Rocznik Filozoficzny Ignatianum
The Ignatianum Philosophical Yearbook
Vol. 31, No. 4 (2025), s. 639–655
PL ISSN 2300–1402
DOI: 10.35765/rfi.2025.3104.30

Anna Telatycka
ORCID: 0000-0001-5845-5161
Politechnika Poznańska

Dźwięk jako integralny składnik architektury sakralnej

Sound as an Integral Component of Sacred Architecture

Abstrakt

Poza czynnikiem wizualnym czynnik foniczny (akustyka) jest głównym elementem nadającym charakter świątyni (*sacrum*) i wpływającym na duchowy wymiar przestrzeni sakralnej. Celem artykułu jest zbadanie powiązań między akustyką a architekturą sakralną oraz roli dźwięku w kształtowaniu percepcji wnętrza liturgicznego. Analiza obejmuje literaturę naukową i historyczną dotyczącą akustyki obiektów sakralnych, przykłady zastosowania rezonatorów Helmholtza oraz interpretacje cymatyczne detali architektonicznych, takich jak rozety czy motywy kaplicy Rosslyn. Badanie opiera się na metodzie obserwacji przestrzeni sakralnych, analizie dokumentacji i literatury, a także interpretacji zjawisk cymatycznych i psychoakustycznych. W pracy wykazano, że elementy materialne (forma architektoniczna, ornamentyka) współdziałają z niematerialnymi (percepcja dźwięku, nastrój, multisensoryczność), kształtując tożsamość i funkcjonalność wnętrza sakralnego. Dźwięk oddziałuje na materię i przestrzeń, a świadome projektowanie akustyczne decyduje o zrozumiałości mowy, walorach muzycznych i duchowym odbiorze przestrzeni. Wnioski podkreślają konieczność integracji projektowania akustycznego z architekturą oraz wykorzystania detali architektonicznych jako narzędzi modulacji dźwięku.

Słowa kluczowe: akustyka, architektura sakralna, przestrzeń liturgiczna, dźwięk, cymatyka.

Abstract

Apart from the visual factor, the acoustic factor is the main element that gives character to a temple as a sacred space and influences the spiritual dimension of sacred spaces. The aim of this article is to examine the relationships between acoustics and sacred architecture, as well as the role of sound in shaping the perception of liturgical interiors. The analysis includes scientific and historical literature on the acoustics of sacred buildings, examples of the application of Helmholtz resonators, and cymatic interpretations of architectural details, such as rosettes and motifs from Rosslyn Chapel. The study is based on observation of sacred spaces, analysis of documentation and literature, as well as the interpretation of cymatic and psychoacoustic phenomena. The paper demonstrates that material elements (architectural form, ornamentation) interact with immaterial elements (sound perception, atmosphere, multisensory experience), shaping the identity and functionality of sacred interiors. Sound affects both matter and space, and conscious acoustic design determines speech intelligibility, musical quality, and the spiritual reception of the space. The conclusions emphasize the necessity of integrating acoustic design with architecture and using architectural details as tools for sound modulation.

Keywords: acoustics, sacred architecture, liturgical space, sound, cymatics.

Uzasadnienie podjęcia tematu

Przestrzeń sakralną tworzą elementy materialne i niematerialne. Cechami elementów materialnych są: kontekst przyrodniczo-przestrzenny, forma architektoniczna, forma użytkowania i stan zachowania, integralność, czytelność oraz otwartość. Przestrzeń niematerialną cechują natomiast: powiązanie z wydarzeniami, nazwa miejsca, multisensoryczność, dynamika, nastrój, odczuwane emocje i uczucia[1]. Aż trzy spośród wymienionych cech niematerialnych (multisensoryczność, nastrój, odczuwane emocje i uczucia) dotyczą akustyki architektonicznej. Są to psychoakustyczne efekty odczuwane przez wiernych. Cechy te są wynikiem współistnienia cech materialnych, takich jak: forma architektoniczna, otwartość, czytelność i integralność. Przykładem integralności w architekturze było celowe wykorzystanie ornamentyki, paramentów

1 Barbara Sowińska, „Kształtowanie tożsamości krajobrazów sakralnych", *Sacrum w krajobrazie*, „Prace Komisji Krajobrazu Kulturowego" 17 (2012): 78–79.

liturgicznych oraz przestrzeni architektonicznej do przekazywania prawd wiary[2]. Przestrzeń sakralna to miejsce do sprawowania liturgii.

Wzajemne przenikanie się cech materialnych i niematerialnych ma swoje odzwierciedlenie w poszukiwaniu związków akustyki z architekturą sakralną. Praca ta ma charakter poszukiwania relacji tych dwóch dziedzin nauki.

Znaczenie akustyki w budowlach sakralnych

Jedną z ważnych ludzkich potrzeb jest obcowanie z ciszą. Ciszę definiuje się jako brak dźwięków (choć cisza absolutna nie istnieje). Może być ona opisana jako

> zjawisko fizyczne, badalne (pomiar dźwięku, decybeli)i jako zjawisko psychiczne czy duchowe, które może być rozmaicie pojmowane i rozmaicie spełniane (cisza jako warunek rozwoju życia wewnętrznego, jakość egzystencji człowieka, harmonia wewnętrzna)[3].

Cisza wnętrz sakralnych pozwala na osiągnięcie stanu kontemplacji i skupienia. Odbiór zjawisk akustycznych jest integralnie związany z doświadczaniem świętości. Kształtowanie poczucia *sacrum* może być uzyskane poprzez świadome zabiegi architektoniczne oraz akustyczne nadające odpowiedni charakter, który definiuje tożsamość tego wnętrza.

Obiekty sakralne powinny cechować się doskonałą akustyką, ponieważ pożądane są zarówno prawidłowy odbiór treści przekazywanej przez kapłana, jak i możliwość niezakłóconej modlitwy[4]. Już we wczesnym chrześcijaństwie (Bizancjum) stosowano przemyślane rozwiązania akustyczne[5]. Od czasów starożytnej Grecji i Rzymu umieszczano w świątyniach ceramiczne, gliniane czy też mosiężne misy i wazy, które były strojone na różne dźwięki. Działały one jak rezonator Helmholtza, poprawiając warunki akustyczne pomieszczenia. Różny kształt i wielkość tych naczyń wpływał na określone częstotliwości dźwięku. Wiedza i precyzja,

---

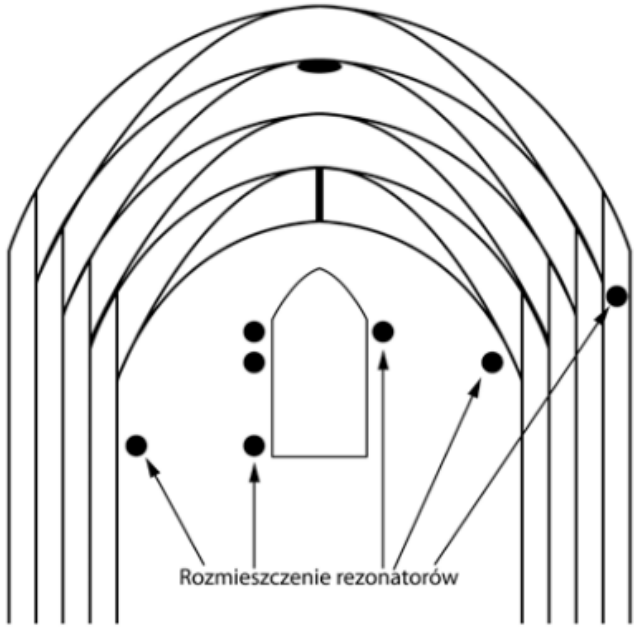
2 Aidan Nichols, *Patrząc na liturgię. Krytyczna ocena jej współczesnej formy*, przeł. Tomasz Glanz (Poznań: Wydawnictwo W drodze, 2005); Mikołaj Gihr, *Ofiara Mszy Świętej. Wykład dogmatyczny, liturgiczny i ascetyczny dla duchowieństwa i świeckich*, t. I–III (Warszawa: Wydawnictwo Te Deum, 2012).

3 Teresa Olearczyk, *Pedagogia ciszy* (Kraków: Wydawnictwo WAM, 2010), 25.

4 Andrzej Kulowski, Dominika Wróblewska, *Czynniki akustyki w architektonicznym projektowaniu kościołów* (Gdańsk: Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, 2007), 42–43.

5 *Ibidem*, 20–23.

z jaką je stosowano, zaskakuje do dzisiaj, gdyż współcześnie do symulacji i pomiarów akustyki architektonicznej używa się oprogramowania komputerowego. Naczynia te pełniły nie tylko funkcję akustyczną, ale również architektoniczną, ponieważ umieszczenie ich w górnej części ścian i na kopułach zmniejszało wagę całej budowli.



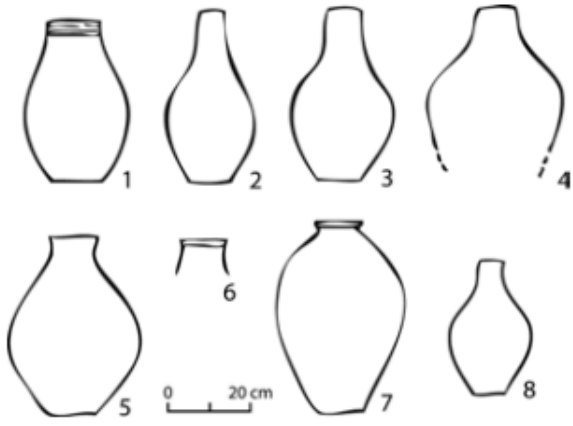
Rysunek 1. *Schematyczne rozmieszczenie glinianych waz rezonansowych we wnętrzu kaplicy Pleterje koło Ljubliany*. Źródło: Adam Rosiński, „Wpływ akustyki architektonicznej na kreowanie tożsamości sonorystycznej kościołów", w II Sobór Watykański (1962–1965) i jego wpływ na Kościół katolicki. Perspektywa tradycjonalistyczna, red. Jacek Bartyzel (Zabrze–Tarnowskie Góry: Wydawnictwo Inforteditions, 2018), 89.

Aby dostroić taki rezonator, wypełniano go piaskiem lub popiołem w ten sposób, by pochłaniał częstotliwości dźwięków rezonujących[6]. Odwzorowaniem takiego rezonatora jest szklana butelka – kiedy dmucha się do niej przez szyjkę, można usłyszeć dźwięk o ustalonej częstotliwości. Jest to właśnie częstotliwość rezonansowa tej butelki.

Współcześnie nadal używa się takich rezonansowych elementów akustycznych, lecz w postaci zmodyfikowanej, stosując boazerię szczelinową

6 Andrzej Kulowski, *Akustyka sal* (Gdańsk: Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, 2007), 29–30.

lub ceramikę otworową[7], a także perforowane płyty drewniane, za którymi umieszczony jest materiał dźwiękochłonny, czy też perforowane płyty gipsowo-kartonowe, będące elementem wykończeniowym wnętrza[8].



Rysunek 2. *Rezonatory Helmholtza stosowane we wczesnośredniowiecznym budownictwie cerkiewnym na Rusi.* „1 – Kijów, sobór Uspienski, 2 – Obrucz, cerkiew Wasilija, 3 – Grodno, cerkiew Niżniniaja, 4 – cerkiew w Trubczewsku, 5, 6 – Nowgorod, cerkiew Spasa-Nieriedicy, 7 – Kijów, sobór sofijski". Źródło: Rosiński, „Wpływ akustyki architektonicznej na kreowanie tożsamości sonorystycznej kościołów", 92.

Zrozumiałość mowy w świątyni

Najważniejszym problemem w budownictwie sakralnym jest nadmierna pogłosowość. Czas pogłosu to czas mierzony w sekundach, w którym natężenie dźwięku spada do milionowej części pierwotnej wartości, co odpowiada spadkowi poziomu natężenia o 60 dB[9]. Tworzą go fale akustyczne, które wielokrotnie odbijają się, powodując wzmacnianie lub osłabianie pewnych częstotliwości (zjawisko interferencji fal). To właśnie ta własność wnętrza sakralnego decyduje o odbiorze muzyki organowej,

7 *Ibidem*, 29–33.

8 Anna Sygulska, „Problemy akustyczne współczesnego budownictwa sakralnego na przykładzie Wotrubakirche i Donaucity-Kirche", *Liturgia Sacra* 21/2 (2015): 454.

9 Mieczysław Drobner, *Akustyka muzyczna* (Kraków: Polskie Wydawnictwo Muzyczne, 1973), 345.

a także zrozumiałości mowy w jego wnętrzu (np. mowy kapłana)[10]. Wraz ze wzrostem kubatury pomieszczenia wzrasta czas pogłosu. Wierni słyszą dźwięk bezpośredni oraz różnice w czasie dochodzenia dźwięków odbitych od elementów ograniczających pomieszczenie[11]. Charakter świątyni często nadają rozrzeźbienia, które silnie rozpraszają dźwięk.

Zrozumiałość mowy jest zaburzona również przez zazwyczaj bardzo wysokie, ustawione względem siebie ściany. Zauważalny jest tutaj brak harmonii między elementami materialnymi i niematerialnymi. Przeważnie wygląd zewnętrzny i wewnętrzny budowli stawia się na pierwszym planie, podczas gdy użyteczność budynku w sferze słuchowej jest zazwyczaj pomijana. Warto zauważyć, że funkcjonalność obiektów sakralnych nie zawsze jest w pełni zaakceptowana przez wiernych[12].

W kościele występuje również hałas wytwarzany przez samych wiernych. Generują go np. szepty modlitw, kroki osób przechodzących przez świątynię lub szelest ich ubrań. Są to naturalne odgłosy, które również mogą wpływać na zrozumiałość mowy, dlatego też kościół jako obiekt użyteczności publicznej nie powinien mieć zbyt dużej pogłosowości[13].

Odpowiednie zaprojektowanie wnętrza sakralnego jest bardzo trudne, ponieważ kryteria i parametry obowiązujące dla poprawnej percepcji mowy i muzyki są odmienne[14]. Istotny jest dobór materiałów akustycznych, które niewątpliwie mają wpływ na długość czasu pogłosu. Od chłonności materiałów wykończeniowych zależy bowiem odbiór bodźców akustycznych przez wiernych[15, 16].

Nieprawidłowy projekt architektoniczny świątyni powoduje występowanie wad akustycznych w jej wnętrzu, co zmusza do wykorzystania systemów nagłaśniających. Stosowanie systemu głośników nie zawsze jednak poprawia zrozumiałości przekazu słownego. Czasami wręcz

---

10 Tadeusz Kamisiński, Krzysztof Kosała, „Akustyka wielofunkcyjna wnętrz sakralnych", *Czasopismo Techniczne* 2-A/1 (2011): 116–118.

11 Gary Kendall, Mauricio Ardila, „The Artistic Play of Spatial Organization: Spatial Attributes, Scene Analysis and Auditory Spatial Schemata", *Lecture Notes in Computer Science* 4969 (2007): 129.

12 Kulowski, Wróblewska, *Czynniki akustyki w architektonicznym projektowaniu kościołów*, 17–18.

13 Barbara Szudrowicz, „Normowanie wartości czasu pogłosu w pomieszczeniach – założenia do normy PN", *Materiały Budowlane* 8 (2009): 9.

14 Anna Sygulska, „Acoustic Investigations of the Contemporary Churches in Poznań", *Vibrations in Physical Systems* 26 (2014): 281–287.

15 Robert Kramarz, „Czas pogłosu… przed i po adaptacji akustycznej", *Akustyka* 2 (2014): 6–7.

16 Jacek Gyurkovich, „Architektura sakralna – współczesne tendencje w kościele zachodnim", *Przestrzeń i Forma* 12 (2009): 175.

pogłębia problem, gdyż występują dodatkowe odbicia dźwięku, których nie było przy naturalnej akustyce świątyni. Źle dobrany system nagłośnieniowy może spowodować wystąpienie nadmiernego pogłosu, fal stojących, rezonansów, echa trzepoczącego czy też zaburzenia kierunkowości dźwięku[17]. Dlatego też już na etapie projektowania przestrzeni sakralnych należy pamiętać o dążeniu do uzyskania odpowiedniej akustyki wnętrza. Użycie systemów elektroakustycznych nie powinno stanowić jedynego sposobu na poprawę warunków akustycznych.

Przystosowanie akustyczne świątyni wiąże się z osiągnięciem co najmniej dobrej zrozumiałości przekazu słownego poprzez[18]:

- ukształtowanie pomieszczenia w taki sposób, by osiągnąć równomierne pokrycie powierzchni odsłuchu wcześnie dochodzącymi falami odbitymi,
- odpowiednio krótki czas opóźnienia pierwszego odbicia, natomiast dźwięk odbity powinien być na tyle silny, by móc wywołać efekt psychoakustyczny (subiektywnie odczuwane zwiększenie głośności dźwięku),
- osiągnięcie odpowiedniego dla swej kubatury i funkcji pomieszczenia czasu pogłosu,
- zminimalizowanie poziomu tła akustycznego, tak by nie przekraczał on wartości dopuszczalnej przez przepisy[19]. Poziom tła akustycznego jest zależny od czynników wewnętrznych, takich jak instalacja wentylacyjna, oraz czynników zewnętrznych jak np. zakłócenia komunikacyjne.

Na akustykę wnętrza mają wpływ kształt architektoniczny budowli, wyposażenie oraz materiały wykorzystane we wnętrzu. Zdobienia występujące w kościele wypływają na rozproszenie dźwięku. Zapewnienie optymalnych warunków akustycznych decyduje o duchowym wymiarze kościoła, przeżywaniu Mszy św. i skupieniu w modlitwie[20], dlatego też akustyka powinna być rozważana już na etapie projektu architektonicznego. Projekt decyduje o identyfikacji brzmienia wnętrza sakralnego, o jego charakterze, który wskazuje na istnienie tożsamości kościoła.

---

17 Kulowski, Wróblewska, *Czynniki akustyki w architektonicznym projektowaniu kościołów*, 30–33.

18 Adam Rosiński, „Akustyka pomieszczeń sakralnych a zrozumiałość przekazu słownego", w *Muzyka sakralna w europejskim przekazie kulturowym. Historia – kryteria – współczesność* (Gdańsk: Wydawnictwo Akademii Muzycznej w Gdańsku, 2012), 96–97.

19 Kulowski, *Akustyka sal*, 299.

20 Mieczysław Twarowski, *Metoda projektowania kościoła* (Warszawa: Wydawnictwo Archidiecezji Warszawskiej, 1985), 272.

> Tożsamość to suma kultury i tradycji miejsca (zespołu czynników związanych z całokształtem historycznych nawarstwień materialnych i niematerialnych) oraz kanonu jego cech (zespołu czynników składających się na formę danego miejsca, decydujących o jego wyrazie i mających swoją aktualną lub źródłowo udokumentowaną postać percypowaną przez człowieka)[21].

Dźwięk ukryty w detalach

Architektura może być traktowana jako swoista muzyka przestrzeni[22]. „Wszystko jest dźwiękiem i określoną wibracją. Ta wibracja z kolei nadaje kształt wszelkim formom. Ten sam ton dźwiękowy tworzy zawsze ten sam kształt tworzony przez tzw. fale stojące"[23]. Formy geometryczne mogą być odzwierciedleniem dźwięku.

Dźwięk może wprawiać w ruch materię i formować ją w określone kształty[24]. Dźwięk to fala mechaniczna, która przechodzi przez ośrodek materialny. Określone częstotliwości dźwiękowe mogą być zwizualizowane dzięki wykorzystaniu w praktyce wiedzy, którą dostarcza cymatyka, czyli nauki o falach dźwiękowych i ich oddziaływaniu na substancje fizyczne. Pod wpływem wibracji dźwiękowych z zagęszczającej się materii powstają wzory.

Pionierem badań cymatycznych był Chladni. Kiedy pocierał smyczkiem metalową płytę, na której był rozsypany piasek, odkrył, że piasek układa się w określone geometryczne wzory, znane dzisiaj jako figury Chladniego. Piasek gromadził się w węzłach fali stojącej, tworząc regularne figury. Te wzory są wizualną reprezentacją fali dźwiękowej przechodzącej przez metalową płytę. Chladni udowodnił, że dźwięk ma wpływ na materię.

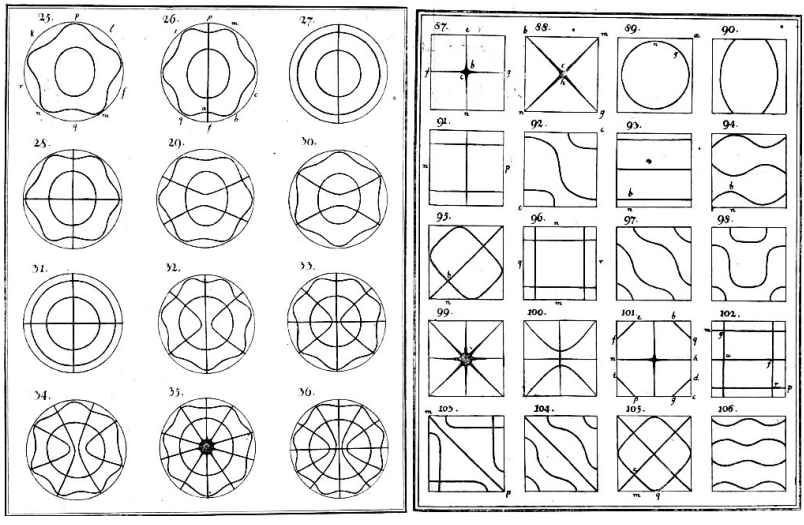
---

21 Sowińska, „Kształtowanie tożsamości krajobrazów sakralnych", 79.

22 Aleksandra Satkiewicz-Parczewska, „Autorska metoda transpozycji muzyki na architekturę", *Przestrzeń i Forma* 20 (2013): 95–110.

23 *Cymatyka – coś więcej niż tylko muzyka*, http://www.nutao.pl/cymatyka-cos-wiecej-niz-tylko-muzyka/ (dostęp: 03.11.2024).

24 Anna Telatycka, „Architektura teatru dźwiękiem malowana", *Zeszyty Naukowe Politechniki Poznańskiej* 17 (2023): 437–453.



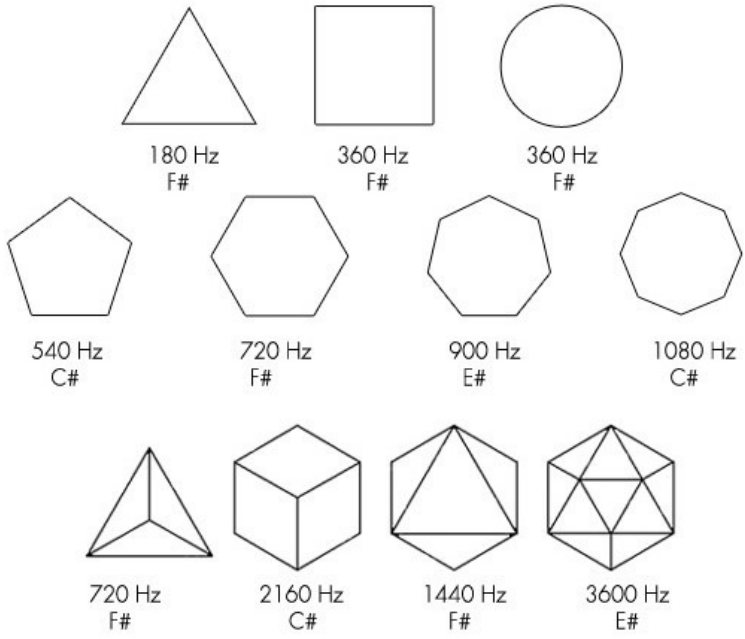
Rysunek 3. *Przykłady figur Chladniego.* Źródło: Ernst Florens Friedrich Chladni, Entdeckungen über die Theorie des Klanges (Leipzig: Weidmanns Erben und Reich, 1787).

Wielu naukowców zgłębiało temat cymatyki. Jednym z nich był Alexander Lauterwasser, który jako medium badał wodę. Podczas jego koncertów można było zobaczyć na żywo zmiany kształtu wody jako odpowiedź na pobudzenie muzyką[25]. Badaniami wody zajmował się również Masaru Emoto, który udowodnił, że woda może magazynować informacje, a także je odzwierciedlać[26].

Obiekt, który zostaje pobudzony energią akustyczną, zostaje wprawiony w drgania. Każdy kształt ma swoją częstotliwość rezonansową. Wibracje kreują kształty, a kształty kreują wibracje.

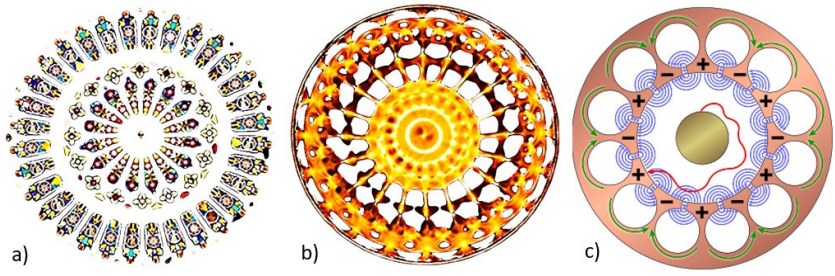
25 *Wasser Klang Bilder*, http://www.wasserklangbilder.de/ (dostęp: 03.11.2024).

26 *Masaru Emoto i jego eksperymenty z wodą*, http://www.nutao.pl/masaru-emoto-i-jego--eksperymenty-z-woda/ (dostęp: 03.11.2024).



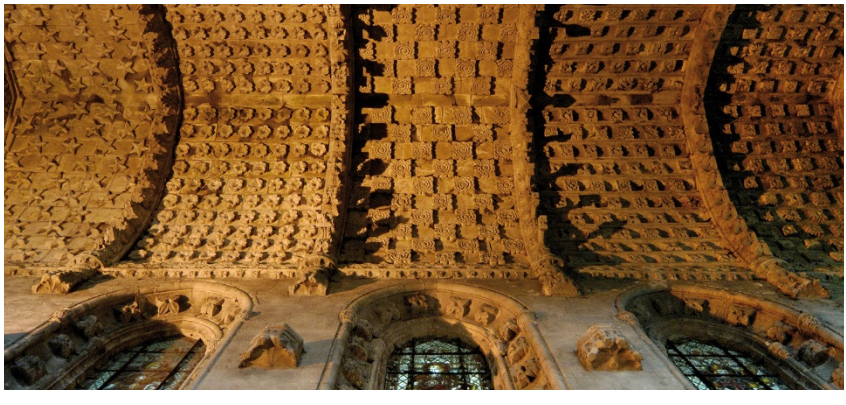
Rysunek 4. *Częstotliwości rezonansowe kształtów. Źródło: Robert Boerman,* Water Sound Images: Is Sound Creating?, https://watersoundimages.com/news/issoundcreating.htm (dostęp: 03.11.2024).

Niektóre z cymatycznych kształtów są odpowiednikiem detali architektonicznych. Jednym z nich jest kształt rozety. W świątyniach chrześcijańskich rozeta jest powszechnie występującym kształtem, który może mieć wiele znaczeń. Oprócz znaczenia symbolicznego, jako zmartwychwstałego Chrystusa, jest przede wszystkim oknem, które filtruje barwami światło wpadające do wnętrza świątyni, ale stanowi również moderator przestrzeni środowiska akustycznego wnętrza. Oddziaływanie akustyczne takiego kształtu można porównać do zasady działania magnetronu. Każdy element w tym kształcie może stanowić wnękę rezonansową. Po pobudzeniu tej formy falą akustyczną o częstotliwości równej częstotliwości rezonansowej tego kształtu może on wzmacniać określone dźwięki (rys. 5).



Rysunek 5. *Porównanie kształtów*: a) rozety, b) formy cymatycznej, c) magnetronu. Źródło: opracowanie własne.

W przestrzeniach sakralnych można odnaleźć więcej takich elementów architektonicznych, które mogą stanowić odwzorowanie formy cymatycznej dźwięku. XV-wieczna kaplica Rosslyn, znajdująca się na terenie Szkocji, jest chyba najbardziej nasyconą świątynią w takie właśnie elementy. Posiada ona wiele zdobień, na których są umieszczone różne motywy. We wnętrzu tej świątyni na sklepieniu znajduje się 213 niewielkich sześcianów (rys. 6.) z wzorami przypominającymi kształty cymatyczne.

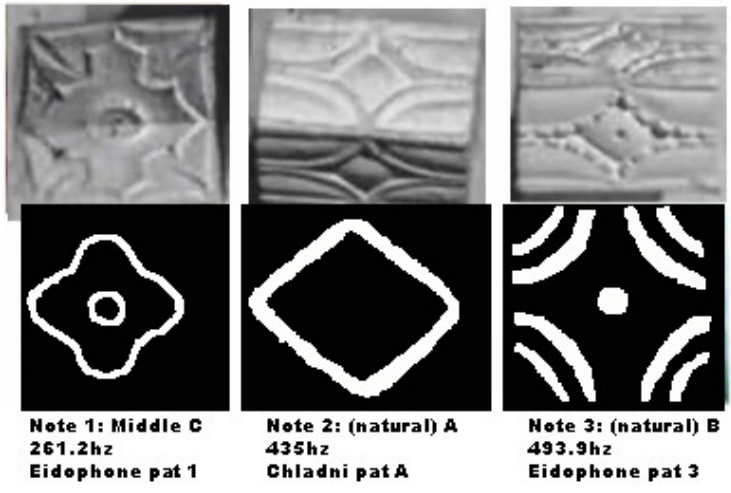


Rysunek 6. *Widok sklepienia kaplicy Rosslyn. Źródło: Rosslyn Chapel – Conservation*, https://www.rosslynchapel.com/conservation/ (dostęp: 09.11.2024).

Thomas J. Mitchell i Stuart Mitchell (ojciec i syn – szkoccy muzycy) zdekodowali kostki świątyni Rosslyn[27]. Odkryli oni, że wzory te są związane z nutami muzycznymi, które należy czytać w określonej kolejności

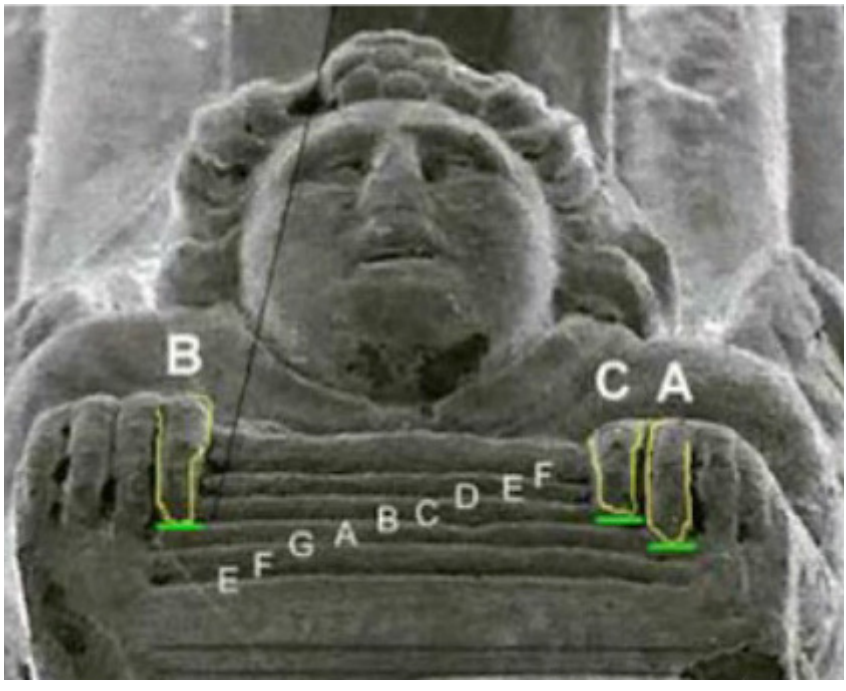
27 Thomas James Mitchell, Stuart Mitchell, *Rosslyn Chapel: The Music of the Cubes* (Edinburgh: Diversions Books, 2006).

(rys. 7). Budowniczy tej świątyni już wtedy mogli znać zasadę działania płyt Chladniego i celowo zakodować melodię w kostkach. Stuart (kompozytor) zaaranżował tę muzykę i nazwał ją *Rosslyn Motet*. Została ona zagrana na tradycyjnych średniowiecznych instrumentach w świątyni w 2006 roku.



Rysunek 7. *Przykłady odwzorowania „muzycznych kostek" z Kaplicy Rosslyn za pomocą cymatycznych kształtów*. Źródło: BS Historian: Rosslyn Chapel – Music of the Rubes, https://bshistorian.wordpress.com/2007/05/28/rosslyn-chapel-music--of-the-rubes/ (dostęp: 09.11.2024).

W kaplicy znajduje się również anioł, który trzyma pięciolinię. Wskazuje on nuty, które dokładnie odpowiadają wzorom Chladniego pokazanym na pierwszych trzech sześcianach nad głową anioła i, co zadziwiające, te trzy nuty stanowią „70 procent całej sekwencji sześcianów" (rys. 8).

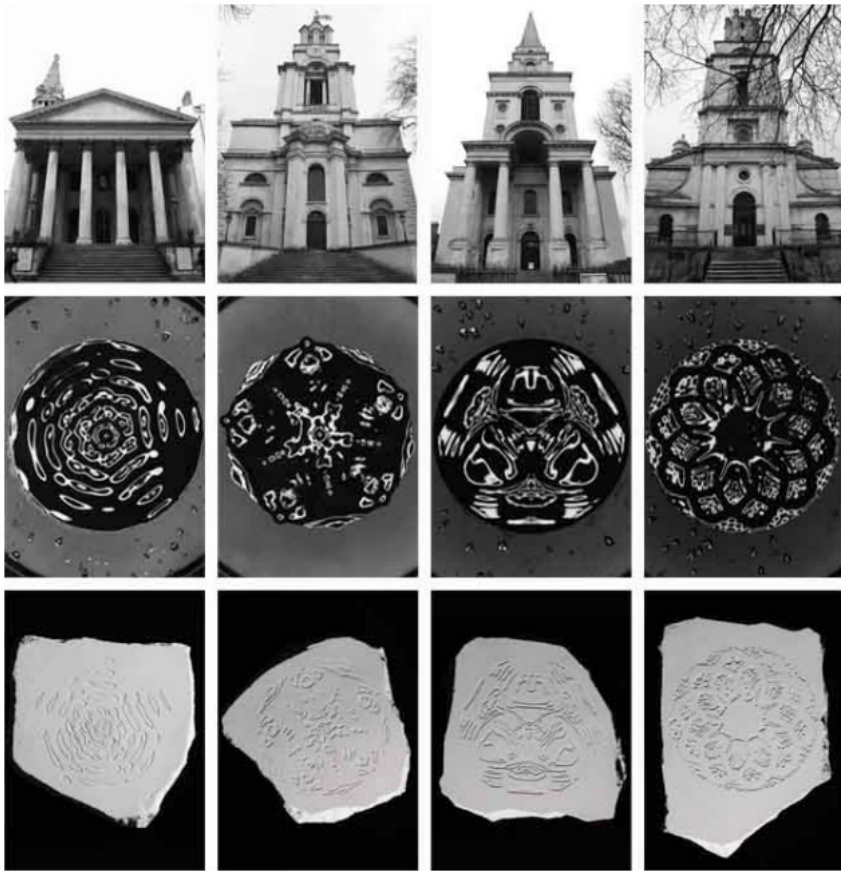


Rysunek 8. *Anioł w kaplicy Rosslyn, wskazujący nuty na pięciolinii*. Źródło: Jeff Nisbet, Mythomorph: The Rosslyn Motet – Rosslyn Chapel's Music Code, http://www.mythomorph.com/wp/the-rosslyn-motet-rosslyn-chapels-music-code/ (dostęp: 09.11.2024).

Ciekawego odkrycia dokonała również Tanya Harris, która badała związki dźwięku i geometrii sakralnej[28]. Zbadała cztery kościoły zaprojektowane przez Nicholasa Hawksmoora i nagrała ich częstotliwość rezonansową. Częstotliwość rezonansowa przestrzeni to jej tendencja do wytwarzania oscylacji o pewnej częstotliwości przy wyższej amplitudzie lub głośności niż inne. Wszystko w kościele wibruje na różnych częstotliwościach. Na rezonans całego kościoła wpływają rozmaite czynniki, np. objętość, materiały, które ograniczają tę przestrzeń, a także ludzie, którzy znajdują się wewnątrz. Tanya Harris zaczynała od nagrania ciszy, które to następnie odtwarzała z powrotem w kościele, nagrywając je ponownie. Proces ten powtarzała wielokrotnie, aż rezonans przestrzeni stał się słyszalny. Następnie, umieszczając wodę w głośniku, wygenerowała wzory

28 Tanya Harris, *The Architecture of Sound. What Architecture Does Sound Orchestrate?*, https://files.cargocollective.com/550970/TANYA-HARRIS-PROJECT-DESCRIPTION.pdf (dostęp: 03.11.2024).

cymatyczne i wygrawerowała je w kamieniach (takich samych, jakich Hawksmoor użył do budowy tych budynków). Przekształciła ona płynną architekturę w zamrożoną muzykę. Efekty jej pracy są przedstawione na rysunku 9.



Rysunek 9. Wyniki badań Tanyi Harris. Przedstawienie graficzne częstotliwości rezonansowych kościołów: St. George w Bloomsbury, St. Anne's w Limehouse, Christchurch w Spitalfields, i St. George-in-theEast w Wapping. Źródło: Tanya Harris, The Architecture of Sound. What Architecture Does Sound Orchestrate?, https://files.cargocollective.com/550970/TANYA-HARRIS-PROJECT-DESCRIPTION.pdf (dostęp: 09.11.2024).

Hans Jenny, który również zajmował się zgłębianiem badań cymatycznych, w swej książce z 2001 roku opisał teorię sugerującą, że dźwięk jest pierwotną siłą, która generuje geometryczną esencję w formie[29].

29 Hans Jenny, *Cymatics: A Study of Wave Phenomena and Vibration* (Whitney: MACROmedia, 2001).

Odniesienie do tej teorii odnajdujemy również w Starym Testamencie. „Na początku było Słowo, a Słowo było u Boga, i Bogiem było Słowo". Tak właśnie miało miejsce stworzenie – w pustej przestrzeni pojawił się dźwięk, a materia przybrała formę. Cymatyka ujawnia niezwykłe zjawisko, jakim jest wrażliwość materii na dźwięk. Dźwięk wpływa na materię, która jest utrzymywana w formie przez wibracje. Forma to zaś organizacja energii przy określonej częstotliwości wibracji.

Podsumowanie

Źle zaprojektowana świątynia, która nie posiada dobrych warunków akustycznych, może być powodem zaburzonej istoty obrzędów religijnych. W takiej sytuacji bodźce akustyczne docierające do wiernych zostają błędnie rozpoznane, co prowadzi do zniekształcenia treści komunikatu. Nauczanie poprzez słowa może nie zostać zrealizowane. Projektant nie powinien opierać się wyłącznie na wizualnym kształcie budynku, ale również na jakości dźwięku w jego wnętrzu. Akustyka wnętrza sakralnego jest szczególnie ważna. Stanowi ona nośnik informacji. Zapewnienie dobrych warunków akustycznych wnętrza gwarantuje dobrą zrozumiałość mowy oraz walory muzyczne wyeksponowane podczas liturgii. To właśnie akustyka jest w stanie zapewnić niepowtarzalny klimat, który przybliża do priorytetowej funkcji kościoła, jaką jest nauczanie i słuchanie słowa Bożego.

Dźwięk jest wibracją cząsteczek w dowolnym ośrodku. Jest siłą twórczą, utrzymującą świat w formie. Każdy obiekt fizyczny może być generatorem lub wzmacniaczem drgań akustycznych. Drgania te można odwzorować przy pomocy cymatyki.

W architekturze sakralnej od dawna stosuje się detale architektoniczne, które są odwzorowaniem wzorów cymatycznych. Kształty architektoniczne mogą być więc „zamrożonym" fragmentem muzycznym. XVIII-wieczny pisarz Johann Wolfgang von Goethe nazwał architekturę zamrożoną muzyką. A jeśli architektura to zamrożona muzyka, to możemy powiedzieć, że muzyka to płynna architektura. Można też powiedzieć, że architektura jest rezonującym dziełem sztuki.

Bibliografia

Książki i monografie

Chladni Ernst Florens Friedrich, *Entdeckungen über die Theorie des Klanges* (Leipzig: Weidmanns Erben und Reich, 1787).

Drobner Mieczysław, *Akustyka muzyczna* (Kraków: Polskie Wydawnictwo Muzyczne, 1973).

Gihr Mikołaj, *Ofiara Mszy Świętej. Wykład dogmatyczny, liturgiczny i ascetyczny dla duchowieństwa i świeckich*, t. I–III (Warszawa: Wydawnictwo Te Deum, 2012).

Jenny Hans, *Cymatics: A Study of Wave Phenomena and Vibration* (Whitney: MACROmedia, 2001).

Kulowski Andrzej, *Akustyka sal* (Gdańsk: Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, 2007).

Kulowski Andrzej, Dominika Wróblewska, *Czynniki akustyki w architektonicznym projektowaniu kościołów* (Gdańsk: Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, 2007).

Mitchell Thomas James, Stuart Mitchell, *Rosslyn Chapel: The Music of the Cubes* (Edinburgh: Diversions Books, 2006).

Nichols Aidan, *Patrząc na liturgię. Krytyczna ocena jej współczesnej formy*, przeł. Tomasz Glanz (Poznań: Wydawnictwo W drodze, 2005).

Olearczyk Teresa, *Pedagogia ciszy* (Kraków: Wydawnictwo WAM, 2010).

Twarowski Mieczysław, *Metoda projektowania kościoła* (Warszawa: Wydawnictwo Archidiecezji Warszawskiej, 1985).

Czasopisma

Gyurkovich Jacek, „Architektura sakralna – współczesne tendencje w kościele zachodnim", *Przestrzeń i Forma* 12 (2009): 175–186.

Kamisiński Tadeusz, Krzysztof Kosała, „Akustyka wielofunkcyjna wnętrz sakralnych", *Czasopismo Techniczne* 2-A/1 (2011): 116–118.

Kendall Gary, Mauricio Ardila, „The Artistic Play of Spatial Organization: Spatial Attributes, Scene Analysis and Auditory Spatial Schemata", *Lecture Notes in Computer Science* 4969 (2007): 125–138.

Kramarz Robert, „Czas pogłosu… przed i po adaptacji akustycznej", *Akustyka* 2 (2014): 6–7.

Satkiewicz-Parczewska Aleksandra, „Autorska metoda transpozycji muzyki na architekturę", *Przestrzeń i Forma* 20 (2013): 95–110.

Sowińska Barbara, „Kształtowanie tożsamości krajobrazów sakralnych", *Sacrum w krajobrazie*, „Prace Komisji Krajobrazu Kulturowego" 17 (2012): 78–79.

Sygulska Anna, „Acoustic Investigations of the Contemporary Churches in Poznań", *Vibrations in Physical Systems* 26 (2014): 281–287.

Sygulska Anna, „Problemy akustyczne współczesnego budownictwa sakralnego na przykładzie Wotrubakirche i Donaucity-Kirche", *Liturgia Sacra* 21/2 (2015): 454–463.

Szudrowicz Barbara, „Normowanie wartości czasu pogłosu w pomieszczeniach – założenia do normy PN", *Materiały Budowlane* 8 (2009).

Telatycka Anna, „Architektura teatru dźwiękiem malowana", *Zeszyty Naukowe Politechniki Poznańskiej* 17 (2023): 437–453.

Rozdziały w monografiach

Rosiński Adam, „Akustyka pomieszczeń sakralnych a zrozumiałość przekazu słownego", w *Muzyka sakralna w europejskim przekazie kulturowym. Historia – kryteria – współczesność* (Gdańsk: Wydawnictwo Akademii Muzycznej w Gdańsku, 2012), 85–103.

Rosiński Adam, „Wpływ akustyki architektonicznej na kreowanie tożsamości sonorystycznej kościołów", w *II Sobór Watykański (1962–1965) i jego wpływ na Kościół katolicki. Perspektywa tradycjonalistyczna*, red. Jacek Bartyzel (Zabrze–Tarnowskie Góry: Wydawnictwo Inforteditions, 2018), 87–102.

Netografia

Boerman Robert, *Water Sound Images: Is Sound Creating?*, http://watersoundimages.com/news/issoundcreating.htm (dostęp: 03.11.2024).

BS Historian: Rosslyn Chapel – Music of the Rubes, https://bshistorian.wordpress.com/2007/05/28/rosslyn-chapel-music-of-the-rubes/ (dostęp: 09.11.2024)

Cymatyka – coś więcej niż tylko muzyka, http://www.nutao.pl/cymatyka-cos-wiecej-niz-tylko-muzyka/ (dostęp: 03.11.2024).

Harris Tanya, „The Architecture of Sound. What Architecture Does Sound Orchestrate?", https://files.cargocollective.com/550970/TANYA-HARRIS-PROJECT-DESCRIPTION.pdf (dostęp: 09.11.2024).

Masaru Emoto i jego eksperymenty z wodą, http://www.nutao.pl/masaru-emoto-i-jego-eksperymenty-z-woda/ (dostęp: 03.11.2024)

Nisbet Jeff, *Mythomorph: The Rosslyn Motet – Rosslyn Chapel's Music Code*, http://www.mythomorph.com/wp/the-rosslyn-motet-rosslyn-chapels-music-code/ (dostęp: 09.11.2024).

Rosslyn Chapel – Conservation, https://www.rosslynchapel.com/conservation/ (dostęp: 09.11.2024).

Wasser Klang Bilder, http://www.wasserklangbilder.de/ (dostęp: 03.11.2024).