieść, że:

**Możliwe jest twórcze zastosowanie tradycyjnych technik kompozytorskich w środowisku dźwięku przestrzennego w celu wywołania u słuchacza nowych wrażeń sensorycznych i psychoakustycznych.**

Cykl ma na celu popularyzację wiedzy o technikach dźwięku przestrzennego wśród kompozytorów oraz odbiorców muzyki oraz otwierać drogę do dalszych eksperymentów artystycznych i edukacyjnych w obszarze muzyki immersyjnej.

Cykl obejmuje zakres wiedzy z pogranicza kompozycji, aranżacji, instrumentacji i produkcji muzycznej.

Uzupełnieniem tego skryptu są filmy wideo:

1. „Przestrzeń we współczesnej kompozycji muzycznej – cz. 1. Iluzja trójwymiarowego brzmienia” [4].
2. „Przestrzeń we współczesnej kompozycji muzycznej – cz. 2. Sesja startowa” [6].
3. Przestrzeń we współczesnej kompozycji muzycznej - cz. 3. Eksport plików [7].
4. Przestrzeń we współczesnej kompozycji muzycznej – cz. 4. Piosenka 3D [8].

Dwie pierwsze części cyklu koncentrowały się na percepcji przestrzeni oraz na praktyce pracy z dźwiękiem przestrzennym w środowisku DAW. Punkt ciężkości spoczywał na doświadczeniu słuchacza, na relacji pomiędzy planami aranżacyjnymi i planami przestrzennymi oraz na świadomym kształtowaniu iluzji trójwymiarowego brzmienia. Część trzecia domknęła cykl powstawania produkcji muzycznej, pokazując eksport i pracę z plikami jako integralny element procesu twórczego, a nie jedynie techniczne zakończenie projektu.

Czwarta część skryptu rozwija zagadnienia dotyczące brzmień sensorycznych oraz ambisoniki. Skupia się na tym, jak subtelne elementy wykonawcze – drobne zmiany dynamiki, oddechy wokalne, rezonanse instrumentów czy szumy towarzyszące grze – wpływają na poczucie obecności i realności dźwięku. Omawiane są również dźwięki niskie, które choć trudne do jednoznacznej lokalizacji, silnie wpływają na doświadczenie cielesne słuchacza, oraz elementy środowiskowe, które budują kontekst przestrzenny i stabilizują nastrój utworu.

Kolejny rozdział poświęcony został ambisonice – technice rejestracji i odtwarzania dźwięku przestrzennego jako kontinuum pola akustycznego. W tym fragmencie opisane zostały podstawowe struktury ambisoniczne (FOA i HOA), oraz możliwości ich wykorzystania w wirtualnej i rozszerzonej rzeczywistości, instalacjach dźwiękowych i projektach interaktywnych.

W filmiku do tej części [8] czytelnik znajdzie połączenie wiedzy psychoakustycznej z praktycznymi przykładami kompozycji immersyjnych, co umożliwi zrozumienie, jak tradycyjne techniki aranżacyjne współdziałają z nowoczesnymi systemami przestrzennymi, otwierając drogę do kolejnych eksperymentów twórczych w muzyce 3D.

# Brzmienia sensoryczne

W analizie brzmień sensorycznych konieczne jest odejście od wyłącznie strukturalnego rozumienia kompozycji na rzecz ujęcia percepcyjnego. Oznacza to koncentrację nie tylko na organizacji materiału muzycznego w czasie (forma, rytm, harmonia), lecz również na mikroparametrach dźwięku, które determinują sposób jego odbioru przez aparat słuchowy oraz układ nerwowy.

Z perspektywy psychoakustyki istotne są takie czynniki, jak mikrodynamika, charakterystyka widmowa, obecność transjentów, relacja sygnału bezpośredniego do odbić oraz stopień kompresji dynamicznej. Parametry te wpływają na wrażenie bliskości, materialności i „ucieleśnienia” źródła dźwięku. W rezultacie dźwięk przestaje być postrzegany wyłącznie jako abstrakcyjna struktura akustyczna, a zaczyna funkcjonować jako bodziec o wymiarze somatycznym, wywołujący reakcje napięciowe, relaksacyjne lub kinestetyczne.

W takim ujęciu kompozytor projektuje nie tylko relacje wysokościowe i rytmiczne, lecz także warunki percepcyjne odbioru. Brzmienie staje się medium oddziałującym na słuchacza w sposób wielowymiarowy – poprzez lokalizację przestrzenną, intensywność bodźca, spektrum częstotliwościowe oraz kontekst akustyczny.

Brzmienie sensoryczne nie jest odrębną kategorią technologiczną, lecz sposobem myślenia o dźwięku. Zakłada ono, że:

- dźwięk może wywoływać wrażenia dotykowe i kinestetyczne,
- barwa i mikrodynamika wpływają na odczucie bliskości,
- szmery i detale artykulacyjne zwiększają realizm percepcyjny,
- przestrzeń staje się elementem ekspresji, a nie wyłącznie efektem technicznym.

W praktyce kompozytorskiej oznacza to projektowanie materiału muzycznego z uwzględnieniem reakcji somatycznych i kinestetycznych odbiorcy.

Reakcje somatyczne – to odpowiedzi organizmu wywołane bodźcem, które dotyczą ciała jako całości, ale zwykle nie są związane z ruchem świadomym. Reakcje fizyczne odbierane przez ciało, niezależnie od tego, czy poruszamy się świadomie, w kontekście muzyki i dźwięku przestrzennego mogą obejmować np.:

- przyspieszone tętno lub oddech,
- napięcie mięśni, drżenie ciała,
- poczucie „ciężaru” lub „wibracji” w ciele od niskich częstotliwości,
- fizjologiczne odczucie obecności źródła dźwięku blisko słuchacza.

Reakcje kinestetyczne – to odpowiedzi związane z świadomym lub półświadomym odczuwaniem ruchu i pozycji ciała. W muzyce immersyjnej lub dźwięku 3D mogą to być np.:

- poczucie „przemieszczania się” dźwięku wokół ciała,
- wrażenie, że trzeba odwrócić głowę, aby podążać za dźwiękiem,
- mimowolne poruszanie głową lub ciałem w rytm lub kierunek dźwięku,
- wrażenie dryfowania, unoszenia lub balansowania w przestrzeni dźwiękowej.

Projektowanie brzmień sensorycznych wymaga przesunięcia akcentu z makrostruktury utworu (forma, harmonia, narracja) na mikrostrukturę dźwięku i jego oddziaływanie cielesne. Oznacza to skupienie się na detalach artykulacyjnych, niuansach dynamicznych, widmie częstotliwościowym oraz relacji między źródłem a przestrzenią akustyczną. W tym ujęciu kompozytor nie operuje wyłącznie materiałem muzycznym, lecz projektuje doświadczenie percepcyjne – sposób, w jaki dźwięk będzie odczuwany fizycznie i interpretowany emocjonalnie. Poniższe elementy stanowią kluczowe obszary pracy w ramach tej strategii:

1. Rola mikrodynamiki.
2. Niskie częstotliwości a doświadczenie cielesne.
3. Dźwięki środowiskowe.
4. Minimalizm a czytelność przestrzeni.

W tej części analizujemy zagadnienie brzmień sensorycznych, omawiamy kluczowe obszary tej strategii kompozytorskiej.

### Rola mikrodynamiki

Mikrodynamika obejmuje drobne zmiany natężenia dźwięku w obrębie pojedynczych fraz i artykulacji. W kontekście brzmień sensorycznych szczególne znaczenie mają:

- oddechy wokalne,
- szумы przesuwania palców po strunach,
- rezonanse mechaniczne instrumentów,
- subtelne fluktuacje pogłosu.

Z punktu widzenia psychoakustyki zwiększają one wrażenie obecności źródła w bezpośredniej bliskości słuchacza. Im mniejsza kompresja dynamiczna i większa naturalność transjentów, tym silniejsze odczucie „realności” brzmienia.

### Niskie częstotliwości a doświadczenie cielesne

Dźwięki poniżej ok. 80 Hz są trudne do jednoznacznej lokalizacji kierunkowej, jednak mają silny wpływ na odczucie fizyczne. W kontekście muzyki immersyjnej:

- bas buduje fundament przestrzeni,
- wibracja wzmacnia percepcję zanurzenia,
- niskie pasmo może być traktowane jako „warstwa podłoża akustycznego”.

Projektowanie brzmień sensorycznych wymaga więc kontroli spektrum częstotliwościowego nie tylko w kontekście czytelności miksu, lecz również wpływu somatycznego.

### Dźwięki środowiskowe

W produkcjach o charakterze relaksacyjnym lub ambientowym istotną rolę odgrywają dźwięki środowiskowe, takie jak:

- szum deszczu,
- odgłosy wody,
- szelest,
- szum nośników analogowych (np. winylu),
- dźwięki mechaniczne (np. przewijanie taśmy).

Dźwięki te pełnią funkcję:

- budowania kontekstu przestrzennego,
- stabilizowania nastroju,
- wprowadzania elementu realizmu.

W ujęciu kompozycyjnym można je traktować jako równorzędne składniki aranżacji, a nie jedynie tło.

### Minimalizm a czytelność przestrzeni

W produkcji immersyjnej kluczowe znaczenie ma kontrola liczby jednoczesnych źródeł dźwięku. Nadmierne zagęszczenie aranżacji prowadzi do zjawisk niepożądanych: maskowania częstotliwościowego, utraty precyzji lokalizacyjnej oraz zmniejszenia czytelności ruchu przestrzennego. W praktyce oznacza to, że słuchacz może mieć trudności z jednoznacznym określeniem położenia poszczególnych dźwięków, a wrażenie trójwymiarowej przestrzeni staje się mniej wyraziste.

Minimalistyczna faktura dźwiękowa daje natomiast możliwość wyraźnego rozmieszczenia źródeł w polu 3D oraz precyzyjnej kontroli głębi – od planu pierwszego, przez drugi, aż po dalszy. Dzięki redukcji liczby jednoczesnych warstw można budować napięcie i dynamikę utworu nie poprzez dodawanie kolejnych elementów, lecz przez świadome przesuwanie źródeł w przestrzeni, co daje efekt zmiany perspektywy dla słuchacza. W tym ujęciu przestrzeń staje się równorzędnym parametrem kompozycji, współistniejąc obok melodii, harmonii i rytmu, i stanowi integralny element projektowania doświadczenia immersyjnego.

# Ambisonika

Ambisonika to technika rejestracji, zapisu i odtwarzania dźwięku przestrzennego, która opisuje całe pole akustyczne wokół punktu odsłuchowego w zakresie 360°, zamiast operować pojedynczymi, niezależnymi obiektami.

W przeciwieństwie do systemów obiektowych, ambisonika:

- zapisuje informację o polu dźwiękowym jako strukturę matematyczną,
- umożliwia dekodowanie do różnych konfiguracji głośników,
- jest niezależna od konkretnego standardu komercyjnego.

Proces wygląda mniej więcej tak:

1. A-format (Ambisonic Format) – to surowy zapis sygnałów z mikrofonów ambisonicznych. Typowy mikrofon FOA ma cztery kapsuły rozmieszczone w sferycznej konfiguracji (np. tetraedr). Każda kapsuła rejestruje ciśnienie akustyczne w swoim kierunku. W tym momencie mamy cztery niezależne sygnały analogowe lub cyfrowe, które same w sobie jeszcze nie opisują pola akustycznego w sposób abstrakcyjny.
2. Konwersja do B-format – tutaj przekształcamy sygnały A-formatu w standardową reprezentację FOA: W, X, Y, Z. W B-formacie każdy kanał ma określony sens fizyczny i matematyczny:
  - W – komponent dookólny (omnidirectional), odpowiadający całkowitemu ciśnieniu akustycznemu w punkcie mikrofonu;
  - X – komponent odpowiadający osi przód–tył;
  - Y – komponent odpowiadający osi lewo–pravo;
  - Z – komponent odpowiadający osi góra–dół.

B-format jest formatem uniwersalnym, pozwalającym na dekodowanie do różnych konfiguracji głośników, przetwarzanie w DAW czy implementację w systemach VR/AR. W praktyce B-format pozwala na elastyczne sterowanie pozycją źródeł, głębią i kierunkiem dźwięku w miksie przestrzennym, niezależnie od konkretnej konfiguracji sprzętowej w sali odsłuchowej. Wyższe rzędy ambisoniki (HOA – Higher Order Ambisonics) rozbudowują B-format o dodatkowe kanały, zwiększając precyzję lokalizacji i rozdzielczość przestrzenną. To właśnie B-format jest najczęściej używany w miksach przestrzennych i do dalszej produkcji w komputerze.

## Ambisonika a systemy obiektowe

Warto wyraźnie odróżnić ambisonikę od systemów takich jak Dolby Atmos.

System obiektowy:

- przypisuje źródłom współrzędne w przestrzeni,
- wykorzystuje metadane do określania ruchu,
- jest zoptymalizowany pod kątem określonych konfiguracji odsłuchowych.

Ambisonika:

- opisuje pole dźwiękowe jako całość,
- może być dekodowana do różnych systemów,
- jest szczególnie przydatna w środowiskach VR i instalacjach interaktywnych.

Oba podejścia nie wykluczają się, lecz reprezentują odmienne filozofie projektowania przestrzeni.

W podejściu obiektowym (np. Dolby Atmos) mamy pojedyncze źródła dźwięku traktowane jako obiekty z przypisanymi współrzędnymi w przestrzeni. W klasycznej konfiguracji odsłuchowej system zakłada, że słuchacz znajduje się w tzw. „sweet spot”, czyli w jednej, optymalnej pozycji. To w tym punkcie ruch obiektów jest prawidłowo odwzorowany – jeśli słuchacz wychodzi poza sweet spot, percepcja przestrzeni może się zniekształcać. Same obiekty mogą się poruszać, ale przestrzeń nie jest definiowana jako ciągłe pole akustyczne – system obiektowy steruje ruchami źródeł względem pozycji słuchacza, a nie samą przestrzenią.

W przypadku ambisoniki, po odpowiednim zdekodowaniu (do systemu głośnikowego, słuchawek binauralnych czy środowiska VR), przestrzeń dźwiękowa jest traktowana jako ciągłe pole akustyczne wokół punktu odsłuchowego. Oznacza to, że nie tylko dźwięki mogą się poruszać w tym polu, ale także słuchacz może się przemieszczać w tej przestrzeni przy zachowaniu realistycznej percepcji kierunku i głębi. Wysoki rząd ambisoniki (HOA) pozwala na dokładniejsze odwzorowanie lokalizacji źródeł w całej przestrzeni, co umożliwia tzw. „head-tracking” – zmiana pozycji głowy słuchacza w VR lub AR skutkuje odpowiednią adaptacją sceny dźwiękowej.

## Zastosowania

Ambisonika znajduje szerokie zastosowanie w różnych dziedzinach sztuki i technologii dźwięku, oferując możliwości niedostępne w tradycyjnych systemach stereo czy nawet w standardowych nagraniach wielokanałowych [1], [8]. W kontekście wirtualnej rzeczywistości (VR) umożliwia realistyczne odwzorowanie całego otoczenia akustycznego, dzięki czemu słuchacz może odczuwać dźwięki dochodzące z każdej strony, zarówno poziomo, jak i pionowo. Podobnie w rozszerzonej rzeczywistości (AR) ambisonika pozwala integrować źródła dźwięku z wizualnym światem rzeczywistym, tworząc spójną przestrzeń multisensoryczną.

W instalacjach dźwiękowych ambisonika staje się narzędziem kreowania immersyjnych doświadczeń, pozwalając twórcom manipulować kierunkiem, głębią i ruchem dźwięku w sposób niedostępny przy tradycyjnych metodach nagraniowych. W muzeach i przestrzeniach ekspozycyjnych technika ta umożliwia projektowanie dynamicznych środowisk akustycznych, które reagują na obecność i ruch odwiedzających, wzmacniając interaktywność i wrażenia estetyczne. Podobnie w projektach interaktywnych ambisonika pozwala, aby dźwięki zmieniały się w czasie rzeczywistym w odpowiedzi na zachowanie słuchacza, co otwiera pole do eksperymentów edukacyjnych i artystycznych.

Największy potencjał ambisoniki kompozytorski polega na możliwości traktowania przestrzeni dźwiękowej jako kontinuum, a nie jedynie jako zbioru pojedynczych punktów źródłowych. Dzięki temu kompozytor może modelować płynne przejścia, manipulować głębią i kierunkiem brzmienia w sposób bardziej subtelny i realistyczny, tworząc wrażenie pełnego zanurzenia w świecie dźwięku. W praktyce oznacza to, że przestrzeń sama staje się równorzędnym parametrem kompozycji obok melodii, harmonii i rytmu, a każdy element aranżacji można świadomie rozmieszczać w trójwymiarowym polu akustycznym, co otwiera nowe możliwości wyrazu artystycznego i percepcyjnego.

# Podsumowanie i co dalej?

Analiza i praktyczne realizacje projektów muzycznych w ramach niniejszego cyklu wskazują, że tradycyjne techniki kompozytorskie mogą być twórczo adaptowane w środowisku dźwięku przestrzennego w celu wywołania u słuchacza nowych wrażeń sensorycznych i psychoakustycznych. Doświadczenia z planowaniem aranżacji, kształtowaniem melodii, rytmu i harmonii w połączeniu z precyzyjnym rozmieszczeniem źródeł dźwięku w polu trójwymiarowym wykazały, że klasyczne środki wyrazu muzycznego nie tracą swojej skuteczności, lecz zyskują nowy wymiar percepcyjny. Świadome stosowanie artykulacji, dynamiki, mikrodynamiki oraz doboru barwy instrumentów pozwala na tworzenie wrażenia obecności, ruchu i głębi przestrzennej, co w tradycyjnej produkcji stereofonicznej byłoby znacznie trudniejsze do osiągnięcia.

Ponadto, integracja elementów takich jak brzmienia sensoryczne, dźwięki środowiskowe oraz modulacja niskich częstotliwości umożliwia wywoływanie reakcji somatycznych i kinestetycznych u słuchacza. Pełne empiryczne potwierdzenie tezy wymagałoby przeprowadzenia szeroko zakrojonych badań z udziałem reprezentatywnej grupy słuchaczy w formie ankiet lub testów percepcyjnych. Dotychczasowe wnioski opierają się jedynie na obserwacjach i wstępnych doświadczeniach uzyskanych wśród wąskiej grupy odbiorców, co pozwala traktować je jako wskazówki, a nie ostateczne dowody. Jednocześnie materiał udostępniony w ramach projektu daje możliwość samodzielnego doświadczenia efektów przestrzenności i brzmień sensorycznych. Zachęcamy więc do zapoznania się z nimi poprzez odsłuch dostępny na stronie internetowej: [elizatkacz.com/kpo](http://elizatkacz.com/kpo).

W perspektywie realizacji projektów muzyki immersyjnej planowane jest wykorzystanie ambisoniki jako narzędzia do precyzyjnego kształtowania przestrzeni dźwiękowej. Nowy proces twórczy zakłada, że kompozycja i aranżacja utworów będą wstępnie opracowywane w środowisku Logic Pro, w którym można skupić się na fundamentach muzycznych: doborze instrumentów, budowie harmoniczej, motywach melodycznych oraz wstępnym rozplanowaniu rozmieszczenia źródeł dźwięku w przestrzeni stereofonicznej lub 3D. Ten etap umożliwia dopracowanie koncepcji kompozycyjnej, z zachowaniem kontroli nad strukturą utworu, dynamiką i rytmiką, zanim wprowadzone zostaną techniki zaawansowanej lokalizacji dźwięku. Kolejnym etapem pracy byłoby przeniesienie projektu do środowiska Reaper, w którym możliwe jest wykorzystanie dostępnych, darmowych wtyczek ambisonicznych, takich jak IEM Plug-in Suite. Wtyczki te pozwalają na enkodowanie nagrań w formatach FOA i HOA, dekodowanie ich do różnych konfiguracji głośnikowych oraz eksperymentowanie z precyzyjnym rozmieszczeniem źródeł dźwięku w polu 3D. Taki workflow umożliwia tworzenie wrażenia głębi akustycznej, kontroli odległości i kierunku poszczególnych elementów aranżacji, a także dynamiczne manipulowanie ruchem dźwięków w przestrzeni.

Zastosowanie ambisoniki w tym kontekście stanowiłoby nie tylko narzędzie techniczne, lecz również element świadomej strategii kompozycyjnej, pozwalając traktować przestrzeń jako integralny komponent utworu muzycznego. Dzięki temu możliwe byłoby projektowanie doświadczeń immersyjnych, w których słuchacz może poruszać się w przestrzeni i w ten sposób odbierać dźwięki w sposób realistyczny i wielowymiarowy.

# Bibliografia

- [1] Małecki, Paweł, Piotrowska, Magdalena, Sochaczewska, Katarzyna, Piotrowski, Szymon. Electronic music production in ambisonics – case study. *Journal of the Audio Engineering Society*, SSN 1549-4950. — 2020 — vol. 68 no. 1/2, s. 87–94.
- [2] Sarah Belle Reid, *Composing Music for an Ambisonic Dome*. Nagranie multimedialne. Dostęp: 28.02.26 r., [https://youtu.be/ Z6UqMifTOk?si=xvqBTg4TaGjhNTRs](https://youtu.be/Z6UqMifTOk?si=xvqBTg4TaGjhNTRs)
- [3] Tkacz, Eliza. Przestrzeń we współczesnej kompozycji muzycznej. Dźwiękowa przestrzeń 3D w twoim pokoju. Przewodnik po technikach kreowania iluzji trójwymiarowego brzmienia. Dostęp: 29.11.25 r., [https://elizatkacz.com/wp-content/uploads/2025/11/Skrypt-nr-1-Dzwiekowa-przestrzen-3D-w-Twoim-pokoju\\_V1.0.pdf](https://elizatkacz.com/wp-content/uploads/2025/11/Skrypt-nr-1-Dzwiekowa-przestrzen-3D-w-Twoim-pokoju_V1.0.pdf) .
- [4] Tkacz, Eliza. Przestrzeń we współczesnej kompozycji muzycznej. Etapy pracy kompozytora z dźwiękiem przestrzennym. Przygotowanie sesji startowej i praca obiektowa w DAW. Dostęp: 30.01.26 r., [https://elizatkacz.com/wp-content/uploads/2025/11/Skrypt-nr-2-Etapy-pracy-kompozytora-z-dzwiekim-przestrznnym\\_V1.0.pdf](https://elizatkacz.com/wp-content/uploads/2025/11/Skrypt-nr-2-Etapy-pracy-kompozytora-z-dzwiekim-przestrznnym_V1.0.pdf)
- [5] Tkacz, Eliza. *Przestrzeń we współczesnej kompozycji muzycznej – cz. 1. Iluzja trójwymiarowego brzmienia*. Nagranie multimedialne. Dostęp: 29.11.25 r., [https://www.youtube.com/watch?v=IZN92n4\\_bhY](https://www.youtube.com/watch?v=IZN92n4_bhY) .
- [6] Tkacz, Eliza. *Przestrzeń we współczesnej kompozycji muzycznej – cz. 2. Sesja startowa*. Nagranie multimedialne. Dostęp: 29.11.25 r., [https://www.youtube.com/watch?v=9tbxZqXi\\_S0](https://www.youtube.com/watch?v=9tbxZqXi_S0) .
- [7] Tkacz, Eliza. *Przestrzeń we współczesnej kompozycji muzycznej - cz. 3. Eksport plików*. Nagranie multimedialne. Dostęp: 28.02.26 r., <https://youtu.be/6Lao8iXCxu8> .
- [8] Tkacz, Eliza. *Przestrzeń we współczesnej kompozycji muzycznej – cz. 4. Piosenka 3D*. Dostęp: 28.02.26 r., <https://youtu.be/1Y1jNNQY3Hc> .