

**AGH**AGH UNIVERSITY OF SCIENCE  
AND TECHNOLOGY

Nazwa modułu zajęć:	Akustyka architektoniczna				
Rok akademicki:	2019/2020	Kod:	RIAK-1-407-s	Punkty ECTS:	5
Wydział:	Inżynierii Mechanicznej i Robotyki				
Kierunek:	Inżynieria Akustyczna	Specjalność:	—		
Poziom studiów:	Studia I stopnia	Forma studiów:	Stacjonarne		
Język wykładowy:	Polski	Profil:	Ogólnoakademicki (A)	Semestr:	4
Strona www:	<a href="https://www.lat.agh.edu.pl">https://www.lat.agh.edu.pl</a>				
Prowadzący moduł:	dr hab. inż, prof. AGH Kamisiński Tadeusz (kamisins@agh.edu.pl)				

### Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się dla modułu zajęć

Moduł ma na celu dostarczenie studentom wiedzy i umiejętności dotyczących projektowania pomiaru i oceny parametrów akustycznych pomieszczeń oraz roli akustyka w projekcie architektonicznym pomieszczenia.

### Opis efektów uczenia się dla modułu zajęć

Kod MEU	Student, który zaliczył moduł zajęć zna i rozumie/potrafi/jest gotów do	Powiązania z KEU	Sposób weryfikacji i oceny efektów uczenia się osiągniętych przez studenta w ramach poszczególnych form zajęć i dla całego modułu zajęć
Wiedza: zna i rozumie			
M_W001	Ma wiedzę dotyczącą pomiarów podstawowych parametrów akustycznych pomieszczeń	IAK1A_W12, IAK1A_W08, IAK1A_W05	Sprawozdanie, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych, Zaangażowanie w pracę zespołu
M_W002	Ma wiedzę dotyczącą pomiaru współczynnika pochłaniania dźwięku w komorze pogłosowej	IAK1A_W19, IAK1A_W08, IAK1A_W05	Sprawozdanie, Udział w dyskusji, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych
M_W003	Ma wiedzę dotyczącą wymagań pomieszczeń o akustyce kwalifikowanej	IAK1A_W12	Aktywność na zajęciach, Studium przypadków, Udział w dyskusji, Zaangażowanie w pracę zespołu
M_W004	Umie wymienić właściwości opisujące materiały wykorzystywane w adaptacjach akustycznych pomieszczeń.	IAK1A_W12	Aktywność na zajęciach, Udział w dyskusji

Umiejętności: potrafi			
M_U001	Potrafi zestawić tory pomiarowe odpowiednie do mierzonej wielkości: współczynnik pochłaniania dźwięku, parametry akustyczne pomieszczeń, moc akustyczna.	IAK1A_U05, IAK1A_U24, IAK1A_U01	Aktywność na zajęciach, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych, Zaangażowanie w pracę zespołu
M_U002	Potrafi wykonać pomiar współczynnika pochłaniania dźwięku, parametrów akustycznych pomieszczeń oraz mocy akustycznej przy wykorzystaniu odpowiednich urządzeń. Jest w stanie oszacować czas trwania pomiaru.	IAK1A_U10, IAK1A_U16, IAK1A_U17, IAK1A_U05, IAK1A_U15, IAK1A_U20, IAK1A_U01	Aktywność na zajęciach, Sprawozdanie, Udział w dyskusji, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych, Zaangażowanie w pracę zespołu
M_U003	Umie opracować dane z pomiarów akustycznych w oparciu i odniesieniu do odpowiednich norm i aktów prawnych.	IAK1A_U16, IAK1A_U17, IAK1A_U15, IAK1A_U01	Sprawozdanie
M_U004	Umie przeprowadzić analizę akustyczną pomieszczenia pod kątem konieczności zastosowania adaptacji akustycznej oraz określić jej zakres.	IAK1A_U20, IAK1A_U19	Aktywność na zajęciach, Studium przypadków, Udział w dyskusji
Kompetencje społeczne: jest gotów do			
M_K001	Umie współpracować ze specjalistami z innych branż zaangażowanych w tworzenie projektu architektonicznego np. wentylacja i klimatyzacja, instalacje sanitarne.	IAK1A_K01	Studium przypadków, Udział w dyskusji, Zaangażowanie w pracę zespołu
M_K002	Ma świadomość potrzeb muzyków, dyrygentów, producentów i realizatorów oświetlenia i potrafi je uwzględnić przy tworzeniu wytycznych do projektu adaptacji akustycznej.	IAK1A_K03, IAK1A_K06, IAK1A_K02	Aktywność na zajęciach, Prezentacja, Projekt, Studium przypadków, Udział w dyskusji, Zaangażowanie w pracę zespołu

### Liczba godzin zajęć w ramach poszczególnych form zajęć

Suma	Forma zajęć dydaktycznych										
	Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia laboratoryjne	Ćwiczenia projektowe	Konwersatorium	Zajęcia seminaryjne	Zajęcia praktyczne	Zajęcia terenowe	Zajęcia warsztatowe	Prace kontrolne i przejściowe	Lektorat
56	28	0	28	0	0	0	0	0	0	0	0

### Matryca kierunkowych efektów uczenia się w odniesieniu do form zajęć i sposobu zaliczenia, które pozwalają na ich uzyskanie

Kod MEU	Student, który zaliczył moduł zajęć zna i rozumie/potrafi/jest gotów do	Forma zajęć dydaktycznych										
		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia laboratoryjne	Ćwiczenia projektowe	Konwersatorium	Zajęcia seminaryjne	Zajęcia praktyczne	Zajęcia terenowe	Zajęcia warsztatowe	Prace kontrolne i przejściowe	Lektorat
Wiedza: zna i rozumie												
M_W001	Ma wiedzę dotyczącą pomiarów podstawowych parametrów akustycznych pomieszczeń	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W002	Ma wiedzę dotyczącą pomiaru współczynnika pochłaniania dźwięku w komorze pogłosowej	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W003	Ma wiedzę dotyczącą wymagań pomieszczeń o akustyce kwalifikowanej	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W004	Umie wymienić właściwości opisujące materiały wykorzystywane w adaptacjach akustycznych pomieszczeń.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Umiejętności: potrafi												
M_U001	Potrafi zestawić tory pomiarowe odpowiednie do mierzonej wielkości: współczynnik pochłaniania dźwięku, parametry akustyczne pomieszczeń, moc akustyczna.	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
M_U002	Potrafi wykonać pomiar współczynnika pochłaniania dźwięku, parametrów akustycznych pomieszczeń oraz mocy akustycznej przy wykorzystaniu odpowiednich urządzeń. Jest w stanie oszacować czas trwania pomiaru.	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
M_U003	Umie opracować dane z pomiarów akustycznych w oparciu i odniesieniu do odpowiednich norm i aktów prawnych.	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
M_U004	Umie przeprowadzić analizę akustyczną pomieszczenia pod kątem konieczności zastosowania adaptacji akustycznej oraz określić jej zakres.	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Kompetencje społeczne: jest gotów do												

M_K001	Umie współpracować ze specjalistami z innych branż zaangażowanych w tworzenie projektu architektonicznego np. wentylacja i klimatyzacja, instalacje sanitarne.	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
M_K002	Ma świadomość potrzeb muzyków, dyrygentów, producentów i realizatorów oświetlenia i potrafi je uwzględnić przy tworzeniu wytycznych do projektu adaptacji akustycznej.	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-

## Nakład pracy studenta (bilans punktów ECTS)

Forma aktywności studenta	Obciążenie studenta
Udział w zajęciach dydaktycznych/praktyka	56 godz
Przygotowanie do zajęć	29 godz
przygotowanie projektu, prezentacji, pracy pisemnej, sprawozdania	35 godz
Dodatkowe godziny kontaktowe	5 godz
Sumaryczne obciążenie pracą studenta	125 godz
Punkty ECTS za moduł	5 ECTS

## Pozostałe informacje

### Szczegółowe treści kształcenia w ramach poszczególnych form zajęć (szczegółowy program wykładów i pozostałych zajęć)

#### Wykład

##### Wprowadzenie

Akustyka architektoniczna na tle innych nauk, historia obiektów o akustyce kwalifikowanej – amfiteatry, kościoły, sale koncertowe, uwarunkowania muzyczno-architektoniczne, rodzaje i kształty sal koncertowych i operowych, wielkości podstawowe w opisie akustyki architektonicznej.

##### Właściwości akustyczne materiałów budowlanych

Typowe konstrukcje budowlane, ściany, stropy, dachy – terminologia i zastosowanie wybranych rozwiązań. Zastosowanie materiałów budowlanych w projektowaniu pomieszczeń o akustyce kwalifikowanej.

##### Modelowanie pola akustycznego

Zasady modelowania pola akustycznego, model fizyczny, falowy, geometryczny, statystyczny: możliwości i ograniczenia. Metoda źródeł pozornych i promieniowa w programach komputerowych, podstawy tworzenia modeli numerycznych.

##### Geneza parametrów akustycznych pomieszczeń

Parametry obiektywne i subiektywne – definicja, geneza i powiązania, sposób pomiaru parametrów obiektywnych.

Wymagane parametry dla wnętrz o akustyce kwalifikowanej

Pomieszczenia o akustyce kwalifikowanej – rodzaje, wymagania. Wartości zalecane parametrów akustycznych. Przykłady pomieszczeń o dobrej i złej akustyce

Akustyka małych pomieszczeń cz. 1

Podstawy projektowania małych pomieszczeń – analiza modów rezonansowych, kryteria doboru geometrii.

Akustyka małych pomieszczeń cz. 2

Kształtowanie pierwszych odbić, dobór materiałów adaptacyjnych. Projektowanie reżyserni, pokojów odsłuchowych, studiów nagrań.

Sal koncertowe i operowe

Rzeczony i klasyfikacja sal koncertowych i operowych. Podstawy kształtowania akustyki w salach koncertowych i operowych, wymagania akustyczne i pozaakustyczne mające znaczenie dla projektanta akustyki, kształtowanie pierwszego odbicia, rozproszenia pola akustycznego, sceny.

Elementy wnętrza kształtujące pole akustyczne

Kształtowanie i analiza pierwszego odbicia, znaczenie orkiestronu, sceny, balkonów, ekranów refleksyjnych, widowni, tylnej ściany itd. dla akustyki pomieszczenia.

Sal o modyfikowanej akustyce

Sposoby regulacji akustyki w pomieszczeniu, możliwości regulacji objętości, ilości widzów, pola powierzchni dźwiękochłonnej. Podstawy modelowania własności akustycznych kurtyn

Metody oceny jakości akustycznej sal (metoda Beranka i Ando)

Ocena parametrów akustycznych wnętrza, metoda Beranka, Ando, metody parametryczne, metody wskaźnikowe, metody auralizacyjne.

Metody badawcze w akustyce architektonicznej

Metody pomiaru parametrów akustycznych wnętrza według normy ISO 3382 -1, -2 i -3, wymagania i pomiary według wytycznych EBU/ITU, pomiary parametrów akustycznych materiałów i ustrojów akustycznych.

Wymagane parametry dla wnętrz o akustyce kwalifikowanej

Pomieszczenia o akustyce kwalifikowanej – rodzaje, wymagania. Wartości zalecane parametrów akustycznych. Podział ze względu na wielkość i sposób analizy. Przykłady pomieszczeń o dobrej i złej akustyce

Przykładowe realizacje adaptacji akustycznej pomieszczeń

Studium przypadku adaptacji akustycznych, podstawy wykonywania wytycznych akustycznych do projektów architektonicznych, analiza rysunków architektonicznych wybranych obiektów.

**Ćwiczenia laboratoryjne**

Pomiar czasu pogłosu w pomieszczeniach

- Zapoznanie studentów z metodami pomiaru czasu pogłosu metodą całkowania odpowiedzi impulsowej oraz szumu przerywanego wg normy PN-EN ISO 3382-2,
- Dobór aparatury do wykonania pomiarów: źródła dźwięku, mikrofonów pomiarowych oraz systemu do rejestracji przebiegów,
- Przygotowanie pomieszczenia do pomiarów: dobór ilości oraz rozmieszczenia punktów pomiarowych, zestawienie toru pomiarowego,
- Przeprowadzenie pomiarów metodą całkowania odpowiedzi impulsowej i szumu przerywanego

- Przekazanie wskazówek dotyczących opracowania wyników pomiarów oraz sporządzenia sprawozdania.

#### Pomiar współczynnika pochłaniania dźwięku w komorze pogłosowej

- Zapoznanie studentów z metodą pomiaru współczynnika pochłaniania dźwięku w komorze pogłosowej wg normy PN-EN ISO 354:2005,
- Zapoznanie z różnymi typami montażu próbek materiałów do badań. W szczególności materiałów stosowanych do adaptacji akustycznych wnętrz, takich jak, okładziny ścienne, sufity podwieszane, kurtyny, fotele oraz pochłaniacze przestrzenne,
- Przygotowanie stanowiska pomiarowego do przeprowadzenia badań; montaż próbki zgodnie obowiązującymi zaleceniami normowymi, zestawienie toru pomiarowego,
- Przeprowadzenie pomiarów czasu pogłosu w komorze pogłosowej metodą całkowania odpowiedzi impulsowej dla różnego rodzaju próbek przy różnych typach montażu,
- Przekazanie wskazówek dotyczących opracowania wyników pomiarów oraz sporządzenia sprawozdania.

#### Materiały i ustroje akustyczne do adaptacji akustycznej wnętrz

- Zapoznanie z powszechnie stosowanymi materiałami dźwiękochłonnymi do kształtowania akustyki pomieszczeń; okładziny ścienne, sufity podwieszane, kurtyny, fotele oraz pochłaniacze przestrzenne,
- Zapoznanie ze sposobami montażu ustrojów i materiałów akustycznych oraz ich parametrami akustycznymi,
- Pomiar współczynnika pochłaniania dźwięku typowych materiałów i wyznaczenie wpływu sposobu montażu i zabezpieczenia powierzchni wierzchniej na właściwości dźwiękochłonne,
- Przekazanie wskazówek dotyczących opracowania wyników pomiarów oraz sporządzenia sprawozdania.

#### Modelowanie akustyki pomieszczenia - wprowadzenie

- Zapoznanie metodami modelowania pola akustycznego we wnętrzach; modele fizyczne i statystyczne,
- Omówienie zastosowania metod geometrycznych do modelowania pola akustycznego w pomieszczeniach,
- Ograniczenia metod geometrycznych modelowania pola akustycznego,
- Wykonanie obliczeń na przykładowych modelach z wykorzystaniem metody promieniowej i źródeł pozornych,

#### Modelowanie akustyki pomieszczenia - zapoznanie z programem CATT-Acoustic

- Zapoznanie z obsługą programu; podstawowe funkcje, tworzenie nowego projektu, struktura plików wsadowych (pliki ze zdefiniowaną geometrią i materiałami .GEO, plik z definicją źródeł dźwięku .SRC, plik z definicją odbiorników .REC) i wynikowych,
- Omówienie zasad tworzenia geometrii pomieszczeń w programie CATT-Acoustic, unikanie błędów przy modelowaniu geometrii,
- Wydanie tematów projektów indywidualnych obejmujących: pomiary i ocenę parametrów akustycznych istniejących wnętrz, projekt adaptacji akustycznej wnętrza,
- Omówienie wymagań i warunków zaliczenia projektu.

#### Ocena zrozumiałości mowy w pomieszczeniu

- Zapoznanie studentów z metodą pomiaru wskaźnika transmisji mowy STI wg normy PN-EN 60268-16,
- Dobór aparatury do wykonania pomiarów: źródła dźwięku, mikrofonów pomiarowych oraz systemu do rejestracji przebiegów,
- Przygotowanie pomieszczenia do pomiarów: dobór ilości oraz rozmieszczenia punktów pomiarowych, zestawienie toru pomiarowego,

- Wyznaczenie odpowiedzi impulsowych w pomieszczeniu przy różnych poziomach tła akustycznego,
- Obliczenia wskaźnika transmisji mowy STI,
- Ocena wyników na podstawie normy PN-B 02151-4
- Przekazanie wskazówek dotyczących opracowania wyników pomiarów oraz sporządzenia sprawozdania.

#### Pomiary parametrów akustycznych dużego pomieszczenia

- Zapoznanie studentów z metodą pomiaru parametrów akustycznych dużego pomieszczenia wg normy PN-EN ISO 3382:1,
- Dobór aparatury do wykonania pomiarów: źródła dźwięku, mikrofonów pomiarowych oraz systemu do rejestracji przebiegów,
- Przygotowanie pomieszczenia do pomiarów: dobór ilości oraz rozmieszczenia punktów pomiarowych, zestawienie toru pomiarowego,
- Wyznaczenie odpowiedzi impulsowych w pomieszczeniu,
- Obliczenia wybranych parametrów akustycznych, do oceny zrozumiałości mowy oraz przejrzystości muzyki,
- Przekazanie wskazówek dotyczących opracowania wyników pomiarów oraz oceny pomieszczenia i sporządzenia sprawozdania.

#### Projektowanie akustyki wnętrza - określenie funkcji pomieszczenia, dobór i rozmieszczenie materiałów, wady akustyczne

- Zapoznanie z zasadami formułowania wytycznych akustycznych do projektów wykonawczych pomieszczeń kwalifikowanych akustycznie,
- Sformułowanie założeń w zakresie akustyki wnętrza do projektu wykonawczego pomieszczeń,
- Zapoznanie z podstawowymi wadami akustycznymi w pomieszczeniach,
- Identyfikacja wad pomiarowych na podstawie pomiarów lub dokumentacji projektowej pomieszczenia,
- Projekt adaptacji akustycznej wnętrza pozwalającej na wyeliminowanie wad akustycznych w pomieszczeniu,
- Pomiarowa weryfikacja uzyskanego efektu.

#### Modelowanie akustyki pomieszczenia - modelowanie geometrii pomieszczenia

- Wykonanie modelu geometrii danego pomieszczenia; bezpośrednia definicja punktów i płaszczyzn w edytorze CATT-Acoustic, płaszczyzny zagnieżdżone, zmienne lokalne i globalne, tworzenie punktów i płaszczyzn w pętlach, import geometrii sali w formacie .DXF,
- Zdefiniowanie własności akustycznych powierzchni tworzących model geometryczny; współczynnik pochłaniania dźwięku, współczynnik rozproszenia dźwięku, współczynnik przenikania dźwięku,
- Omówienie zasad definiowania oraz rozmieszczania źródeł dźwięku i odbiorników w modelu.

#### Modelowanie akustyki pomieszczenia - symulacja parametrów akustycznych

- Zapoznanie z możliwościami obliczeniowymi programu CATT-Acoustic; wyznaczanie rozkładów parametrów akustycznych nad powierzchnią widowni, obliczenie parametrów akustycznych w wybranych punktach, wyznaczenie odpowiedzi impulsowych do auralizacji,
- Ustawienie parametrów do przeprowadzenia symulacji właściwych dla danego wnętrza,
- Przeprowadzenie symulacji, weryfikacja uzyskanych wyników w celu wyeliminowania błędów numerycznych, wyeksportowanie wyników symulacji.

#### Modelowanie akustyki pomieszczenia –strojenie modelu pomieszczenia

- Zapoznanie z zasadami kalibracji modelu komputerowego na podstawie wyników pomiarów w obiekcie rzeczywistym,
- Naprawa błędów generowanych podczas tworzenia geometrii,
- Analiza i kształtowanie pierwszych odbić, implementacja w modelu elementów kierujących dźwięk,
- Identyfikacja wad akustycznych w pomieszczeniu na podstawie modelu,
- Omówienie problemów powstałych przy realizacji projektów.

#### Modelowanie akustyki pomieszczenia –analiza wyników

- Przedstawienie możliwości symulacyjnych programu CATT-Acoustic w zakresie predykcji parametrów akustycznych pomieszczeń,
- Obliczenia parametrów akustycznych na modelu własnym lub wydanym przez prowadzącego zajęcia,
- Testowanie czułości parametrów akustycznych na zmiany geometryczne i materiałowe modelu,
- Omówienie problemów przy przeprowadzaniu adaptacji akustycznej w projekcie realizowanym przez studentów.

#### Zaliczenie

- Analiza zawartości projektów pod kątem poprawności merytorycznej i formalnej,
- Zaliczanie kolokwiów i innych zaległości.

### **Metody i techniki kształcenia:**

Wykład: Treści prezentowane na wykładzie są przekazywane w formie prezentacji multimedialnej wzbogaconej o analizy przykładowych realizacji adaptacji akustycznej wewnątrz.

Ćwiczenia laboratoryjne: Studenci określają wymagania akustyczne w zakresie realizowanego projektu pomieszczenia, realizują obliczenia zgodnie ze wskazaniami literaturowymi, oraz określają wytyczne do projektu architektonicznego. Ocenie podlega samodzielność wykonania projektu oraz efekt końcowy.

Projekty realizowane są samodzielnie. Weryfikacja postępu prac przez prowadzącego realizowana jest po osiągnięciu "kamieni milowych". Projekty wykonywane są na bazie rysunków architektonicznych przy użyciu komputerowych narzędzi obliczeniowych.

### **Warunki i sposób zaliczenia poszczególnych form zajęć, w tym zasady zaliczeń poprawkowych, a także warunki dopuszczenia do egzaminu:**

Warunki zaliczenia ćwiczeń laboratoryjnych:

- obecność na zajęciach (dopuszczalne 2 nieobecności),
- zaliczenie wszystkich sprawozdań z laboratoriów w zespołach maksymalnie 2 osobowych,
- zaliczenie wszystkich kolokwiów,
- zaliczenie indywidualnego projektu,

Warunki dopuszczenia do zaliczenia poprawkowego:

- zaliczenie wszystkich sprawozdań z laboratoriów,

### **Zasady udziału w poszczególnych zajęciach, ze wskazaniem, czy obecność studenta na zajęciach jest obowiązkowa:**

Wykład:

– Obecność obowiązkowa: Nie

– Zasady udziału w zajęciach: Studenci uczestniczą w zajęciach poznając kolejne treści nauczania zgodnie z sylabusem przedmiotu. Studenci winni na bieżąco zadawać pytania i wyjaśniać wątpliwości. Rejestracja audiowizualna wykładu jest niedozwolona.

Ćwiczenia laboratoryjne:

– Obecność obowiązkowa: Tak

– Zasady udziału w zajęciach: Ćwiczenia laboratoryjne wykonywane są zgodnie z programem



przedstawionym przez prowadzącego i pod jego nadzorem w wydzielonych zespołach lub samodzielnie przy stanowisku komputerowym.

### **Sposób obliczania oceny końcowej**

Średnia ocen z kolokwiów - 25%

Średnia ocen ze sprawozdań - 25%

Ocena z projektu - 50%

### **Sposób i tryb wyrównywania zaległości powstałych wskutek nieobecności studenta na zajęciach:**

Możliwość odrobienia wybranych zajęć w ramach udziału w pracach naukowych prowadzonych przez pracowników Zespołu Akustyki Architektonicznej.

### **Wymagania wstępne i dodatkowe, z uwzględnieniem sekwencyjności modułów**

Znajomość podstaw propagacji dźwięku w przestrzeni otwartej i zamkniętej.

Podstawowa znajomość teorii sygnałów

### **Zalecana literatura i pomoce naukowe**

Barron M., Auditorium Acoustics and Architectural Design, Spon Press, London 2009

Beranek L., Concert Halls and Opera Houses, Springer 2010

Everest F.A., Podręcznik Akustyki, Sonia Draga, Katowice 2009

Makarewicz R., Dźwięki i fale, Wydawnictwo UAM, Poznań 2003

Makarewicz R., Wstęp do akustyki teoretycznej, Wydawnictwo UAM, Poznań 2005

Kulowski A., Akustyka Sal, Wydawnictwo PG, Gdańsk 2011

Kuttruff H., Room acoustics, Taylor & Francis, London 2009

### **Publikacje naukowe osób prowadzących zajęcia związane z tematyką modułu**

1. Zagadnienia akustyki zabytkowych sal teatralnych na planie podkowy — Acoustic issues in historic horseshoe-shaped theatre halls / Tadeusz KAMISIŃSKI. — Kraków : Wydawnictwa AGH, 2012

2. Właściwości akustyczne materiałów stosowanych w meblarstwie pod red. Jerzego Smardzewskiego, Tadeusza Kamisińskiego, Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego Poznań 2016.

3. Tadeusz KAMISIŃSKI, Andrzej Kulowski, Roman KINASZ. Can historic interiors with large cubature be turned acoustically correct? Archives of Acoustics. — 2016 vol. 41 no. 1, s. 3-14

4. Akustyka auli Politechniki Lwowskiej — Acoustics of Lviv Polytechnic National University Assembly Hall / Tadeusz KAMISIŃSKI, Roman KINASH, Adam PILCH, Jarosław RUBACHA // Czasopismo Techniczne / Politechnika Krakowska ; ISSN 0011-4561. Architektura ; ISSN 1897-6271

5. Korekta akustyczna wnęk podbalkonowych w sali Opery Lwowskiej — Acoustical correction of under balcony cavities in Lviv Opera hall / Tadeusz KAMISIŃSKI, Roman KINASH, Jarosław RUBACHA, Adam PILCH // Czasopismo Techniczne / Politechnika Krakowska ; ISSN 0011-4561 ; R. 107 z. 18. Architektura ; ISSN 1897-6271. — 2010 8-A, s. 7-14.

6. The influence of new material technology on acoustic treatment of modernized interiors — Wpływ nowych technologii materiałowych na adaptację akustyczną modernizowanych wnętrz / Tadeusz KAMISIŃSKI, Roman KINASH, Adam PILCH, Jarosław RUBACHA // Czasopismo Techniczne = Technical Transactions / Politechnika Krakowska

7. The study of sound scattering structures for the purposes of room acoustic enhancement / T. KAMISIŃSKI, J. RUBACHA, A. PILCH // Acta Physica Polonica. A ; ISSN 0587-4246. — 2010 vol. 118 no. 1, s. 83-86

8. Wpływ wysokości źródła dźwięku w orkiestronie na siłę dźwięku G na widowni : badania modelowe w skali — The effect of the sound source height in an orchestra pit on the sound strength G in an audience area : scale model research / Krzysztof BRAWATA, Tadeusz KAMISIŃSKI, Katarzyna BARUCH // W: Postępy akustyki 2016 = Advances in acoustics / red. Mirosław Meissner ; Polskie Towarzystwo Akustyczne. Oddział Warszawski

### **Informacje dodatkowe**

Brak