Spis treści

[1. Wstęp 1](#_Toc443425729)

[2. Część teoretyczna 1](#_Toc443425730)

[2.1. Krajobraz dźwiękowy 1](#_Toc443425731)

[2.2. Metody odsłuchowe 7](#_Toc443425732)

[2.2.1. Odsłuch binauralny 8](#_Toc443425733)

[2.2.2. Odsłuch ambisoniczny 8](#_Toc443425734)

[3. Cel pracy 12](#_Toc443425735)

[4. Oprogramowanie eksperymentu 12](#_Toc443425736)

[5. Opis części eksperymentalnej 12](#_Toc443425737)

[6. Wnioski 12](#_Toc443425738)

[7. Bibliografia 12](#_Toc443425739)

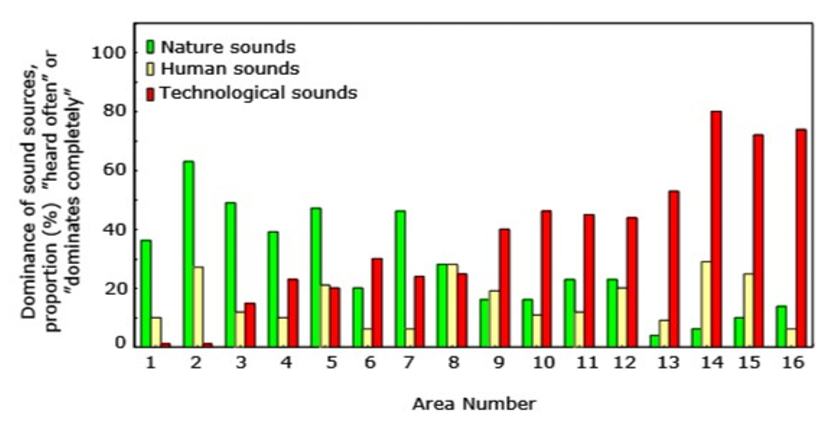
# Wstęp

# Część teoretyczna

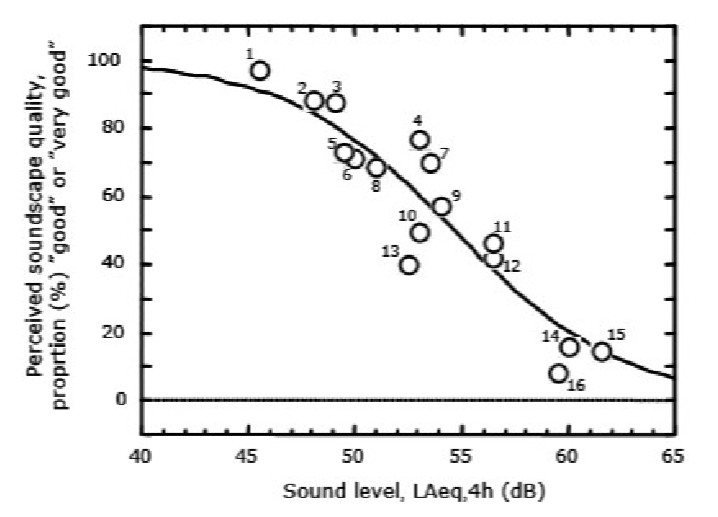
## Krajobraz dźwiękowy

Krajobraz dźwiękowy (ang. *soundscape*), rozumiany jako całkowite środowisko akustyczne w danym miejscu, to pojęcie stworzone przez Murraya Schafera (Schafer, 1977). Definicja ta bierze pod uwagę złożony zbiór relacji między ludźmi a odbieranymi przez nich dźwiękami. Nie jest to jednak pojęcie bardzo ściśle zdefiniowane, a co za tym idzie badania nad nim mogą być i są prowadzone przez wiele różnych gałęzi nauki. Do soundscape’u wplata się również inne aspekty interakcji człowieka ze środowiskiem, począwszy od architektonicznej i socjologicznej sturktury obszaru badanego a kończąc na parametrach akustycznych i wizualnych danego miejsca. Badacze krajobrazów dźwiękowych często przyjmują własną ich definicję na potrzeby swoich badań, odbiegając w mniejszym lub większym stopniu od oryginalnego pomysłu Schafera. Axelsson stwierdza, że soundscape istnieje w percepcji człowieka, zawsze w kontekście konkretnego czasu, miejsca i aktywności (Axelsson, The ISO 12913 series on soundscape, 2011). Inaczej akcenty rozkłada Truax (Truax, 1999), dla którego w definicji soundscape’u najwazniejsze jest to, jak człowiek odbiera i rozumie dźwięk, który do niego dociera. Można też rozumieć krajobraz dźwiękowy wprost jako odpowiednik krajobrazu wzrokowego. Ten brak jendoznacznie sformułowanej i powszechnie akceptowanej definicji prowadzi również do problemów w stworzeniu spójnej metody badania i oceny krajobrazów dźwiękowych. W konsekwencji utrudnia to badaczom zaproponowanie poważnej alternatywy do klasycznej akustyki środowiskowej, opartej na wskaźnikach obiektywnych. Naukowcy wykazują jednak, że równoważny poziom dźwięku- powszechnie uznawany i stosowany wskaźnik obiektywny, nie jest wystarczający do oceny dokuczliwości różnych rodzajów dźwięku (Plack, 2010). Nie ulega wątpliwości, że wskaźniki takie jak oraz percypowana głośność są ze sobą skorelowane. Istnieje również korelacja pomiędzy głośnością, a oceną dokuczliwości środowiska akustycznego. Niestety oceny tej nie można dokonywać jedynie za pomocą wskaźnika , gdyż nie uwzględnia ona parametrów widmowych i czasowych dźwięku, takich jak ostrość (ang. *sharpness*) i chropowatość (ang. *roughness*) (Axelsson, Nilsson, & Berglund, A Principal Components Model of Soundscape Perception, 2010) (Brambilla & Maffei, 2006) (Dittrich & Oberfeld, 2009). Podejście soundscape’owe do oceny dokuczliwości dźwięków daje możliwość uwzględnienia elementów związanych z subiektywną oceną słuchacza. Na tę ocenę wpływa również nastawienie słuchacza do percypowanego dźwięku. Im bardziej jest on oczekiwany, pasujący do kontekstu, tym mniejsza jest jego dokuczliwość (Brambilla & Maffei, 2006). W tego typu badaniach krajobraz dźwiękowy definiuje się najczęściej przez analogię do krajobrazu wzrokowego, jako wszystkie dźwięki docierające do słuchacza. Brown określa soundscape jako środowisko akustyczne danego miejsca lub obszaru, percypowane przez ludzi, którego charakter wynika z interakcji między ludzkimi i naturalnymi czynnikami (Brown L. , 2011). W ten sposób w pojęciu krajobrazu dźwiękowego możliwe jest zawarcie różnego typu miar oceny, zarówno obiektywnych, fizycznych, takich jak równoważny poziom dźwięku, percepcyjnych, takich jak dokuczliwość, czy kognitywnych, takich jak skojarzenia.

Zjawiska zachodzące przy percepcji krajobrazu dźwiękowego są na tyle złożone i wielowymiarowe, że naukowa charakterystyka wszystkich czynników, które się na niego składają przysparza wielu problemów. Jednym z możliwych podejść jest analiza poszczególnych bodźców akustycznych pojawiających się w badanym otoczeniu. W swojej pracy Kang (Kang, 2007) użył 18 skal semantycznych dla 223 obiektów w dwóch miastach. Na podstawie źródeł dźwięku występujących w danym otoczeniu wyznaczył on 4 kategorie oceny krajobrazu dźwiękowego: możliwość odpoczynku (*relaxation*), komunikacja (*communication*), przestrzenność (*spatiality*) oraz dynamikę (*dynamics*).

  
Rysunek 1 Procent słuchaczy oceniających źródło dźwięku, jako występujące często lub bardzo często. Obszary uporządkowane są od lewej do prawej zgodnie z malejącą oceną komfortu (Nilsson, 2007)

Wpływ rodzaju źródeł na oceny soundscape’u został dobrze pokazany w badaniach przeprowadzonych w Szwecji w latach 2004-2006. (Nilsson, 2007). Zostały one przeprowadzone w parkach i terenach zielonych w Sztokholmie. Badani mieli za zadanie wypełnienie ankiety w czasie, kiedy przebywali w konretnej lokacji. Odpowiadali zarówno na pytania dotyczące oceny komfortu akustycznego w danym miejscu, jak również częstości występowania i oceny źródeł dźwięku, które postrzegali. Badane obszary pozamiejskie uzyskały bardzo wysoką ocenę komfortu akustycznego, gdyż aż 80% słuchaczy odpowiadało, że warunki akustyczne były bardzo dobre. W parkach miejskich natomiast procent słuchaczy wystawiających ocenę bardzo dobrą mieścił się w granicach od 53% do 65% dla pierwszego badania i od 9% do 77% dla drugiego. Słuchacze zwrócili uwagę na obecność źródeł dźwięku nie pochodzących ze środowiska naturalnego, takich jak samochody, wentylatory, czy hałas uliczny. W parkach miejskich aż 70% słuchaczy stwierdziło, że występują one często, natomiast w obszarach pozamiejskich było to jedynie 40%. W obu rodzajach badanych obszarów, aż 80% słuchaczy uznało za często występujące dźwięki natury. Były one odbierane pozytywnie, w przeciwieństwie do dźwięków mechanicznych, ale nie były w stanie skompensować dyskomfortu wywoływanego tymi drugimi. Dokładna analiza źródeł dźwięku obecnych w krajobrazie dźwiękowym pokazuje, że dźwięki aktywności ludzkiej (mowa, kroki) stanowią najbardziej neutralnie ocenianą przez słuchaczy kategorię bodźców akustycznych. Dźwięki mechaniczne powodują obniżenie komfortu akustycznego, natomiast dźwięki naturalne go podnoszą (Rysunek 1). Nilsson pokazał również, że przy ocenie krajobrazu dźwiękowego większą rolę odgrywa charakterystyka źródeł dźwięku niż poziom dźwięku (Rysunek 2).



Rysunek 2 Zależność oceny komfortu badanych obszarów od zmierzonych poziomów dźwięku. Cyframi od 1-16 oznaczone są poszczególne badane lokalizacje. (Nilsson, 2007)

Z przytoczonych badań można wywnioskować, że poza zakresem poziomu dźwięku od 50-55 dBA ocena komfortu krajobrazu dźwiękowego jest od niego mocno zależna i rośnie wraz z jego spadkiem. W zakresie 50-55 dBA oceny komfortu przestają zależeć od poziomu dźwięku. Najistotniejszym czynnikiem, na podstawie którego słuchacze rozstrzygają ocenę danego soundscape’u staje się zawartość konkretnych źródeł dźwięku, które w zależności od swojego charakteru mogą skutkować zwiększeniem lub zmniejszeniem komfortu.

Eksperymenty dotyczące soundscape’u przeprowadzane są również w warunkach laboratoryjnych. Takimi właśnie były badania na Uniwersytecie im. Adama Mickiewicza   
dotyczące oceny komfortu miejskich krajobrazów dźwiękowych (Preis, Kociński, Hafke-Dys, & Wrzosek, 2015). Słuchaczom prezentowano nagrania audiowizualne obszarów miasta Poznania. Wyróżniono cztery sposoby prezentacji: słuchowy, wzrokowy, wzrokowo-słuchowy oraz mieszany wzrokowo-słuchowy. W badaniach pokazano, że na ocenę komfortu silniej wpływa bodziec słuchowy niż wzrokowy, co sugeruje, że do poprawy komfortu akustycznego obszarów miejskich konieczna jest ingerencja przede wszystkim w krajobraz dźwiękowy. Eksperyment nie wykazał statystycznie istotnych różnic między oceną komfortu przy prezentacji słuchowej i wzrokowo-słuchowej.

Badania mające na celu kategoryzację i ocenę podobieństwa pomiędzy dźwiękami występującymi w środowisku przeprowadzał Gygi (Gygi, Kidd, & Watson, 2007). Do eksperymentów wykorzystano 50 dźwięków, wśród których znalazły się między innymi śpiew patków, przelot samolotu, odgłos deszczu, czy też dźwięk pisania na klawiaturze i cięcia papieru. Opierając się na czasie trwania, wysokości dźwięku oraz zawartości niskoczęstotliwościowych składowych wyodrębniono trzy grupy dźwięków: harmoniczne, ciągłe i impulsowe. Badanie kategoryzacji źródeł dźwięku wykazało, że słuchacze najczęściej korzystali z kategorii: dźwięki ludzi i zwierząt, pojazdów, muzyczne oraz pogodowe. Podobne wnioski pojawiają się w pracy dotyczącej badań nad projektowaniem obszarów wypoczynkowych (Pheasant, Fisher, Watts, Whitaker, & Horoshenkov, 2010). Autorzy przeprowadzili eksperymenty na reprezentatywnej dla brytyjskiego społeczeństwa grupie. Celem ich była ocena krajobrazów miejskich i naturalnych. Wzrokowa część eksperymentu pokazała, że opinie badanych były bardzo zbliżone i że najlepiej oceniane są krajobrazy zawierające elementy naturalne. Obecność innych ludzi powoduje natomiast zmniejszenie komfortu przebywania w danym miejscu. Słuchowa część eksperymentu potwierdziła te rezultaty, a także pokazała, że ocena wzrokowa miejsca jest na ogół korzystniejsza niż słuchowa. Chau i Tang chcieli pokazać, że obecność terenów zielonych może powodować zmniejszenie dokuczliwości hałasu miejskiego (Li, Chau, & Tang, 2010). W tym celu przeprowadzono kwestionariusze na dużej i zróżnicowanej grupie społecznej. Analiza ankiet wykazała, że brak terenów zielonych rzutuje negatywnie na ocenę komfortu na terenach mieszkalnych. Okazało się jednak, że obecność terenów zielonych nie była decydującym czynnikiem w ocenie dokuczliwości, gdyż podobnie środowisko oceniali mieszkańcy terenów bardzo i średnio zazielenionych. Badania prowadzone przez Dubois (Dubois, Guastaviono, & Raimbault, 2006) prezentowały natomiast podejście kognitywne do koncepcji soundscape’u. Miały one na celu wypełnienie luki pomiędzy indywidualną kategoryzacją a reprezentacją socjologiczną. Zadaniem słuchaczy była kategoryzacja nagrań dźwięków życia codziennego. Eksperyment pokazał rozbieżności w ocenie bodźców w zależności od wykształcenia. Akustycy mieli tendencję do dzielenia dźwięków ze względu na fizyczne parametry, natomiast pozostali ludzie kierowali się podobieństwem barwy czy podobieństwem samych źródeł dźwięku. Analiza wyników doprowadziła do wyodrębnienia dwóch głównych kategorii bodźców akustycznych występujących w krajobrazach dźwiękowych: dźwięki tła oraz wydarzenia akustyczne. Drugą z tych grup można kategoryzować dalej ze względu na typ źródła oraz ocenę jakości. Dźwięki tła również zostały przeanalizowane ze względu na ocenę komfortu oraz ocenę ich parametrów fizycznych. Badania wykazały, że dźwięki mechaniczne, mające swoje źródło w ruchu drogowym i urządzeniach przemysłowych są generalnie uznawane za nieprzyjemne, natomiast bodźce pochodzące od ludzkiej aktywności są oceniane pozytywnie. Okazuje się jednak, że dla dźwięków pochodzących od ludzi najważniejszym kryterium jest sama czynność. Ogólnie rzecz biorąc z badań Dubois wynika, że krajobraz dźwiękowy jest rozpatrywany globalnie i najczęściej w kilku modalnościach. Bodziec jest zawsze percypowany w kontekście, a procesy percepcyjne są powiązane z wcześniejszymi doświadczeniami danego słuchacza i ich interpretacją. Badania kognitywistyczne pokazują również, że ocena soundscape’u jest związana ze sposobem w jaki badany używa zmysłu słuchu. Truax (Truax, 1999) wyróżnia trzy stany: słuchanie analityczne- kiedy osoba skupia się na bodźcu dźwiękowym i jego rozumieniu, słuchanie „w tle”- kiedy słuchacz jest skupiony na innej czynności, słuchanie „w gotowości”- kiedy słuchacz jest w stanie przetworzyć bodziec dźwiękowy, ale jest skupiony na innej czynności.

Koncepcja krajobrazów dźwiękowych ma na celu zmianę myślenia o dźwięku w środowisku i jego relacji z człowiekiem. Według zwolenników tej koncepcji idealną sytuacją byłoby projektowanie soundscape’ów, tak jak to się dzieje dla niektórych obiektów urbanistycznych (Brown & Muhar, 2004). W podejściu soundscape’owym dźwięk nie jest odpadem, ale zasobem, który może zapewniać komfort akustyczny nawet pomimo wskaźników fizycznych, jeśli tylko będzie odpowiednio zarządzany i projektowany. W badaniach audiowizualnych (Hong & Jeon, 2013) pokazano, że dodanie do krajobrazu dźwięków ocenianych pozytywnie powodowało poprawę jego oceny. Zjawisko to zachodziło również w sytuacji odwrotnej, pozytywnie oceniany obraz poprawiał ocenę bodźca zawierającego słabo oceniany dźwięk.

Nie jest możliwy prosty opis zjawisk związanych z soundscapem, ze względu na jego złożonośći silne powiązanie z interpretacją poszczególnych osób, jednak w miarę rozwoju badań nad nim rozwijane są również narzędzia jego analizy. Badania z czasem powinny pozwolić na stworzenie metod projektowania krajobrazów dźwiękowych, które mogłyby zostać wprowadzone na szeroką skalę i stosowane przez projektantów przestrzeni miejskiej.

## Metody odsłuchowe

Niezwykle istotnym aspektem wszelkich eksperymentów psychofizycznych jest sposób prezentacji sygnałów. Do najczęściej wykorzystywanych należą binauralny przy użyciu słuchawek oraz odsłuch ambisoniczny, prezentowany za pomocą zestawu głośników. W klasycznej psychoakustyce zdecydowanie dominował odsłuch słuchawkowy, ze względu na dużą prostotę jego realizacji, zarówno jeśli chodzi o generację sygnałów testowych, jak i prezentację eksperymentu słuchaczom. Ten rodzaj prezentacji bodźców zapewnia również kontrolowane warunki doświadczalne, a co za tym idzie większą wiarygodność wyników. W przypadku sygnałów środowiskowych wartość odsłuchu binauralnego może stanąć pod znakiem zapytania. Możliwe jest wprawdzie wykonanie nagrań binauralnych symulujących rzeczywiste środowisko akustyczne przy użyciu sztucznej głowy lub rejestratra takiego jak Head Acoustics Squadriga II. Nie da się jednak uniknąć tego, że krajobraz dźwiękowy zawsze oceniany jest w kontekście, dlatego zarówno klasyczne sposoby rejestracji, jak i prezentacji bodźców mogą być niewystarczające. Słuchacz w słuchawkach może oceniać bodźce inaczej, niż robiłby to w środowisku naturalnym. Ze względu na brak stabilności i powtarzalności warunków eksperymentalnym trudnym jest zastosowanie eksperymentów w środowisku naturalnym. Ze względu na wyżej wymienione powody dużą nadzieję budzi odsłuch ambisoniczny, który pozwala na odtworzenie naturalnego pola akustycznego bodźców środowiskowych, jednocześnie nie narzucając słuchaczowi obecności słuchawek, których w środowisku naturalnym by nie miał.

### Odsłuch binauralny

Technika binauralna umożliwia bardzo dobre odwzorowanie naturalnego krajobrazu dźwiękowego. Dzięki niej możliwe jest wierne przekazanie nie tylko barwy czy dynamiki, ale też wszelkich akustycznych właściwości miejsca, które zostało zarejestrowane. Pozwala także na zachowanie informacji o lokalizacji, co umożliwia później słuchaczowi umiejscawianie źródeł podczas odsłuchu, a co za tym idzie poczucie przebywania „wewnątrz” danego krajobrazu dźwiękowego. Niebagatelne znaczenie w zastosowanu jej do eksperymentów psychoakustycznych ma również fakt, że zapewnia ona badaczom dużą kontrolę nad warunkami eksperymentalnymi.

Nagrania binauralne uzyskuje się poprzez rejestrację przy użyciu sztucznej głowy lub pary mikrofonów umieszczonych w miejscach uszu słuchacza. Taki sposób rejestracji ma sens, ponieważ głowa ludzka wraz z zewnętrzną częścią ucha stanowi układ filtrów, który dokonuje pewnych zmian w sygnale zanim dotrze on do błony bębenkowej. Zatem wykonywanie nagrań w ten sposób daje możliwość uwzględnienia tego zestawu filtrów, a co za tym idzie stworzenie bardziej realistycznego w odbiorze słuchacza bodźca, pozwalajacego przede wszystkim na zachowanie informacji przestrzennej o dźwiękach. Ten zestaw filtrów możliwy jest także do zamodelowania przy użyciu funkcji przeniesienia głowy- HRTF (Head Related Transfer Function). Pozwala to na sztuczne wytwarzanie nagrań binauralnych o bardzo dokładnej lokalizacji przestrzennej źródeł. Niestety, ze względu na osobnicze różnice w kształcie głowy i małżowiny usznej, funkcja przeniesienia głowy także nie jest jednakowa dla kazdego człowieka. W zwiąku z tym wrażenie słuchacza nie zawsze jest w pełni naturalne, gdyż jest niejako „umieszczony” w nieswojej głowie, a zatem słucha dźwięków przefiltrowanych innym zestawem filtrów niż jego własny. Można jednak stwierdzić, że technika binauralna pozwala na dość wierne wirtualne rozmieszczenie dźwięków w przestrzeni wokół słuchacza, dzięki czemu może być zastosowana w badaniu naturalnych krajobrazów dźwiękowych jako wiarygodna metoda prezentacji bodźców.

### Odsłuch ambisoniczny

Ambisonia jest techniką przestrzennego nagrywania i reprodukcji dźwięku, która zapewnia rejestrację całości sfery wokół punktu, w którym umieszczony jest mikrofon.W stosunku do technik klasycznych wzbogaca ona zatem nagranie o przestrzeń wertykalną. Jej korzenie sięgają lat siedemdziesiątych dwudziestego wieku, kiedy Michael Gerzon z Uniwersytetu w Oxfordzie wprowadził ambisonię pierwszego rzędu w postaci tak zwanego B-Format, który koduje informacje zawarte w trójwymiarowym polu dźwiękowym za pomocą czterech kanałów:

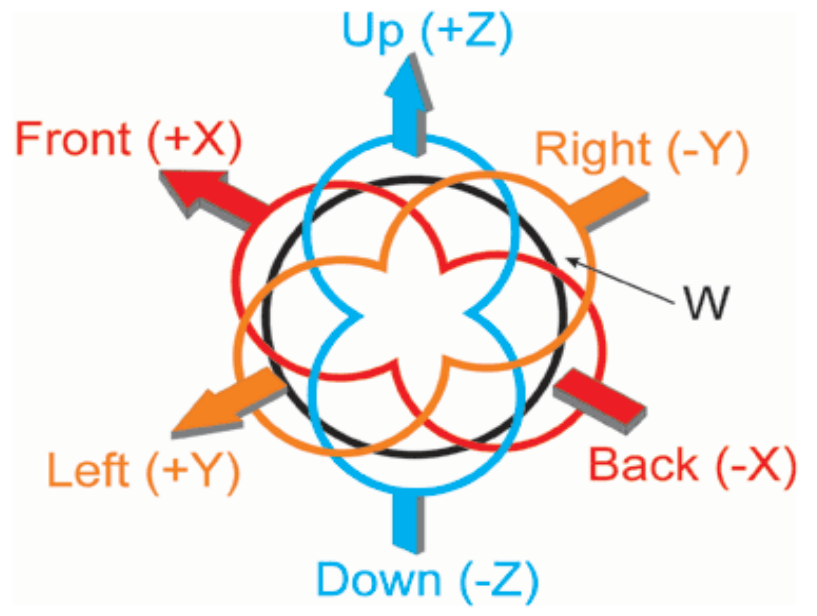
Równanie 1 Informacje wszechkierunkowe

Równanie 2 Informacje o osi X

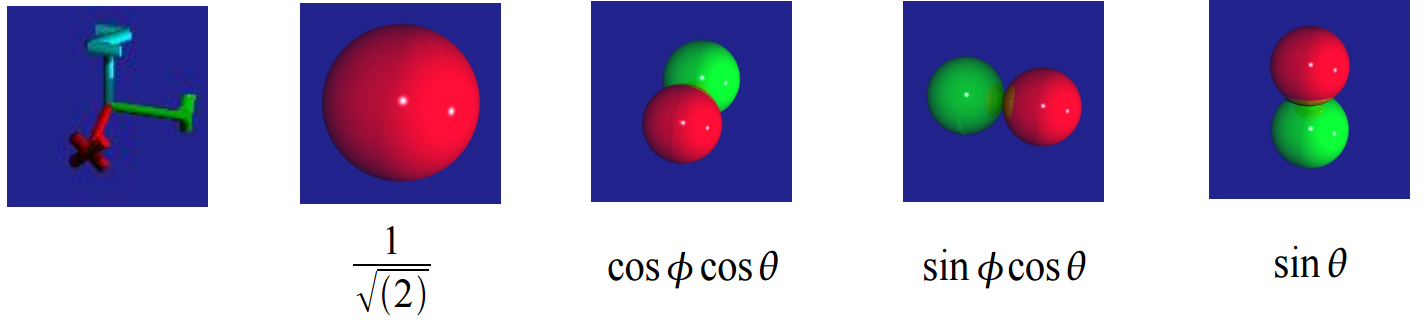
Równanie 3 Informacje o osi Y

Równanie 4 Informacje o osi Z

W powyższych równaniach to sygnały monofoniczne, które mają być zakodowane w odpowiednich pozycjach (kąt horyzontalny) oraz (kąt wertykalny)[[1]](#footnote-1). Równania pokazują, że ambisoniczne pole akustyczne może byc zsyntezowane przez przemnożenie każdego z sygnałów źródłowych przez wartość trójwymiarowej funkcji w jego kierunku (.



Rysunek 3 Schemat charakterystyk kierunkowych mikrofonu ambisonicznego (źródło:http://www.soundonsound.com/sos/Oct01/articles/surroundsound3.asp)

Wygląd tych funkcji dla różnych kanałów ambisonii przedstawia Rysunek 3. Sygnały te mogą zostać zarejestrowane przez jeden mikrofon wszechkierunkowy (kanał W) oraz trzy mikrofony o charakterystyce ósemkowej (kanały X,Y,Z), co pozwala na ambisoniczną rejestrację rzeczywistych pól akustycznych.   


Rysunek 4 Funkcje ambisoniczne pierwszego rzędu (kanały od W do Z od lewej do prawej) (Hollerweger, 2008)

Sygnały zakodowane w sposób ambisoniczny niosą informację o całości pola akustycznego. Są zatem zupełnie niezależne od wybranego układu głośników, przeznaczonego do dekodowania pola akustycznego. Wymagane jest jedynie, aby liczba głośników wykorzystywanych do odtwarzania była nie mniejsza od liczby kanałów ambisonicznych, czyli w przypadku B-Formatu oznacza to minimum 4 głośniki. Pożądane jest jednak użycie większej ilości głośników, poniewaz może to poprawić lokalizację źródeł dźwięku. Macierz głośników powinna być jak najbardziej regularna. Wraz z jej regularnością wzrasta dokładność lokalizacji źródeł. Istnieją dwie główne techniki dekodowania sygnałów ambisonicznych:

#### Dekodowanie poprzez projekcję

Najprostszy ambisoniczny dekoder działa na zasadzie wysyłania do każdego z głośnika odpowiedniej sumy ważonej wszystkich kanałów ambisonicznych. Dostarczany sygnał kanału ambisonicznego jest ważony harmoniką sferyczną odpowiadającą pozycji głośnika.

Równanie 5 Sygnał dostarczany do j-tego głośnika

W powyższym równaniu to pozycja i-tego głosnika, natomiast N oznacza liczbę kanałów ambisonicznych. Taka strategia rozkodowania zakłada regularny rozkład głosników, na przykład ośmiu rozłożonych na okręgu, oddzielonych równymi kątami. Dla rozkładów trójwymiarowych istnieje pięć regularnych rozkładów: kostka, tetrahedron, oktahedron, ikosahedron, dodekahedron. Ogranicza to również ilość możliwych do wykorzystania głośników. Istnieje możliwość wykorzystania układu nieregularnego, skutkuje to jednak uzyskaniem również nieregularnego pola akustycznego.

#### Dekodowanie poprzez pseudoinwersję

Możliwa jest także notacja równania dekodowania w formie macierzy. Oznaczono B jako wektor kanałów ambisonicznych (, p jako wektor kolumnowy sygnałów dla poszczególnych głośników, a C jako macierz ponownego kodowania. Elementy C to wartości harmoniki sferycznej dla pozycji głośników, ma N rzędów dla harmonik sferycznych i L kolumn dla kolejnych głośników. Funkcję dekodującą można wyrazić jako:

Równanie 6 Funkcja dekodująca w zapisie macierzowym

Zatem

Równanie 7 Wyrażenie na wektor sygnałów dla głośników

jest odwrotnością C (zwana także macierzą dekodowania). Aby C było odwracalne, musi być macierzą kwadratową, co możliwe jest tylko dla L=N. Jako że najczęściej L>N, można dokonać jedynie operacji pseudoinwersji:

Równanie 8 Operacja pseudoinwersji

Operacja ta daje użyteczne wyniki jedynie dla niewielkich wartości wskaźników uwarunkowania macierzy C, co wiąże się z uzyskaniem maksymalnej możliwej regularności układu głośników. Dla idealnie regularnego ustawienia dekodowanie przy użyciu projekcji jest równoważne dekodowaniu przy użyciu pseudoinwersji. (Hollerweger, 2008)

#### Podsumowanie

W czasach, kiedy Gerzon wymyślił ambisonię okazała się ona za bardzo wyprzedzać swój czas i zupełnie nie przyjęła się w zastosowaniach komercyjnych. W ostatnich latach jednak przeżywa drugą młodość ze względu na zastosowania w dźwięku 3D, budowaniu wirtualnej rzeczywistości oraz badaniach krajobrazów dźwiękowych. Jej potencjalne zastosowania rozszerza również rozwinięcie koncepcji ambisonii wyższych rzędów. Prezentacja ambisoniczna, nawet pierwszego rzędu, stanowi jednak ogromny postęp w prezentacji bodźców akustycznych w stosunku do klasycznych technik stereofonicznych oraz daje możliwość bardzo naturalnego i wiernego odtworzenia dźwięków środowiskowych.

# Cel pracy

# Oprogramowanie eksperymentu

# Opis części eksperymentalnej

# Wnioski

# Bibliografia

Axelsson, O. (2011). The ISO 12913 series on soundscape. *Proceedings of Forum Acousticum.*

Axelsson, O., Nilsson, E. i Berglund, B. (2010). A Principal Components Model of Soundscape Perception. *The Journal of the Acoustical Society of America 128 (5)*, 2836 – 2846.

Brambilla, G. i Maffei, L. (2006). Responses to Noise in Urban Parks and in Rural Quiet Areas. *Acta Acustica united with Acustica 92*, 881-886.

Brown, A. L. i Muhar, A. (2004). An approach to the acoustic design of outdoor space. *J. Environ. Plann. Manage., vol 47, no. 6*, 827-842.

Brown, L. (2011). Advancing the concept of soundscapes and soundscape planning. *Proceedings of ACOUSTICS*, (str. paper nr 115).

Dittrich, K. i Oberfeld, D. (2009). A comparison of the temporal weighting of annoyance and loudness. *J Acoust Soc Am 126*, 3168–3178.

Dubois, D., Guastaviono, C. i Raimbault, M. (2006). A Cognitive Approach to Urban Soundscapes:Using Verbal Data to Access Everyday Life Auditory Categories. *Acta Acustica united with Acustica, vol. 92*, 865-874.

Gygi, B., Kidd, G. R. i Watson, C. S. (2007). Similarity ond cathegorization of environmental sounds. *Perception & Psychophisics*, 69 (6), 839-855.

Hollerweger, F. (2008). *An Introduction to Higher Order Ambisonic.* Pobrano z lokalizacji http://flo.mur.at/writings/HOA-intro.pdf

Hong, J. Y. i Jeon, J. Y. (2013). Designing sound and visual components for enhancement of urban soundscapes. *The Journal of the Acoustical Society of America 134*, 2026.

Kang, J. (2007). *Urban Sound Environment.* London: Taylor & Francis.

Li, H. N., Chau, C. K. i Tang, S. K. (2010). Can surrounding greenery reduce annoyance at home? *Science of Total Environment 408*, 4376-4384.

Nilsson, M. E. (2007). Soundscape quality in urban open spaces. *Inter-Noise*.

Pheasant, R. J., Fisher, M. N., Watts, G. R., Whitaker, D. J. i Horoshenkov, K. V. (2010). The importance of audio-visual interaction in the construction of tranquil space. *Journal of Environmental Psychology 30*, 501-509.

Plack, C. (2010). *The Oxford Handbook of Auditory Science: Hearing.* Oxford University Press.

Preis, A., Kociński, J., Hafke-Dys, H. i Wrzosek, M. (2015). Audio-visual interactions in environment assessment. *Science of the total environment*, 03/2015; 523.

Schafer, M. (1977). *The tuning of the world.* New York: Alfred A. Knopf.

Truax, B. (1999). *Handbook for Acoustic Ecology.* Cambridge Street Records.

1. Użyty system współrzędnych sferycznych jest zgodny z ambisonicznymi konwencjami: ma lewostronną orientację, a oś x wskazuje kierunek 0° zarówno dla azymutu i elewacji. Kąt azymutalny zwiększa się przeciwnie do ruchu wskazówek zegara w kierunku dodatniej części osi y. Elewacja jest dodatnia dla wartości powyżej płaszczyzny xy (dodatnie wartości z). [↑](#footnote-ref-1)