

Temat	Tytuł opracowania i nazwa obiektu	PROJEKT REMONTU		
	Adres inwestycji	dla zadania pn. „Modernizacja pomieszczeń na potrzeby studia nagrań w Instytucie Muzyki Wydziału Sztuki Uniwersytetu Warmińsko –Mazurskiego w Olsztynie”		
Inwestor	Olsztyn ul. Szrajbera 11 dz. nr ewid. 11 obr. 65			
Biuro projektów	Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie ul. Oczapowskiego 2, 10-719 Olsztyn			
	M.ARCH S.C. ul. Bolesława Limanowskiego 24/10, 10-343 Olsztyn Email: m.arch@o2.pl			

Branża	AKUSTYKA
--------	-----------------

	Imię Nazwisko	Nr uprawnień i specjalność	Data	Podpis
Projektant	mgr inż. Roman Marczak		06.2019	<i>Marczak</i>

Data opracowania	CZERWIEC 2019
------------------	----------------------

SPIS TREŚCI

1	WYKAZ NORM, LITERATURY	3
2	PODSTAWA OPRACOWANIA	4
3	ZAKRES OPRACOWANIA	5
4	DEFINICJE	6
5	OCHRONA PRZECIWDŹWIĘKOWA	9
	5.1 Wytyczne dla tła akustycznego	9
	5.2 Przegrody budowlane	9
	5.2.1 Rozwiązania projektowe	10
	5.3 Wytyczne dla instalacji wentylacyjnej	10
	5.4 Wytyczne dla instalacji elektrycznej, av	11
6	ADAPTACJA AKUSTYCZNA POMIESZCZEŃ	12
	6.1 Pomieszczenie nagrań wokalnych i lektorskich (pomieszczenie 301)	12
	6.1.1 Czas pogłosu	12
	6.1.2 Model akustyczny pomieszczenia	12
	6.1.3 Adaptacja akustyczna	13
	6.1.4 Czas pogłosu po adaptacji akustycznej.	13
	6.2 Pomieszczenie reżyserki studia nagrań (pomieszczenie 302)	14
	6.2.1 Czas pogłosu	15
	6.2.2 Model akustyczny pomieszczenia	15
	6.2.3 Adaptacja akustyczna	16
	6.2.4 Czas pogłosu po adaptacji akustycznej	16
	6.3 Pomieszczenie studia nagrań (pomieszczenie 303)	17
	6.3.1 Czas pogłosu	17
	6.3.2 Model akustyczny pomieszczenia	18
	6.3.3 Adaptacja akustyczna	18
	6.3.4 Czas pogłosu po adaptacji akustycznej	19
	6.4 Pomiary sprawdzające, strojenie.	21
7	WYKAZ RYSUNKÓW	22

1 WYKAZ NORM, LITERATURY

- [1] Jerzy Sadowski „Akustyka w urbanistyce, architekturze i budownictwie” Wyd. Arkady, Wydanie 1, Warszawa 1971
- [2] Jerzy Sadowski „Akustyka architektoniczna” PWN, Wydanie 1, Poznań 1976
- [3] Glen Ballou, Editor „Handbook for Sound Engineers – the New Audio Cyclopedia” Howard W. Sams & Co, Second edition, Carmel Indiana USA 1991.
- [4] A. Kulowski, Akustyka Sal, Gdańsk 2007
- [5] Polska Norma PN-B- 02151-3:1999. Akustyka budowlana: Ochrona przed hałasem w budynkach – Izolacyjność akustyczna przegród w budynkach oraz izolacyjność akustyczna elementów budowlanych
- [6] Polska Norma PN-87/B-02151/02. Akustyka budowlana: Ochrona przed hałasem pomieszczeń w budynkach - Dopuszczalne wartości poziomu dźwięku w pomieszczeniach.
- [7] Polska Norma PN-B-02151-3:2015-10 „Akustyka budowlana: Ochrona przed hałasem w budynkach. Część 3: Wymagania dotyczące izolacyjności akustycznej przegród w budynkach i elementów budowlanych”.
- [8] EBU. (1998). EBU Tech. 3276 - 2nd edition, Listening conditions for the assessment of sound

2 PODSTAWA OPRACOWANIA

[1] Podkłady architektoniczne

[2] Wytyczne inwestora, uzgodnienia

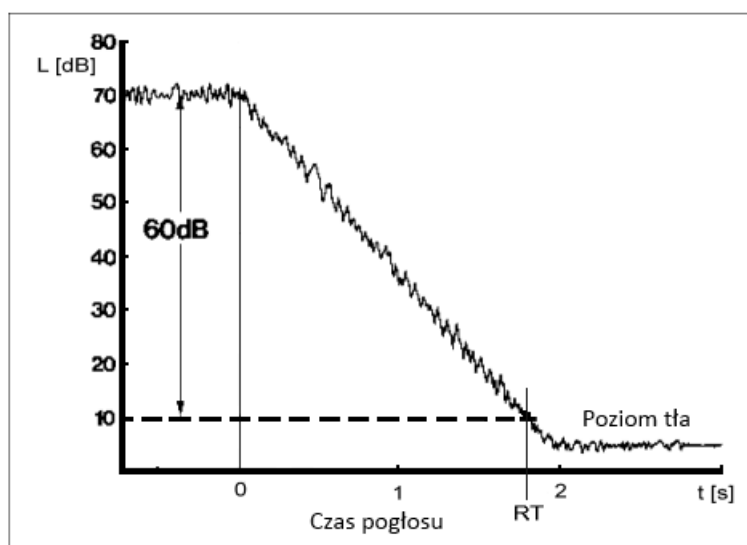
3 ZAKRES OPRACOWANIA

Opracowanie dotyczy pomieszczeń i zawiera:

- Wytyczne odnośnie izolacyjności przegród budowlanych oraz wymagania normatywne dotyczące dopuszczalnych poziomów dźwięku od źródeł hałasu.
- Wytyczne związane z adaptacją akustyczną – dobór i rozmieszczenie materiałów dźwiękochłonnych, oparty na podstawie symulacji komputerowej w programie EASE 4.4 z modułem Aura.

4 DEFINICJE

Czas pogłosu T – Jest to podstawowy parametr określający właściwości akustyczne pomieszczenia. Jest to czas wyrażony w sekundach, który byłby potrzebny do zmniejszenia poziomu ciśnienia akustycznego o 60 dB, po wyłączeniu źródła dźwięku. Definicja T dla spadku poziomu ciśnienia akustycznego może być spełniona dla liniowej ekstrapolacji krótszych zakresów oceny takich jak T_{30} (jest to czas określany od momentu, w którym krzywa zaniku osiągnie po raz pierwszy spadek 5dB poniżej poziomu początkowego do momentu spadku o 35dB) albo T_{20} (czas spadku od 5dB do 25dB).



Rys. 1: Wykres ilustrujący sposób wyznaczania czasu pogłosu pomieszczenia.

Izolacyjność akustyczna - izolacyjność przegrody budowlanej od dźwięków powietrznych lub/i od dźwięków uderzeniowych

Izolacyjność akustyczna od **dźwięków powietrznych** określa się za pomocą następujących wskaźników:

1. **Wskaźnik oceny izolacyjności akustycznej właściwej RA1** - suma ważonego wskaźnika izolacyjności akustycznej właściwej R_w i widmowego wskaźnika adaptacyjnego C :

$$RA1 = R_w + C, \text{ dB}$$

Wielkość uzyskiwana na podstawie badań laboratoryjnych.

2. **Wskaźnik oceny izolacyjności akustycznej właściwej RA2** - suma ważonego wskaźnika izolacyjności akustycznej właściwej R_w i widmowego wskaźnika adaptacyjnego C_{tr} :

$$RA2 = R_w + C_{tr}, \text{ dB}$$

Wielkość uzyskiwana na podstawie badań laboratoryjnych.

3. **Wskaźnik oceny przybliżonej izolacyjności akustycznej właściwej R'A1** - suma ważonego wskaźnika izolacyjności akustycznej właściwej R_w i widmowego wskaźnika adaptacyjnego C :

$$R'A1 = R'w + C, \text{ dB}$$

$$R'A1 = R_w + C - 2 - K_a, \text{ dB}$$

gdzie:

K_a - poprawka określająca wpływ bocznego przenoszenia dźwięku obniżającego izolacyjność akustyczną osiąganą w budynku w stosunku do izolacyjności akustycznej oznaczonej w laboratorium.

Wielkość określana w budynkach.

4. **Wskaźnik oceny przybliżonej izolacyjności akustycznej właściwej R'A2** - suma ważonego wskaźnika przybliżonej izolacyjności akustycznej właściwej $R'w$ i widmowego wskaźnika adaptacyjnego C_{tr} :

$$R'A2 = R'w + C_{tr}, \text{ dB}$$

$$R'A2 = R'w + C_{tr} - 2 - K_a, \text{ dB}$$

Wielkość określana w budynkach.

5. **Projektowy wskaźnik oceny izolacyjności akustycznej właściwej RA1R** - suma ważonego wskaźnika przybliżonej izolacyjności akustycznej właściwej $R'w$ i widmowego wskaźnika adaptacyjnego C_{tr} :

$$RA1R = RA1 - 2, \text{ dB}$$

6. **Projektowy wskaźnik oceny izolacyjności akustycznej właściwej RA2R** - suma ważonego wskaźnika przybliżonej izolacyjności akustycznej właściwej $R'w$ i widmowego wskaźnika adaptacyjnego C_{tr} :

$$RA2R = RA2 - 2, \text{ dB}$$

Izolacyjność akustyczna od **dźwięków uderzeniowych** określana jest za pomocą następujących wskaźników:

1. **Wskaźnik ważony poziomu uderzeniowego znormalizowanego L_{nw}**

Wielkość laboratoryjna.

2. **Wskaźnik ważony poziomu uderzeniowego znormalizowanego przybliżonego L'_{nw}**

$$L'_{nw} = L_{nw} - \Delta L_w + K_i$$

gdzie:

K_i - poprawka określająca wpływ bocznego przenoszenia dźwięku, w zależności od masy powierzchniowej stropu oraz od średniej masy powierzchniowej ścian bocznych, dB,

**„MODERNIZACJI POMIESZCZEŃ NA POTRZEBY STUDIA NAGRAŃ W INSTYTUCIE MUZYKI WYDZIAŁU SZTUKI
UNIwersytetu WARMIŃSKO –MAZURSKIEGO W OLSZTYNIE”**

ΔL_w - wskaźnik ważony zmniejszenia poziomu uderzeniowego przez układ podłogowy (np. przez podłogę pływającą)

5 OCHRONA PRZECIWDŹWIĘKOWA

5.1 Wytyczne dla tła akustycznego

Reżyserka studia nagrań (pom. 302), studio nagrań (pom. 303) oraz pomieszczenie nagrań wokalnych i lektorskich (pom. 301) należą do pomieszczeń o akustyce kwalifikowanej. W związku z tym dopuszczalny poziom tła akustycznego pochodzącego jednocześnie od:

- hałasu zewnętrznego
- hałasu wewnętrznego pochodzącego z sąsiednich pomieszczeń
- hałasu od instalacji wewnętrznych budynku (np. instalacji wentylacyjnej),

nie powinien przekraczać wartości określonych za pomocą krzywych hałasu NR oraz poziomów dBA określonych w tabeli 1.

Nazwa pomieszczenia	Dopuszczalny poziom tła akustycznego (krzywa NR)	Dopuszczalny poziom tła akustycznego (dBA)
Reżyserka studia nagrań (pom. 302)	NR20	30dBA
Studio nagrań (pom. 303)	NR20	30dBA
Pomieszczenie nagrań wokalnych i lektorskich (pom. 301)	NR20	30dBA

Tabela 1: Dopuszczalne poziomy hałasu w pomieszczeniach kompleksu studia nagraniowego.

Poniżej w tabeli przedstawiono dopuszczalne wartości poziomu ciśnienia akustycznego dla wymienionej krzywej hałasowej.

f[Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
NR20[dB]	51.3	39.4	30.6	24.3	20.0	16.8	14.4	12.6

Tabela 2: Wartości poziomu ciśnienia akustycznego dla krzywej NR20.

5.2 Przegrody budowlane

Aby spełnić wymagania w zakresie dopuszczalnego tła akustycznego w pomieszczeniach należy zastosować przegrody wewnętrzne i zewnętrzne o określonej izolacyjności akustycznej. Ponieważ pomieszczenia kompleksu nagraniowego znajdują się w istniejącym budynku należy wprowadzić dodatkowe przegrody zwiększające izolacyjność istniejących przegród zarówno w zakresie dźwięków powietrznych jak i uderzeniowych.

Okno pomiędzy reżyserką a studiem nagraniowym zostało indywidualnie zaprojektowane w celu uzyskania odpowiedniej izolacyjności akustycznej oraz zachowania odpowiedniej propagacji odbić promieni akustycznych. Wymagana izolacyjność R_w powinna wynieść co najmniej 45dB.

W tabeli 3 zamieszczono wymagania dotyczące stolarki drzwiowej i okiennej w pomieszczeniach kompleksu nagraniowego.

Nazwa pomieszczenia	Stolarka drzwiowa Wymagany projektowy wskaźnik oceny izolacyjności akustycznej właściwej RA1R	Stolarka okienna Wymagany wskaźnik oceny przybliżonej izolacyjności akustycznej właściwej R'A2
Reżyserka studia nagrań	40dB	40dB
Studio nagrań	40dB	40dB
Pomieszczenie nagrań wokalnych i lektorskich	40dB	40dB

Tabela 3: Wymagana izolacyjność stolarki drzwiowej i okiennej w pomieszczeniach kompleksu nagraniowego.

5.2.1 Rozwiązania projektowe

1. Przedścianka w studiu nagraniowym 303.

Opis warstwy, parametry	Grubość	Uwagi
2 x płyta gk 12.5mm, masa powierzchniowa > 12kg/m ² na podkonstrukcji stalowej. Taśma akustyczna moco	25mm	Wszystkie profile stalowe montować z wykorzystaniem systemowej taśmy akustycznej
Wełna mineralna 50kg/m ³	80mm	
Ściana właściwa	170mm	

2. Podłoga w pomieszczeniach 301, 302, 303, korytarzu 3.28

Opis warstwy, parametry	Grubość	Uwagi
Wykładzina PCV, $\Delta L_w = 15dB$	2.6mm	Izolacja obwodowa jastrychu z wykorzystaniem tego samego podkładu wibroizolacyjnego ISOLGOMMA GREI 8
Jastrych	40mm	
Podkład wibroizolacyjny ISOLGOMMA GREI	8mm	
Strop właściwy	-	

5.3 Wytyczne dla instalacji wentylacyjnej

Dopuszczalny poziom hałasu od urządzeń wentylacyjnych w pomieszczeniach nie powinien przekraczać wartości dopuszczalnych (opisanych w rozdziale 5.1).

Przepusty przez ściany kanałów wentylacyjnych należy wykonać stosując elementy elastyczne, wibroizolacyjne (wyeliminowanie sztywnych połączeń z przegrodą). Należy stosować wyłącznie systemowe, elastyczne mocowania przewodów i kanałów (podwieszenia, podparcia). Przepusty przez ściany muszą być wypełnione szczelnie za pomocą wełny mineralnej i następnie obustronnie uszczelnione masą trwale elastyczną o dużej gęstości, zapewniając zachowanie izolacyjności akustycznej przegrody.

Dla zapewnienia odpowiedniego poziomu hałasu przepływającego powietrza zaleca się stosowanie kanałów wentylacyjnych o odpowiednio dużych przekrojach wyłożonych od wewnątrz materiałem dźwiękochłonnym. Nie dopuszcza się prowadzenia przewodów wentylacyjnych transferem przez pomieszczenia. Kanały powinny rozchodzić się z korytarza do każdego pomieszczenia osobno.

Kanały instalacji wodnokanalizacyjnych należy obudować podwójną płytą gk z wypełnieniem wełną mineralną o gęstości co najmniej 50kg/m³.

5.4 Wytyczne dla instalacji elektrycznej, av

Przewody elektryczne należy prowadzić w przestrzeni pomiędzy ścianą właściwą murowaną a płytami ustrojów akustycznych. Należy stosować gniazdko elektryczne podtynkowe osadzone w podwójnej płycie gk przedścianki. Przepusty kablowe należy wypełnić szczelnie za pomocą masy o dużej gęstości trwale elastycznej.

6 ADAPTACJA AKUSTYCZNA POMIESZCZEŃ

6.1 Pomieszczenie nagrań wokalnych i lektorskich (pomieszczenie 301)

Parametry pomieszczenia:

- Powierzchnia: ok. 9.6m²
- Objętość: ok. 29m³

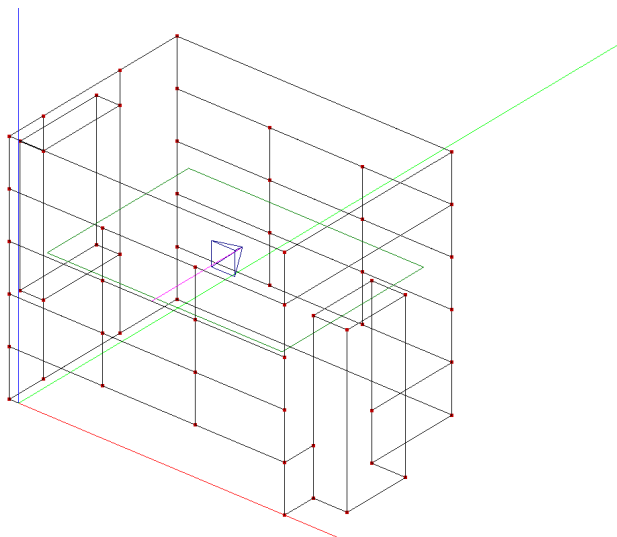
6.1.1 Czas pogłosu

Zgodnie z wymaganiami [4] dla pomieszczenia nagrań wokalnych i lektorskich czas pogłosu RT określono jako **RT= 0.20s**. Dopuszczalna nierównomierność charakterystyki czasu pogłosu może wynieść:

- +0.2 / -0.05s dla oktawy 125Hz
- +/-0.05s dla pasma od 250Hz do 8kHz

6.1.2 Model akustyczny pomieszczenia

Na potrzeby adaptacji akustycznej został wykonany model analizowanego pomieszczenia w programie EASE 4.4.17.35. Program pozwala na analizę parametrów akustycznych z wykorzystaniem metody statystycznej oraz geometrycznej.



Rysunek 1: Model akustyczny pomieszczenia nagrań wokalnych i lektorskich.

Przy tworzeniu modelu pomieszczenia uwzględniono parametry akustyczne wykorzystanych materiałów:

<i>f</i> [Hz]	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 000 Hz	2 000 Hz	4 000 Hz	8 000 Hz
Wykładzina PCV							
α	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
Ściany, sufit, tynk gipsowy							
α	0,013	0,015	0,02	0,025	0,035	0,04	0,04

Okna							
α	0,18	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02
Drzwi							
α	0,14	0,10	0,06	0,08	0,10	0,08	0,08
Podwójna płyta gk, dystans 95mm, wypełnienie: wełna 95mm, 50kg/m3,							
α	0,15	0,10	0,06	0,04	0,04	0,05	0,05

Tabela 4: Współczynniki pochłaniania użytych materiałów.

6.1.3 Adaptacja akustyczna

Adaptacja akustyczna pomieszczenia będzie polegała na:

- wprowadzeniu dodatkowej chłonności akustycznej i doprowadzenia do wymaganego czasu pogłosu
- eliminacji szkodliwych zjawisk akustycznych

Ustroje akustyczne:

1. Ustrój akustyczny UA1 (ok. 9.2m²).

<i>f</i> [Hz]	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 000 Hz	2 000 Hz	4 000 Hz	8 000 Hz
Ustrój akustyczny UA1							
α	0,70	0,90	0,90	0,90	0,80	0,95	0,95

2. Ustrój akustyczny UA2 (ok. 12.2m²).

<i>f</i> [Hz]	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 000 Hz	2 000 Hz	4 000 Hz	8 000 Hz
Ustrój akustyczny UA2							
α	0,30	0,30	0,25	0,20	0,25	0,30	0,30

3. Ustrój akustyczny UA3 (ok. 9.7m²).

<i>f</i> [Hz]	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 000 Hz	2 000 Hz	4 000 Hz	8 000 Hz
Ustrój akustyczny UA3							
α	0,70	1,00	0,95	0,95	0,90	0,95	0,95

6.1.4 Czas pogłosu po adaptacji akustycznej.

Analiza akustyczna w programie EASE wykonana była metodą geometryczną z wykorzystaniem modułu AURA.

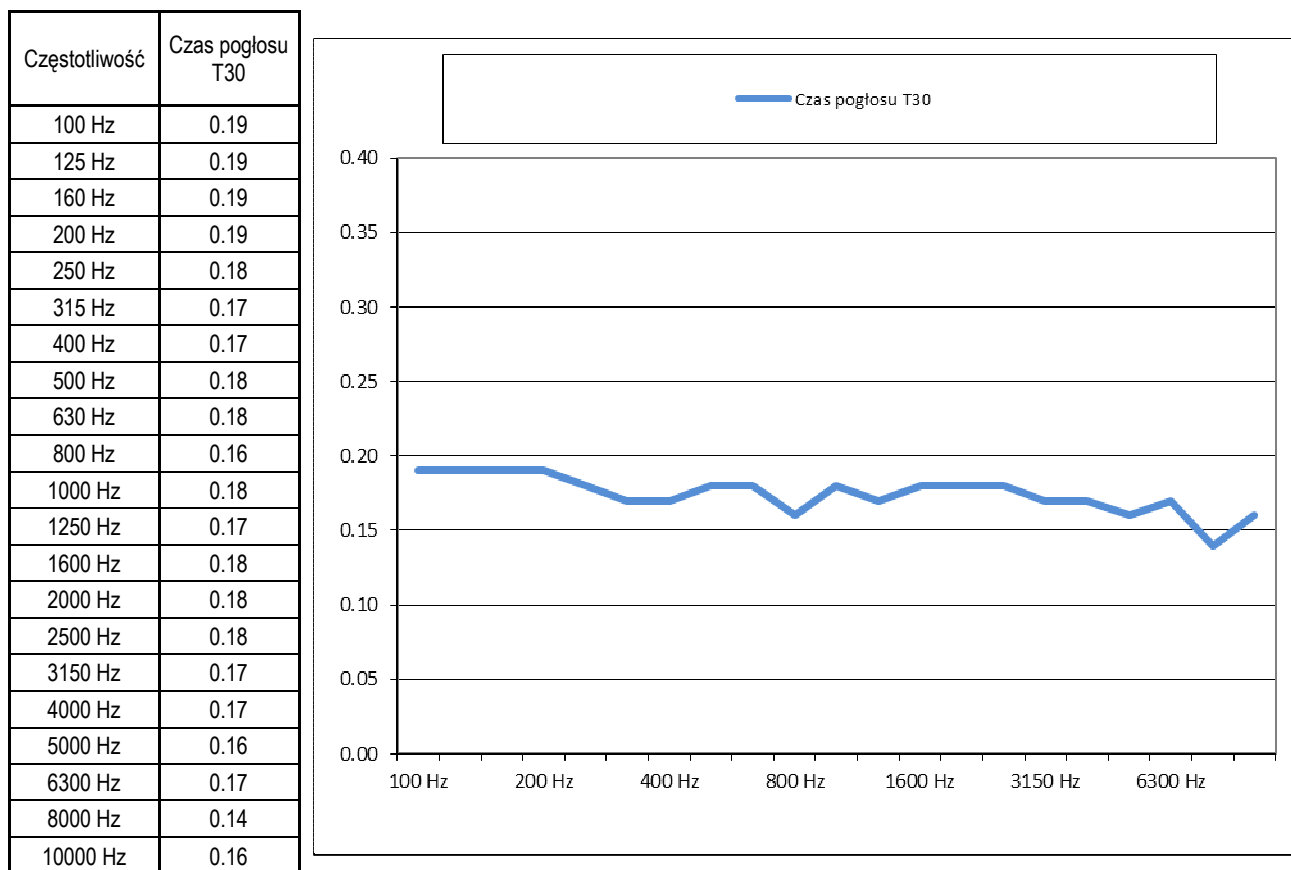
Parametry analizy:

- Źródło dźwięku: źródło wszechkierunkowe ustawione pośrodku pomieszczenia, na wysokości ok. 1.8m

„MODERNIZACJI POMIESZCZEŃ NA POTRZEBY STUDIA NAGRAŃ W INSTYTUCIE MUZYKI WYDZIAŁU SZTUKI
UNIwersYTETU WARMIŃSKO –MAZURSKIEGO W OLSZTYNIE”

- Rozdzielczość, ilość promieni: 5 000
- Długość analizy: standardowa, 300ms
- Domyślne rozpraszanie: 20%
- Metoda rozpraszania: standardowa
- Powierzchnia pomiarowa: na wysokości 1.7m, rozdzielczość 0.2m, ilość punktów pomiarowych: 192

W wyniku adaptacji akustycznej otrzymano następującą charakterystykę czasu pogłosu:



Rysunek 2: Charakterystyka czasu pogłosu pomieszczenia nagrań wokalnych i lektorskich (pomieszczenie 301) po adaptacji akustycznej (wartość średnia).

6.2 Pomieszczenie reżyserki studia nagrań (pomieszczenie 302)

Parametry pomieszczenia:

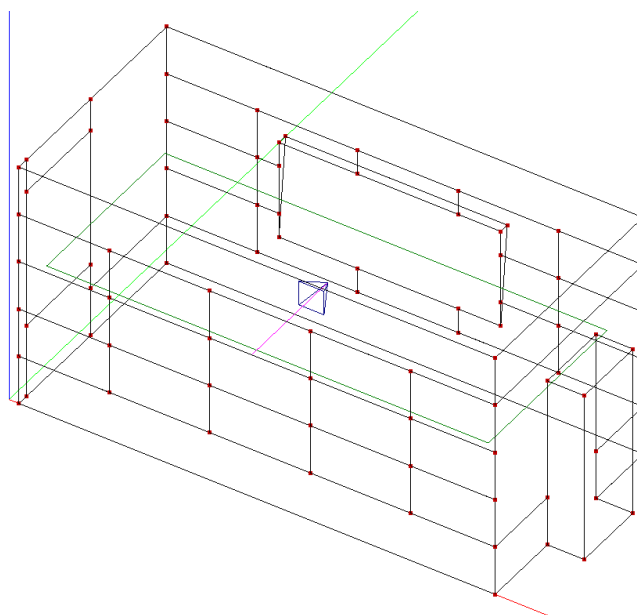
- Powierzchnia: ok. 16m²
- Objętość: ok. 47.5m³

6.2.1 Czas pogłosu

Zgodnie z wymaganiami [4] dla pomieszczenia reżyserki studia nagrań czas pogłosu RT określono jako **$RT= 0.20s$** . Dopuszczalna nierównomierność charakterystyki czasu pogłosu może wynieść:

- $+0.2 / -0.05s$ dla oktawy 125Hz
- $+/-0.05s$ dla pasma od 250Hz do 8kHz

6.2.2 Model akustyczny pomieszczenia



Rysunek 3: Model akustyczny pomieszczenia reżyserki studia nagrań.

Przy tworzeniu modelu pomieszczenia uwzględniono parametry akustyczne wykorzystanych materiałów:

f [Hz]	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 000 Hz	2 000 Hz	4 000 Hz	8 000 Hz
Wykładzina PCV							
α	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
Ściany, sufit, tynk gipsowy							
α	0,013	0,015	0,02	0,025	0,035	0,04	0,04
Okna							
α	0,18	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02
Drzwi							
α	0,14	0,10	0,06	0,08	0,10	0,08	0,08
Podwójna płyta gk, dystans 95mm, wypełnienie: wełna 95mm, 50kg/m3,							
α	0,15	0,10	0,06	0,04	0,04	0,05	0,05

Tabela 5: Współczynniki pochłaniania użytych materiałów.

6.2.3 Adaptacja akustyczna

Adaptacja akustyczna pomieszczenia będzie polegała na:

- wprowadzeniu dodatkowej chłonności akustycznej i doprowadzenia do wymaganego czasu pogłosu
- eliminacji szkodliwych zjawisk akustycznych
- rozproszeniu dźwięku

Ustroje akustyczne:

1. Ustrój akustyczny UA1 (ok. 15.5m²).

<i>f</i> [Hz]	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 000 Hz	2 000 Hz	4 000 Hz	8 000 Hz
Ustrój akustyczny UA1							
α	0,70	0,90	0,90	0,90	0,80	0,95	0,95

2. Ustrój akustyczny UA2 (ok. 11.1m²).

<i>f</i> [Hz]	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 000 Hz	2 000 Hz	4 000 Hz	8 000 Hz
Ustrój akustyczny UA2							
α	0,30	0,30	0,25	0,20	0,25	0,30	0,30

3. Ustrój akustyczny UA3 (ok. 15.2m²).

<i>f</i> [Hz]	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 000 Hz	2 000 Hz	4 000 Hz	8 000 Hz
Ustrój akustyczny UA3							
α	0,70	1,00	0,95	0,95	0,90	0,95	0,95

4. Ustrój akustyczny UA4 (ok. 6.5m²).

<i>f</i> [Hz]	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 000 Hz	2 000 Hz	4 000 Hz	8 000 Hz
Ustrój akustyczny UA4							
α	0,23	0,24	0,35	0,23	0,20	0,20	0,20

6.2.4 Czas pogłosu po adaptacji akustycznej

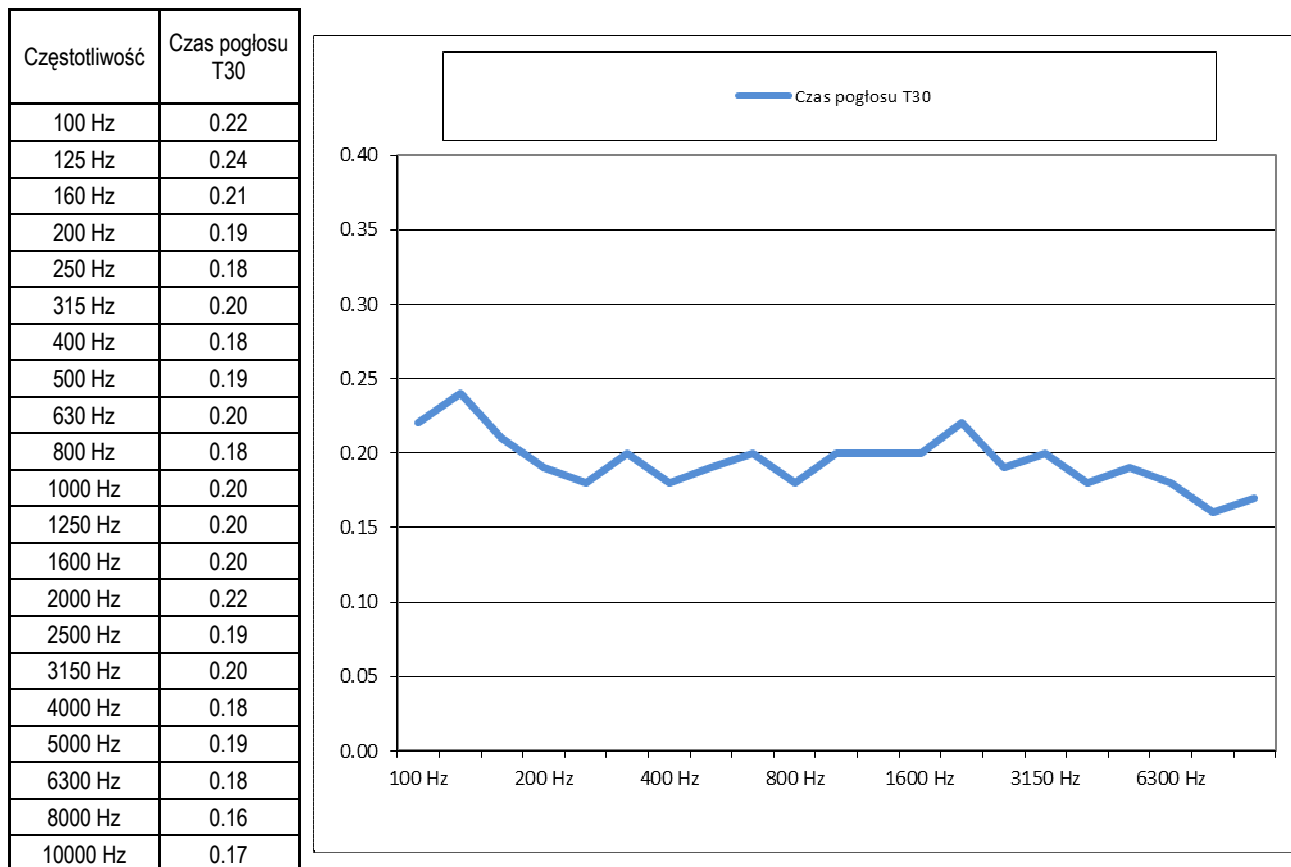
Analiza akustyczna w programie EASE wykonana była metodą geometryczną z wykorzystaniem modułu AURA.

Parametry analizy:

- Źródło dźwięku: źródło wszechkierunkowe ustawione pośrodku pomieszczenia, na wysokości ok. 1.8m
- Rozdzielczość, ilość promieni: 5 000
- Długość analizy: standardowa, 310ms
- Domyślne rozpraszanie: 20%

- Metoda rozpraszania: standardowa
- Powierzchnia pomiarowa: na wysokości 1.7m, rozdzielczość 0.2m, ilość punktów pomiarowych: 324

W wyniku adaptacji akustycznej otrzymano następującą charakterystykę czasu pogłosu:



Rysunek 4: Charakterystyka czasu pogłosu pomieszczenia reżyserki studia nagrań (pomieszczenie 302) po adaptacji akustycznej (wartość średnia).

6.3 Pomieszczenie studia nagrań (pomieszczenie 303)

Parametry pomieszczenia:

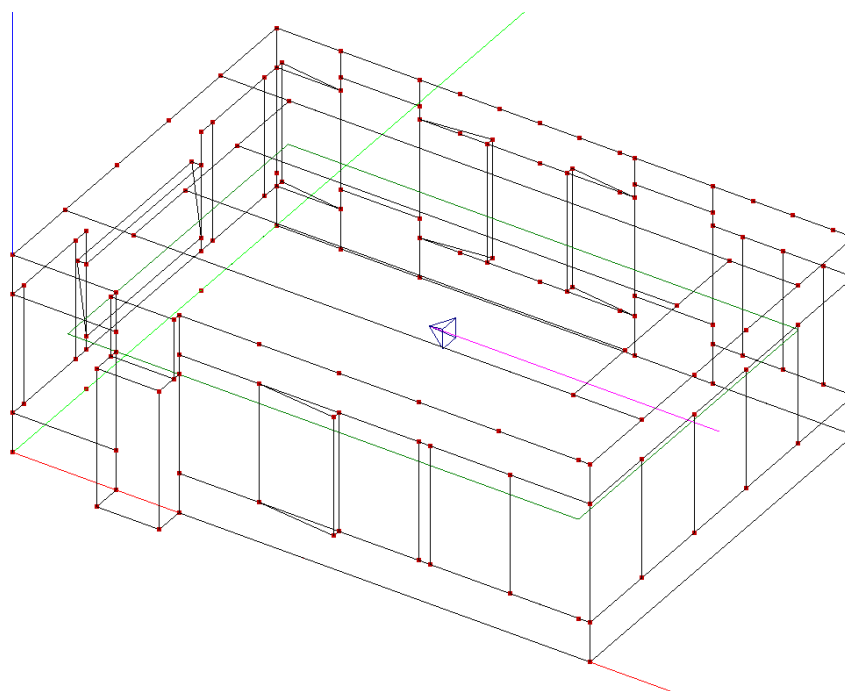
- Powierzchnia: ok. 53m²
- Objętość: ok. 160m³

6.3.1 Czas pogłosu

Zgodnie z wymaganiami [8] dla pomieszczenia studia nagrań o zadanej objętości czas pogłosu RT określono powinien wynieść ok. **0.6s**. Postanowiono jednak określić wymagania na poziomie **RT = 0.5s**. Dopuszczalna nierównomierność charakterystyki czasu pogłosu może wynieść:

- -20/+30% dla oktawy 125Hz
- +/-20% dla pasma od 250Hz do 8kHz

6.3.2 Model akustyczny pomieszczenia



Rysunek 5: Model akustyczny pomieszczenia studia nagrań.

Przy tworzeniu modelu pomieszczenia uwzględniono parametry akustyczne materiałów jak dla poprzednich pomieszczeń oraz dodatkowo:

f [Hz]	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 000 Hz	2 000 Hz	4 000 Hz	8 000 Hz
Wykładzina dywanowa							
α	0,01	0,05	0,04	0,10	0,24	0,29	0,32

6.3.3 Adaptacja akustyczna

Adaptacja akustyczna pomieszczenia będzie polegała na:

- wprowadzeniu dodatkowej chłonności akustycznej i doprowadzenia do wymaganego czasu pogłosu
- eliminacji szkodliwych zjawisk akustycznych
- rozproszeniu dźwięku

Ustroje akustyczne:

1. Ustrój akustyczny UA1 (ok. 29m²).

f [Hz]	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 000 Hz	2 000 Hz	4 000 Hz	8 000 Hz
Ustrój akustyczny UA1							
α	0,70	0,90	0,90	0,90	0,80	0,95	0,95

2. Ustrój akustyczny UA3 (ok. 9 m²).

<i>f</i> [Hz]	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 000 Hz	2 000 Hz	4 000 Hz	8 000 Hz
Ustrój akustyczny UA3							
α	0,70	1,00	0,95	0,95	0,90	0,95	0,95

3. Ustrój akustyczny UA4 (ok. 41m²).

<i>f</i> [Hz]	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 000 Hz	2 000 Hz	4 000 Hz	8 000 Hz
Ustrój akustyczny UA4							
α	0,23	0,24	0,35	0,23	0,20	0,20	0,20

4. Ustrój akustyczny UA5 (ok. 8m²).

<i>f</i> [Hz]	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 000 Hz	2 000 Hz	4 000 Hz	8 000 Hz
Ustrój akustyczny UA5							
α	0,013	0,015	0,02	0,025	0,035	0,04	0,04

5. Ustrój akustyczny UA6 (ok.4.5m²)

Ustrój niskoczęstotliwościowy, perforowany opracowany na podstawie pomiarów wstępnych i dostrojony do odpowiedniej częstotliwości rezonansowej.

6.3.4 Czas pogłosu po adaptacji akustycznej

Analiza akustyczna w programie EASE wykonana była metodą geometryczną z wykorzystaniem modułu AURA.

Analizę akustyczną wykonano dla dwóch przypadków – przy rozłożonym i złożonym parawanie (ekranie) dla perkusisty.

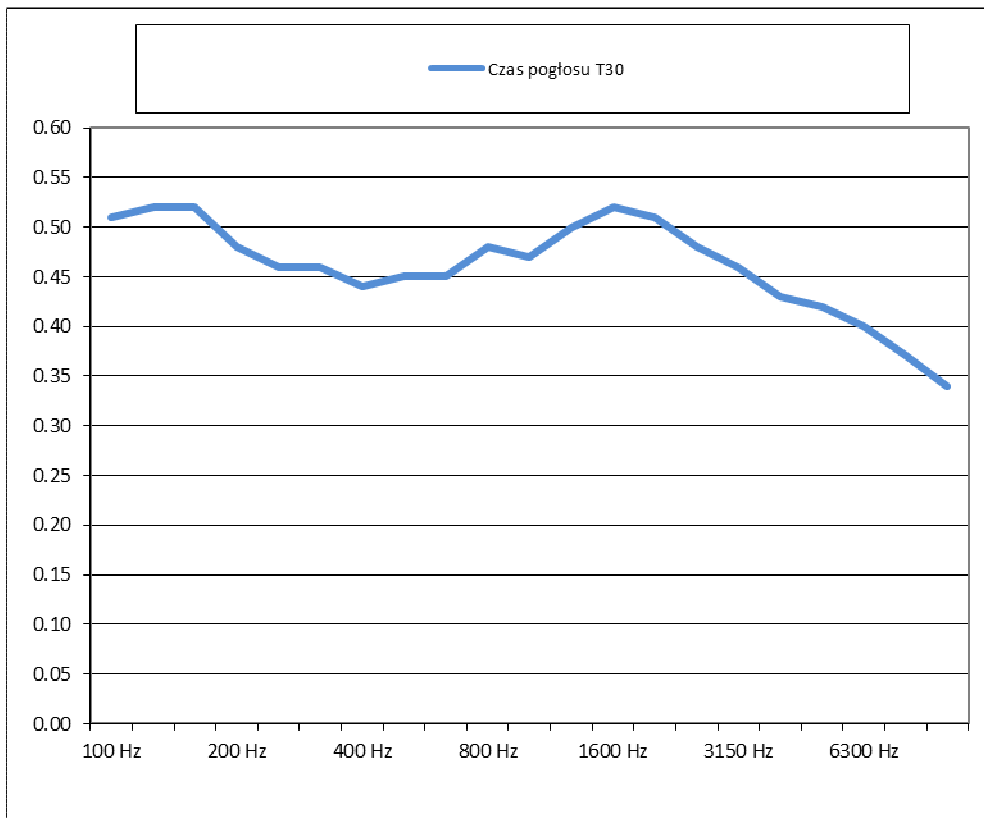
Parametry analizy:

- Źródło dźwięku: źródło wszechkierunkowe ustawione pośrodku pomieszczenia, na wysokości ok. 1.8m
- Rozdzielczość, ilość promieni: 11 000
- Długość analizy: standardowa, 540ms
- Domyślne rozpraszanie: 20%
- Metoda rozpraszania: standardowa
- Powierzchnia pomiarowa: na wysokości 1.7m, rozdzielczość 0.3m, ilość punktów pomiarowych: 504 lub 474

W wyniku adaptacji akustycznej otrzymano następujące charakterystyki czasu pogłosu:

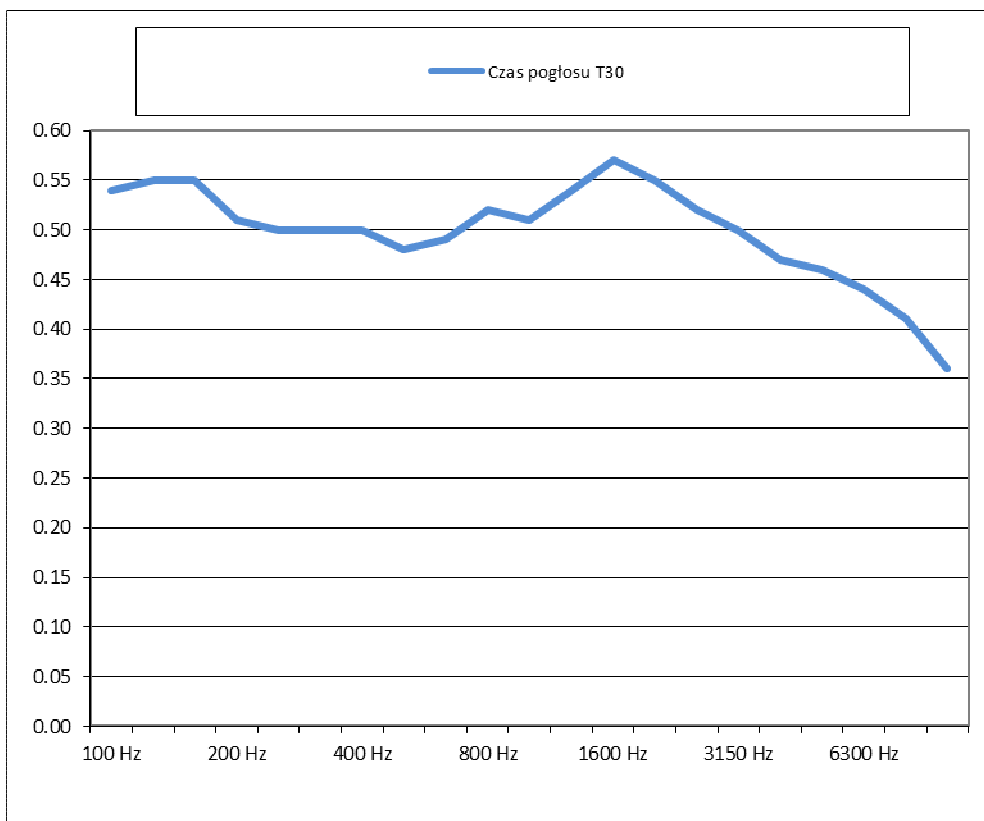
**„MODERNIZACJI POMIESZCZEŃ NA POTRZEBY STUDIA NAGRAŃ W INSTYTUCIE MUZYKI WYDZIAŁU SZTUKI
UNIwersYTETU WARMIŃSKO –MAZURSKIEGO W OLSZTYNIE”**

Częstotliwość	Czas pogłosu T30
100 Hz	0.51
125 Hz	0.52
160 Hz	0.52
200 Hz	0.48
250 Hz	0.46
315 Hz	0.46
400 Hz	0.44
500 Hz	0.45
630 Hz	0.45
800 Hz	0.48
1000 Hz	0.47
1250 Hz	0.50
1600 Hz	0.52
2000 Hz	0.51
2500 Hz	0.48
3150 Hz	0.46
4000 Hz	0.43
5000 Hz	0.42
6300 Hz	0.40
8000 Hz	0.37
10000 Hz	0.34



Rysunek 6: Charakterystyka czasu pogłosu pomieszczenia studia nagrań (pomieszczenie 302) po adaptacji akustycznej (wartość średnia). Bez parawanu perkusisty.

Częstotliwość	Czas pogłosu T30
100 Hz	0.54
125 Hz	0.55
160 Hz	0.55
200 Hz	0.51
250 Hz	0.50
315 Hz	0.50
400 Hz	0.50
500 Hz	0.48
630 Hz	0.49
800 Hz	0.52
1000 Hz	0.51
1250 Hz	0.54
1600 Hz	0.57
2000 Hz	0.55
2500 Hz	0.52
3150 Hz	0.50
4000 Hz	0.47
5000 Hz	0.46
6300 Hz	0.44
8000 Hz	0.41
10000 Hz	0.36



Rysunek 7: Charakterystyka czasu pogłosu pomieszczenia studia nagrań (pomieszczenie 302) po adaptacji akustycznej (wartość średnia). Parawan perkusisty rozłożony.

6.4 Pomiary sprawdzające, strojenie.

Dla sprawdzenia wyników adaptacji akustycznej należy wykonać pomiary czasu pogłosu w pomieszczeniach kompleksu studia nagrań . Dla studia nagrań (pomieszczenie 303) pomiary należy wykonać dla kilku różnych pozycji źródła dźwięku i odbiornika. Po pomiarach należy zaprojektować odpowiedni ustrój rezonansowy niskoczęstotliwościowy, perforowany UA6. Prace te będą leżały po stronie Wykonawcy.

7 WYKAZ RYSUNKÓW

Lp.	Nazwa rysunku	Nr rysunku
1.	Rzut kompleksu studia nagrań	AK01
2.	Kłady ścian pomieszczenia nagrań wokalnych i lektorskich (pomieszczenie 301)	AK02
3.	Kłady ścian pomieszczenia reżyserki studia nagrań (pomieszczenie 302)	AK03
4.	Kłady ścian pomieszczenia studia nagrań, rzut sufitu (pomieszczenie 303)	AK04
5.	Przekrój przez okno reżyserki	AK05
6.	Ustrój akustyczny UA1	AK06
7.	Ustrój akustyczny UA2	AK07
8.	Ustrój akustyczny UA3	AK08
9.	Ustrój akustyczny UA4	AK09