



**Koperek
Solutions**

Ul. Bytomska 13, 62-300 Września

508 056696

NIP 7891599567

e-mail: akustyka@kopereksolutions.pl
www.kopereksolutions.pl

Niniejszy projekt został przygotowany przez firmę Koperek Solutions wyłącznie na potrzeby Inwestora i jest chroniony prawnie (ustawa z dnia 4 lutego 1994 r. o prawie autorskim i prawach pokrewnych, Dz.Ustaw RP Nr 24 z 23 lutego 1994 r., w szczególności art.3. i art.16.)

Inwestor: **Gmina Komorniki**
ul. Stawna 1, 62-052 Komorniki

Zlecający: **ABK-PROJEKT**
ul. Lisowskiego 2/4, 65-072 Zielona Góra

Temat opracowania: **Adaptacja Akustyczna Szkoły w Plewiskach**

Branża: **Akustyka**

nr umowy:

Stadium: **Projekt Wykonawczy**

nr tomu:

nr
upr.

data

podpis

Projektował: **mgr inż. Dariusz Borowiecki**

Sprawdził:

Zawartość opracowania:

1. PRZEDMIOT I ZAKRES RZECZOWY DOKUMENTACJI	2
2. WSTĘP TEORETYCZNY	2
3. ZAŁOŻENIA PROJEKTOWE.....	3
3.1. SALA LEKCYJNA	3
3.2. SALA KOMPUTEROWA	4
3.3. POKÓJ NAUCZYCIELSKI	5
3.4. SALA KOREKCYJNA	6
3.5. KORYTARZ 108, 208 i 222	8
4. OPIS PROPONOWANEGO ROZWIĄZANIA.....	9
4.1. SALA LEKCYJNA	9
4.2. SALA KOMPUTEROWA	10
4.3. POKÓJ NAUCZYCIELSKI	12
4.4. SALA KOREKCYJNA	13
4.5. KORYTARZE 108, 208 i 222.....	14
5. SYMULACJA	15
6. WYNIKI SYMULACJI	20
6.1. SALA LEKCYJNA	20
6.2. SALA KOMPUTEROWA	22
6.3. POKÓJ NAUCZYCIELSKI	24
6.4. SALA KOREKCYJNA	26
6.5. KORYTARZE 108 i 208	28
6.6. KORYTARZ 222	30
7. WYLICZENIA CHŁONNOŚCI AKUSTYCZNEJ	32
7.1. KORYTARZE 108 i 208	32
7.2. KORYTARZ 222	33
8. PODSUMOWANIE SYMULACJI	33
9. ZESTAWIENIE MINIMALNEJ ILOŚCI MATERIAŁÓW POCHŁANIAJĄCYCH	34

1. Przedmiot i zakres rzeczowy dokumentacji

Przedmiotem dokumentacji jest adaptacja akustyczna szkoły w Plewiskach. Zakres niniejszego opracowania obejmuje dobór i rozmieszczenie materiałów dźwiękochłonnych dla otrzymania jak najlepszych warunków akustycznych.

2. Wstęp teoretyczny

Celem adaptacji akustycznej pomieszczenia jest zapewnienie odpowiednich warunków dla komfortowego użytkowania sali. Zjawiska towarzyszące rozchodzeniu się dźwięku w pomieszczeniu są odmienne niż w przypadku przestrzeni otwartej. Ściany odbijają falę dźwiękową pochłaniając jej energię przy każdym odbiciu. Źródło dźwięku promieniującego w pomieszczeniu ze stałą mocą pokrywa straty energii i po pewnym czasie następuje stan ustalony, w którym energia wyemitowana przez źródło jest równa energii pochłoniętej przez powierzchnie pomieszczenia. W momencie, gdy źródło zostanie wyłączone energia dźwięku stopniowo zanika. Zjawisko to nazywa się pogłosem. Obrazuje to fig.1. Czas, w którym natężenie dźwięku zmniejsza się o 60 dB nazywany jest czasem pogłosu. Wielkość ta zależy od liczby odbić fal akustycznych w ciągu 1 s, a więc od średniej długości swobodnej drogi fali między dwoma kolejnymi odbiciami i od ilości energii pochłanianej w ciągu jednego odbicia. Wielkość tą można wyliczyć wykorzystując wzór Eyringa:

$$T = -\frac{0,161V}{S \ln(1-a)}$$

gdzie: T – czas pogłosu, V – całkowita objętość pomieszczenia, S – całkowita powierzchnia ścian, a – średni pogłosowy współczynnik pochłaniania dźwięku.

Innym parametrem opisującym jakość warunków akustycznych w pomieszczeniu jest STI (Speech Transmission Index), który opisuje jakość transmisji mowy od źródła do uszu słuchacza. Przyjmuje on wartość w zakresie od 0 (najgorsza zrozumiałość) do 1 (zrozumiałość idealna), przy czym dla powyżej wartość 0,6 przyjmuje się bardzo dobrą zrozumiałość mowy.

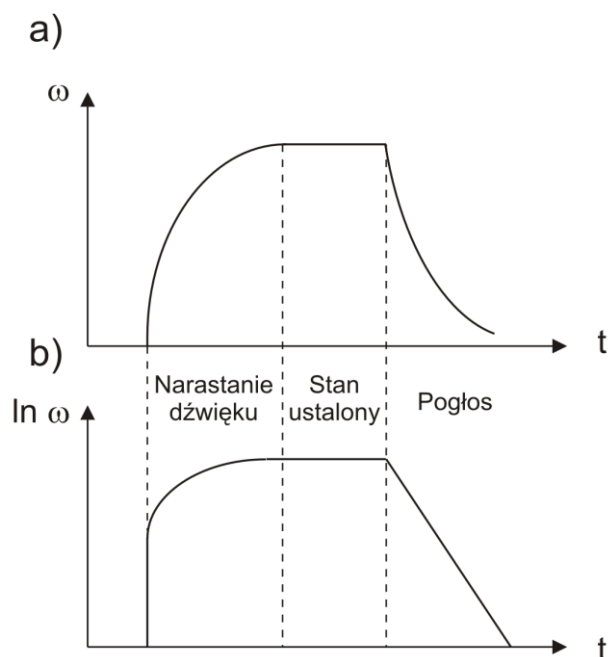


Fig.1 Narastanie, stan ustalony i zanikanie dźwięku (pogłos): a) w skali liniowej; b) w skali logarytmicznej.

3. Założenia projektowe

3.1. Sala lekcyjna

Podstawowe dane pomieszczenia:

Objętość : ok. 180 m³

Całkowita powierzchnia płaszczyzn ograniczająca pomieszczenie: ok. 215 m²

Szerokość : ok. 5,6 m

Długość : ok. 9,0 m

Wysokość: 3 m

Zalecane wartości parametrów akustycznych wg normy PN-B-02151-4 „Ochrona przed hałasem w budynkach. Część 4: Wymagania dotyczące warunków pogłosowych i zrozumiałości mowy w pomieszczeniach oraz wytyczne prowadzenia badań.” dla sal i pracowni szkolnych, sal audytoryjnych, wykładowych w szkołach podstawowych, średnich i wyższych i innych pomieszczeń o podobnym przeznaczeniu o objętości w zakresie od 120 m³ do 250 m³:

- Wskaźnik zrozumiałości mowy $\geq 0,6$,
- Czas pogłosu dla 500 Hz $\leq 0,6$ s (dla pasma oktawowego 125 Hz dopuszczalne jest 30% odchylenie od tej wartości), wykres w funkcji częstotliwości przedstawiony jest na fig.2.

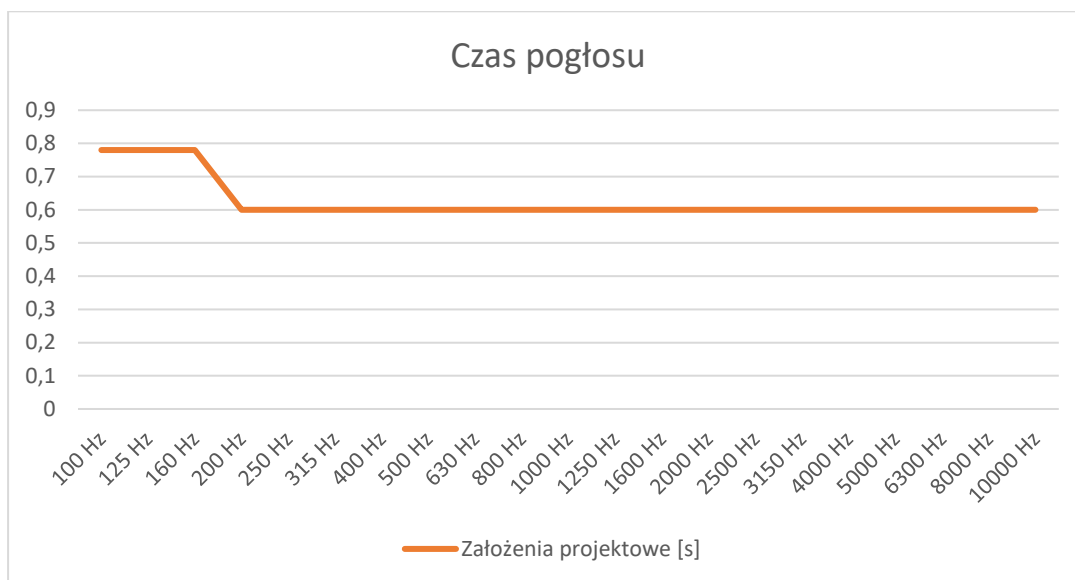


Fig.2 Wykres przedstawiający dopuszczalne w normie wartości czasu pogłosu dla sali lekcyjnej.

3.2. Sala komputerowa

Podstawowe dane pomieszczenia:

Objętość : ok. 215 m³

Całkowita powierzchnia płaszczyzn ograniczająca pomieszczenie: ok. 250 m²

Szerokość : ok. 6,6 m

Długość : ok. 11,2 m

Wysokość: ok. 3 m

Zalecane wartości parametrów akustycznych wg normy PN-B-02151-4 „Ochrona przed hałasem w budynkach. Część 4: Wymagania dotyczące warunków pogłosowych i zrozumiałości mowy w pomieszczeniach oraz wytyczne prowadzenia badań.” dla sal i pracowni szkolnych, sal audytoryjnych,

wykładowych w szkołach podstawowych, średnich i wyższych i innych pomieszczeń o podobnym przeznaczeniu o objętości w zakresie od 120 m³ do 250 m³:

- Wskaźnik zrozumiałości mowy $\geq 0,6$,
- Czas pogłosu dla 500 Hz $\leq 0,6$ s (dla pasma oktawowego 125 Hz dopuszczalne jest 30% odchylenie od tej wartości), wykres w funkcji częstotliwości przedstawiony jest na fig.3.

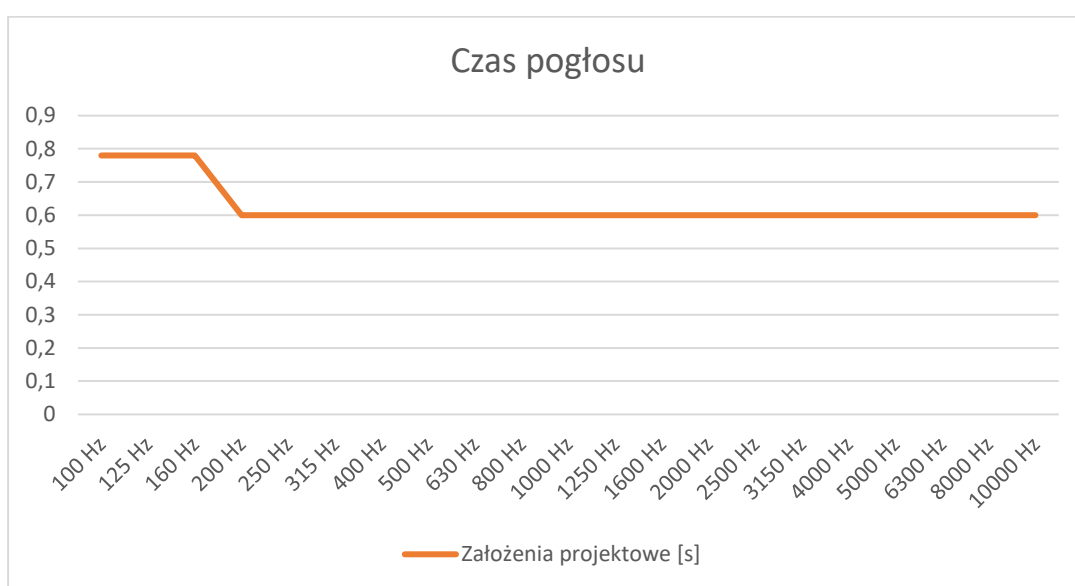


Fig.3 Wykres przedstawiający dopuszczalne w normie wartości czasu pogłosu dla sali komputerowej.

3.3. Pokój nauczycielski

Podstawowe dane pomieszczenia:

Objętość : ok. 190 m³

Całkowita powierzchnia płaszczyzn ograniczająca pomieszczenie: ok. 220 m²

Szerokość : ok. 6,6 m

Długość : ok. 9,4 m

Wysokość: ok. 3,0 m

Zalecane wartości parametrów akustycznych wg normy PN-B-02151-4 „Ochrona przed hałasem w budynkach. Część 4: Wymagania dotyczące warunków pogłosowych i zrozumiałości mowy w pomieszczeniach oraz wytyczne prowadzenia badań.” dla pokoi nauczycielskich, socjalnych i innych pomieszczeń o podobnym przeznaczeniu w szkołach i przedszkolach:

- Wskaźnik zrozumiałości mowy $\geq 0,6$,
- Czas pogłosu dla 500 Hz $\leq 0,6$ s (dla pasma oktawowego 125 Hz dopuszczalne jest 30% odchylenie od tej wartości) wykres w funkcji częstotliwości przedstawiony jest na fig.4.



Fig.4 Wykres przedstawiający dopuszczalne w normie wartości czasu pogłosu dla pokoju nauczycielskiego.

3.4. Sala korekcyjna

Podstawowe dane pomieszczenia:

Objętość : ok. 220 m³

Całkowita powierzchnia płaszczyzn ograniczająca pomieszczenie: ok. 255 m²

Szerokość : ok. 6,6 m

Długość: : ok. 11,1 m

Wysokość: ok. 3 m

Zalecane wartości parametrów akustycznych wg normy PN-B-02151-4 „Ochrona przed hałasem w budynkach. Część 4: Wymagania dotyczące warunków pogłosowych i zrozumiałości mowy w pomieszczeniach oraz wytyczne prowadzenia badań.” dla sal i pracowni szkolnych, sal audytoryjnych, wykładowych w szkołach podstawowych, średnich i wyższych i innych pomieszczeń o podobnym przeznaczeniu o objętości w zakresie od 120 m³ do 250 m³:

- Wskaźnik zrozumiałości mowy $\geq 0,6$,
- Czas pogłosu dla 500 Hz $\leq 0,6$ s (dla pasma oktawowego 125 Hz dopuszczalne jest 30% odchylenie od tej wartości), wykres w funkcji częstotliwości przedstawiony jest na fig.5.



Fig.5 Wykres przedstawiający dopuszczalne w normie wartości czasu pogłosu dla sali korekcyjnej.

3.5. Korytarz 108, 208 i 222

Podstawowe dane pomieszczenia:

Objętość : ok. 410 m³

Całkowita powierzchnia płaszczyzn ograniczająca pomieszczenie: ok. 510 m²

Szerokość : ok. 4,26 m

Długość : ok. 33,3 m

Wysokość: ok. 3,0 m

Zalecane wartości parametrów akustycznych wg normy PN-B-02151-4 „Ochrona przed hałasem w budynkach. Część 4: Wymagania dotyczące warunków pogłosowych i zrozumiałości mowy w pomieszczeniach oraz wytyczne prowadzenia badań.” dla korytarzy w przedszkolach, szkołach podstawowych i ponadpodstawowych:

- Akustyczna Chłonność Akustyczna A pomieszczenia $> 0,1 \times S$ (S – powierzchnia rzutu pomieszczenia).

a) Korytarze 108 i 208

Powierzchnia rzutu: 136 m²

Wymagana Akustyczna Chłonność Akustyczna A:

Chłonność akustyczna [A]		
500 Hz	1 000 Hz	2 000 Hz
136	136	136

b) Korytarz 222

Powierzchnia rzutu: 118 m²

Wymagana Akustyczna Chłonność Akustyczna A:

Chłoność akustyczna [A]		
500 Hz	1 000 Hz	2 000 Hz
118	118	118

Dodatkowo określa się maksymalny czas pogłosu dla 500 Hz < 1,2 s (dla pasma oktawowego 125 Hz dopuszczalne jest 30% odchylenie od tej wartości), wykres w funkcji częstotliwości przedstawiony jest na fig.6.

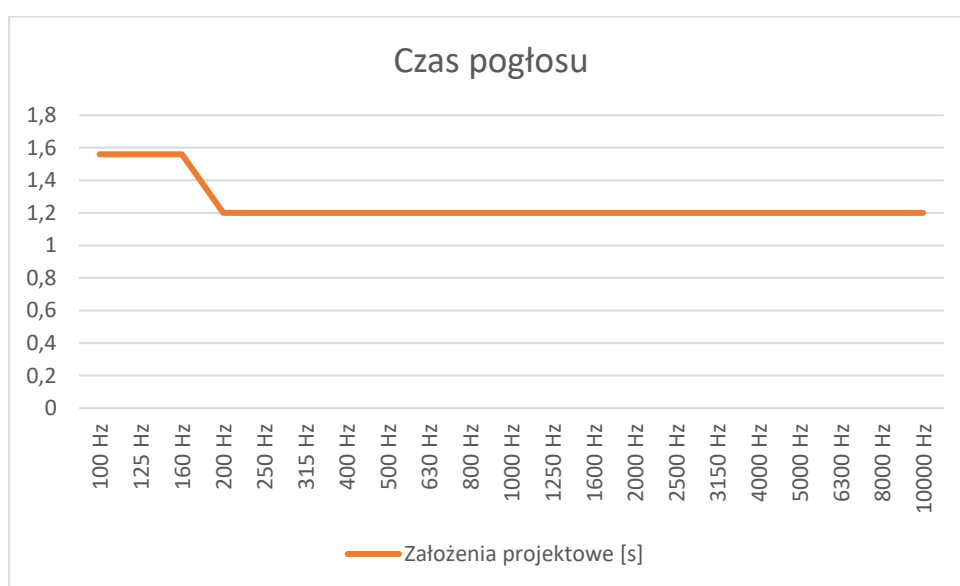


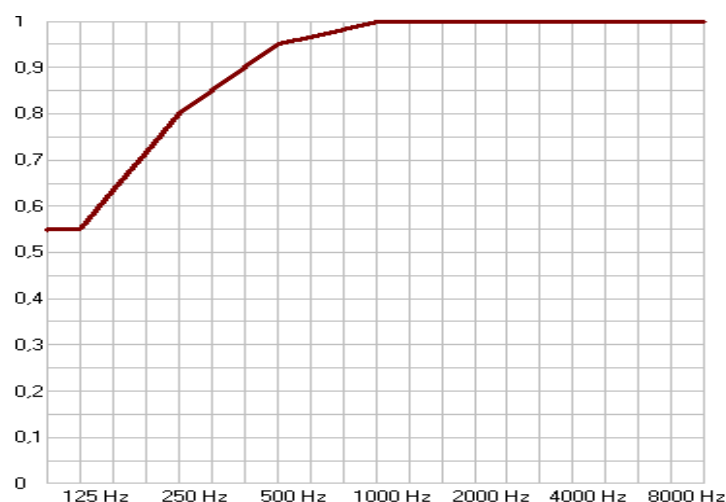
Fig.6 Wykres przedstawiający dopuszczalne wartości czasu pogłosu w korytarzach 108, 208 i 222.

4. Opis proponowanego rozwiązania

4.1. Sala lekcyjna

W celu uzyskania zakładanych parametrów akustycznych proponuje się:

- sufit pokryć płytami dźwiękochłonnymi wykonanymi z wełny mineralnej w welonie o grubości min 40 mm z ukrytą konstrukcją np. Rockfon Blanka Activity D przy podwieszeniu min. 400 mm. Wymagane parametry zastosowanego materiału:



- ścianę tylną od wysokości 1,0 m do 2,2 m od poziomu posadzki pokryć płytami dźwiękochłonnymi wykonanymi z wełny mineralnej odpornej na uderzenia o grubości 40 mm np. Rockfon Vertiq montowanymi bezpośrednio do powierzchni ściany. Wymagane parametry zastosowanego materiału:



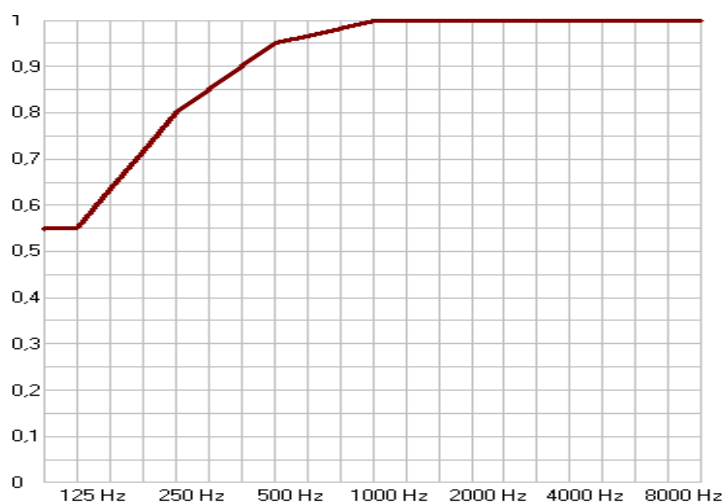
- pozostałe powierzchnie ścian pokryć tynkiem cementowo-wapiennym lub gipsowym i wymalować,

- podłogę na sali pokryć wykładziną PCV.

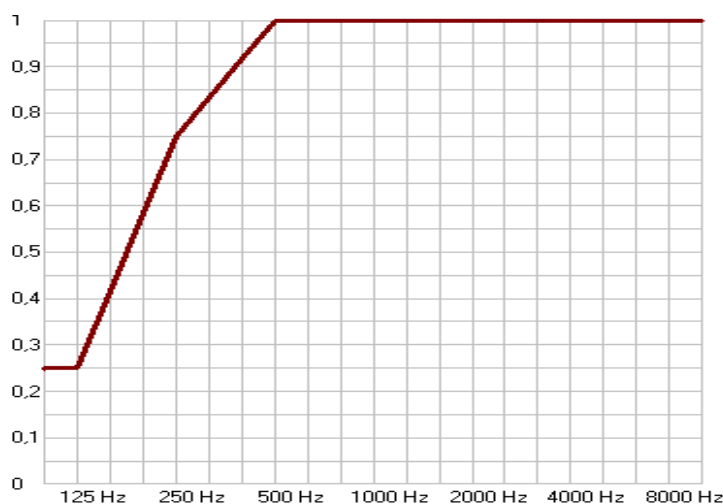
4.2. Sala komputerowa

W celu uzyskania zakładanych parametrów akustycznych proponuje się:

- sufit pokryć płytami dźwiękochłonnymi wykonanymi z wełny mineralnej w welonie o grubości min 40 mm z ukrytą konstrukcją np. Rockfon Blanka Activity D przy podwieszeniu min. 400 mm. Wymagane parametry zastosowanego materiału:



- ścianę boczną od wysokości 1,0 m do 2,2 m od poziomu posadzki pokryć płytami dźwiękochłonnymi wykonanymi z wełny mineralnej odpornej na uderzenia o grubości 40 mm np. Rockfon Vertiq montowanymi bezpośrednio do powierzchni ściany. Wymagane parametry zastosowanego materiału:

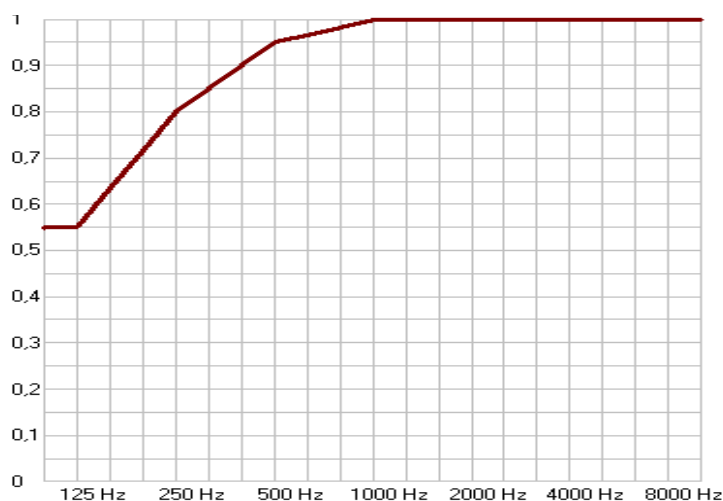


- pozostałe powierzchnie ścian pokryć tynkiem cementowo-wapiennym lub gipsowym i wymalować,
- podłogę na sali pokryć wykładziną PCV.

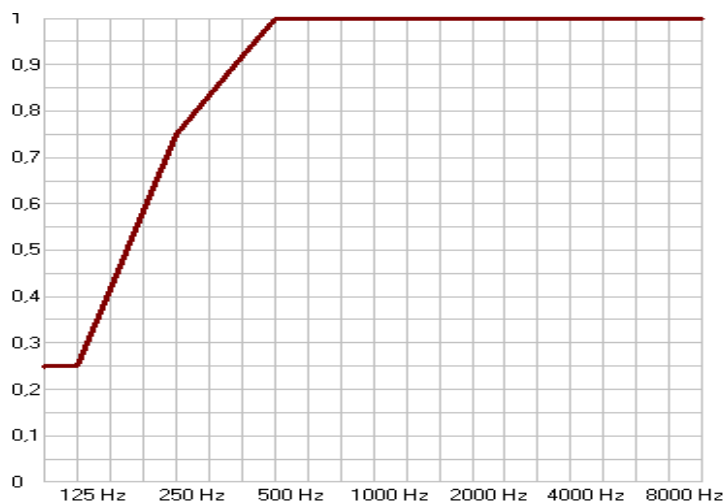
4.3. Pokój nauczycielski

W celu uzyskania zakładanych parametrów akustycznych proponuje się:

- sufit pokryć płytami dźwiękochłonnymi wykonanymi z wełny mineralnej w welonie o grubości min 40 mm z ukrytą konstrukcją np. Rockfon Blanka Activity D przy podwieszeniu min. 400 mm. Wymagane parametry zastosowanego materiału:



- ścianę bez okien i drzwi od wysokości 1,0 m do 2,2 m od poziomu posadzki pokryć płytami dźwiękochłonnymi wykonanymi z wełny mineralnej odpornej na uderzenia o grubości 40 mm np. Rockfon Vertiq montowanymi bezpośrednio do powierzchni ściany. Wymagane parametry zastosowanego materiału:

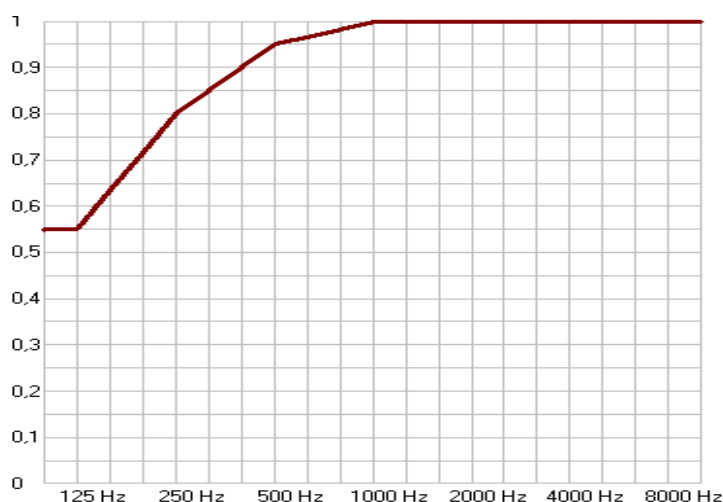


- pozostałe powierzchnie ścian pokryć tynkiem cementowo-wapiennym lub gipsowym i wymalować,
- podłogę na sali pokryć wykładziną PCV.

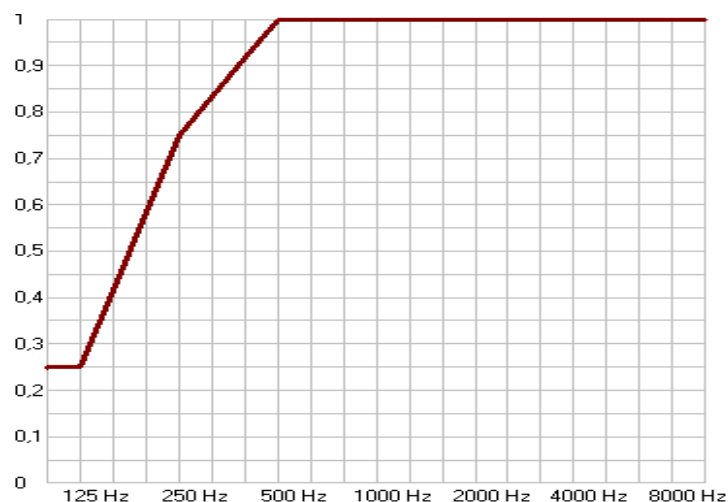
4.4. Sala korekcyjna

W celu uzyskania zakładanych parametrów akustycznych proponuje się:

- sufit pokryć płytami dźwiękochłonnymi wykonanymi z wełny mineralnej w welonie o grubości min 40 mm z ukrytą konstrukcją np. Rockfon Blanka Activity D przy podwieszeniu min. 400 mm. Wymagane parametry zastosowanego materiału:



- dwie ściany od wysokości 1,0 m do 2,2 m od poziomu posadzki pokryć płytami dźwiękochłonnymi wykonanymi z wełny mineralnej odpornej na uderzenia o grubości 40 mm np. Rockfon Vertiq montowanymi bezpośrednio do powierzchni ściany. Wymagane parametry zastosowanego materiału:

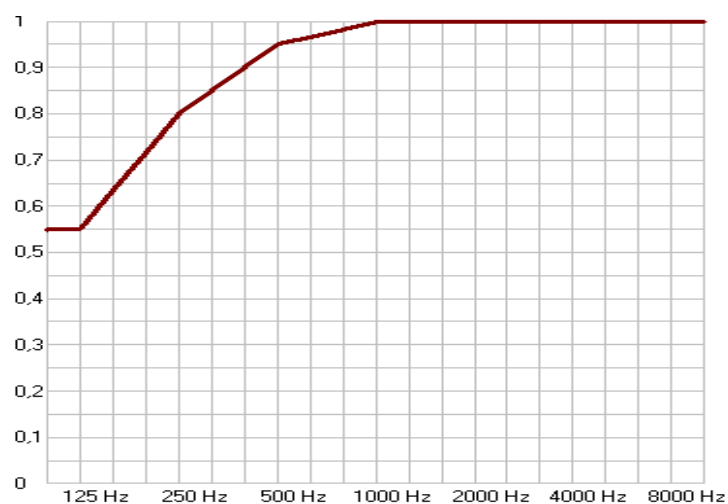


- pozostałe powierzchnie ścian pokryć tynkiem cementowo-wapiennym lub gipsowym i wymalować,
- podłogę na sali pokryć wykładziną PCV.

4.5. Korytarze 108, 208 i 222

W celu uzyskania zakładanych parametrów akustycznych proponuje się:

- sufit pokryć płytami dźwiękochłonnymi wykonanymi z wełny mineralnej w welonie o grubości min 40 mm z ukrytą konstrukcją np. Rockfon Blanka Activity D przy podwieszeniu min. 400 mm. Wymagane parametry zastosowanego materiału:



5. Symulacja

W celu weryfikacji zaproponowanego rozwiązania zostały przeprowadzone symulacje przy wykorzystaniu oprogramowania EASE 4.4.11 z modułem AURA. Komputerowe modele pomieszczeń przedstawione są na fig.7 – fig 18. Kolorem czerwonym zaznaczono materiał tłumiący na suficie, natomiast zielonym kolorem zaznaczono materiał tłumiący na ścianie.

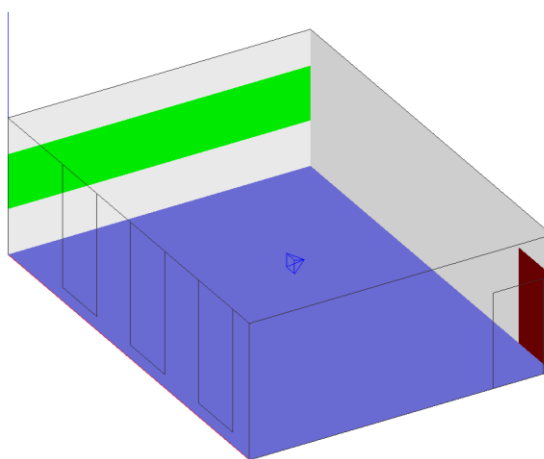


Fig.7 Komputerowy model sali lekcyjnej.

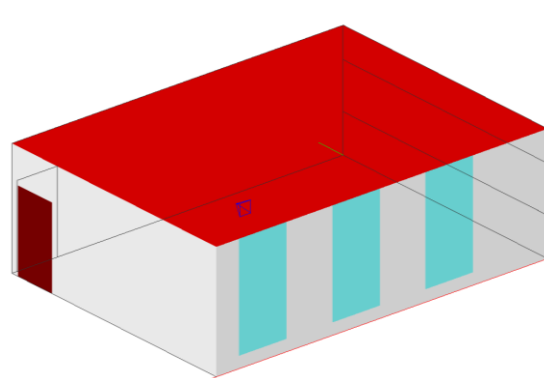


Fig.8 Komputerowy model sali lekcyjnej.

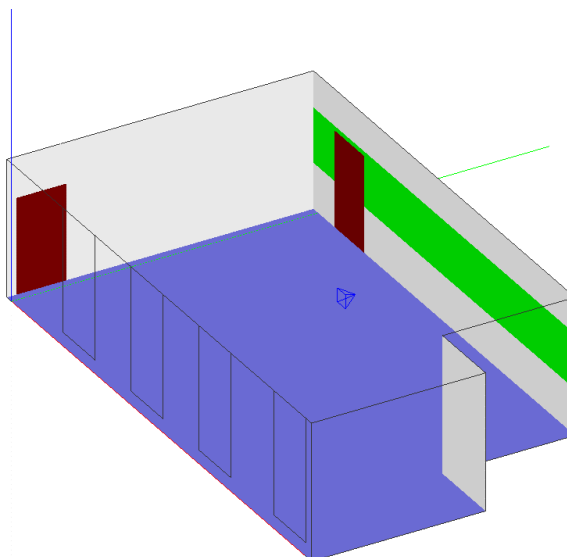


Fig.9 Komputerowy model sali komputerowej.

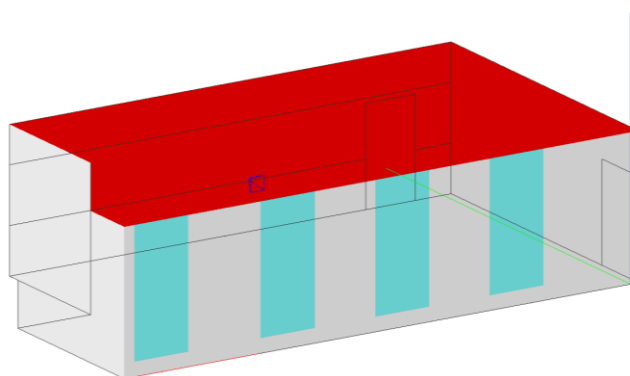


Fig.10 Komputerowy model sali komputerowej.

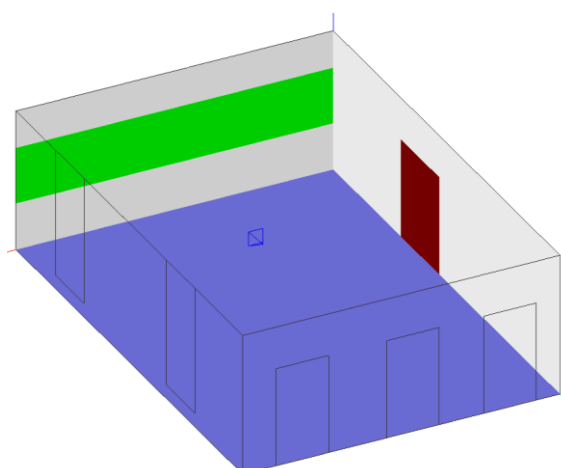


Fig.11 Komputerowy model pokoju nauczycielskiego.

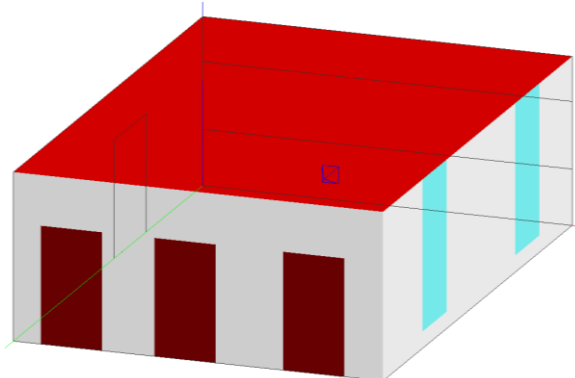


Fig.12 Komputerowy model pokoju nauczycielskiego.

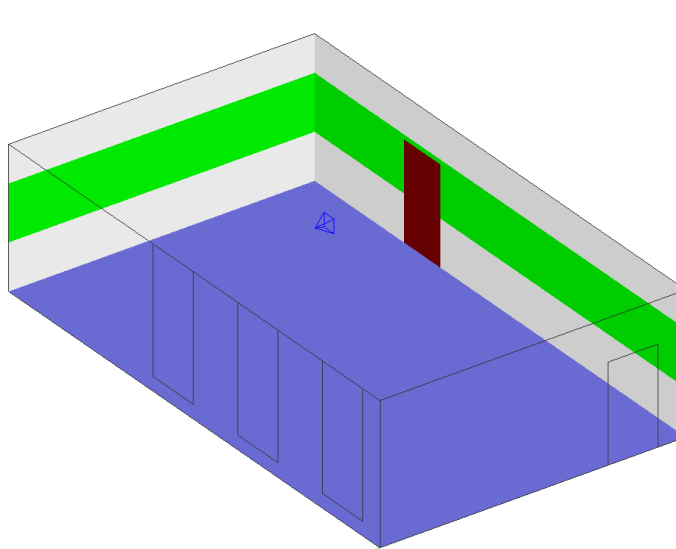


Fig.13 Komputerowy model sali korekcyjnej.

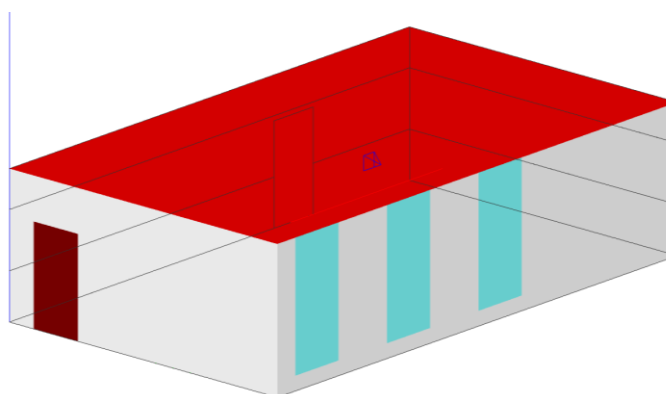


Fig.14 Komputerowy model sali korekcyjnej.

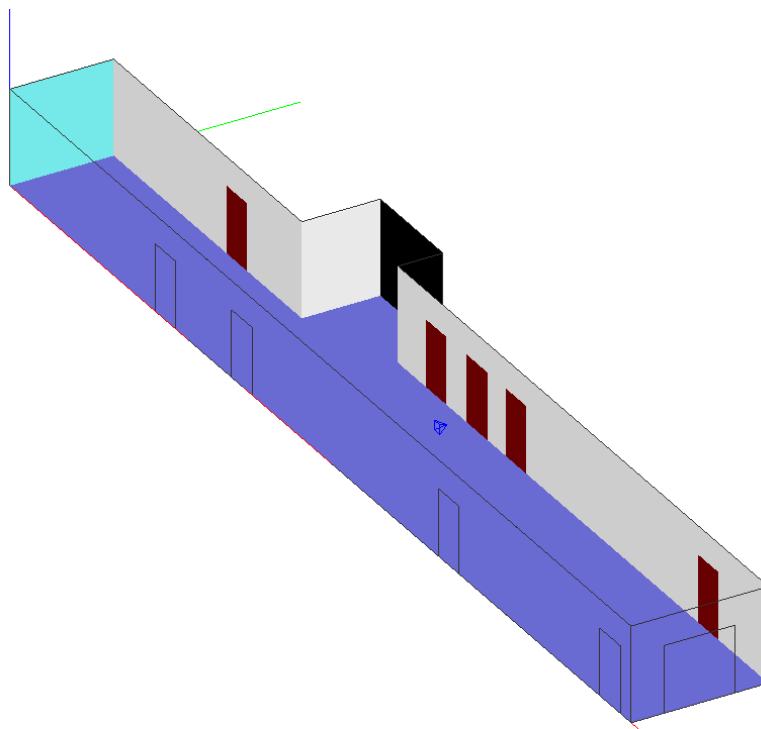


Fig.15 Komputerowy model korytarzy 108 i 208.

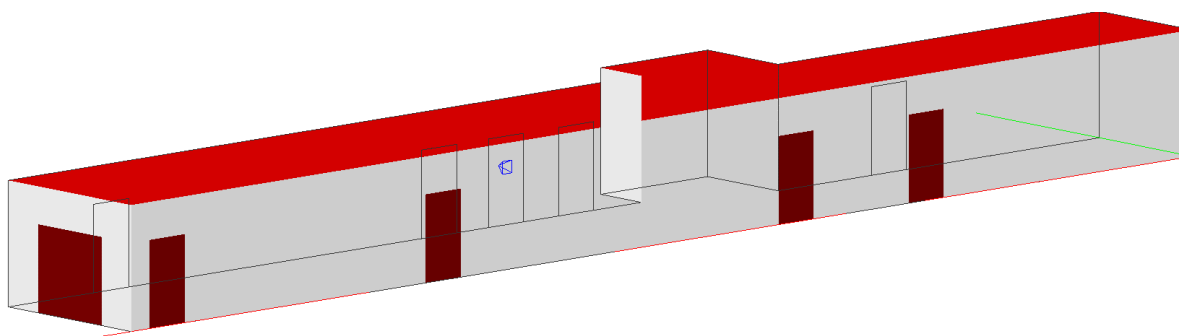


Fig.16 Komputerowy model korytarzy 108 i 208.

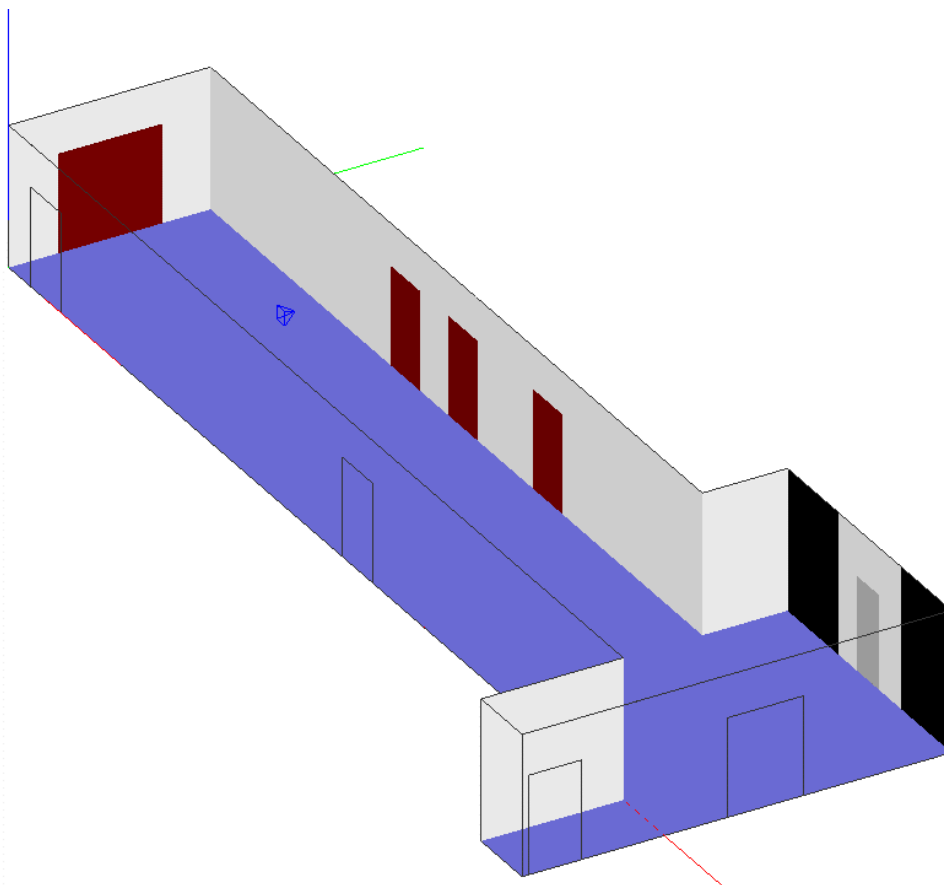


Fig.17 Komputerowy model korytarza 222.

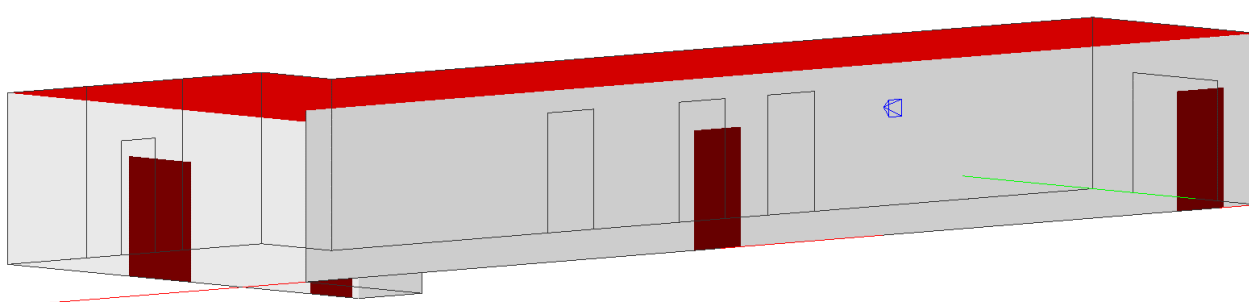


Fig.18 Komputerowy model korytarza 222.

6. Wyniki symulacji

6.1. Sala lekcyjna

Pasmo oktawowe	ETD [s]	T10 [s]	T20 [s]	T30 [s]	Średnia [s]	Założenia projektowe [s]
100 Hz	0,57	0,61	0,63	0,64	0,61	0,78
125 Hz	0,57	0,61	0,65	0,69	0,63	0,78
160 Hz	0,52	0,56	0,58	0,59	0,56	0,78
200 Hz	0,47	0,53	0,58	0,64	0,56	0,6
250 Hz	0,42	0,49	0,52	0,55	0,50	0,6
315 Hz	0,40	0,47	0,49	0,49	0,46	0,6
400 Hz	0,39	0,46	0,51	0,54	0,48	0,6
500 Hz	0,36	0,45	0,50	0,58	0,47	0,6
630 Hz	0,36	0,46	0,52	0,59	0,48	0,6
800 Hz	0,36	0,44	0,50	0,56	0,47	0,6
1000 Hz	0,36	0,46	0,53	0,65	0,50	0,6
1250 Hz	0,35	0,45	0,52	0,57	0,47	0,6
1600 Hz	0,36	0,45	0,51	0,56	0,47	0,6
2000 Hz	0,36	0,46	0,54	0,67	0,51	0,6
2500 Hz	0,35	0,43	0,49	0,55	0,46	0,6
3150 Hz	0,35	0,44	0,52	0,60	0,48	0,6
4000 Hz	0,34	0,43	0,49	0,53	0,45	0,6
5000 Hz	0,33	0,41	0,47	0,52	0,43	0,6
6300 Hz	0,31	0,39	0,45	0,49	0,41	0,6
8000 Hz	0,29	0,36	0,40	0,42	0,37	0,6
10000 Hz	0,26	0,31	0,34	0,37	0,32	0,6
Średnia w paśmie 125 Hz - 4 kHz					0,50	0,62

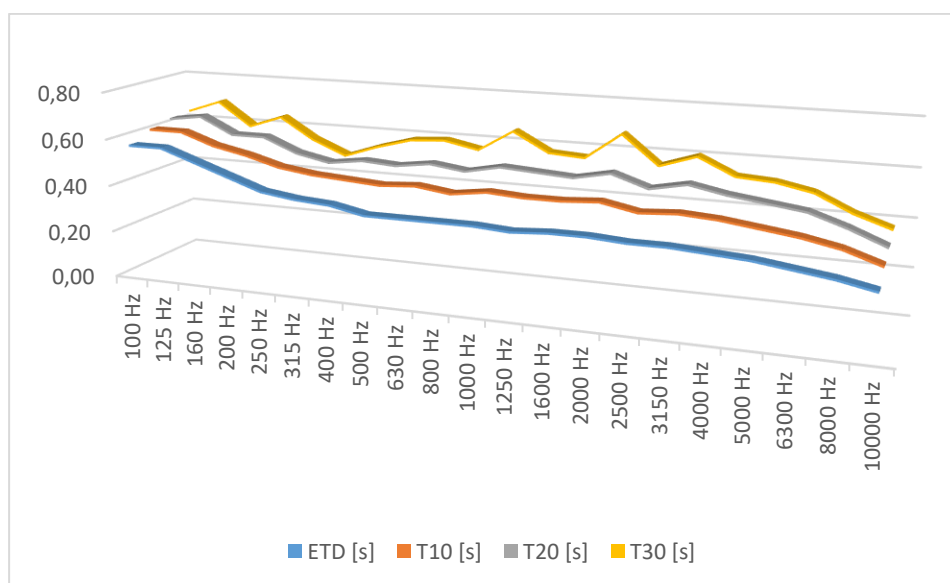


Fig.19 Wykres czasu pogłosu w sali lekcyjnej przy różnych metodach pomiarowych.

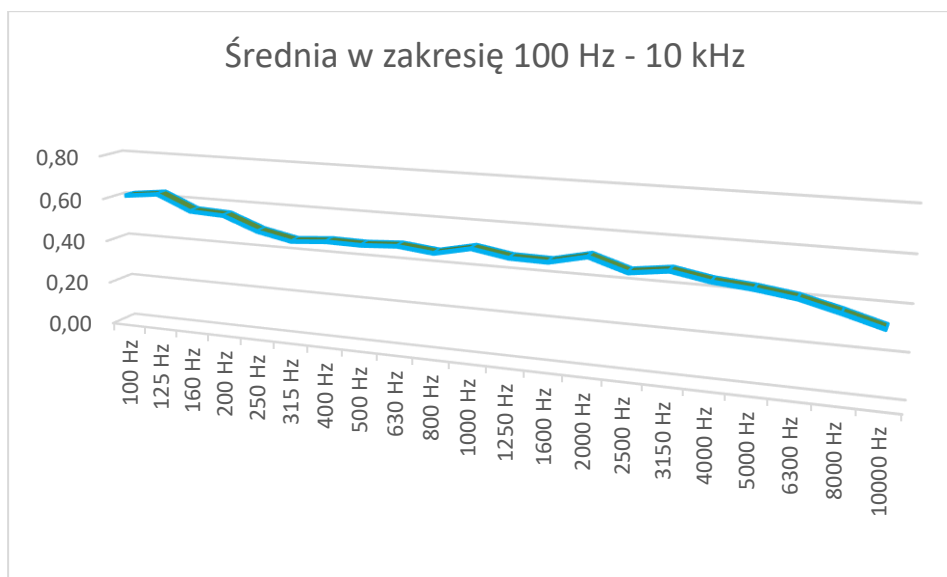


Fig.20 Wykres wartości średniej czasu pogłosu w sali lekcyjnej w paśmie 100 Hz – 10 kHz.

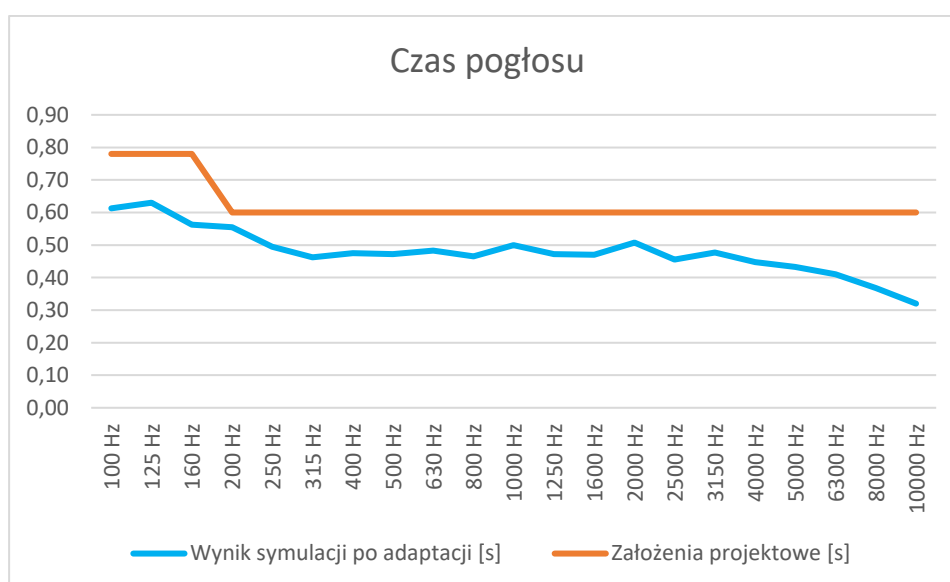


Fig.21 Wykres wartości średniej czasu pogłosu w sali lekcyjnej w paśmie 100 Hz – 10 kHz z uwzględnieniem założeń projektowych.

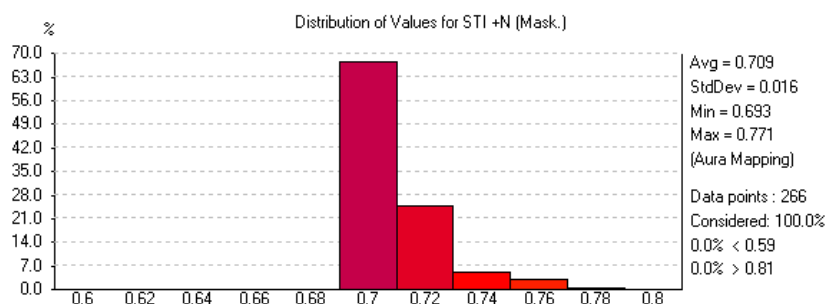


Fig.22 Rozkład powierzchniowy wskaźnika transmisji mowy STI w sali lekcyjnej.

6.2. Sala komputerowa

Pasmo oktauwowe	ETD [s]	T10 [s]	T20 [s]	T30 [s]	Średnia [s]	Założenia projektowe [s]
100 Hz	0,56	0,61	0,64	0,70	0,63	0,78
125 Hz	0,58	0,63	0,65	0,71	0,64	0,78
160 Hz	0,51	0,58	0,61	0,65	0,59	0,78
200 Hz	0,47	0,54	0,59	0,64	0,56	0,6
250 Hz	0,42	0,51	0,58	0,69	0,55	0,6
315 Hz	0,41	0,51	0,62	0,66	0,55	0,6
400 Hz	0,38	0,49	0,61	0,73	0,55	0,6
500 Hz	0,36	0,47	0,54	0,66	0,51	0,6
630 Hz	0,36	0,46	0,57	0,64	0,51	0,6
800 Hz	0,35	0,47	0,63	0,81	0,57	0,6
1000 Hz	0,36	0,47	0,61	0,71	0,54	0,6
1250 Hz	0,35	0,47	0,57	0,70	0,52	0,6
1600 Hz	0,35	0,47	0,60	0,78	0,55	0,6
2000 Hz	0,35	0,47	0,59	0,62	0,51	0,6
2500 Hz	0,35	0,47	0,58	0,68	0,52	0,6
3150 Hz	0,35	0,48	0,58	0,67	0,52	0,6
4000 Hz	0,34	0,44	0,54	0,60	0,48	0,6
5000 Hz	0,32	0,42	0,52	0,61	0,47	0,6
6300 Hz	0,30	0,40	0,47	0,52	0,42	0,6
8000 Hz	0,27	0,36	0,41	0,45	0,37	0,6
10000 Hz	0,23	0,32	0,35	0,40	0,33	0,6
Średnia w paśmie 125 Hz - 4 kHz					0,54	0,62

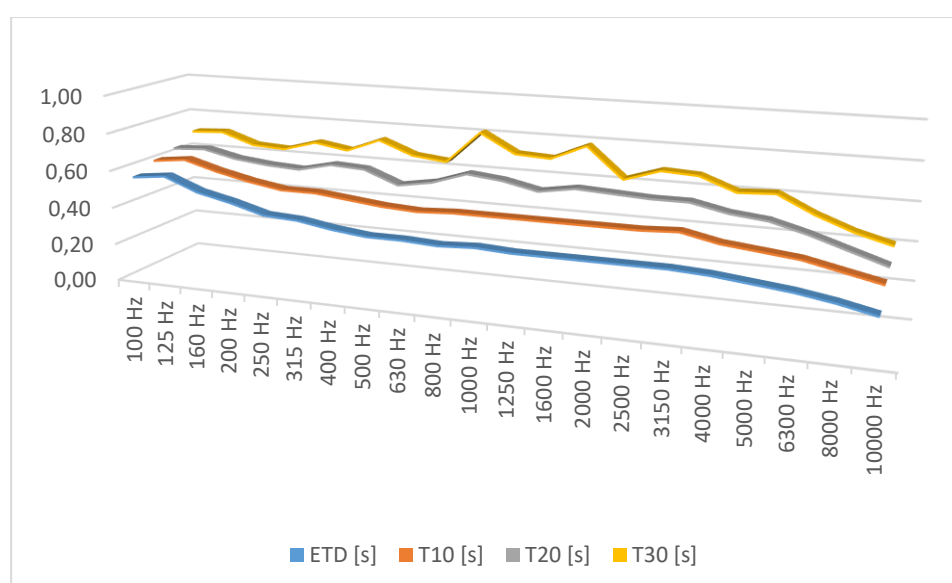


Fig.23 Wykres czasu pogłosu w sali komputerowej przy różnych metodach pomiarowych.

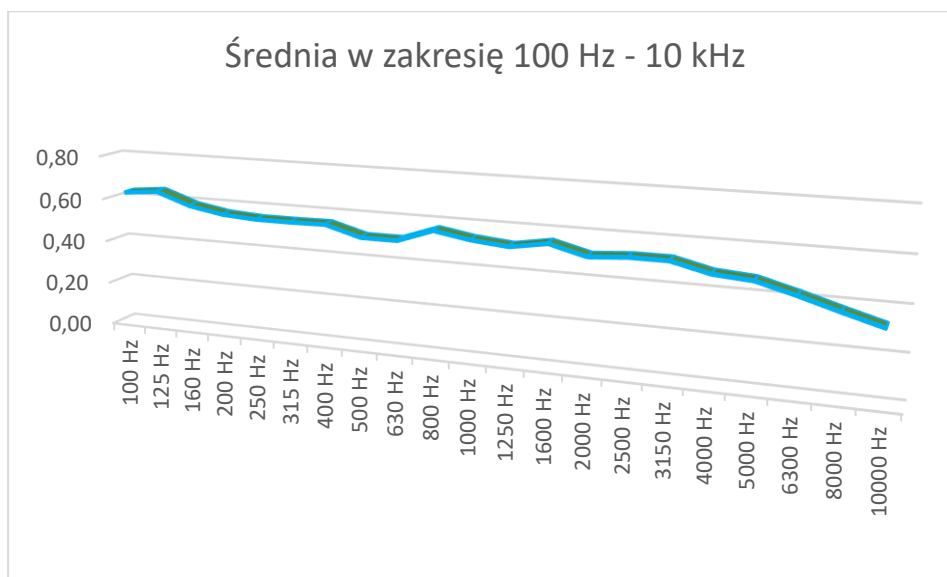


Fig.24 Wykres wartości średniej czasu pogłosu w sali komputerowej w paśmie 100 Hz – 10 kHz.

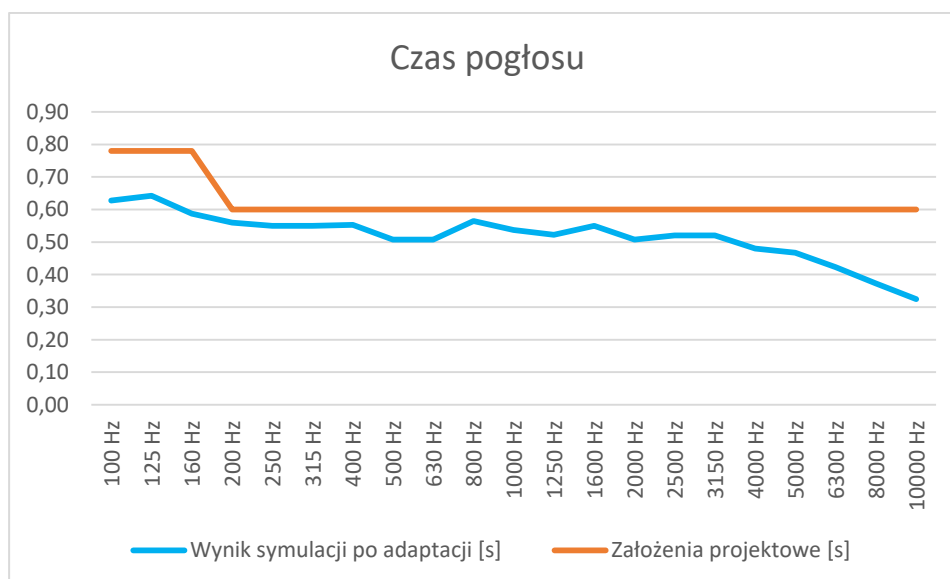


Fig.25 Wykres wartości średniej czasu pogłosu w sali komputerowej w paśmie 100 Hz – 10 kHz z uwzględnieniem założeń projektowych.

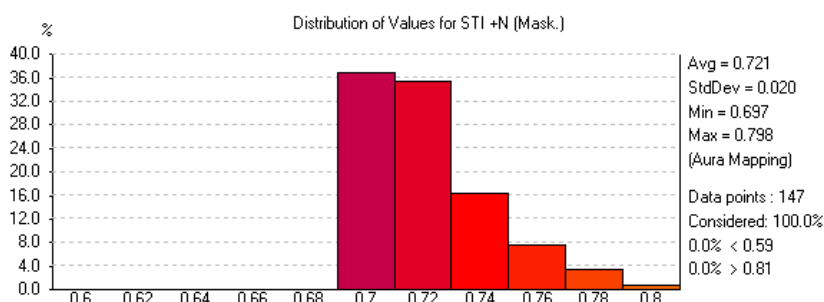


Fig.26 Rozkład powierzchniowy wskaźnika transmisji mowy STI w sali komputerowej.

6.3. Pokój nauczycielski

Pasmo oktawowe	ETD [s]	T10 [s]	T20 [s]	T30 [s]	Średnia [s]	Założenia projektowe [s]
100 Hz	0,49	0,55	0,61	0,67	0,58	0,78
125 Hz	0,50	0,56	0,59	0,64	0,57	0,78
160 Hz	0,46	0,52	0,56	0,56	0,53	0,78
200 Hz	0,44	0,50	0,54	0,57	0,51	0,6
250 Hz	0,41	0,48	0,53	0,54	0,49	0,6
315 Hz	0,40	0,47	0,53	0,54	0,49	0,6
400 Hz	0,38	0,45	0,50	0,52	0,46	0,6
500 Hz	0,37	0,45	0,51	0,56	0,47	0,6
630 Hz	0,36	0,45	0,52	0,63	0,49	0,6
800 Hz	0,36	0,46	0,52	0,60	0,49	0,6
1000 Hz	0,35	0,44	0,49	0,57	0,46	0,6
1250 Hz	0,35	0,44	0,51	0,56	0,47	0,6
1600 Hz	0,36	0,45	0,54	0,60	0,49	0,6
2000 Hz	0,36	0,45	0,50	0,59	0,48	0,6
2500 Hz	0,35	0,44	0,50	0,58	0,47	0,6
3150 Hz	0,35	0,44	0,51	0,57	0,47	0,6
4000 Hz	0,34	0,43	0,49	0,55	0,45	0,6
5000 Hz	0,33	0,42	0,47	0,53	0,44	0,6
6300 Hz	0,31	0,38	0,43	0,48	0,40	0,6
8000 Hz	0,29	0,35	0,39	0,42	0,36	0,6
10000 Hz	0,26	0,30	0,34	0,36	0,32	0,6
Średnia w paśmie 125 Hz - 4 kHz					0,49	0,62

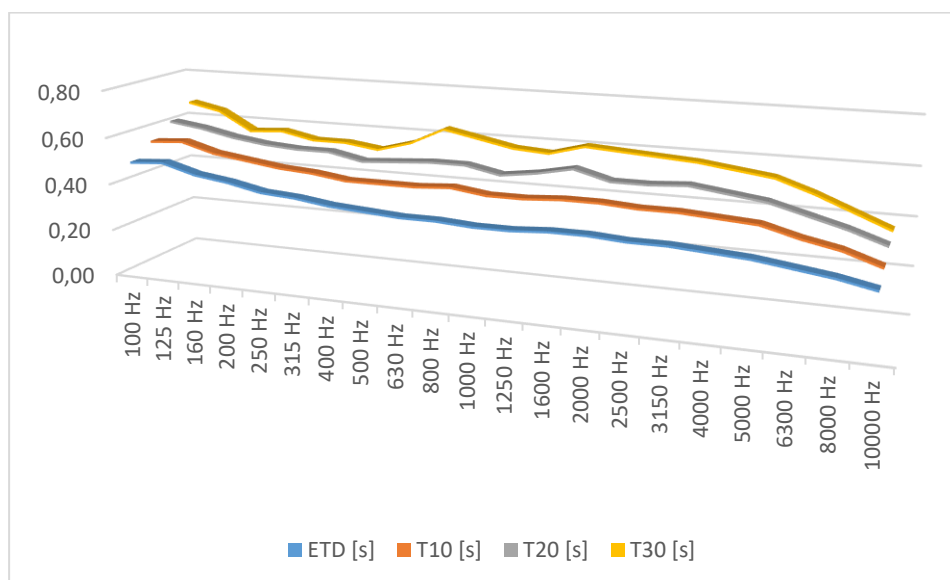


Fig.27 Wykres czasu pogłosu w pokoju nauczycielskim przy różnych metodach pomiarowych.

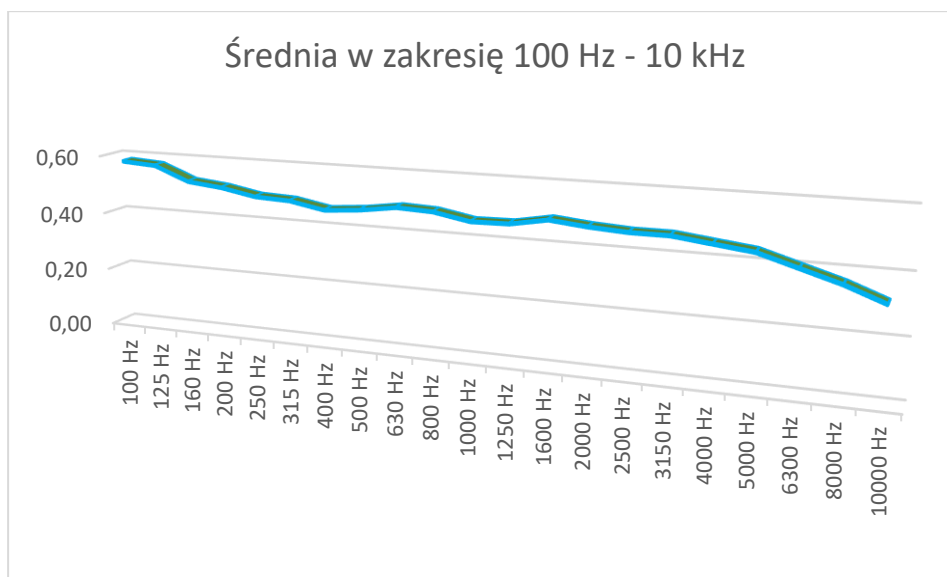


Fig.28 Wykres wartości średniej czasu pogłosu w pokoju nauczycielskim w paśmie 100 Hz – 10 kHz.

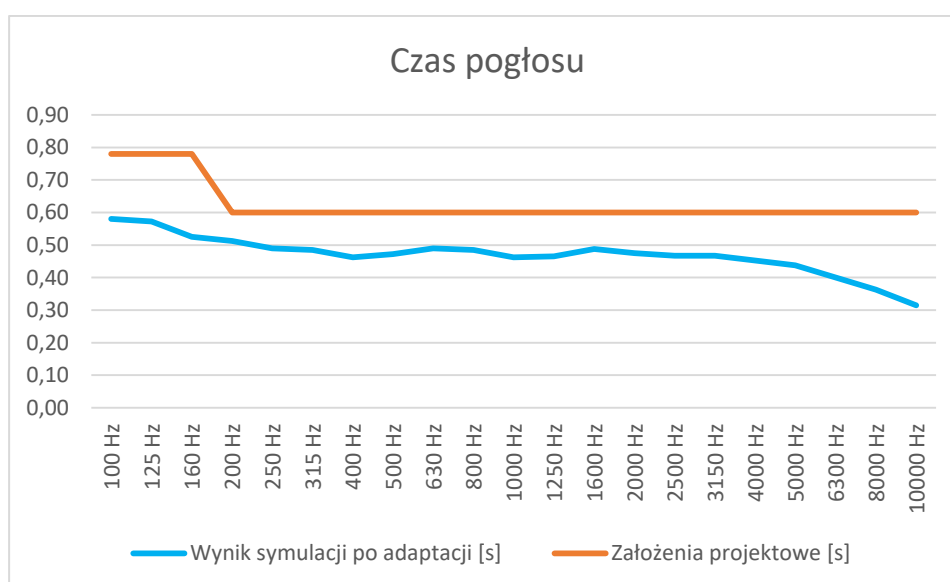


Fig.29 Wykres wartości średniej czasu pogłosu w pokoju nauczycielskim w paśmie 100 Hz – 10 kHz z uwzględnieniem założeń projektowych.

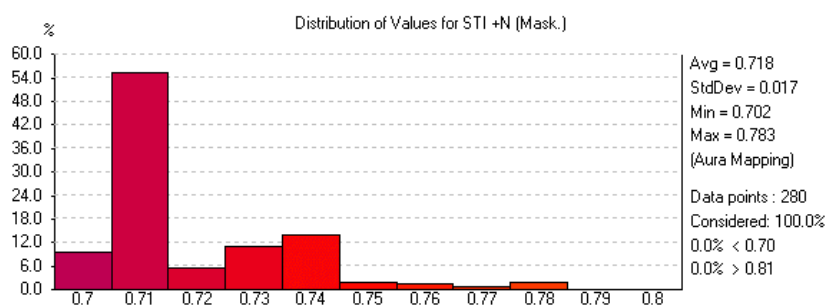


Fig.30 Rozkład powierzchniowy wskaźnika transmisji mowy STI w pokoju nauczycielskim.

6.4. Sala korekcyjna

Pasma oktauwowe	ETD [s]	T10 [s]	T20 [s]	T30 [s]	Średnia [s]	Założenia projektowe [s]
100 Hz	0,49	0,55	0,60	0,64	0,57	0,78
125 Hz	0,50	0,55	0,60	0,63	0,57	0,78
160 Hz	0,44	0,50	0,54	0,58	0,52	0,78
200 Hz	0,39	0,45	0,48	0,54	0,47	0,6
250 Hz	0,35	0,41	0,46	0,54	0,44	0,6
315 Hz	0,33	0,40	0,44	0,51	0,42	0,6
400 Hz	0,31	0,39	0,44	0,50	0,41	0,6
500 Hz	0,28	0,36	0,42	0,46	0,38	0,6
630 Hz	0,28	0,36	0,40	0,43	0,37	0,6
800 Hz	0,28	0,37	0,41	0,44	0,38	0,6
1000 Hz	0,27	0,36	0,41	0,44	0,37	0,6
1250 Hz	0,27	0,36	0,41	0,45	0,37	0,6
1600 Hz	0,27	0,36	0,41	0,50	0,39	0,6
2000 Hz	0,27	0,36	0,40	0,45	0,37	0,6
2500 Hz	0,27	0,36	0,41	0,48	0,38	0,6
3150 Hz	0,26	0,35	0,40	0,47	0,37	0,6
4000 Hz	0,26	0,35	0,40	0,44	0,36	0,6
5000 Hz	0,25	0,35	0,38	0,44	0,36	0,6
6300 Hz	0,24	0,33	0,36	0,41	0,34	0,6
8000 Hz	0,22	0,30	0,33	0,37	0,31	0,6
10000 Hz	0,20	0,27	0,30	0,32	0,27	0,6
Średnia w paśmie 125 Hz - 4 kHz					0,41	0,62

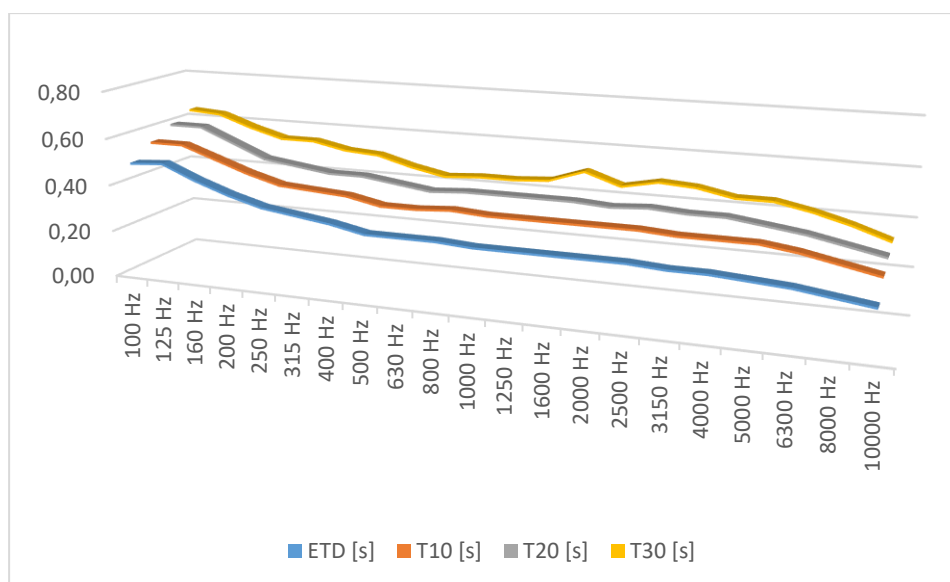


Fig.31 Wykres czasu pogłosu w sali korekcyjnej przy różnych metodach pomiarowych.

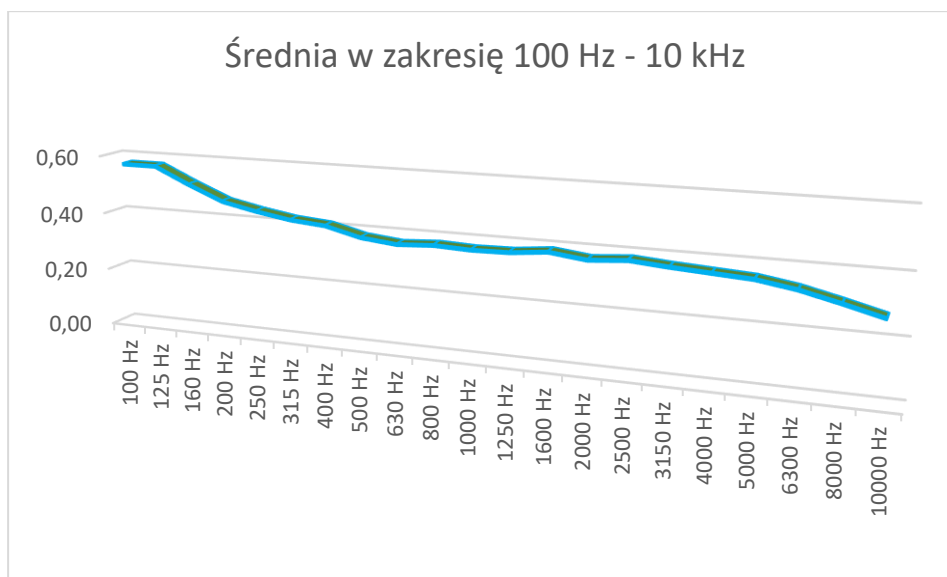


Fig.32 Wykres wartości średniej czasu pogłosu w sali korekcyjnej w paśmie 100 Hz – 10 kHz.

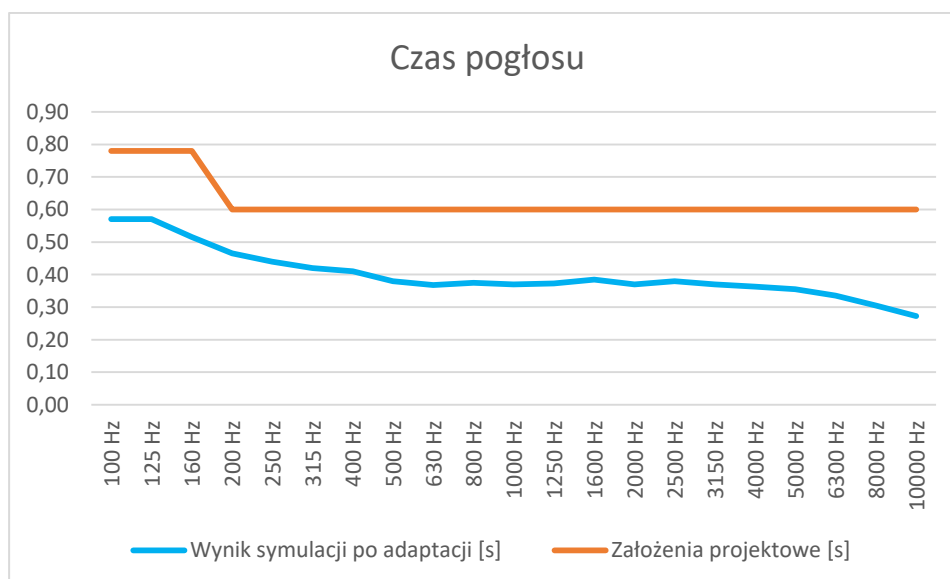


Fig.33 Wykres wartości średniej czasu pogłosu w sali korekcyjnej w paśmie 100 Hz – 10 kHz z uwzględnieniem założeń projektowych.

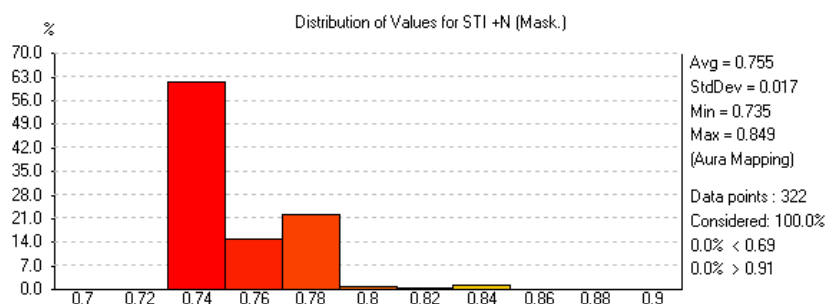


Fig.34 Rozkład powierzchniowy wskaźnika transmisji mowy STI w sali korekcyjnej.

6.5. Korytarze 108 i 208

Pasma oktauwowe	ETD [s]	T10 [s]	T20 [s]	T30 [s]	Średnia [s]	Założenia projektowe [s]
100 Hz	0,56	0,69	0,92	1,25	0,86	1,56
125 Hz	0,57	0,71	0,94	1,30	0,88	1,56
160 Hz	0,55	0,70	0,99	1,46	0,93	1,56
200 Hz	0,54	0,72	1,00	1,38	0,91	1,2
250 Hz	0,52	0,71	1,04	1,56	0,96	1,2
315 Hz	0,53	0,76	1,12	1,66	1,02	1,2
400 Hz	0,55	0,78	1,27	1,86	1,12	1,2
500 Hz	0,54	0,77	1,16	1,73	1,05	1,2
630 Hz	0,54	0,78	1,17	1,73	1,06	1,2
800 Hz	0,55	0,80	1,39	1,98	1,18	1,2
1000 Hz	0,54	0,80	1,24	1,68	1,07	1,2
1250 Hz	0,54	0,76	1,09	1,41	0,95	1,2
1600 Hz	0,53	0,75	1,18	1,95	1,10	1,2
2000 Hz	0,54	0,76	1,05	1,35	0,93	1,2
2500 Hz	0,52	0,69	0,98	1,44	0,91	1,2
3150 Hz	0,51	0,71	0,91	1,12	0,81	1,2
4000 Hz	0,51	0,70	0,92	1,20	0,83	1,2
5000 Hz	0,47	0,61	0,78	0,95	0,70	1,2
6300 Hz	0,42	0,55	0,67	0,86	0,63	1,2
8000 Hz	0,37	0,49	0,57	0,67	0,53	1,2
10000 Hz	0,30	0,42	0,46	0,50	0,42	1,2
Średnia w paśmie 125 Hz - 4 kHz					0,98	1,25

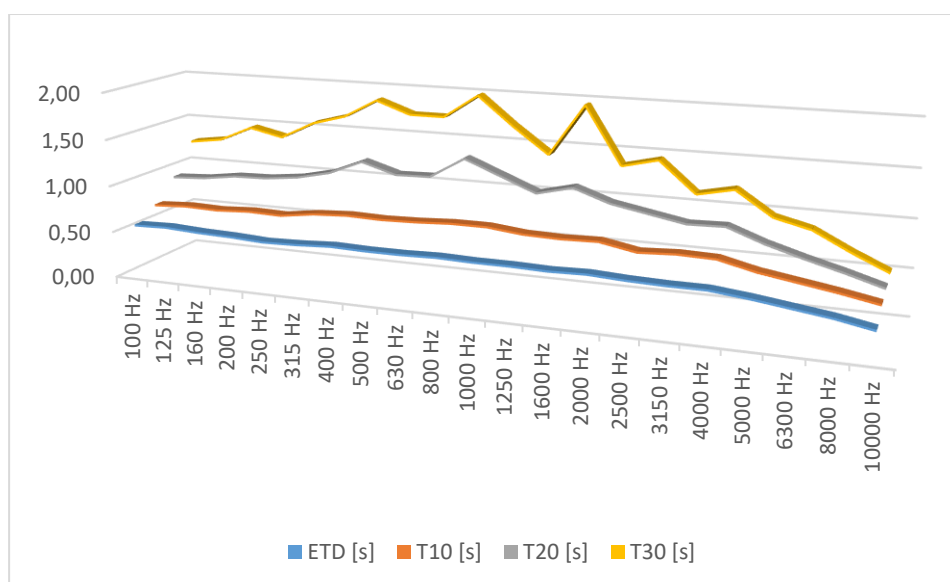


Fig.35 Wykres czasu pogłosu w korytarzach 108 i 208 przy różnych metodach pomiarowych.

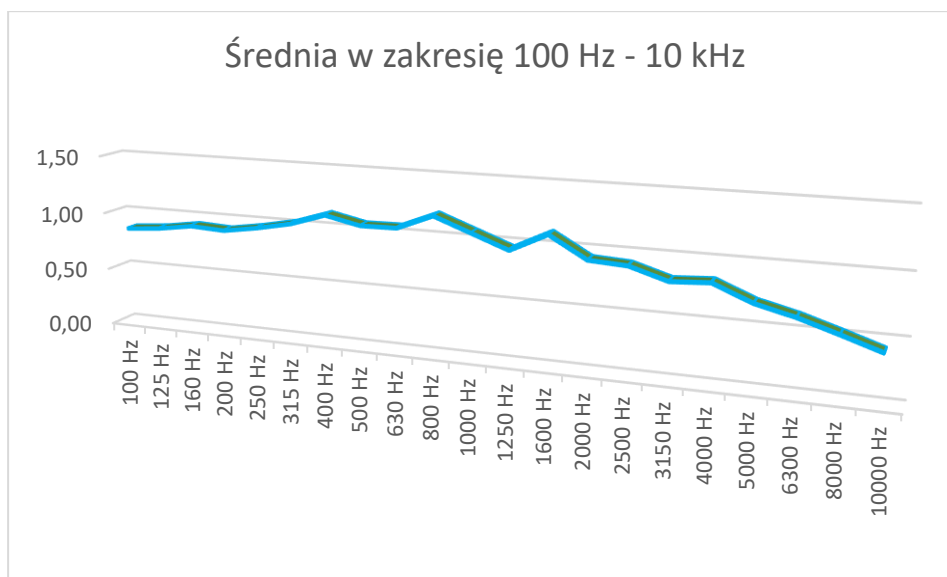


Fig.36 Wykres wartości średniej czasu pogłosu w korytarzach 108 i 208 w paśmie 100 Hz – 10 kHz.

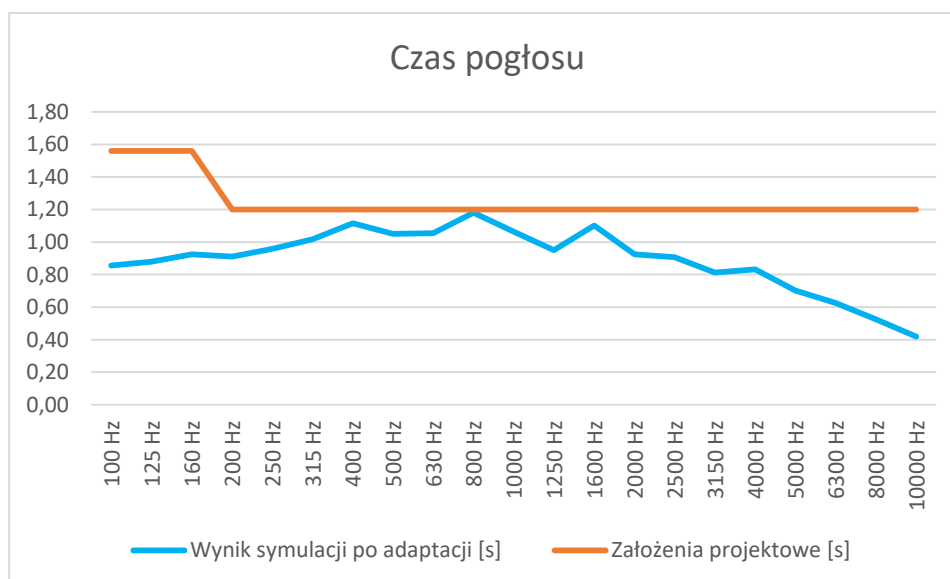


Fig.37 Wykres wartości średniej czasu pogłosu w korytarzach 108 i 208 w paśmie 100 Hz – 10 kHz z uwzględnieniem założeń projektowych.

6.6. Korytarz 222

Pasma oktauwowe	ETD [s]	T10 [s]	T20 [s]	T30 [s]	Średnia [s]	Założenia projektowe [s]
100 Hz	0,50	0,65	0,77	0,99	0,73	1,56
125 Hz	0,50	0,64	0,83	1,12	0,77	1,56
160 Hz	0,48	0,64	0,78	0,97	0,72	1,56
200 Hz	0,46	0,63	0,77	1,00	0,72	1,2
250 Hz	0,44	0,61	0,76	1,08	0,72	1,2
315 Hz	0,43	0,61	0,78	0,98	0,70	1,2
400 Hz	0,44	0,64	0,87	1,20	0,79	1,2
500 Hz	0,43	0,65	0,89	1,15	0,78	1,2
630 Hz	0,43	0,64	0,89	1,15	0,78	1,2
800 Hz	0,43	0,64	0,87	1,09	0,76	1,2
1000 Hz	0,43	0,64	0,91	1,29	0,82	1,2
1250 Hz	0,43	0,64	0,79	0,95	0,70	1,2
1600 Hz	0,43	0,63	0,82	1,07	0,74	1,2
2000 Hz	0,42	0,61	0,75	0,96	0,69	1,2
2500 Hz	0,42	0,61	0,79	0,92	0,69	1,2
3150 Hz	0,42	0,58	0,71	0,85	0,64	1,2
4000 Hz	0,40	0,56	0,68	0,87	0,63	1,2
5000 Hz	0,39	0,51	0,66	0,80	0,59	1,2
6300 Hz	0,37	0,44	0,56	0,67	0,51	1,2
8000 Hz	0,34	0,38	0,50	0,56	0,45	1,2
10000 Hz	0,30	0,33	0,42	0,45	0,38	1,2
Średnia w paśmie 125 Hz - 4 kHz					0,73	1,25

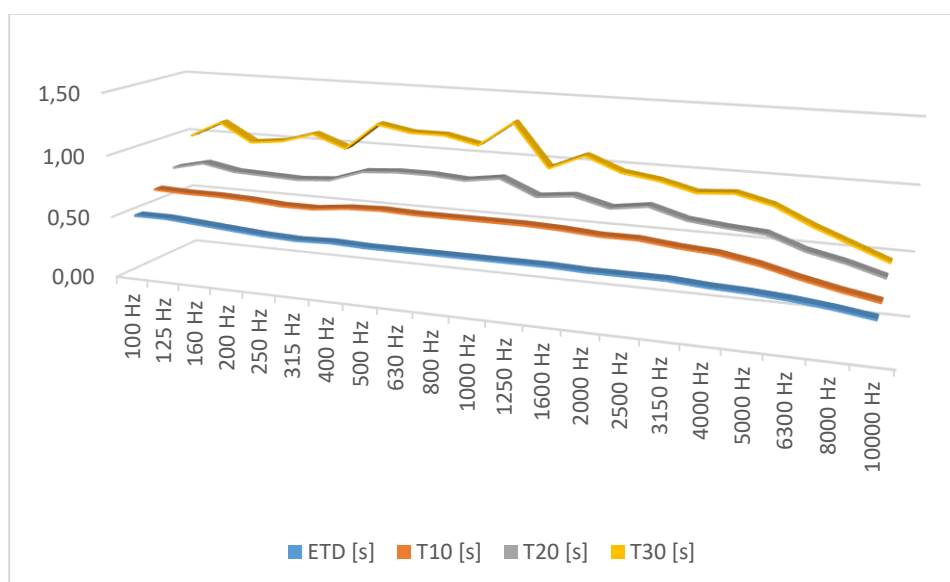


Fig.38 Wykres czasu pogłosu w korytarzu 222 przy różnych metodach pomiarowych.

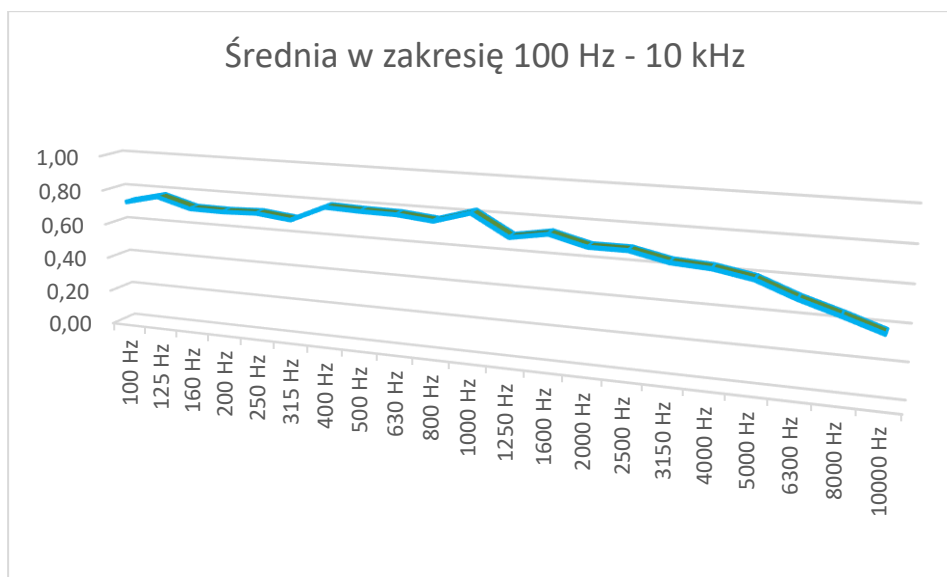


Fig.39 Wykres wartości średniej czasu pogłosu w korytarzu 222 w paśmie 100 Hz – 10 kHz.

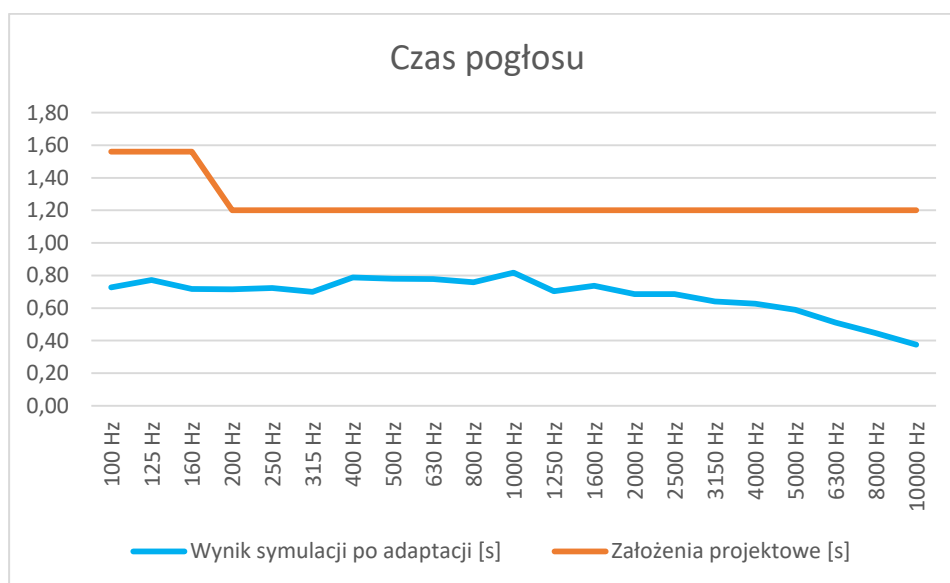


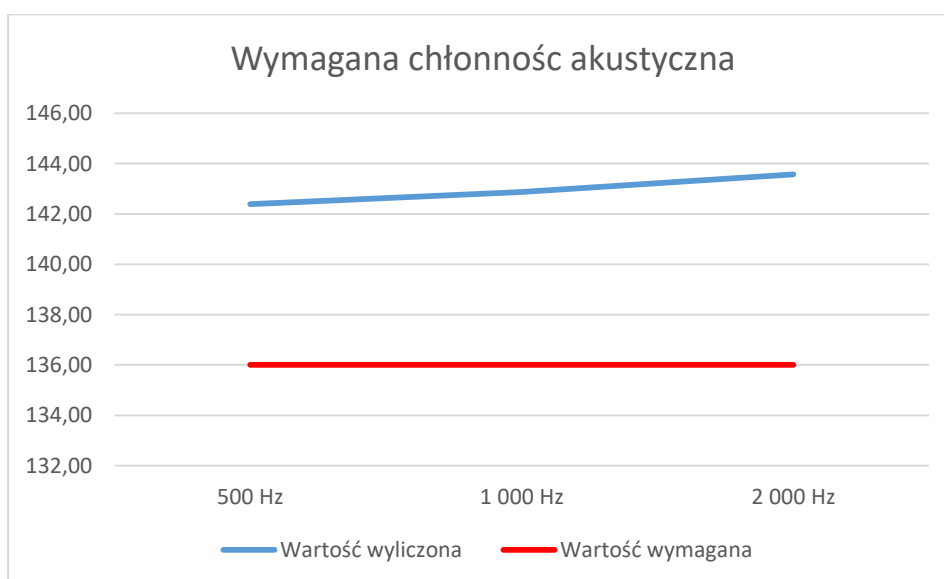
Fig.40 Wykres wartości średniej czasu pogłosu w korytarzu 222 w paśmie 100 Hz – 10 kHz z uwzględnieniem założeń projektowych.

7. Wyliczenia chłonności akustycznej

7.1. Korytarze 108 i 208

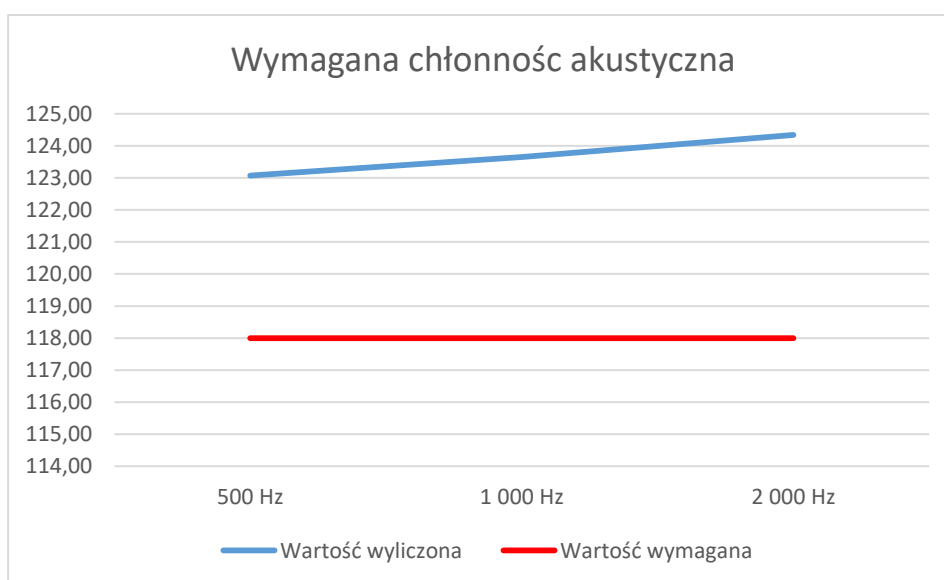
Materiał	Współczynnik pochłaniania [α]			Powierzchnia S [m ²]	Chłonność akustyczna [A]		
	500 Hz	1 000 Hz	2 000 Hz		500 Hz	1 000 Hz	2 000 Hz
Aair chłonność akustyczna powietrza	0,0006	0,001	0,0017		0,24	0,41	0,69
Ściany - Tynk gipsowy, wymalowany	0,00	0,00	0,00	189	0,00	0,00	0,00
Podłoga - Wykładzina PCV	0,03	0,03	0,03	136	4,08	4,08	4,08
Przeszklenia	0,05	0,03	0,02	10	0,50	0,30	0,20
Drzwi	0,06	0,08	0,10	26	1,56	2,08	2,60
Sufit modułowy	1,00	1,00	1,00	136	136,00	136,00	136,00
Wartość wyliczona					142,38	142,87	143,57

Wartość wymagana	136	136	136
------------------	-----	-----	-----



7.2. Korytarz 222

Materiał	Współczynnik pochłaniania [α]			Powierzchnia S [m ²]	Chłoność akustyczna [A]		
	500 Hz	1 000 Hz	2 000 Hz		500 Hz	1 000 Hz	2 000 Hz
Aair chłoność akustyczna powietrza	0,0006	0,001	0,0017		0,21	0,35	0,60
Ściany - Tynk gipsowy, wymalowany	0,00	0,00	0,00	164	0,00	0,00	0,00
Podłoga - Wykładzina PCV	0,03	0,03	0,03	118	3,54	3,54	3,54
Drzwi	0,06	0,08	0,10	22	1,32	1,76	2,20
Sufit modułowy	1,00	1,00	1,00	118	118,00	118,00	118,00
Wartość wyliczona					123,07	123,65	124,34
Wartość wymagana					118	118	118



8. Podsumowanie symulacji

Przeprowadzone symulacje dały bardzo zadowalające wyniki, uzyskane wartości zgadzają się z przyjętymi założeniami. Obliczenia pokazały również, że adaptacja sal jest konieczna w celu spełnienia normy PN-B-02151-4.

9. Zestawienie minimalnej ilości materiałów pochłaniających

Sala lekcyjna	
Powierzchnia	Ilość [m2]
Sufit	60
Ściana	8
Sala komputerowa	
Powierzchnia	Ilość [m2]
Sufit	72
Ściana	11
Pokój nauczycielski	
Powierzchnia	Ilość [m2]
Sufit	63
Ściana	8
Sala korekcyjna	
Powierzchnia	Ilość [m2]
Sufit	75
Ściana	21
Korytarz 108	
Powierzchnia	Ilość [m2]
Sufit	136
Korytarz 208	
Powierzchnia	Ilość [m2]
Sufit	136
Korytarz 222	
Powierzchnia	Ilość [m2]
Sufit	118