

## BADANIA CZASU POGŁOSU KAPLICY KARMELITAŃSKIEJ W DAWNYM PAŁACU KAZANOWSKICH W WARSZAWIE

Antonina ŻABA, Michał MARCHACZ\*

Wydział Budownictwa, Politechnika Śląska, ul. Akademicka 5, 44-100 Gliwice

**Streszczenie:** W artykule przedstawiono badania czasu pogłosu wnętrza kaplicy znajdującej się w placówce opiekuńczej Caritas Archidiecezji Warszawskiej (dawny pałac Kazanowskich). Kaplica, ze względu na unikatowy zespół siedemnastowiecznych polichromii jest cennym zabytkiem. Celem przeprowadzonych badań było ustalenie warunków pogłosowych panujących we wnętrzu kaplicy, co może być pomocne w ustaleniu sposobów jej przyszłej eksploatacji. Pomiary czasu pogłosu prowadzone były metodą zanikową przy wykorzystaniu źródła dźwięku generującego szum różowy. Czas pogłosu pustego wnętrza wyniósł 2,3 s (2 s dla 500 Hz). Optymalny czas pogłosu wnętrza zależy od rodzaju propagowanego dźwięku (muzyka, mowa). Dla rozpatrywanego wnętrza powinien być krótszy. Wypełnienie wnętrza słuchaczami i wyposażeniem wpłynie pozytywnie na jego skrócenie.

*Słowa kluczowe:* akustyka wnętrz, czas pogłosu, architektura zabytkowa, polichromie.

### 1. Wprowadzenie

Dawny pałac Kazanowskich zlokalizowany jest w śródmieściu Warszawy przy ul. Krakowskie Przedmieście 62 (rys. 1). Był on wielokrotnie poddawany przekształceniom, których celem było przystosowanie obiektu do zmieniających się potrzeb użytkowników. Jednym z użytkowników pałacu był zakon karmelitanek bosych. To one w końcu siedemnastego wieku przystosowały jedno z pomieszczeń, na pierwszym piętrze skrzydła wschodniego, do pełnienia funkcji kaplicy nowicjatu klasztornej. Obecnie kaplica ta pełni funkcję miejsca posługi liturgicznej dla pacjentów placówki opiekuńczej Caritas Archidiecezji Warszawskiej.

Kaplica ma rzut zbliżony do prostokąta o wymiarach poziomych 4,59-4,72 × 6,97-7,23 m. Wysokość kaplicy w najwyższych punktach sklepień wynosi około 3,6 m. Przekrój oraz rzut poziomy pomieszczenia wraz z podziałką liniową (skalą) przedstawiono na rysunku 1b. Wnętrze kaplicy podzielone jest na trzy części. Dwie z nich przekryte są sklepieniami krzyżowymi. Rzutami tych sklepień są prostokąty, a przekrojami ich kolebek są dwie różne linie koszowe. Sklepienia te oparto na trzech gurtach o przekroju koszowym wspartych na lizenach oraz ścianach: zachodniej i wschodniej pomieszczenia. Trzecia część pomieszczenia została przekryta sklepieniem kolebkowym o przekroju koszowym. Rozpięto je między ścianami: wschodnią i zachodnią wnętrza a oparto na jednym z gurtów i ścianie południowej kaplicy. Zdaniem autorów artykułu, sklepienie kolebkowe i ściana południową wykonano

później niż resztę pomieszczenia.

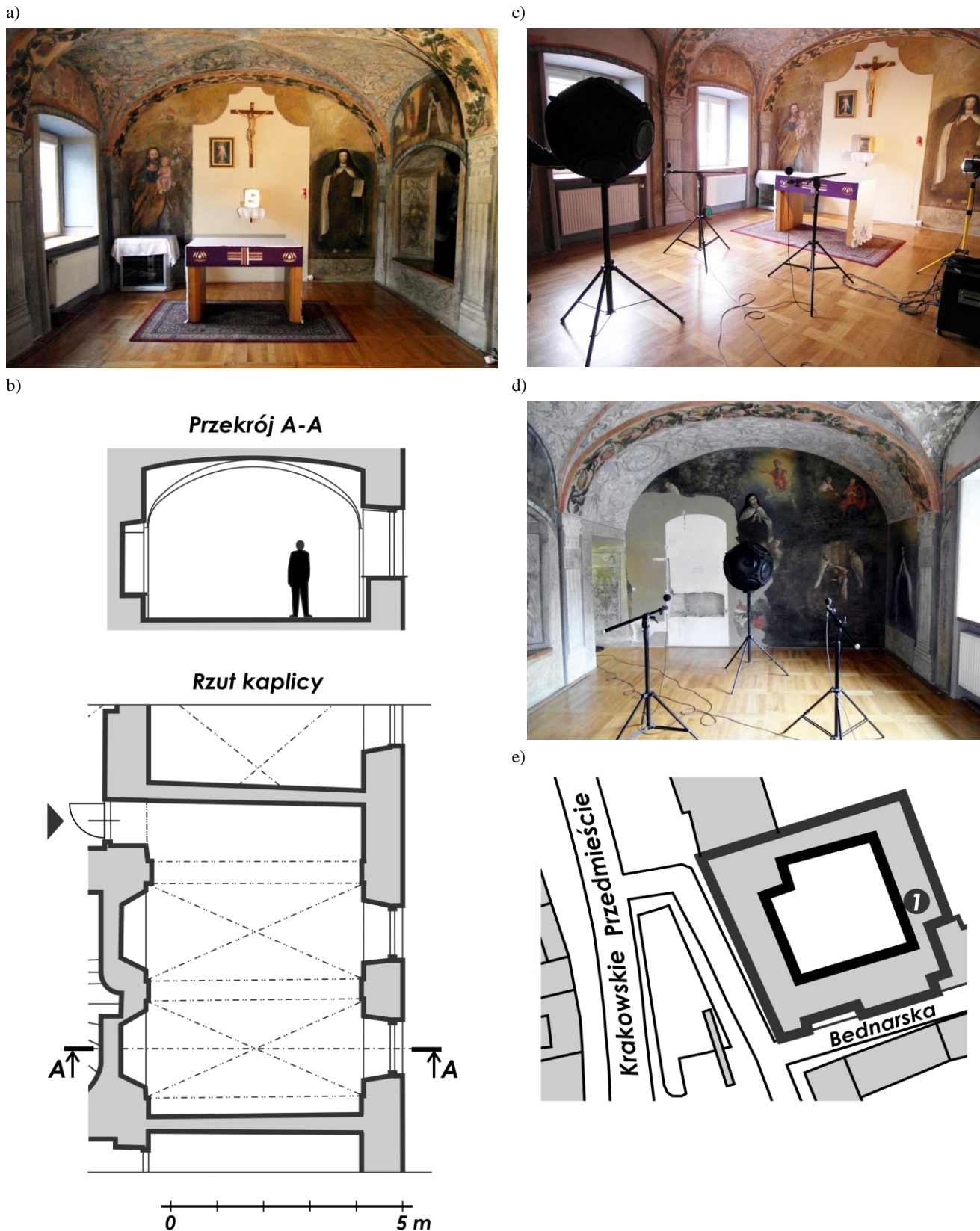
W kaplicy znajduje się unikatowy zespół polichromii ściennych i sklepiennych (rys. 1) o wysokiej wartości artystycznej (Święcka, 2016) i bogatym programie ikonograficznym, między innymi, związanym z postacią św. Eufrozyny (Nowiński, 2015). Posadzkę we wnętrzu stanowi drewniana, lakierowana klepka, a stolarkę dwa okna z PCV i drzwi pływające okleinowane z szybą (szkło akrylowe) podzieloną szczeblinami.

Wyposażenie wnętrza stanowią: stół ołtarzowy, ambonka, szafka (kredencja), kłęcznik, krzesła tapicerowane, grzejnik, dywan, dekoracje okolicznościowe ze styropianu.

### 2. Metodyka prowadzonych pomiarów oraz uzyskane wyniki

Metodyka prowadzenia pomiarów oparta została o zalecenia zawarte w normach branżowych (PN-EN ISO 3382-1:2009 *Akustyka. Pomiar parametrów akustycznych pomieszczeń. Część 1: Pomieszczenia specjalne* oraz PN-EN ISO 3382-2:2010 *Akustyka. Pomiar parametrów akustycznych pomieszczeń. Część 2: Czas pogłosu w zwyczajnych pomieszczeniach*). Badania wykonano przy

\* Autor odpowiedzialny za korespondencję. E-mail: Michal.Marchacz@polsl.pl

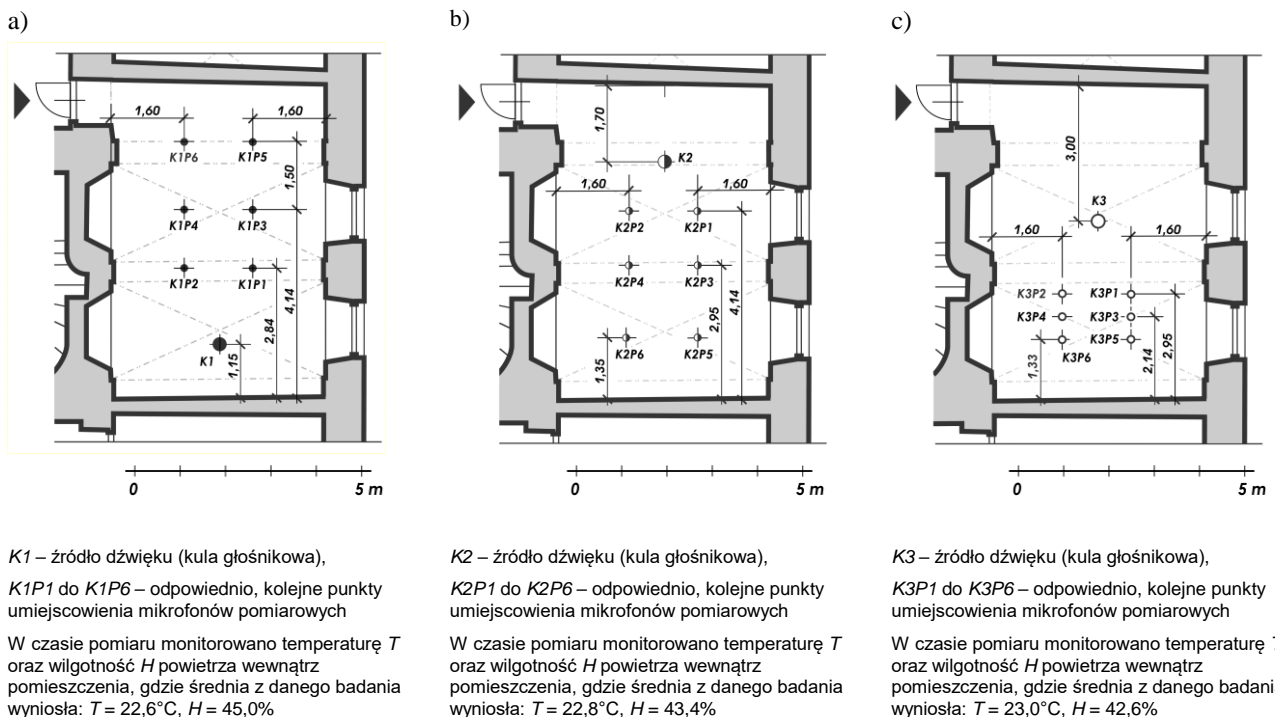


Rys. 1. Kaplica nowicjatu karmelitanek bosych w placówce opiekuńczej Caritas Archidiecezji Warszawskiej (dawny pałac Kazanowskich), Krakowskie Przedmieście w Warszawie: a) widok na ołtarz, b) szkic wnętrza kaplicy, c) lokalizacja aparatury pomiarowej w czasie badań (stanowisko głośnika K2) widok na ścianę ołtarzową, d) lokalizacja aparatury pomiarowej w czasie badań (stanowisko głośnika K2), widok na ścianę przy wejściu, e) lokalizacja kaplicy – 1 (opracowanie na podstawie WIG Mapa szczegółowa 1:25 000)

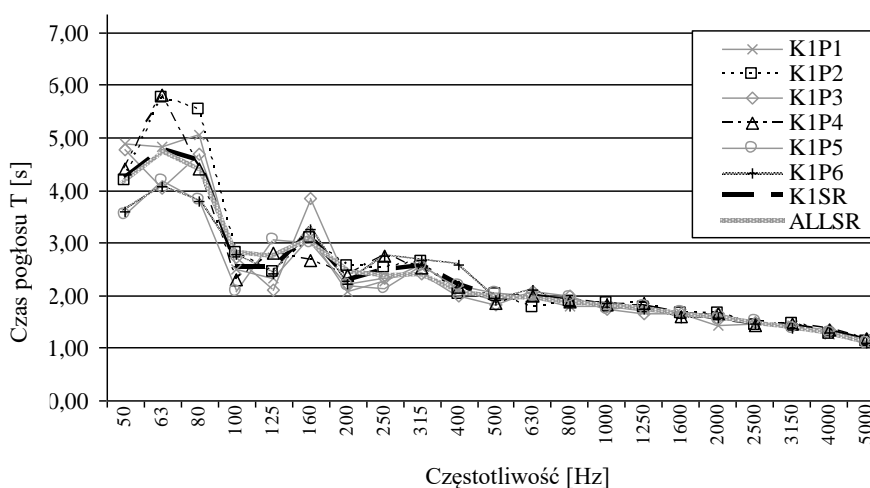
wykorzystaniu metody szumu przerywanego. W badaniach wykorzystano tor pomiarowy złożony z części odbiorczej oraz nadawczej. Część nadawczą stanowiła kula głośnikowa o dookólnej charakterystyce propagacji dźwięku wraz z wzmacniaczem i generatorem szumu różowego. Część odbiorczą stanowił miernik całkujący klasy pierwszej, typu Svan 958 wraz z osprzętem. Źródło dźwięku wytwarzało poziom ciśnienia akustycznego wystarczający do tego, aby krzywa zaniku rozpoczynała się przynajmniej 35 dB powyżej tła akustycznego w odpowiednim zakresie częstotliwości. Źródło dźwięku umieszczono w pomieszczeniu w trzech różnych pozycjach. Dla każdego pojedynczego umiejscowienia źródła dźwięku wytypowano sześć niezależnych, niepokrywających się punktów pomiarowych. W każdym takim punkcie pomiarowym, celem ograniczenia losowości sygnału dźwiękowego, wykonano sześć niezależnych pomiarów zaniku poziomu dźwięku w pomieszczeniu. Umieszczenie zarówno źródeł dźwięku, jak i punktów pomiarowych dobrano

tak, aby zapewnić wymagane minimalne odległości od powierzchni odbijających, jak i odpowiednie odległości pomiędzy źródłem a punktami pomiarowymi. Rozmieszczenie punktów pomiarowych wraz z umiejscowieniem źródeł dźwięku zestawiono na rysunku 2. Temperatura i wilgotność w trakcie pomiarów pozostawały na podobnym poziomie (rys. 2).

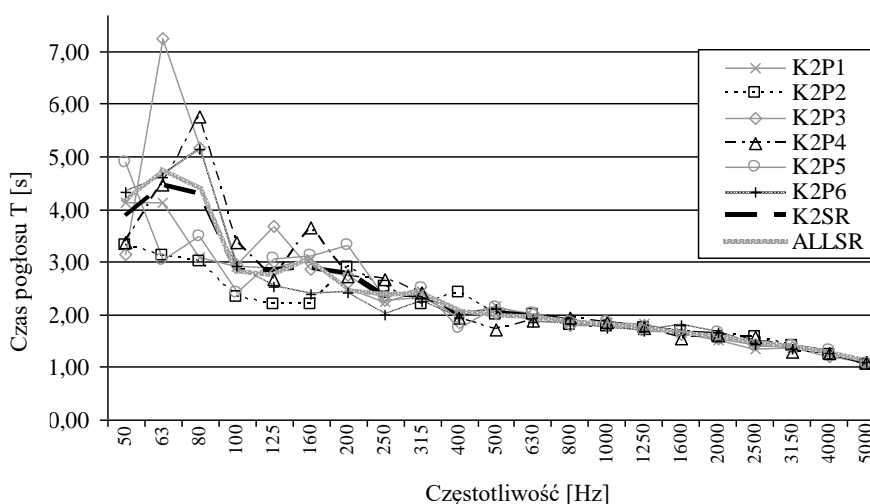
Wyniki pomiarów poddano stosownej obróbce celem wyznaczenia czasu pogłosu. Przyjęto w opracowaniu czas pogłosu T20 (wyznaczony w oparciu o procedurę uwzględniającą spadek poziomu dźwięku o 20 dB) stanowiący w dalszej części podstawę do oceny pogłosowości wnętrza. Badania prowadzono po uprzednim opróżnieniu wnętrza z elementów wyposażenia (krzesła, przenośna ambona). Przebiegi czasów pogłosu w funkcji częstotliwości dla poszczególnych punktów pomiarowych oraz kolejnych ustawień źródła dźwięku zaprezentowano poniżej w formie wykresów na rysunkach 3, 4 i 5.



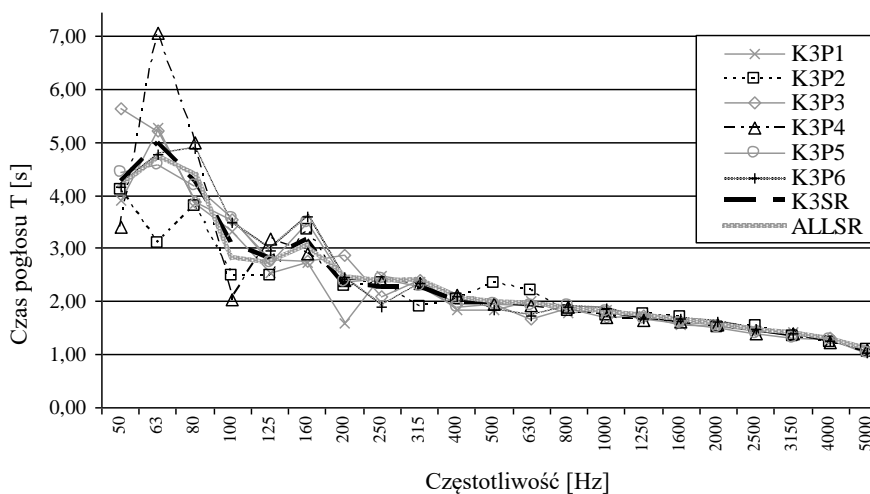
Rys. 2. Lokalizacja sprzętu pomiarowego w czasie badań akustycznych kaplicy przy położeniu głośnika w punkcie: a) K1, b) K2, c) K3



Rys. 3. Wykres czasu pogłosu w kolejnych punktach pomiarowych w funkcji częstotliwości, przy położeniu głośnika w punkcie K1. K1P1 do K1P6 – odpowiednio, od miejsca umiejscowienia mikrofonu pomiarowego; K1SR – średnia z pomiarów dla K1P1 do K1P6; ALLSR – średnia z wszystkich pomiarów (K1P1 do K3P6)



Rys. 4. Wykres czasu pogłosu w kolejnych punktach pomiarowych w funkcji częstotliwości, przy położeniu głośnika w punkcie K2. K2P1 do K2P6 – odpowiednio, od miejsca umiejscowienia mikrofonu pomiarowego; K2SR – średnia z pomiarów dla K1P1 do K1P6; ALLSR – średnia z wszystkich pomiarów (K1P1 do K3P6)



Rys. 5. Wykres czasu pogłosu w kolejnych punktach pomiarowych w funkcji częstotliwości, przy położeniu głośnika w punkcie K3. K3P1 do K3P6 – odpowiednio, od miejsca umiejscowienia mikrofonu pomiarowego; K3SR – średnia z pomiarów dla K3P1 do K3P6; ALLSR – średnia z wszystkich pomiarów (K1P1 do K3P6)

### 3. Podsumowanie i wnioski

Na podstawie przeprowadzonych pomiarów można stwierdzić, że:

- średni czas pogłosu dla pustego wnętrza kształtuje się na poziomie 2,3 s (2 s dla 500 Hz);
- optymalny czas pogłosu dla rozpatrywanego wnętrza zależy od charakteru odbieranego dźwięku (dźwięk muzyczny lub słowny) jednak jest krótszy od zmierzonego;
- należy wziąć pod uwagę, że czas pogłosu rozpatrywanego wnętrza po wypełnieniu słuchaczami oraz elementami wyposażenia ulegnie skróceniu, co poprawi parametry akustyczne wnętrza.

Ponadto warto zauważyć, iż uzyskane wyniki wskazują na równomierny rozkład czasu pogłosu w funkcji częstotliwości praktycznie w całym zakresie rozpatrywanego widma dźwięku dla kolejnych punktów pomiarowych oraz ustawień źródła dźwięku. Wskazuje to na dobrą powtarzalność uzyskanych pomiarów. Notowane rozbieżności czasów pogłosu dla zakresu częstotliwości niskich są typowe dla przyjętej metody pomiarowej w kontekście pomieszczeń o dużej liczbie powierzchni słabo pochłaniających dźwięk. Badania czasu pogłosu przeprowadzono po uprzednim przygotowaniu wnętrza do pomiarów poprzez usunięcie niektórych elementów wyposażenia, na przykład takich jak: niewielka liczba siedzisk o miękkim pokryciu, mały dywan czy klęcznik. Optymalny czas pogłosu dla dźwięku muzycznego zależy od charakteru przeznaczenia wnętrza oraz rodzaju dźwięku muzycznego (poczynając od teatrów, w tym muzycznych, a kończąc na muzyce organowej) i zawiera się w szerokim zakresie. Szacunkowa kubatura kaplicy wynosi nieco poniżej 120 m<sup>3</sup> stąd można przyjąć, że zakres ten będzie wynosił od około 0,6-0,8 s do około 1,3-1,5 s (Long, 2006). Odbiór dźwięku słownego zwykle wymaga krótkich czasów pogłosu. Norma PN-B-02151-4:2015-06 *Akustyka budowlana. Ochrona przed hałasem w budynkach. Część 4: Wymagania dotyczące warunków pogłosowych i zrozumiałości mowy w pomieszczeniach oraz wytyczne prowadzenia badań określająca wartości czasu pogłosu oraz wskaźnik transmisji mowy STI dla pomieszczeń przeznaczonych do odbioru dźwięku słownego o kubaturze poniżej 120 m<sup>3</sup>, przyjmuje czas pogłosu nie większy niż 0,6 s i nie wskazuje wymagań dla STI.*

Dla kubatury w zakresie 120-250 m<sup>3</sup> zaleca, przykładowo dla pomieszczeń wskazanych na sale audytoryjne, czas pogłosu również nie więcej niż 0,6 s, a STI co najmniej 0,60. Wartość wskaźnika STI obliczono w oparciu o (Nowoświat, 2007). Wynosi ona około 0,5 dla rozpatrywanego pomieszczenia.

### Literatura

- Long M. (2006). *Architectural Acoustics*. Elsevier Academic Press, Burlington.
- Nowiński J. (2015). Siedemnastowieczna polichromia kaplicy nowicjatu karmelitanek bosych w dawnym Pałacu Kazanowskich w Warszawie. *Biuletyn Historii Sztuki*, 1/2015, 67-81.
- Nowoświat A. (2007). Model logarytmiczny wyznaczania wskaźnika zrozumiałości mowy. W: *Materiały z konferencji Fizyka Budowli w Teorii i Praktyce*, tom 2, Łódź, 2007, 215-218.
- Święcka E. (2016). Trzecie spotkanie Komisji Malarstwa Ściennego ICOMOS w Warszawie, <http://icomos.swiatowedziedziectwo.pl/icomos/images/komisje/III%20spotkanie%20Komisji%20Malarstwa%20C5%9Aciennego%20ICOMOS.pdf>. Data dostępu: 1.07.2016.
- WIG Mapa szczegółowa 1:25 000. Data dostępu: 1.07.2016.

### INVESTIGATIONS OF THE REVERBERATION TIME IN CARMELITE'S CHAPEL PLACED IN KAZANOWSKI'S FORMER PALACE IN WARSAW

**Abstract:** The paper presents acoustic investigations of the chapel placed in care facility of the Caritas of the Warsaw Archdiocese (Kazanowski's former palace). Chapel, due to 17<sup>th</sup> century unique collection of the polychromes, is valuable historical treasure. Aim of measurements was determining acoustic parameters of chapel's interior. It might be helpful in establishing exploitation ways in the future. Measurements were done with using decay method and sound source generating pink noise. Reverberation time for empty interior was 2.3 s (2 s for 500 Hz). Optimum reverberation time for interior depends on kind of propagating sound (music, speech). For considering interior reverberation time should be shorter. Interior's filling by listeners will have positive effect on reverberation time by his shortening.