



**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:

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

Temat opracowania: **Adaptacja Akustyczna Szkoły Podstawowej w Wiszni Małej**

Branża: **Akustyka**

nr umowy:

Stadium: **Projekt Wykonawczy**

nr tomu:

nr
upr.

data

podpis

Projektował: **mgr inż. Dariusz Borowiecki**

Sprawdził:

Spis treści

1. PRZEDMIOT I ZAKRES RZECZOWY DOKUMENTACJI.....	3
2. WSTĘP TEORETYCZNY	3
3. ZAŁOŻENIA PROJEKTOWE	6
3.1. SALA PRZEDSZKOLNA.....	6
3.2. KLASA 0.....	7
3.3. KLASA 1-3	8
3.4. KLASA 4-8	9
3.5. KLASA JĘZYKOWA.....	10
3.6. KLASA KOMPUTEROWA	12
3.7. AULA	13
3.8. BIBLIOTEKA	14
3.9. ŚWIETLICA I.....	15
3.10. ŚWIETLICA II	16
3.11. POKÓJ NAUCZYCIELSKI	17
3.12. STOŁÓWKA.....	18
3.13. SIŁOWNIA	19
3.14. SALA GIMNASTYCZNA	20
4. OPIS PROPONOWANEGO ROZWIĄZANIA.....	21
4.1. SALA PRZEDSZKOLNA	21
4.2. KLASA 0.....	22
4.3. KLASA 1-3	23
4.4. KLASA 4-8	24
4.5. KLASA JĘZYKOWA.....	25
4.6. KLASA KOMPUTEROWA	26
4.7. AULA	27
4.8. BIBLIOTEKA	28
4.9. ŚWIETLICA I.....	29
4.10. ŚWIETLICA II	30
4.11. POKÓJ NAUCZYCIELSKI	31
4.12. STOŁÓWKA.....	32
4.13. SIŁOWNIA	33
4.14. STOŁÓWKA.....	34
4.15. POZOSTAŁE POMIESZCZENIA	35
5. SYMULACJA	35
6. WYNIKI SYMULACJI.....	44
6.1. SALA PRZEDSZKOLNA	44
6.2. KLASA 0.....	46
6.3. KLASA 1-3	48
6.4. KLASA 4-8	50
6.5. KLASA JĘZYKOWA.....	52
6.6. KLASA KOMPUTEROWA	54
6.7. AULA	56
6.8. BIBLIOTEKA	58
6.9. ŚWIETLICA I.....	60
6.10. ŚWIETLICA II	62
6.11. POKÓJ NAUCZYCIELSKI	64
6.12. STOŁÓWKA.....	66
6.13. SIŁOWNIA	68
6.14. SALA GIMNASTYCZNA	70
7. PODSUMOWANIE SYMULACJI	72

1. Przedmiot i zakres rzeczowy dokumentacji

Przedmiotem dokumentacji jest adaptacja akustyczna Szkoły Podstawowej w Wiszni Małej. 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.

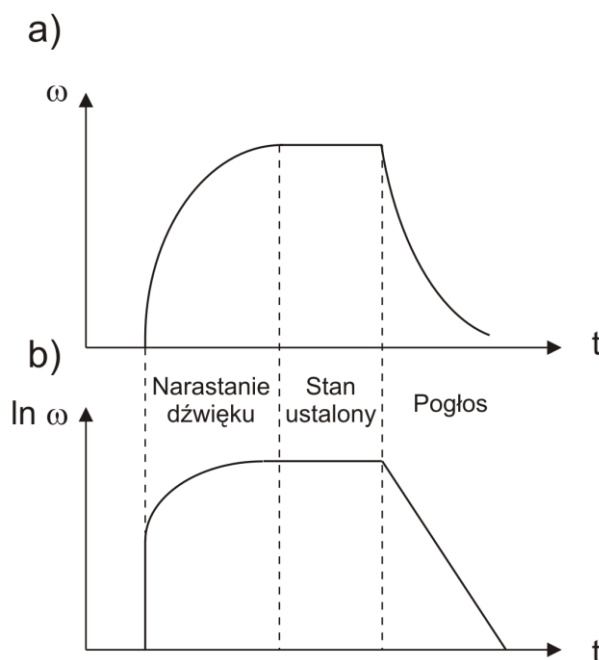


Fig.1 Narastanie, stan ustalony i zanikanie dźwięku (pogłos): a) w skali liniowej; b) w skali logarytmicznej.

Innym parametrem opisującym jakość warunków akustycznych w pomieszczeniu jest wskaźnik STI (Speech Transmission Index), który opisuje jakość transmisji mowy od źródła do uszu słuchacza. Funkcja przeniesienia modulacji może być wyznaczona wieloma sposobami: przy użyciu sygnału mowy, specjalnych sygnałów testowych lub korzystając z odpowiedzi impulsowej pomieszczenia, a dokładnie z transmitancji kanału transmisyjnego. Sygnał pobudzenia modulowany jest 14 częstotliwościami (0,63 Hz; 0,8 Hz; 1 Hz; 1,25 Hz; 1,6 Hz; 2,0 Hz; 2,5 Hz; 3,15 Hz; 4 Hz; 5 Hz; 6,3 Hz; 8 Hz; 10 Hz; 12,5 Hz) w 7 pasmach oktaowych o częstotliwościach środkowych od 125 Hz do 8 kHz. Po zarejestrowaniu odpowiedzi kanału transmisyjnego analizuje się jak wpłynął on na modulację sygnału pobudzenia. W przypadku, gdy dostępna jest już transmitancja można wyznaczyć wskaźnik STI wyznaczając w każdej oktawie najpierw zespoloną funkcję przeniesienia modulacji (CMTF) dla każdej z 14 częstotliwości modulujących F_{mod} :

$$CMTF(F_{\text{mod}}) = \frac{\sum_{i=fd}^{fg} H(i) \cdot H(L_F - 1)}{\sum_{i=fd}^{fg} |H(i)|^2}$$

gdzie: $H(i)$ – transmitancja, L_F – numer prążka odpowiadający częstotliwości modulacji F_{mod} , fg – częstotliwość górna pasma, fd – częstotliwość dolna pasma.

Następnie wprowadza się skalę logarytmiczną:

$$S / N(F_{\text{mod}}) = 10 \log \frac{CMTF(F_{\text{mod}})}{1 - CMTF(F_{\text{mod}})}$$

Wartość S/N normalizuje się w zakresie ± 15 dB i liczy wartość średnią w oktawie:

$$S / N = \frac{\sum_{F_{\text{mod}}=1}^{14} S / N(F_{\text{mod}})}{14}$$

Ostateczne wyznaczenie wskaźnika STI to proste unormowanie do wartości z zakresu $0 \div 1$ [7]:

$$STI = \frac{S / N + 15}{30}$$

Przyjmuje on wartość w zakresie od 0 (najgorsza zrozumiałość) do 1 (zrozumiałość idealna), przy czym powyżej wartości 0,6 przyjmuje się bardzo dobrą zrozumiałość mowy.

Kolejnymi istotnymi parametrami są $C50$ i $C80$, określające przejrzystości przekazu, tzn. stosunek energii docierającej wcześniej do energii docierającej później. W zależności od tego czy wyniki mają odnosić się do warunków dla

mowy czy muzyki mogą być obliczane odpowiednio dla pierwszych 50 ms lub 80 ms odpowiedzi impulsowej pomieszczenia.

$$C_{te} = 10 \log \left(\frac{\int_{te}^{\infty} h^2(t) dt}{\int_{-\infty}^{te} h^2(t) dt} \right) dB$$

gdzie: C_{te} – wskaźnik energii wczesnej do późnej, te – granica przedziału czasu wczesnego równa 50 ms lub 80 ms.

3. Założenia projektowe

3.1. Sala Przedszkolna

Podstawowe dane pomieszczenia:

Objętość : ok. 185 m³

Całkowita powierzchnia płaszczyzn ograniczających pomieszczenie: ok. 224 m²

Szerokość : ok. 6,6 m

Długość : ok. 11,8 m

Wysokość: ok. 3 m

Zalecana 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 w żłobkach i przedszkolach:

- Czas pogłosu dla 500 Hz $\leq 0,4$ s (dla pasma oktawowego dopuszczalne jest 30% odchylenie od tej wartości). Wykres czasu pogłosu w funkcji częstotliwości przedstawiony jest na fig.2.

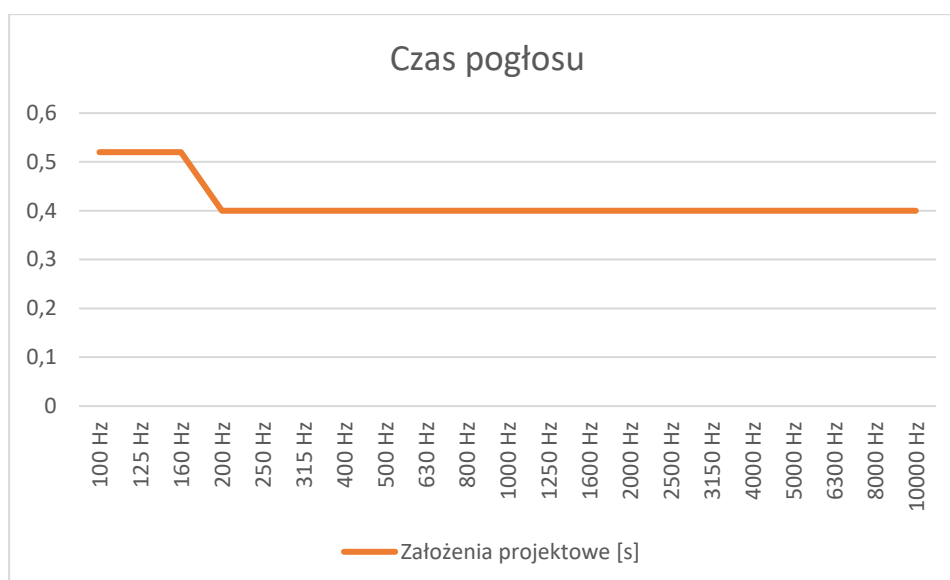


Fig.2 Wykres przedstawiający dopuszczalne w normie wartości czasu pogłosu dla sali przedszkolnej.

3.2. Klasa 0

Podstawowe dane pomieszczenia:

Objętość : ok. 240 m³

Całkowita powierzchnia płaszczyzn ograniczających pomieszczenie: ok. 270 m²

Szerokość : ok. 6,6 m

Długość: : ok. 11,8 m

Wysokość: ok. 3 m

Zalecana 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 poniżej 250 m³ przeznaczonych do prowadzenia zajęć w ramach nauczania początkowego:

- Wskaźnik zrozumiałości mowy $\geq 0,6$,

- Czas pogłosu dla 500 Hz $\leq 0,5$ s (dla pasma oktawowego dopuszczalne jest 30% odchylenie od tej wartości). Wykres czasu pogłosu w funkcji częstotliwości przedstawiony jest na fig.3.

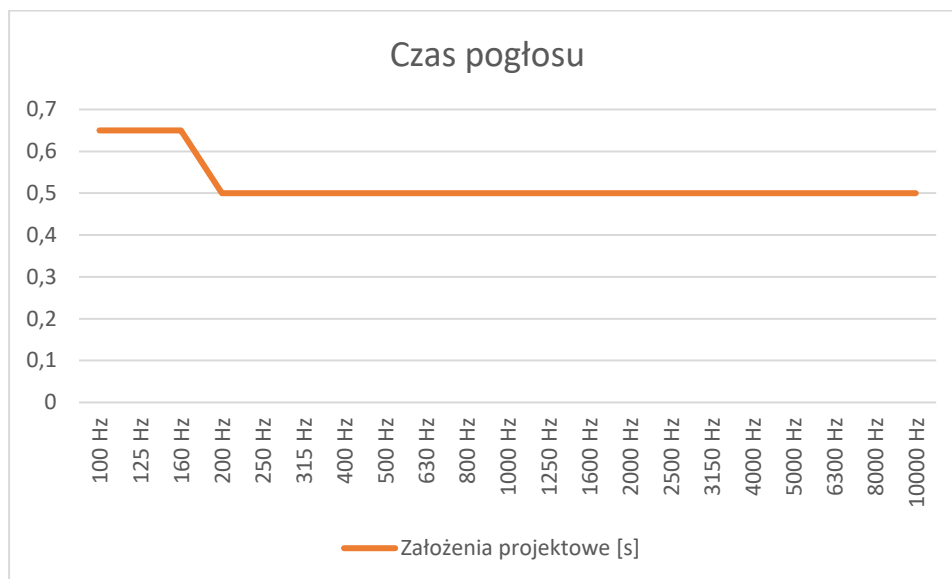


Fig.3 Wykres przedstawiający dopuszczalne w normie wartości czasu pogłosu dla klasy 0.

3.3. Klasa 1-3

Podstawowe dane pomieszczenia:

Objętość : ok. 190 m³

Całkowita powierzchnia płaszczyzn ograniczających pomieszczenie: ok. 230 m²

Szerokość : ok. 6,6 m

Długość : ok. 10,7 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 poniżej 250 m³ przeznaczonych do prowadzenia zajęć w ramach nauczania początkowego:

- Wskaźnik zrozumiałości mowy $\geq 0,6$,
- Czas pogłosu dla 500 Hz $\leq 0,5$ s (dla pasma oktawowego dopuszczalne jest 30% odchylenie od tej wartości). Wykres czasu pogłosu w funkcji częstotliwości przedstawiony jest na fig.4.



Fig.4 Wykres przedstawiający dopuszczalne w normie wartości czasu pogłosu dla klasy 1-3.

3.4. Klasa 4-8

Podstawowe dane pomieszczenia:

Objętość : ok. 190 m³

Całkowita powierzchnia płaszczyzn ograniczających pomieszczenie: ok. 230 m²

Szerokość : ok. 6,6 m

Długość : ok. 10,7 m

Wysokość: ok. 3 m

Zalecana 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 poniżej 250 m³:

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



Fig.5 Wykres przedstawiający dopuszczalne w normie wartości czasu pogłosu dla klasy 4-8.

3.5. Klasa językowa

Podstawowe dane pomieszczenia:

Objętość : ok. 180 m³

Całkowita powierzchnia płaszczyzn ograniczających pomieszczenie: ok. 210 m²

Szerokość : ok. 6,6 m

Długość: : ok. 8,8 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 poniżej 250 m³ przeznaczonych do nauczania języków obcych:

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

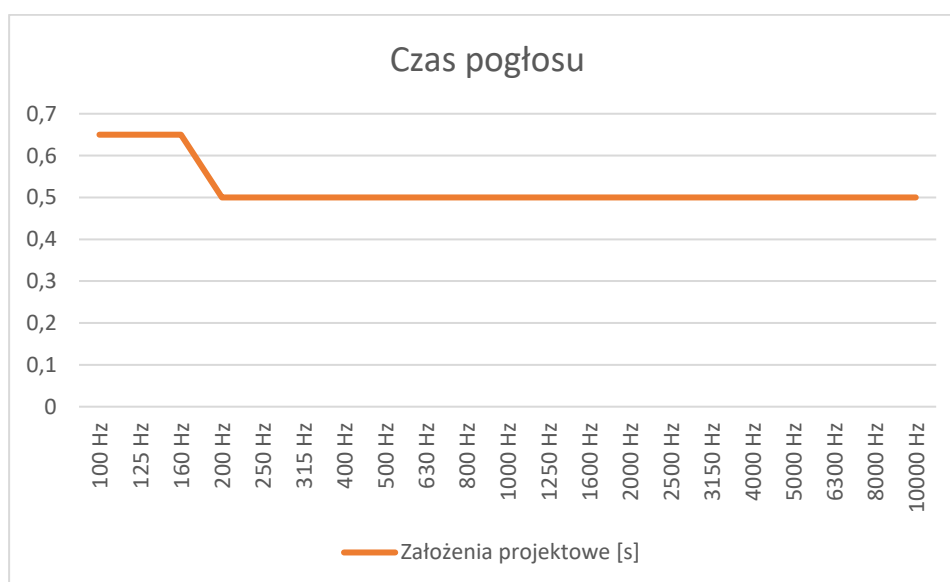


Fig.6 Wykres przedstawiający dopuszczalne w normie wartości czasu pogłosu dla klasy językowej.

3.6. Klasa komputerowa

Podstawowe dane pomieszczenia:

Objętość : ok. 272 m³

Całkowita powierzchnia płaszczyzn ograniczających pomieszczenie: ok. 300 m²

Szerokość : ok. 8,8 m

Długość : ok. 10,4 m

Wysokość: ok. 3 m

Zalecana 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 250 m³ do 500 m³:

- Wskaźnik zrozumiałości mowy $\geq 0,6$,

- Czas pogłosu dla 500 Hz $\leq 0,8$ s (dla pasma oktawowego dopuszczalne jest 30% odchylenie od tej wartości). Wykres czasu pogłosu w funkcji częstotliwości przedstawiony jest na fig.7.

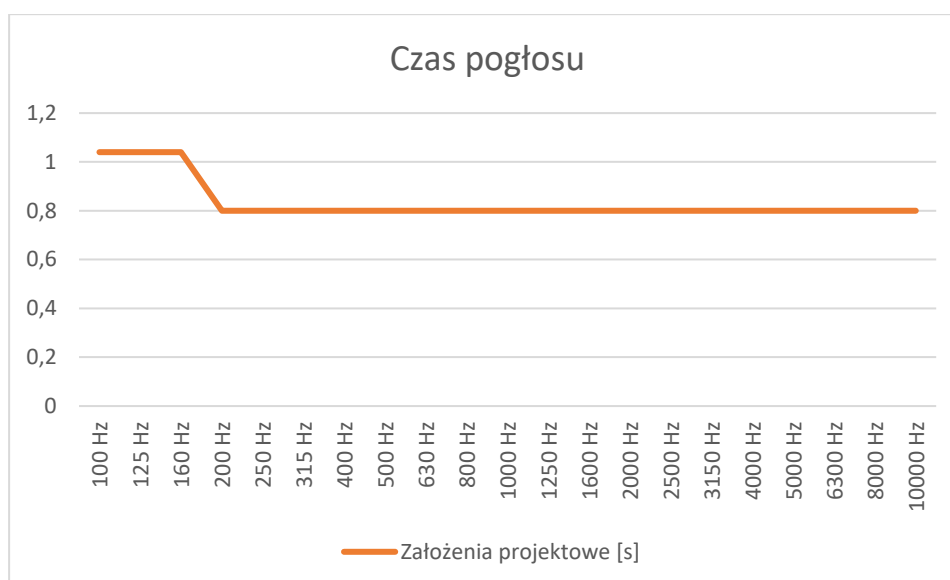


Fig.7 Wykres przedstawiający dopuszczalne w normie wartości czasu pogłosu dla klasy komputerowej.

3.7. Aula

Podstawowe dane pomieszczenia:

Objętość : ok. 470 m³

Całkowita powierzchnia płaszczyzn ograniczających pomieszczenie: ok. 534 m²

Szerokość : ok. 8,8 m

Długość: : ok. 17,5 m

Wysokość: ok. 4,33 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 250 m³ do 500 m³:

- Wskaźnik zrozumiałości mowy $\geq 0,6$,

- Czas pogłosu dla 500 Hz $\leq 0,8$ s (dla pasma oktawowego dopuszczalne jest 30% odchylenie od tej wartości). Wykres czasu pogłosu w funkcji częstotliwości przedstawiony jest na fig.7.

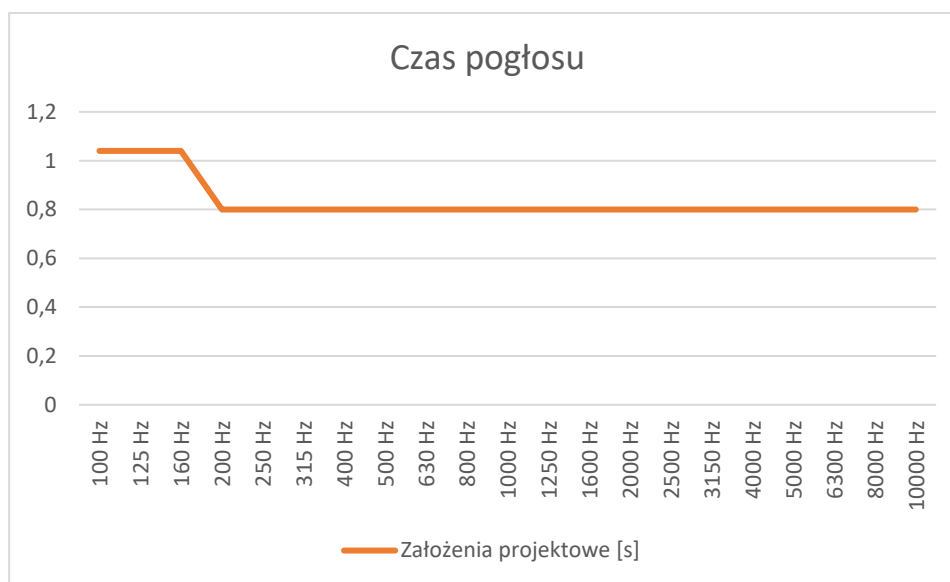


Fig.8 Wykres przedstawiający dopuszczalne w normie wartości czasu pogłosu dla auli.

3.8. Biblioteka

Podstawowe dane pomieszczenia:

Objętość : ok. 470 m³

Całkowita powierzchnia płaszczyzn ograniczających pomieszczenie: ok. 500 m²

Szerokość : ok. 17,8 m

Długość : ok. 11,8 m

Wysokość: ok. 3 m

Zalecana 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 czytelní, wypożyczalni oraz pomieszczeń księgozbiorów z wolnym dostępem w bibliotekach:

- Czas pogłosu dla 500 Hz $\leq 0,6$ s (dla pasma oktawowego dopuszczalne jest 30% odchylenie od tej wartości). Wykres czasu pogłosu w funkcji częstotliwości przedstawiony jest na fig.9.

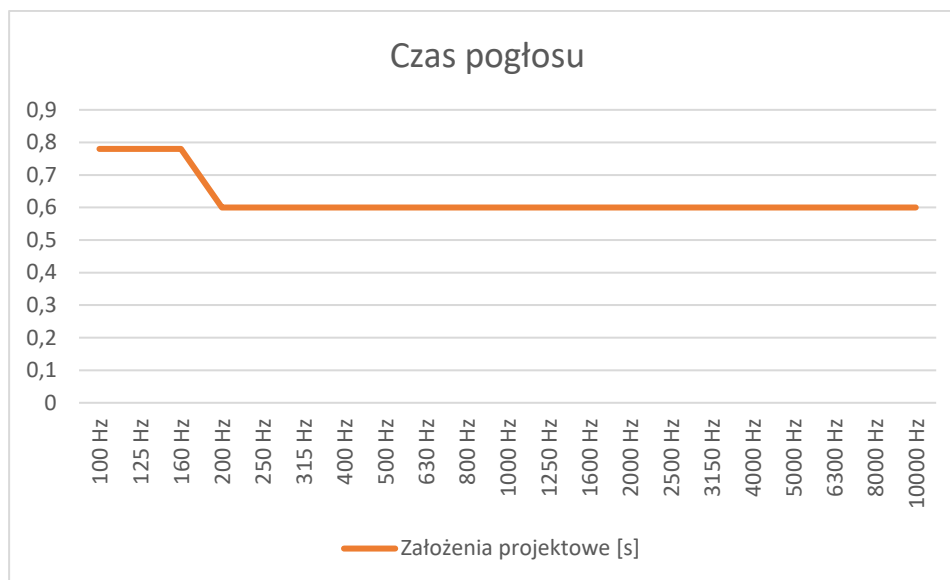


Fig.9 Wykres przedstawiający dopuszczalne w normie wartości czasu pogłosu dla biblioteki.

3.9. Świetlica I

Podstawowe dane pomieszczenia:

Objętość : ok. 520 m³

Całkowita powierzchnia płaszczyzn ograniczających pomieszczenie: ok. 530 m²

Szerokość : ok. 17,5 m

Długość: : ok. 11,8 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 świetlic szkolnych:

- Czas pogłosu dla 500 Hz $\leq 0,6$ s (dla pasma oktawowego dopuszczalne jest 30% odchylenie od tej wartości). Wykres czasu pogłosu w funkcji częstotliwości przedstawiony jest na fig.10.

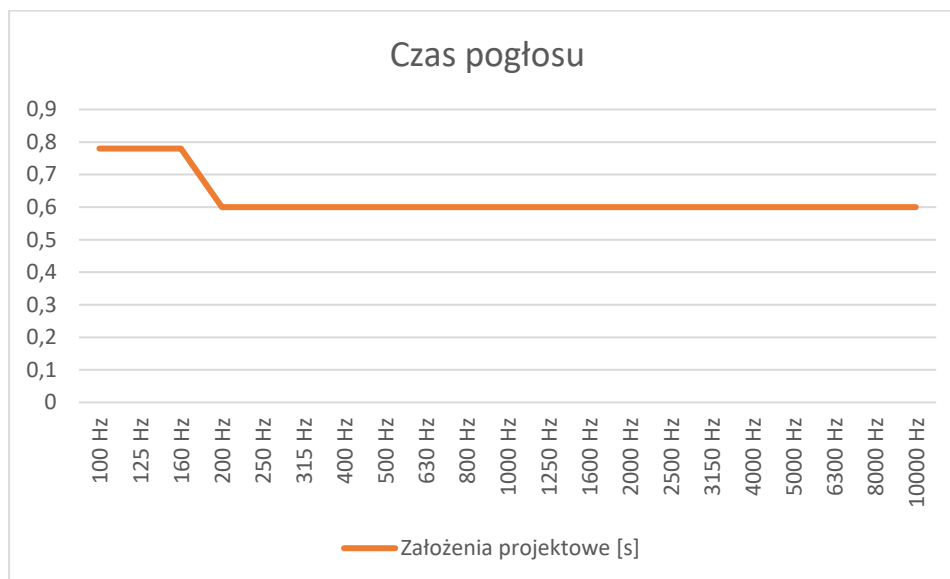


Fig.10 Wykres przedstawiający dopuszczalne w normie wartości czasu pogłosu dla świetlicy I.

3.10. Świetlica II

Podstawowe dane pomieszczenia:

Objętość : ok. 205 m³

Całkowita powierzchnia płaszczyzn ograniczających pomieszczenie: ok. 240 m²

Szerokość : ok. 5,8 m

Długość: : ok. 11,8 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 świetlic szkolnych:

- Czas pogłosu dla 500 Hz $\leq 0,6$ s (dla pasma oktawowego dopuszczalne jest 30% odchylenie od tej wartości). Wykres czasu pogłosu w funkcji częstotliwości przedstawiony jest na fig.11.

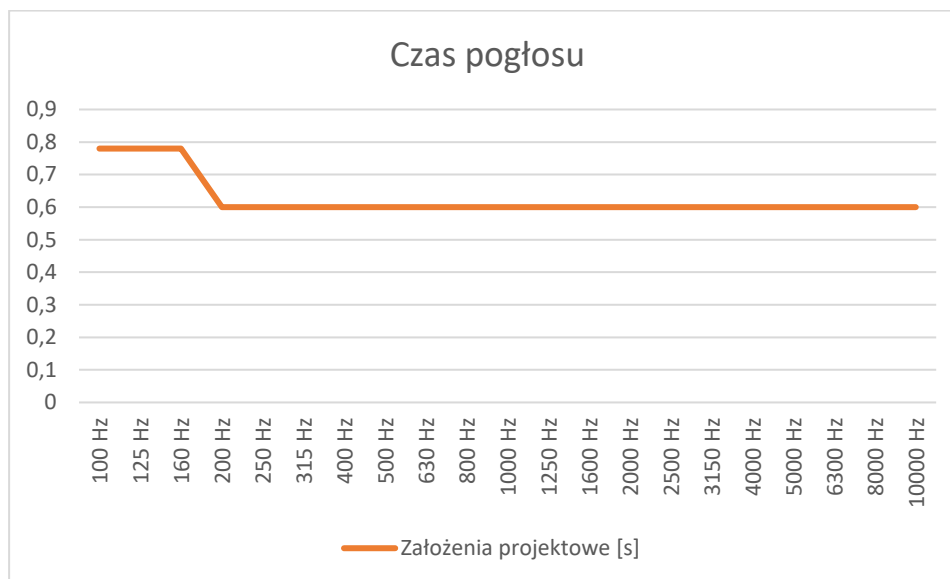


Fig.11 Wykres przedstawiający dopuszczalne w normie wartości czasu pogłosu dla świetlicy II.

3.11. Pokój nauczycielski

Podstawowe dane pomieszczenia:

Objętość : ok. 170 m³

Całkowita powierzchnia płaszczyzn ograniczających pomieszczenie: ok. 205 m²

Szerokość : ok. 8,8 m

Długość : ok. 6,4 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 pokoi nauczycielskich, socjalnych i innych pomieszczeń o podobnym przeznaczeniu:

- Czas pogłosu dla 500 Hz $\leq 0,6$ s (dla pasma oktawowego dopuszczalne jest 30% odchylenie od tej wartości). Wykres czasu pogłosu w funkcji częstotliwości przedstawiony jest na fig.12.



Fig.12 Wykres przedstawiający dopuszczalne w normie wartości czasu pogłosu dla pokoju nauczycielskiego.

3.12. Stołówka

Podstawowe dane pomieszczenia:

Objętość : ok. 340 m³

Całkowita powierzchnia płaszczyzn ograniczających pomieszczenie: ok. 370 m²

Szerokość : ok. 11,6 m

Długość: : ok. 11,8 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 konsumpcyjnych w stołówkach szkolnych:

- Czas pogłosu dla 500 Hz $\leq 0,6$ s (dla pasma oktawowego dopuszczalne jest 30% odchylenie od tej wartości). Wykres czasu pogłosu w funkcji częstotliwości przedstawiony jest na fig.13.

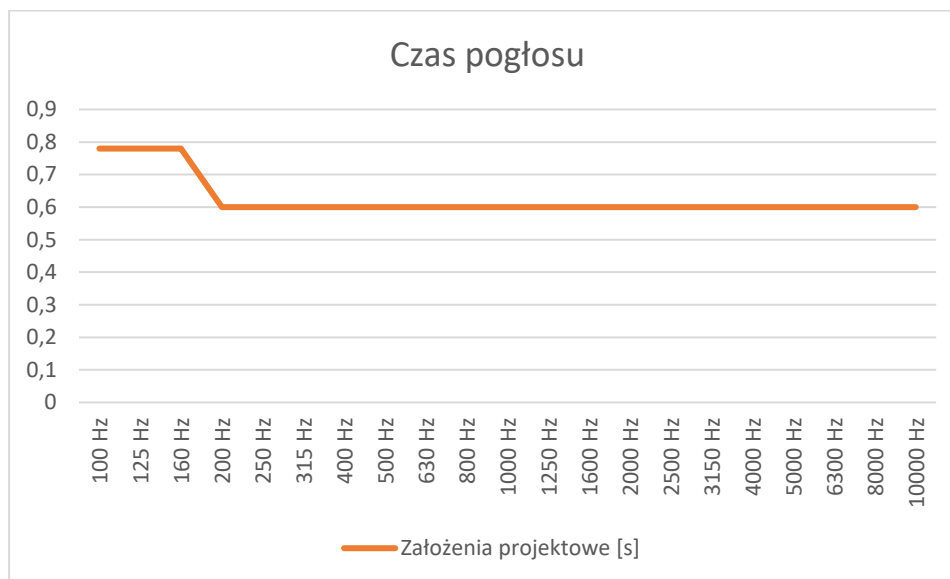


Fig.13 Wykres przedstawiający dopuszczalne w normie wartości czasu pogłosu dla stołówki.

3.13. Siłownia

Podstawowe dane pomieszczenia:

Objętość : ok. 270 m³

Całkowita powierzchnia płaszczyzn ograniczających pomieszczenie: ok. 320 m²

Szerokość : ok. 4,5 m

Długość : ok. 19,3 m

Wysokość: ok. 3 m

Zalecana 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 gimnastycznych, hal sportowych i innych pomieszczeń o podobnym przeznaczeniu o objętości poniżej 5000 m³:

- Czas pogłosu dla 500 Hz $\leq 1,5$ s (dla pasma oktawowego dopuszczalne jest 30% odchylenie od tej wartości). Wykres czasu pogłosu w funkcji częstotliwości przedstawiony jest na fig.5.

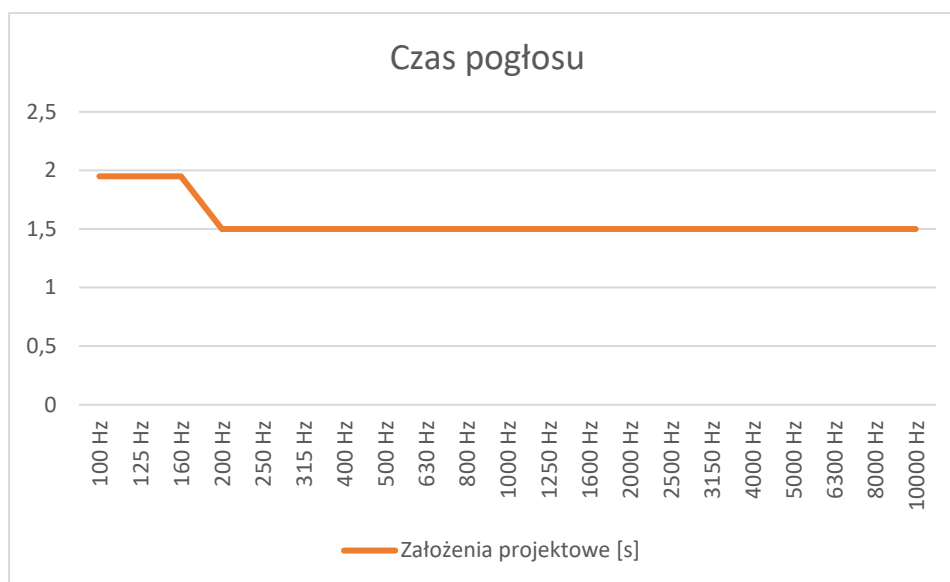


Fig.14 Wykres przedstawiający dopuszczalne w normie wartości czasu pogłosu dla siłowni.

3.14. Sala gimnastyczna

Podstawowe dane pomieszczenia:

Objętość : ok. 3020 m³

Całkowita powierzchnia płaszczyzn ograniczających pomieszczenie: ok. 1 670 m²

Szerokość : ok. 10,6 m

Długość : ok. 36,1 m

Wysokość: ok. 7,5 m

Zalecana 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 gimnastycznych, hal sportowych i innych pomieszczeń o podobnym przeznaczeniu o objętości poniżej 5000 m³:

- Czas pogłosu dla 500 Hz $\leq 1,5$ s (dla pasma oktawowego dopuszczalne jest 30% odchylenie od tej wartości). Wykres czasu pogłosu w funkcji częstotliwości przedstawiony jest na fig.5.

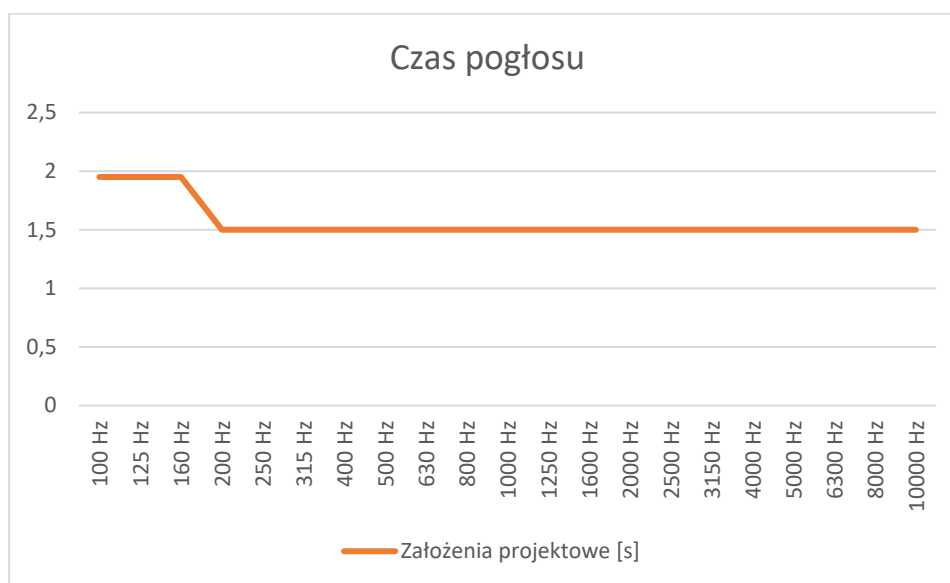


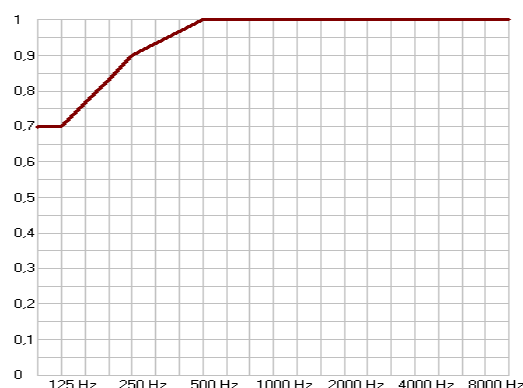
Fig.14 Wykres przedstawiający dopuszczalne w normie wartości czasu pogłosu dla sali gimnastycznej.

4. Opis proponowanego rozwiązania

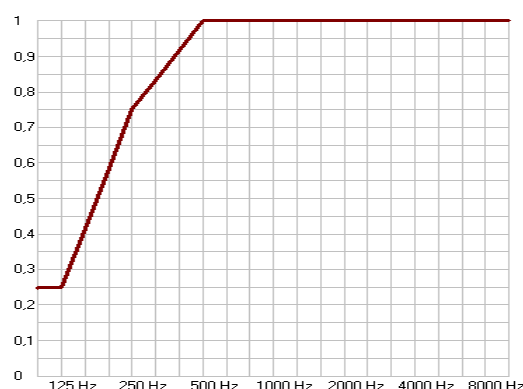
4.1. Sala przedszkolna

W celu uzyskania zakładanych parametrów akustycznych proponuje się:

- sufit pokryć płytami dźwiękochłonnymi wykonanymi ze sprasowanej wełny mineralnej w welonie o grubości min. 100 mm przy podwieszeniu min. 200 mm np. Rockfon Koral 100. Wymagane parametry zastosowanego materiału:



- ściany w pasie od wysokości 1,0 m do wysokości 2,2 m od poziomu podłogi pokryć płytami dźwiękochłonnymi wykonanymi ze sprasowanej wełny mineralnej w welonie o grubości min. 40 mm montowanymi bezpośrednio do powierzchni ściany np. Rockfon Vertiq. Wymagane parametry zastosowanego materiału:

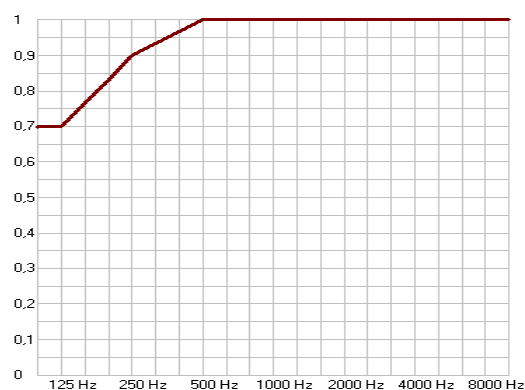


- pozostałe powierzchnie ścian pokryć tynkiem gipsowym i wymalować,
- podłogę pokryć wykładziną dywanową.

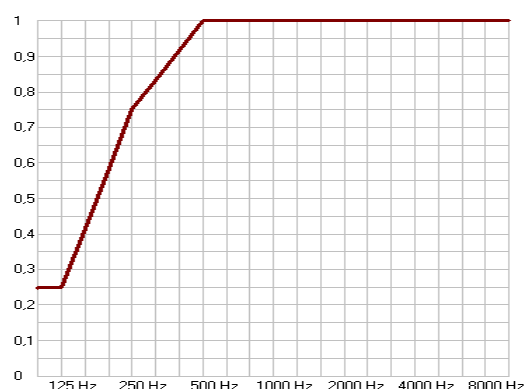
4.2. Klasa 0

W celu uzyskania zakładanych parametrów akustycznych proponuje się:

- sufit pokryć płytami dźwiękochłonnymi wykonanymi ze sprasowanej wełny mineralnej w welonie o grubości min. 100 mm przy podwieszeniu min. 200 mm np. Rockfon Koral 100. Wymagane parametry zastosowanego materiału:



- jedną ścianę dłuższą i jedną ścianę krótszą naprzeciwko okien w pasie od wysokości 1,0 m do wysokości 2,2 m od poziomej podłogi pokryć płytami dźwiękochłonnymi wykonanymi ze sprasowanej wełny mineralnej w welonie o grubości min. 40 mm montowanymi bezpośrednio do powierzchni ściany np. Rockfon Vertiq. Wymagane parametry zastosowanego materiału:

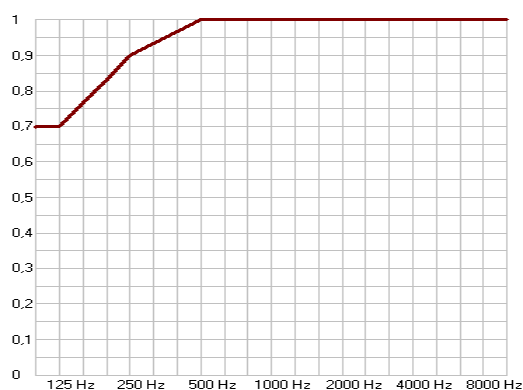


- pozostałe powierzchnie ścian pokryć tynkiem gipsowym i wymalować,
- podłogę pokryć wykładziną PCV.

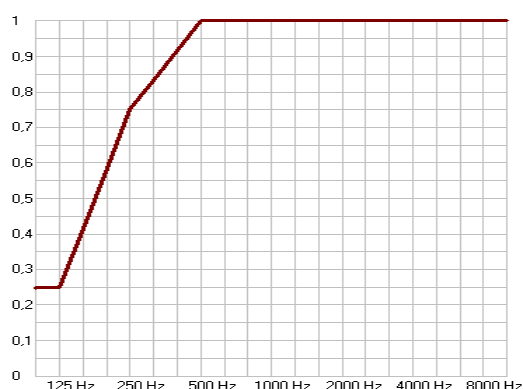
4.3. Klasa 1-3

W celu uzyskania zakładanych parametrów akustycznych proponuje się:

- sufit pokryć płytami dźwiękochłonnymi wykonanymi ze sprasowanej wełny mineralnej w welonie o grubości min. 100 mm przy podwieszeniu min. 200 mm np. Rockfon Koral 100. Wymagane parametry zastosowanego materiału:



- jedną ścianę dłuższą i jedną ścianę krótszą naprzeciwko okien w pasie od wysokości 1,0 m do wysokości 2,2 m od poziomu podłogi pokryć płytami dźwiękochłonnymi wykonanymi ze sprasowanej wełny mineralnej w welonie o grubości min. 40 mm montowanymi bezpośrednio do powierzchni ściany np. Rockfon Vertiq. Wymagane parametry zastosowanego materiału:

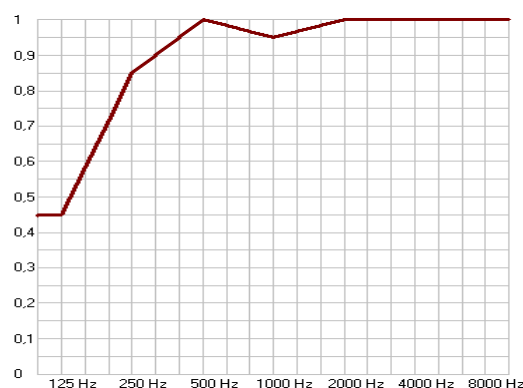


- pozostałe powierzchnie ścian pokryć tynkiem gipsowym i wymalować,
- podłogę pokryć wykładziną PCV.

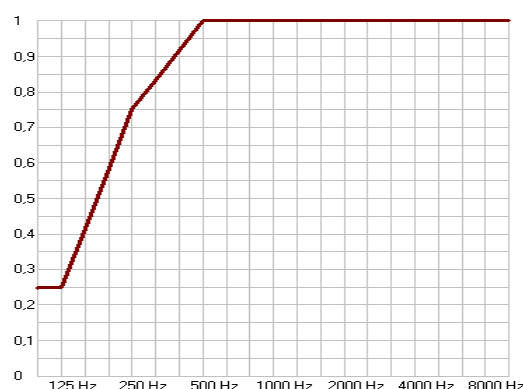
4.4. Klasa 4-8

W celu uzyskania zakładanych parametrów akustycznych proponuje się:

- sufit pokryć płytami dźwiękochłonnymi wykonanymi ze sprasowanej wełny mineralnej w welonie o grubości min. 20 mm przy podwieszeniu min. 200 mm np. Rockfon Blanka A. Wymagane parametry zastosowanego materiału:



- jedną ścianę dłuższą i jedną ścianę krótszą naprzeciwko okien w pasie od wysokości 1,0 m do wysokości 2,2 m od poziomej podłogi pokryć płytami dźwiękochłonnymi wykonanymi ze sprasowanej wełny mineralnej w welonie o grubości min. 40 mm montowanymi bezpośrednio do powierzchni ściany np. Rockfon Vertiq. Wymagane parametry zastosowanego materiału:

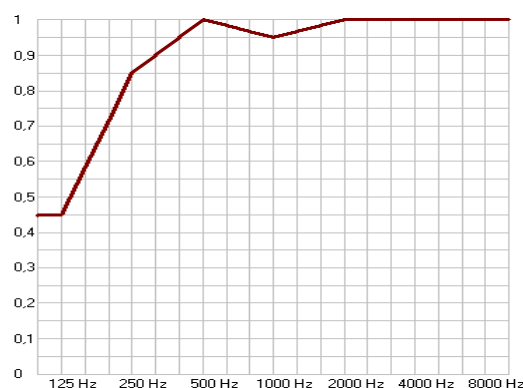


- pozostałe powierzchnie ścian pokryć tynkiem gipsowym i wymalować,
- podłogę pokryć wykładziną PCV.

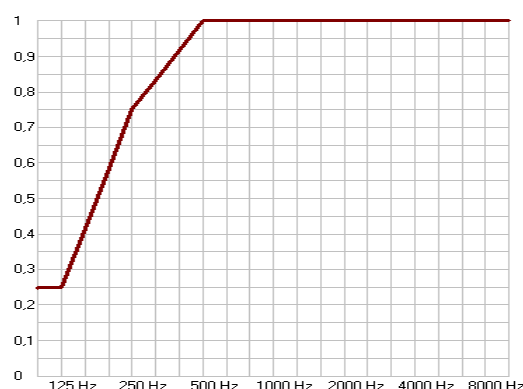
4.5. Klasa językowa

W celu uzyskania zakładanych parametrów akustycznych proponuje się:

- sufit pokryć płytami dźwiękochłonnymi wykonanymi ze sprasowanej wełny mineralnej w welonie o grubości min. 20 mm przy podwieszeniu min. 200 mm np. Rockfon Blanka A. Wymagane parametry zastosowanego materiału:



- jedną ścianę krótszą i jedną ścianę dłuższą naprzeciwko okien w pasie od wysokości 1,0 m do wysokości 2,2 m od poziomej podłogi pokryć płytami dźwiękochłonnymi wykonanymi ze sprasowanej wełny mineralnej w welonie o grubości min. 40 mm montowanymi bezpośrednio do powierzchni ściany np. Rockfon Vertiq. Wymagane parametry zastosowanego materiału:

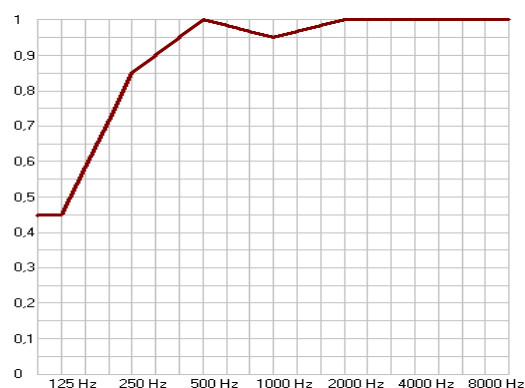


- pozostałe powierzchnie ścian pokryć tynkiem gipsowym i wymalować,
- podłogę pokryć wykładziną PCV.

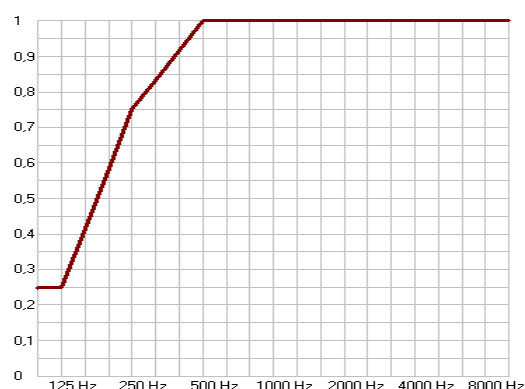
4.6. Klasa komputerowa

W celu uzyskania zakładanych parametrów akustycznych proponuje się:

- sufit pokryć płytami dźwiękochłonnymi wykonanymi ze sprasowanej wełny mineralnej w welonie o grubości min. 20 mm przy podwieszeniu min. 200 mm np. Rockfon Blanka A. Wymagane parametry zastosowanego materiału:



- jedną ścianę dłuższą naprzeciwko okien w pasie od wysokości 1,0 m do wysokości 2,2 m od poziomu podłogi pokryć płytami dźwiękochłonnymi wykonanymi ze sprasowanej wełny mineralnej w welonie o grubości min. 40 mm montowanymi bezpośrednio do powierzchni ściany np. Rockfon Vertiq. Wymagane parametry zastosowanego materiału:

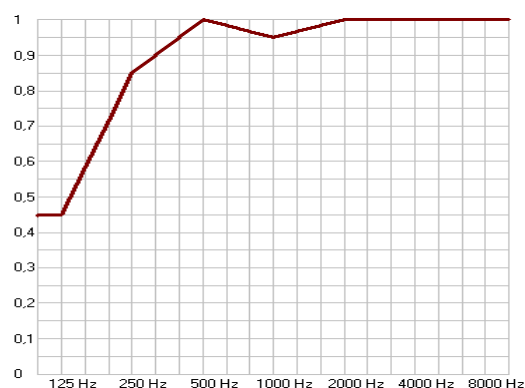


- pozostałe powierzchnie ścian pokryć tynkiem gipsowym i wymalować,
- podłogę pokryć wykładziną PCV.

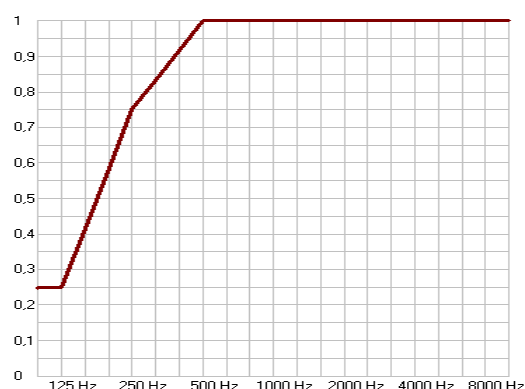
4.7. Aula

W celu uzyskania zakładanych parametrów akustycznych proponuje się:

- sufit pokryć płytami dźwiękochłonnymi wykonanymi ze sprasowanej wełny mineralnej w welonie o grubości min. 20 mm przy podwieszeniu min. 200 mm np. Rockfon Blanka A. Wymagane parametry zastosowanego materiału:



- ścianę tylną oraz ścianę dłuższą naprzeciwko okien w pasie od wysokości 1,0 m od poziomu podłogi do sufitu pokryć płytami dźwiękochłonnymi wykonanymi ze sprasowanej wełny mineralnej w welonie o grubości min. 40 mm montowanymi bezpośrednio do powierzchni ściany np. Rockfon Vertiq. Wymagane parametry zastosowanego materiału:

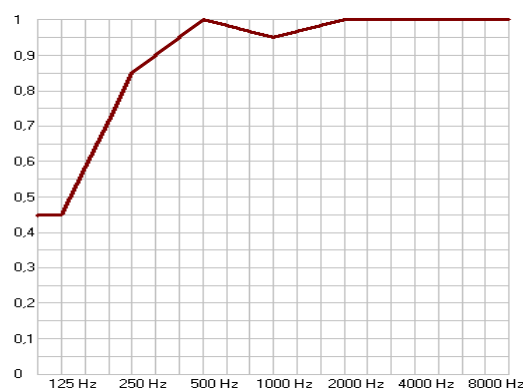


- pozostałe powierzchnie ścian pokryć tynkiem gipsowym i wymalować,
- podłogę pokryć wykładziną PCV.

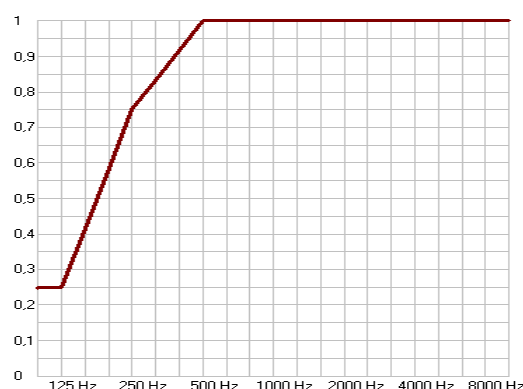
4.8. Biblioteka

W celu uzyskania zakładanych parametrów akustycznych proponuje się:

- sufit pokryć płytami dźwiękochłonnymi wykonanymi ze sprasowanej wełny mineralnej w welonie o grubości min. 20 mm przy podwieszeniu min. 200 mm np. Rockfon Blanka A. Wymagane parametry zastosowanego materiału:



- ściany toalet dla niepełnosprawnych od wysokości 1,0 m do wysokości 2,2 m od poziomy podłogi pokryć płytami dźwiękochłonnymi wykonanymi ze sprasowanej wełny mineralnej w welonie o grubości min. 40 mm montowanymi bezpośrednio do powierzchni ściany np. Rockfon Vertiq. Wymagane parametry zastosowanego materiału:

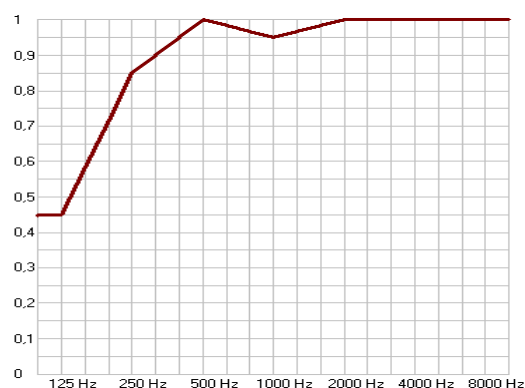


- pozostałe powierzchnie ścian pokryć tynkiem gipsowym i wymalować,
- podłogę pokryć wykładziną PCV.

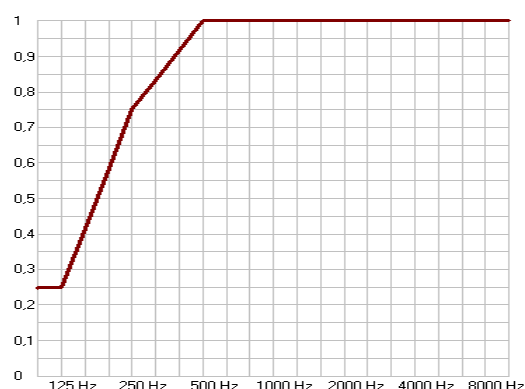
4.9. Świetlica I

W celu uzyskania zakładanych parametrów akustycznych proponuje się:

- sufit pokryć płytami dźwiękochłonnymi wykonanymi ze sprasowanej wełny mineralnej w welonie o grubości min. 20 mm przy podwieszeniu min. 200 mm np. Rockfon Blanka A. Wymagane parametry zastosowanego materiału:



- obie ściany bez drzwi naprzeciwko okien w pasie od wysokości 1,0 m do wysokości 2,2 m od poziomu podłogi pokryć płytami dźwiękochłonnymi wykonanymi ze sprasowanej wełny mineralnej w welonie o grubości min. 40 mm montowanymi bezpośrednio do powierzchni ściany np. Rockfon Vertiq. Wymagane parametry zastosowanego materiału:

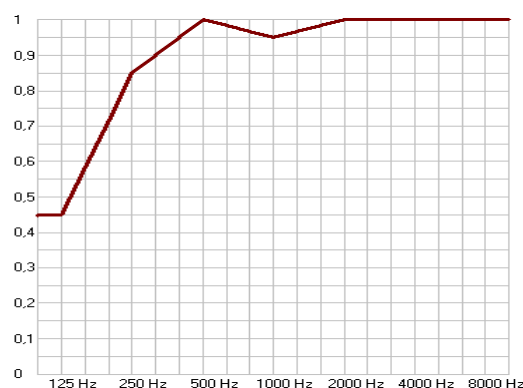


- pozostałe powierzchnie ścian pokryć tynkiem gipsowym i wymalować,
- podłogę pokryć wykładziną PCV.

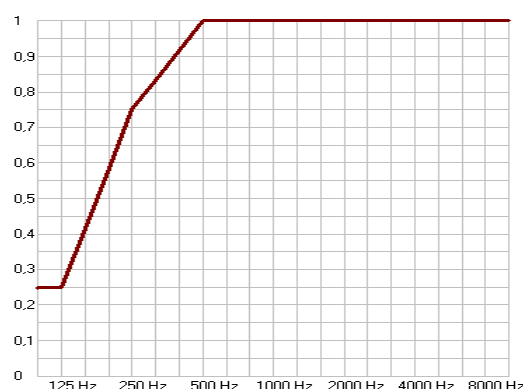
4.10. Świetlica II

W celu uzyskania zakładanych parametrów akustycznych proponuje się:

- sufit pokryć płytami dźwiękochłonnymi wykonanymi ze sprasowanej wełny mineralnej w welonie o grubości min. 20 mm przy podwieszeniu min. 200 mm np. Rockfon Blanka A. Wymagane parametry zastosowanego materiału:



- jedną ścianę dłuższą i jedną ścianę krótszą naprzeciwko okien w pasie od wysokości 1,0 m do wysokości 2,2 m od poziomej podłogi pokryć płytami dźwiękochłonnymi wykonanymi ze sprasowanej wełny mineralnej w welonie o grubości min. 40 mm montowanymi bezpośrednio do powierzchni ściany np. Rockfon Vertiq. Wymagane parametry zastosowanego materiału:

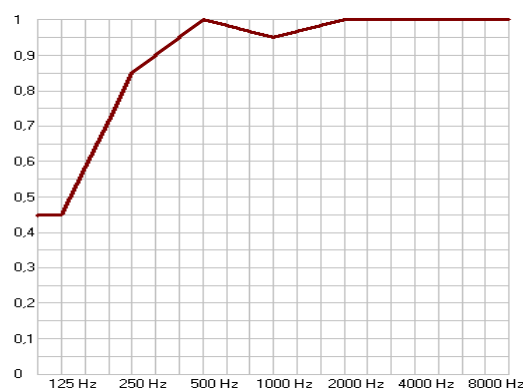


- pozostałe powierzchnie ścian pokryć tynkiem gipsowym i wymalować,
- podłogę pokryć wykładziną PCV.

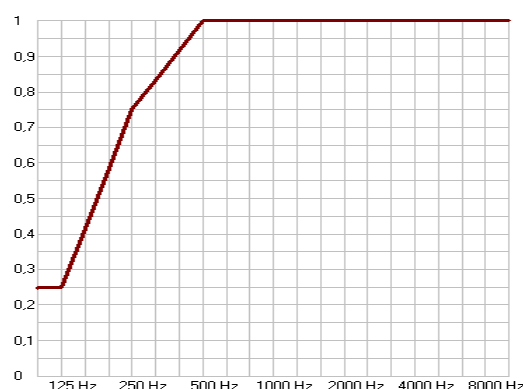
4.11. Pokój nauczycielski

W celu uzyskania zakładanych parametrów akustycznych proponuje się:

- sufit pokryć płytami dźwiękochłonnymi wykonanymi ze sprasowanej wełny mineralnej w welonie o grubości min. 20 mm przy podwieszeniu min. 200 mm np. Rockfon Blanka A. Wymagane parametry zastosowanego materiału:



- jedną ścianę naprzeciwko okien w pasie od wysokości 1,0 m do wysokości 2,2 m od poziomu podłogi pokryć płytami dźwiękochłonnymi wykonanymi ze sprasowanej wełny mineralnej w welonie o grubości min. 40 mm montowanymi bezpośrednio do powierzchni ściany np. Rockfon Vertiq. Wymagane parametry zastosowanego materiału:

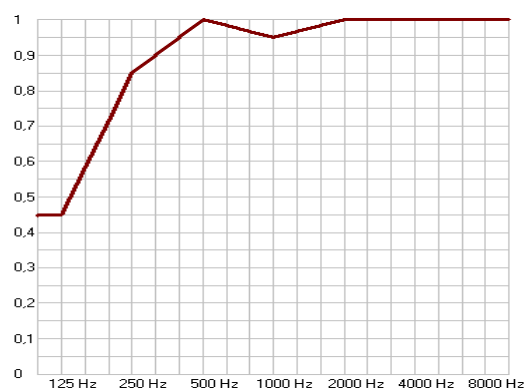


- pozostałe powierzchnie ścian pokryć tynkiem gipsowym i wymalować,
- podłogę pokryć wykładziną PCV.

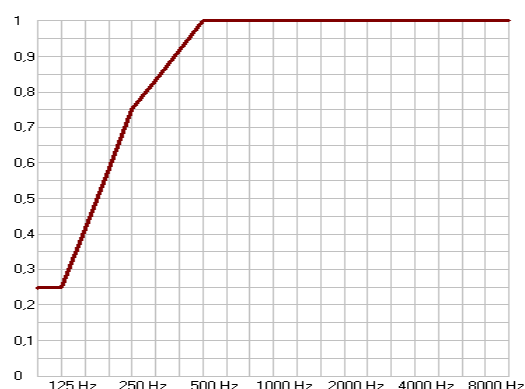
4.12. Stołówka

W celu uzyskania zakładanych parametrów akustycznych proponuje się:

- sufit pokryć płytami dźwiękochłonnymi wykonanymi ze sprasowanej wełny mineralnej w welonie o grubości min. 20 mm przy podwieszeniu min. 200 mm np. Rockfon Blanka A. Wymagane parametry zastosowanego materiału:



- jedną ścianę dłuższą w pasie od wysokości 1,0 m do wysokości 2,2 m od poziomy podłogi pokryć płytami dźwiękochłonnymi wykonanymi ze sprasowanej wełny mineralnej w welonie o grubości min. 40 mm montowanymi bezpośrednio do powierzchni ściany np. Rockfon Vertiq. Wymagane parametry zastosowanego materiału:

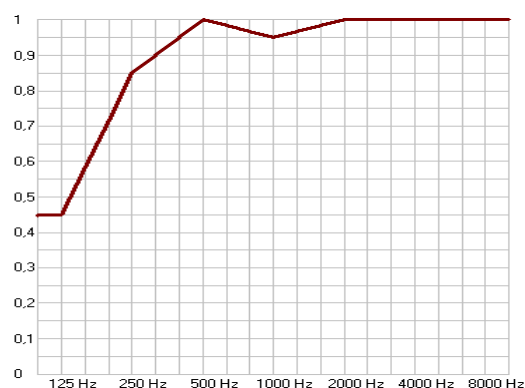


- pozostałe powierzchnie ścian pokryć tynkiem gipsowym i wymalować,
- podłogę pokryć wykładziną PCV.

4.13. Siłownia

W celu uzyskania zakładanych parametrów akustycznych proponuje się:

- sufit pokryć płytami dźwiękochłonnymi wykonanymi ze sprasowanej wełny mineralnej w welonie o grubości min. 20 mm przy podwieszeniu min. 200 mm np. Rockfon Blanka A. Wymagane parametry zastosowanego materiału:

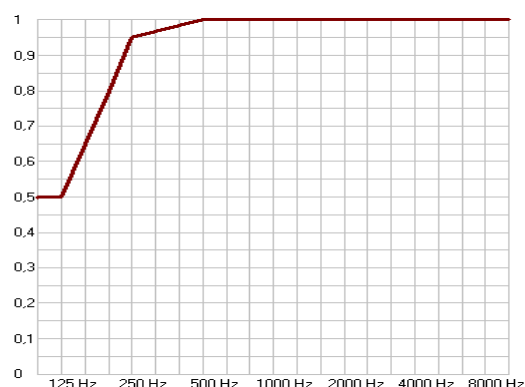


- powierzchnie ścian pokryć tynkiem gipsowym i wymalować,
- podłogę pokryć wykładziną PCV.

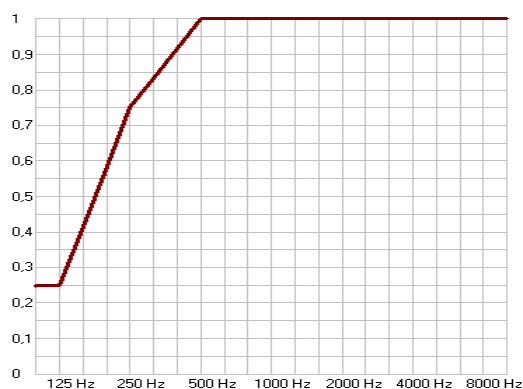
4.14. Stołówka

W celu uzyskania zakładanych parametrów akustycznych proponuje się:

- sufit pokryć płytami dźwiękochłonnymi wykonanymi ze sprasowanej wełny mineralnej w welonie odpornej na uderzenia piłki w klasie 1A o grubości min. 40 mm przy podwieszeniu min. 200 mm np. Rockfon Samson z konstrukcją Olimpia. Wymagane parametry zastosowanego materiału:



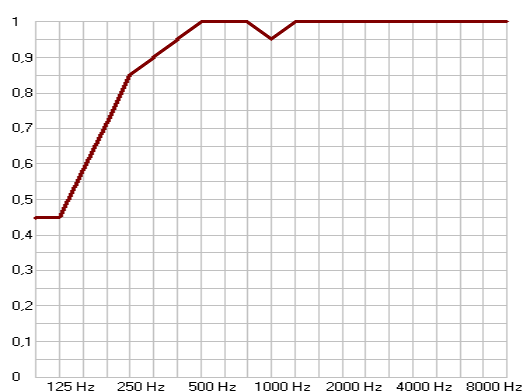
- ścianę dłuższą w pasie od wysokości 1,0 m do wysokości 3,4 m od poziomy podłogi pokryć płytami dźwiękochłonnymi wykonanymi ze sprasowanej wełny mineralnej w welonie o grubości min. 40 mm montowanymi bezpośrednio do powierzchni ściany np. Rockfon Vertiq. Wymagane parametry zastosowanego materiału:



- pozostałe powierzchnie ścian pokryć tynkiem gipsowym i wymalować,
- podłogę pokryć wykładziną PCV.

4.15 Pozostałe pomieszczenia

W celu poprawy warunków w pozostałych pomieszczeniach zaleca się sufit pokryć płytami dźwiękochłonnymi wykonanymi z wełny mineralnej o grubości 20 mm przy podwieszeniu min 200 mm np. Rockfon Blanka A. Wymagane parametry zastosowanego materiału:



5. Symulacja

W celu weryfikacji zaproponowanego rozwiązania zostały przeprowadzone symulacje przy wykorzystaniu oprogramowania EASE 4.4.17 z modułem AURA. Komputerowe modele pomieszczeń przedstawione są na fig.15 – fig.42.

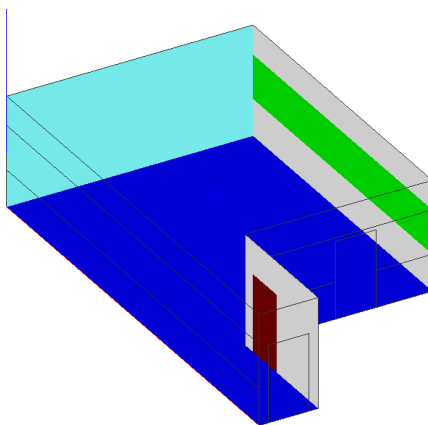


Fig.15 Komputerowy model sali przedszkolnej.

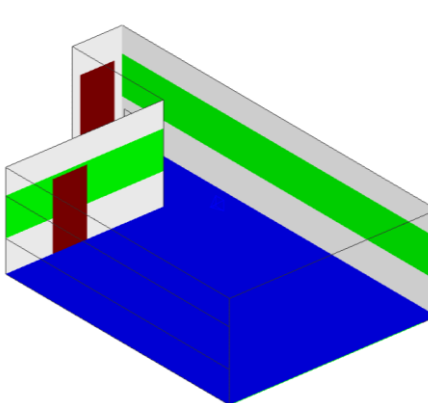


Fig.16 Komputerowy model sali przedszkolnej.

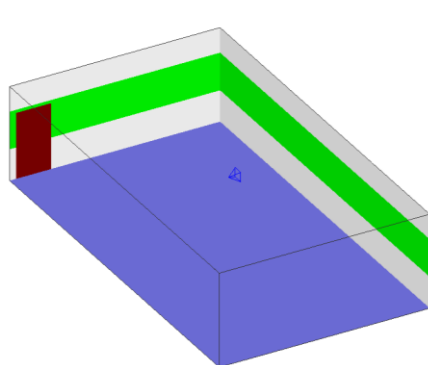


Fig.17 Komputerowy model klasy 0.

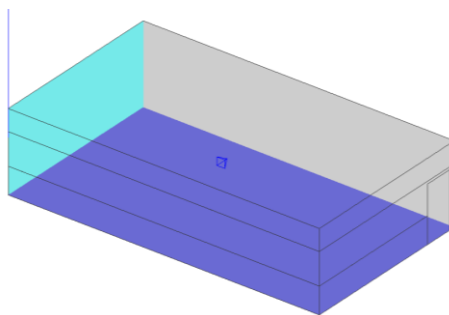


Fig.18 Komputerowy model klasy 0.

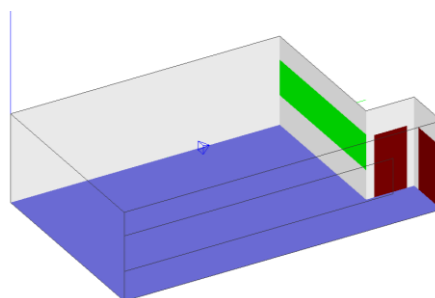


Fig.19 Komputerowy model klasy 1-3.

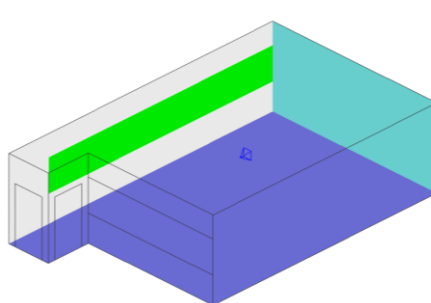


Fig.20 Komputerowy model klasy 1-3.

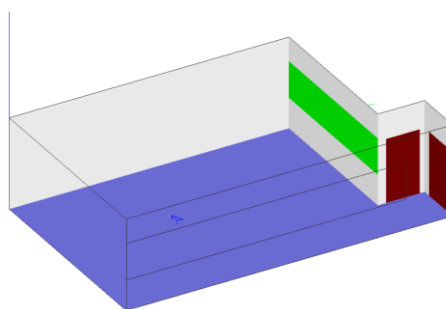


Fig.20 Komputerowy model klasy 4-8.

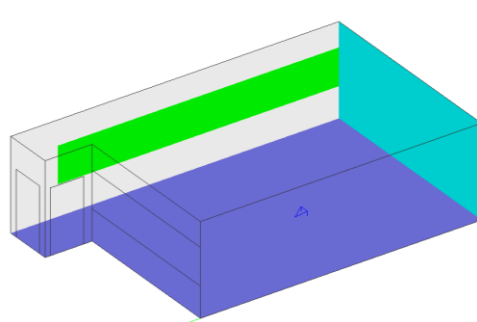


Fig.21 Komputerowy model klasy 4-8.

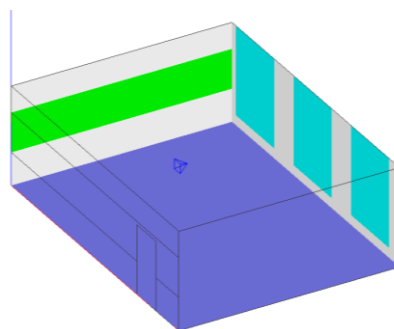


Fig.22 Komputerowy model klasy językowej.

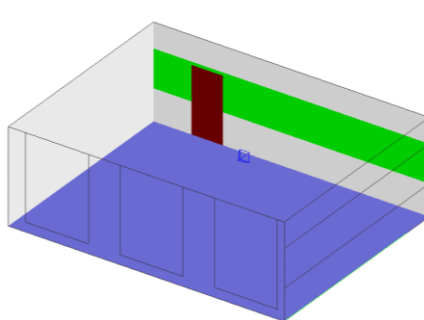


Fig.23 Komputerowy model klasy językowej.

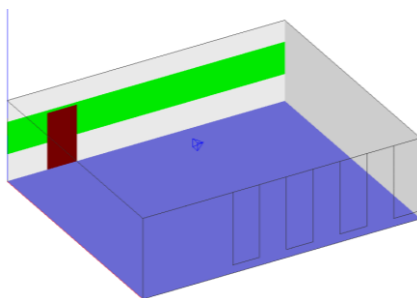


Fig.24 Komputerowy model klasy komputerowej.

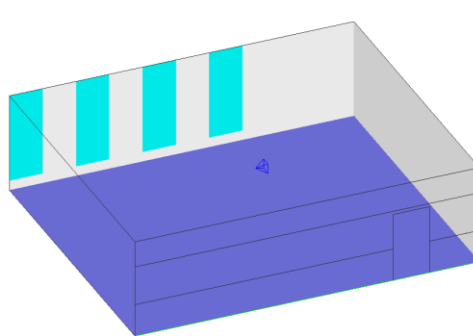


Fig.25 Komputerowy model klasy komputerowej.

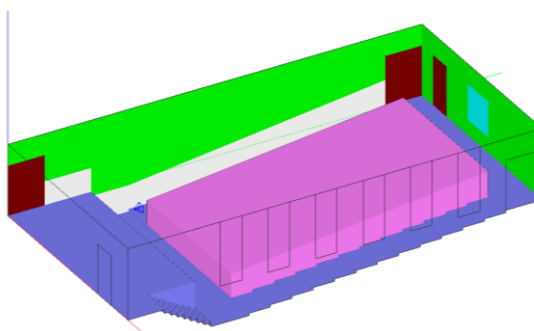


Fig.26 Komputerowy model auli.

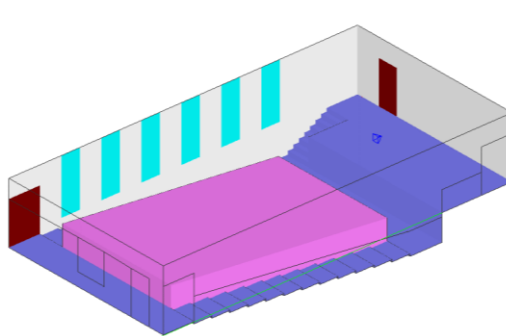


Fig.27 Komputerowy model auli.

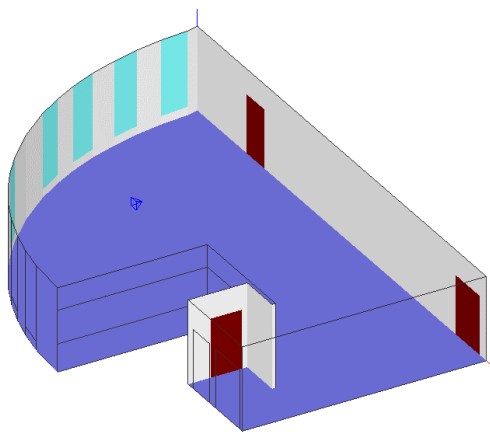


Fig.28 Komputerowy model biblioteki.

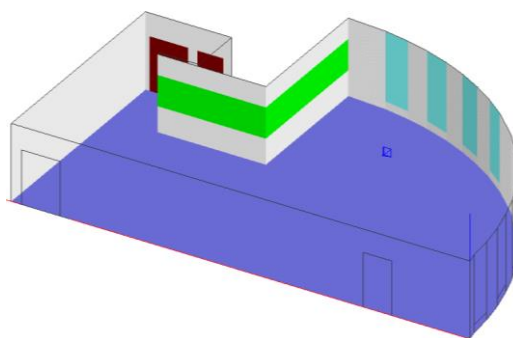


Fig.29 Komputerowy model biblioteki.

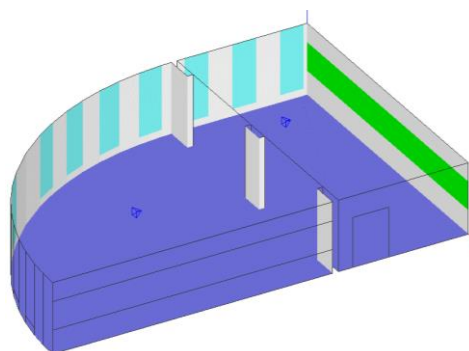


Fig.30 Komputerowy model klasy świetlicy I.

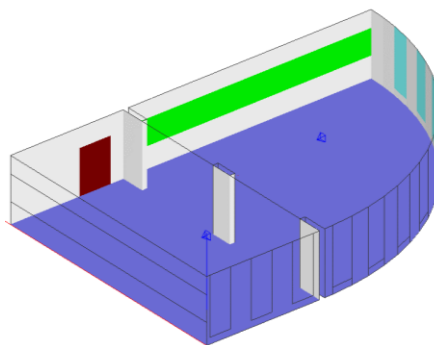


Fig.31 Komputerowy model świetlicy I.

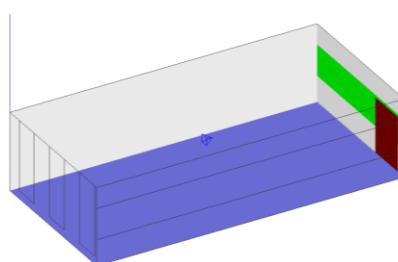


Fig.32 Komputerowy model świetlicy II.

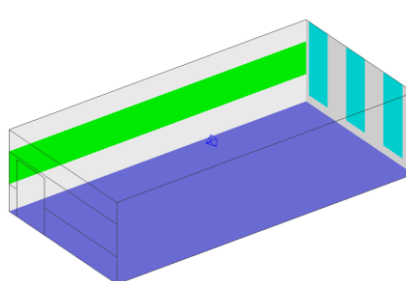


Fig.33 Komputerowy model świetlicy II.

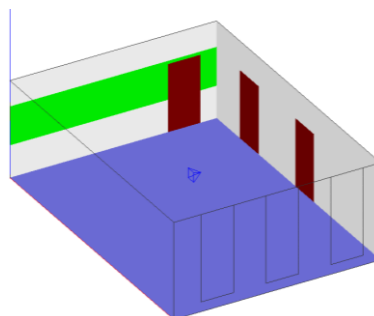


Fig.34 Komputerowy model pokoju nauczycielskiego.

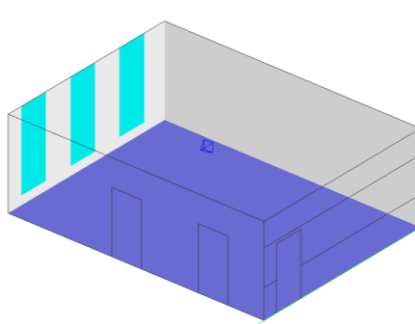


Fig.35 Komputerowy model pokoju nauczycielskiego.

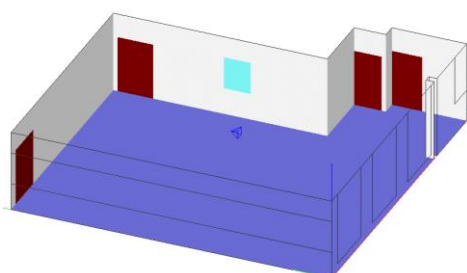


Fig.36 Komputerowy model stołówki.

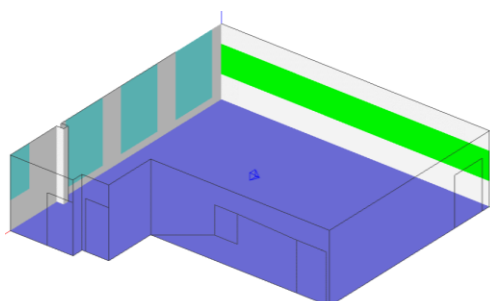


Fig.37 Komputerowy model stołówki.

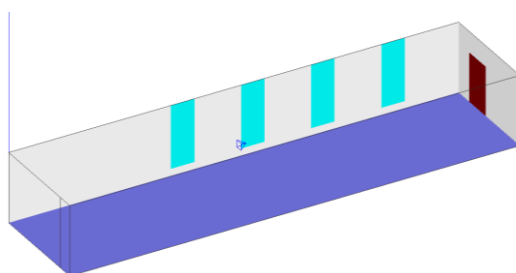


Fig.38 Komputerowy model siłowni.

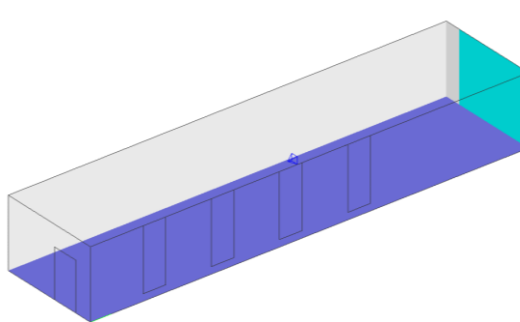


Fig.39 Komputerowy model siłowni.

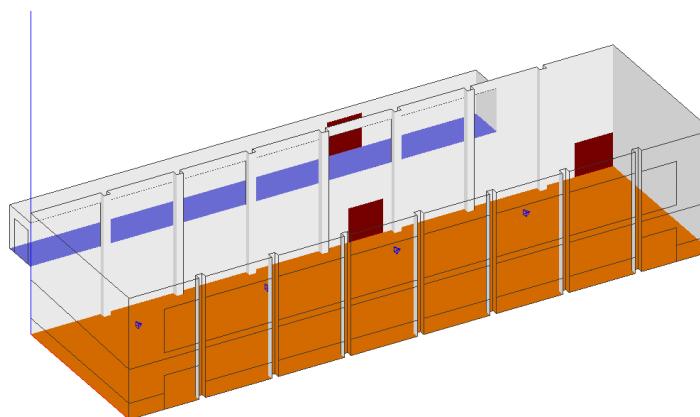


Fig.41 Komputerowy model sali gimnastycznej.

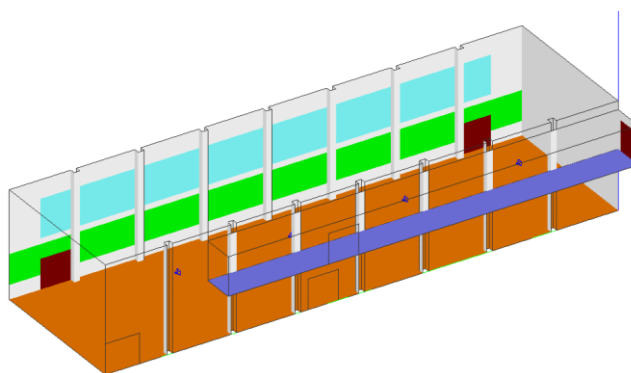


Fig.42 Komputerowy model sali gimnastycznej.

6. Wyniki symulacji

6.1. Sala przedszkolna

Pasma oktauwowe	ETD [s]	T10 [s]	T20 [s]	T30 [s]	Średnia [s]	Założenia projektowe [s]
100 Hz	0,43	0,45	0,46	0,45	0,45	0,52
125 Hz	0,44	0,46	0,48	0,49	0,47	0,52
160 Hz	0,37	0,40	0,43	0,43	0,41	0,52
200 Hz	0,30	0,33	0,37	0,41	0,35	0,4
250 Hz	0,25	0,29	0,33	0,38	0,31	0,4
315 Hz	0,23	0,28	0,31	0,34	0,29	0,4
400 Hz	0,22	0,26	0,30	0,32	0,28	0,4
500 Hz	0,20	0,24	0,29	0,33	0,27	0,4
630 Hz	0,20	0,25	0,28	0,30	0,26	0,4
800 Hz	0,20	0,25	0,30	0,39	0,29	0,4
1000 Hz	0,20	0,24	0,31	0,38	0,28	0,4
1250 Hz	0,20	0,24	0,28	0,34	0,27	0,4
1600 Hz	0,20	0,24	0,31	0,39	0,29	0,4
2000 Hz	0,19	0,23	0,27	0,31	0,25	0,4
2500 Hz	0,18	0,24	0,29	0,36	0,27	0,4
3150 Hz	0,18	0,23	0,29	0,36	0,27	0,4
4000 Hz	0,17	0,22	0,26	0,36	0,25	0,4
5000 Hz	0,16	0,22	0,25	0,28	0,23	0,4
6300 Hz	0,14	0,20	0,24	0,29	0,22	0,4
8000 Hz	0,13	0,20	0,24	0,35	0,23	0,4
10000 Hz	0,11	0,18	0,20	0,23	0,18	0,4
Średnia w paśmie 125 Hz - 4 kHz					0,30	0,42

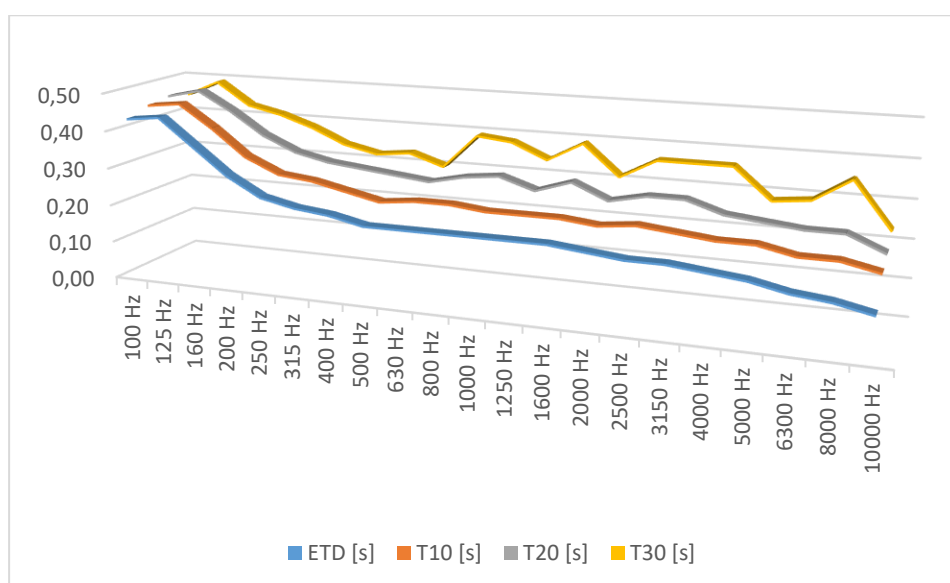


Fig.43 Wykres czasu pogłosu w sali przedszkolnej przy różnych metodach pomiarowych.

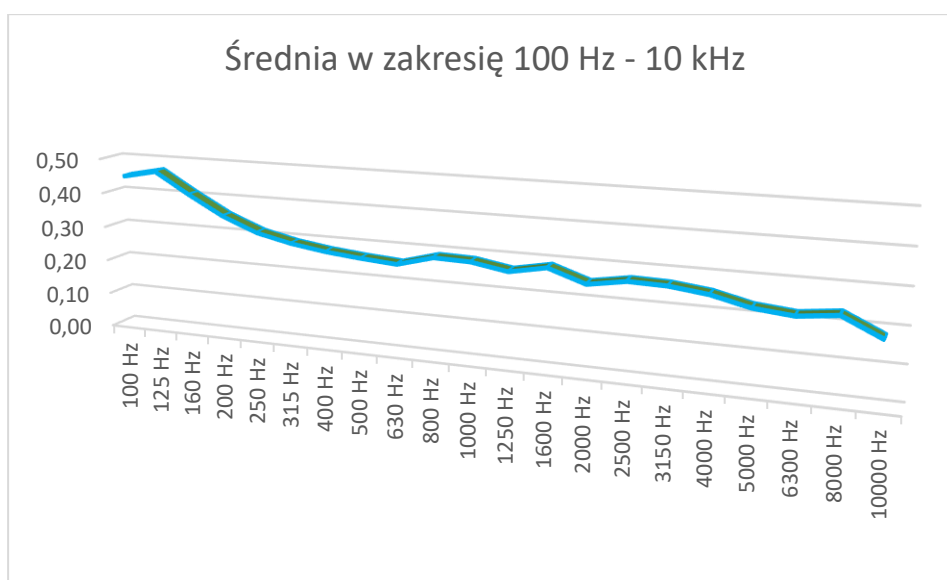


Fig.44 Wykres wartości średniej czasu pogłosu w sali przedszkolnej w paśmie 100 Hz – 10 kHz.

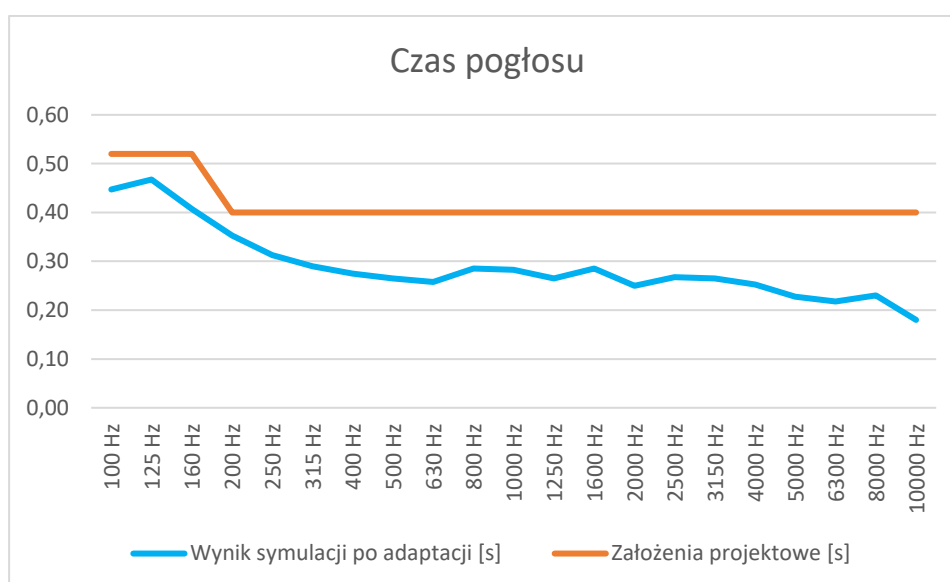


Fig.45 Wykres wartości średniej czasu pogłosu w sali przedszkolnej w paśmie 100 Hz – 10 kHz z uwzględnieniem założeń projektowych.

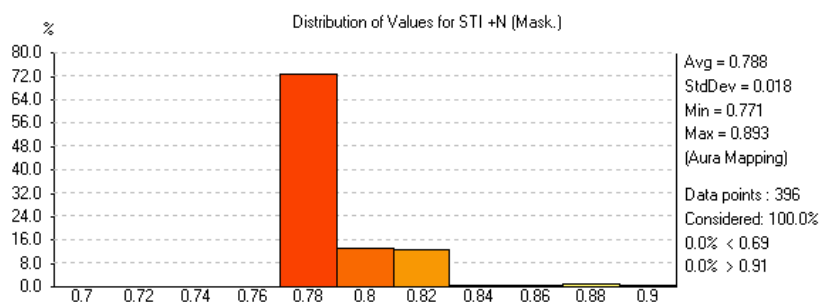


Fig.46 Rozkład wskaźnika zrozumiałości mowy STI w sali przedszkolnej.

6.2. Klasa 0

Pasmo oktauwowe	ETD [s]	T10 [s]	T20 [s]	T30 [s]	Średnia [s]	Założenia projektowe [s]
100 Hz	0,52	0,56	0,58	0,59	0,56	0,65
125 Hz	0,53	0,58	0,62	0,68	0,60	0,65
160 Hz	0,45	0,50	0,55	0,60	0,53	0,65
200 Hz	0,38	0,44	0,48	0,53	0,46	0,5
250 Hz	0,32	0,38	0,44	0,51	0,41	0,5
315 Hz	0,31	0,37	0,42	0,46	0,39	0,5
400 Hz	0,29	0,35	0,41	0,47	0,38	0,5
500 Hz	0,28	0,34	0,39	0,45	0,37	0,5
630 Hz	0,27	0,33	0,38	0,44	0,36	0,5
800 Hz	0,28	0,34	0,38	0,42	0,36	0,5
1000 Hz	0,28	0,34	0,39	0,45	0,37	0,5
1250 Hz	0,28	0,34	0,39	0,47	0,37	0,5
1600 Hz	0,28	0,34	0,40	0,49	0,38	0,5
2000 Hz	0,28	0,34	0,40	0,51	0,38	0,5
2500 Hz	0,28	0,34	0,39	0,47	0,37	0,5
3150 Hz	0,28	0,34	0,39	0,44	0,36	0,5
4000 Hz	0,27	0,33	0,38	0,43	0,35	0,5
5000 Hz	0,26	0,32	0,36	0,41	0,34	0,5
6300 Hz	0,25	0,30	0,34	0,37	0,32	0,5
8000 Hz	0,23	0,28	0,31	0,33	0,29	0,5
10000 Hz	0,21	0,26	0,29	0,31	0,27	0,5
Średnia w paśmie 125 Hz - 4 kHz					0,40	0,52

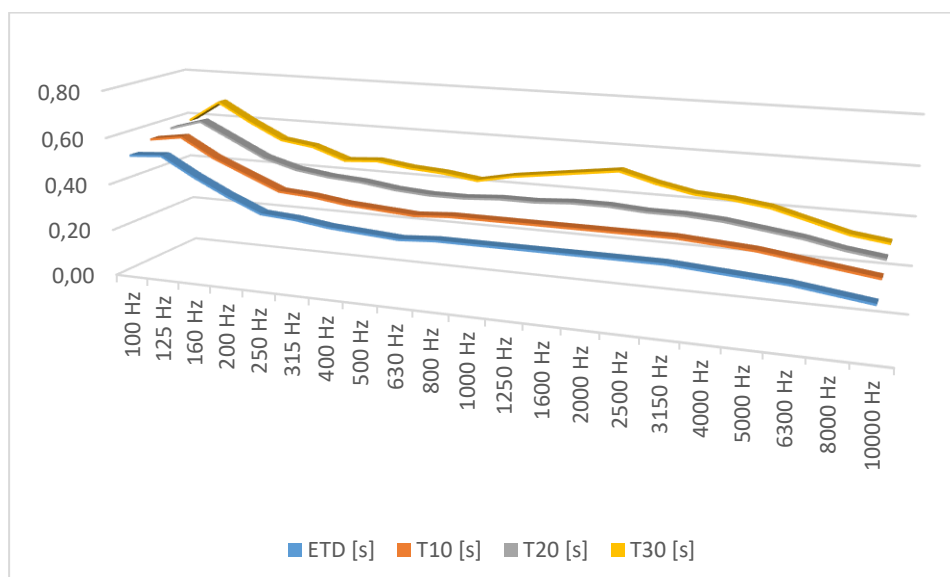


Fig.47 Wykres czasu pogłosu w klasie 0 przy różnych metodach pomiarowych.

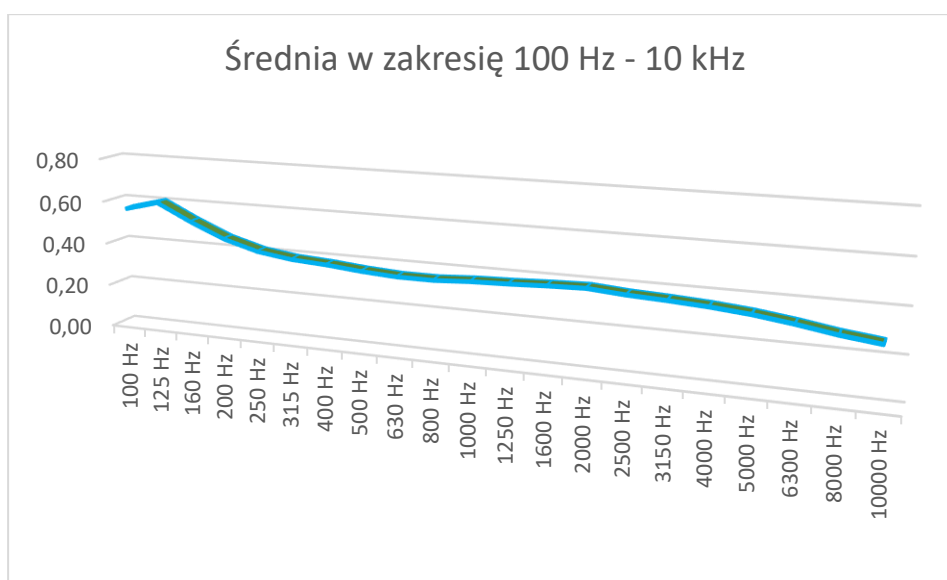


Fig.48 Wykres wartości średniej czasu pogłosu w klasie 0 w paśmie 100 Hz – 10 kHz.

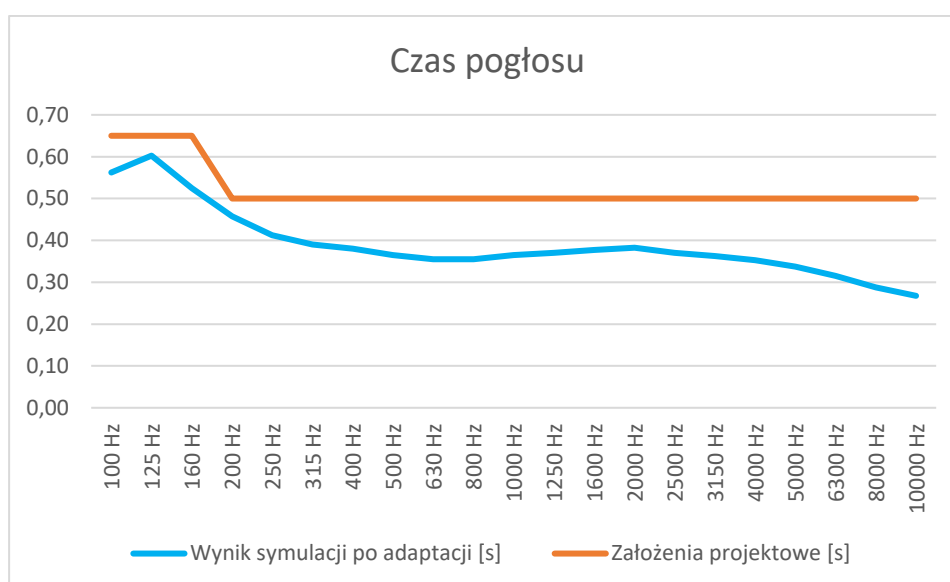


Fig.49 Wykres wartości średniej czasu pogłosu w klasie 0 w paśmie 100 Hz – 10 kHz z uwzględnieniem założeń projektowych.

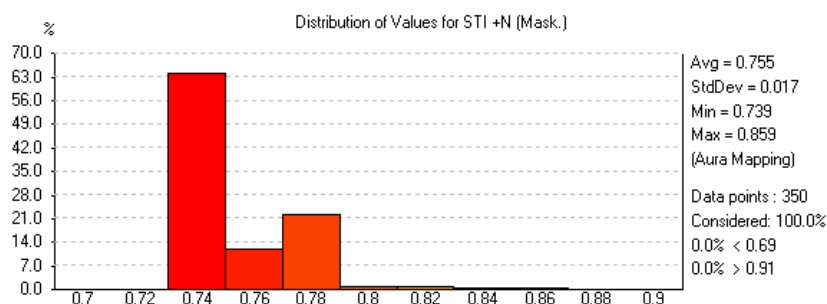


Fig.50 Rozkład wskaźnika zrozumiałości mowy STI w klasie 0.

6.3. Klasa 1-3

Pasmo oktawowe	ETD [s]	T10 [s]	T20 [s]	T30 [s]	Średnia [s]	Założenia projektowe [s]
100 Hz	0,38	0,40	0,39	0,40	0,39	0,65
125 Hz	0,37	0,38	0,38	0,38	0,38	0,65
160 Hz	0,30	0,30	0,34	0,39	0,33	0,65
200 Hz	0,24	0,24	0,29	0,40	0,29	0,5
250 Hz	0,21	0,21	0,25	0,30	0,24	0,5
315 Hz	0,20	0,19	0,22	0,34	0,24	0,5
400 Hz	0,18	0,18	0,20	0,24	0,20	0,5
500 Hz	0,17	0,19	0,18	0,17	0,18	0,5
630 Hz	0,18	0,19	0,20	0,33	0,23	0,5
800 Hz	0,18	0,19	0,18	0,22	0,19	0,5
1000 Hz	0,19	0,18	0,22	0,39	0,25	0,5
1250 Hz	0,17	0,19	0,16	0,20	0,18	0,5
1600 Hz	0,18	0,19	0,22	0,33	0,23	0,5
2000 Hz	0,17	0,19	0,17	0,20	0,18	0,5
2500 Hz	0,16	0,19	0,17	0,18	0,18	0,5
3150 Hz	0,17	0,19	0,15	0,17	0,17	0,5
4000 Hz	0,17	0,19	0,15	0,14	0,16	0,5
5000 Hz	0,16	0,18	0,16	0,17	0,17	0,5
6300 Hz	0,15	0,19	0,15	0,20	0,17	0,5
8000 Hz	0,15	0,19	0,16	0,20	0,18	0,5
10000 Hz	0,13	0,19	0,14	0,14	0,15	0,5
Średnia w paśmie 125 Hz - 4 kHz					0,23	0,52

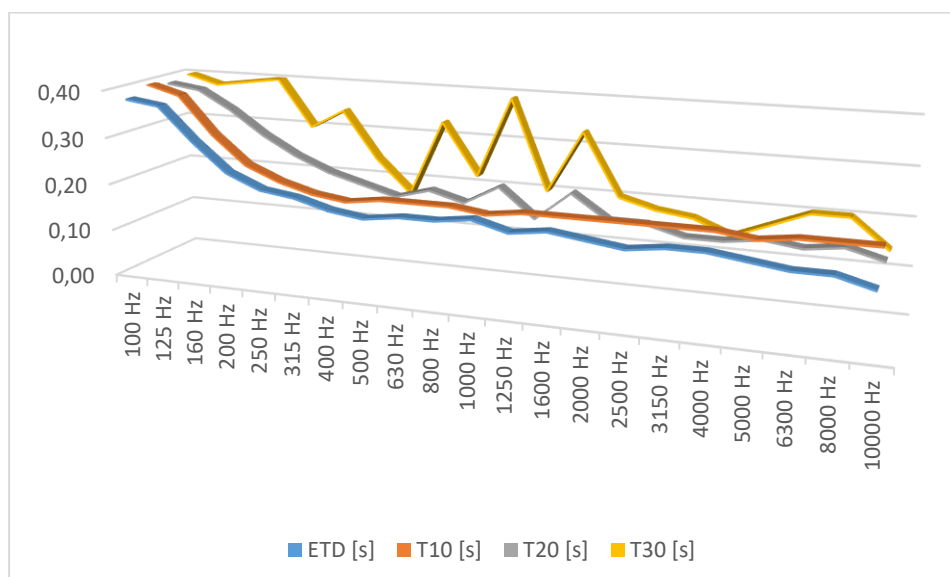


Fig.50 Wykres czasu pogłosu w klasie 1-3 przy różnych metodach pomiarowych.

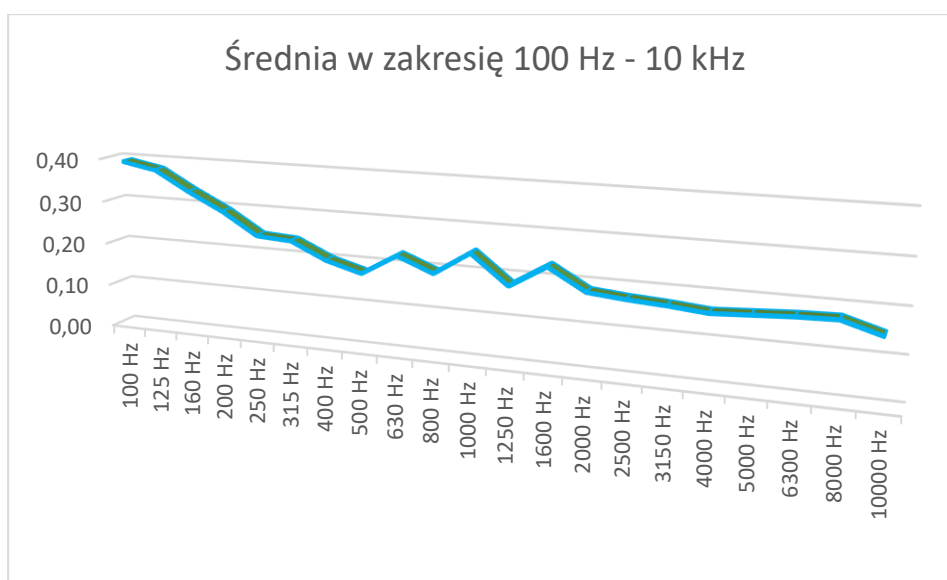


Fig.51 Wykres wartości średniej czasu pogłosu w klasie 1-3 w paśmie 100 Hz – 10 kHz.

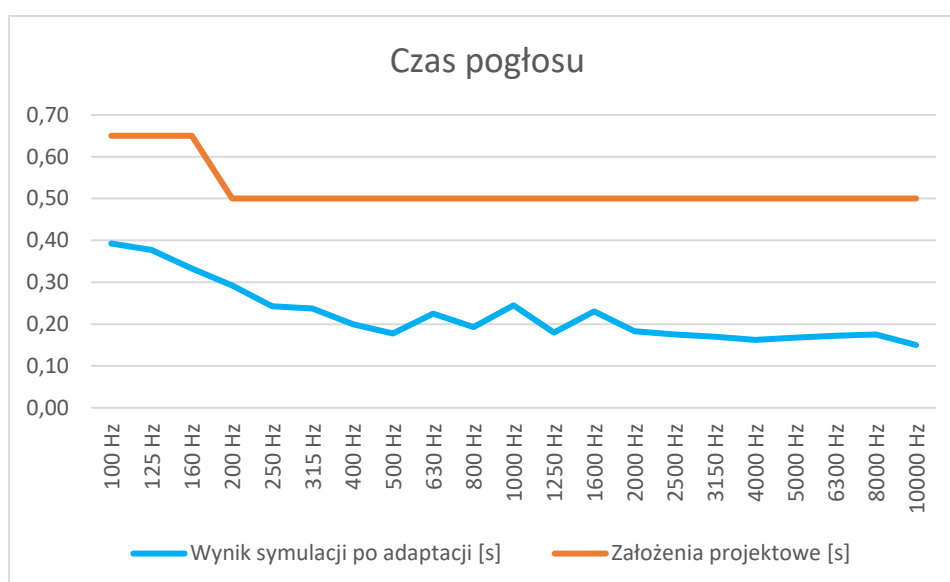


Fig.52 Wykres wartości średniej czasu pogłosu w klasie 1-3 w paśmie 100 Hz – 10 kHz z uwzględnieniem założeń projektowych.

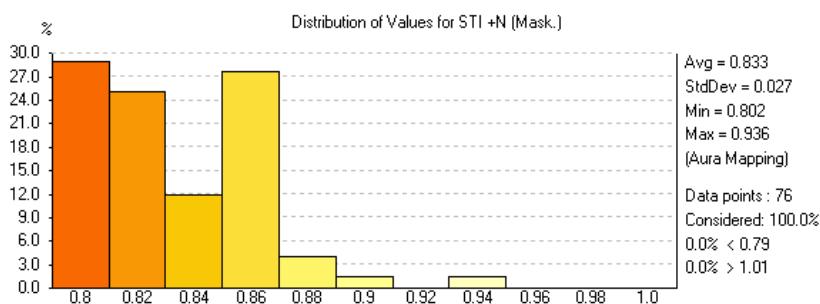


Fig.53 Rozkład wskaźnika zrozumiałości mowy STI w klasie 1-3.

6.4. Klasa 4-8

Pasmo oktauwowe	ETD [s]	T10 [s]	T20 [s]	T30 [s]	Średnia [s]	Założenia projektowe [s]
100 Hz	0,61	0,62	0,64	0,66	0,63	0,78
125 Hz	0,61	0,63	0,65	0,67	0,64	0,78
160 Hz	0,52	0,56	0,59	0,62	0,57	0,78
200 Hz	0,45	0,50	0,57	0,61	0,53	0,6
250 Hz	0,41	0,46	0,49	0,54	0,48	0,6
315 Hz	0,40	0,46	0,53	0,55	0,49	0,6
400 Hz	0,39	0,44	0,51	0,64	0,50	0,6
500 Hz	0,39	0,46	0,53	0,63	0,50	0,6
630 Hz	0,39	0,45	0,51	0,55	0,48	0,6
800 Hz	0,39	0,46	0,53	0,62	0,50	0,6
1000 Hz	0,39	0,46	0,54	0,70	0,52	0,6
1250 Hz	0,40	0,46	0,54	0,61	0,50	0,6
1600 Hz	0,39	0,46	0,55	0,73	0,53	0,6
2000 Hz	0,40	0,45	0,52	0,60	0,49	0,6
2500 Hz	0,39	0,46	0,56	0,66	0,52	0,6
3150 Hz	0,39	0,46	0,56	0,63	0,51	0,6
4000 Hz	0,38	0,44	0,50	0,56	0,47	0,6
5000 Hz	0,37	0,42	0,47	0,57	0,46	0,6
6300 Hz	0,35	0,40	0,44	0,50	0,42	0,6
8000 Hz	0,32	0,36	0,41	0,46	0,39	0,6
10000 Hz	0,29	0,32	0,35	0,37	0,33	0,6
Średnia w paśmie 125 Hz - 4 kHz					0,51	0,62

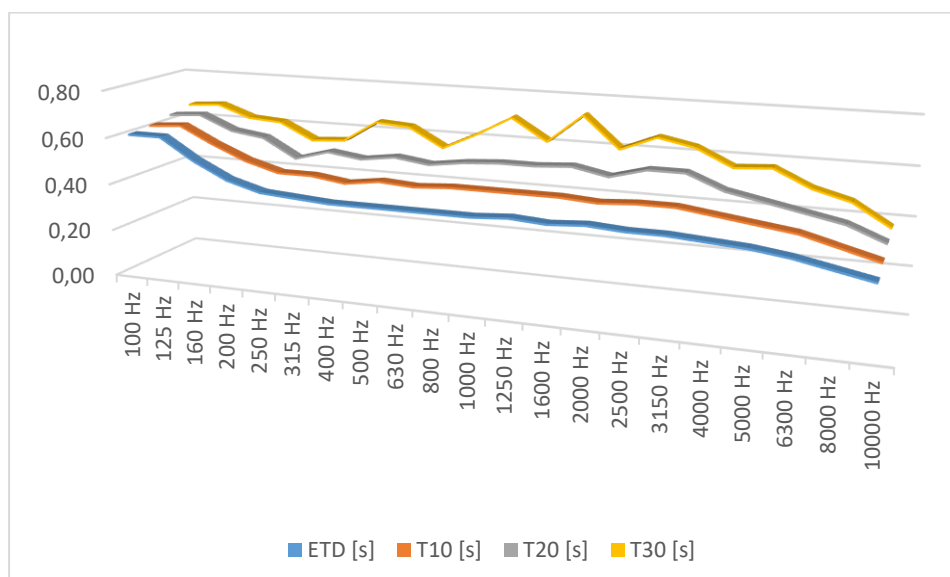


Fig.54 Wykres czasu pogłosu w klasie 4-8 przy różnych metodach pomiarowych.

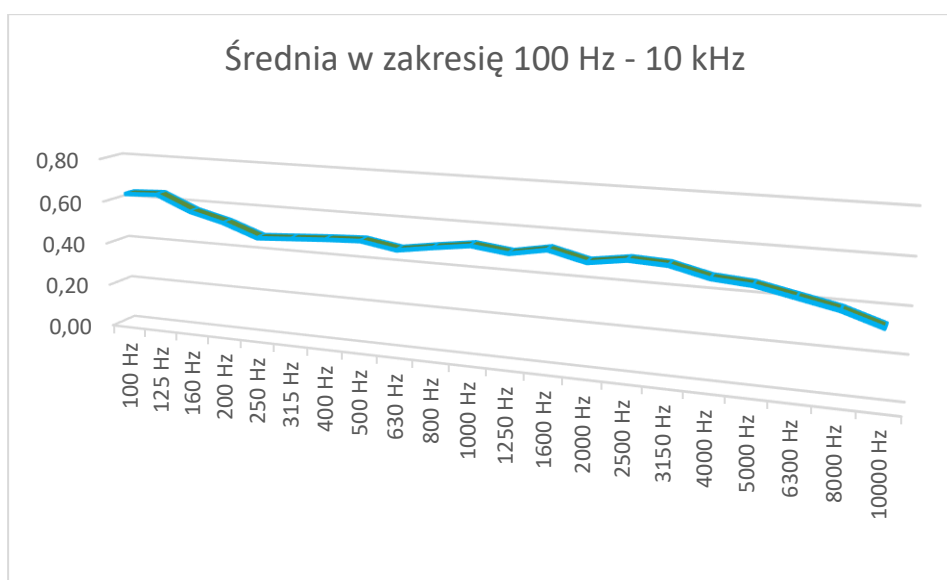


Fig.55 Wykres wartości średniej czasu pogłosu w klasie 4-8 w paśmie 100 Hz – 10 kHz.

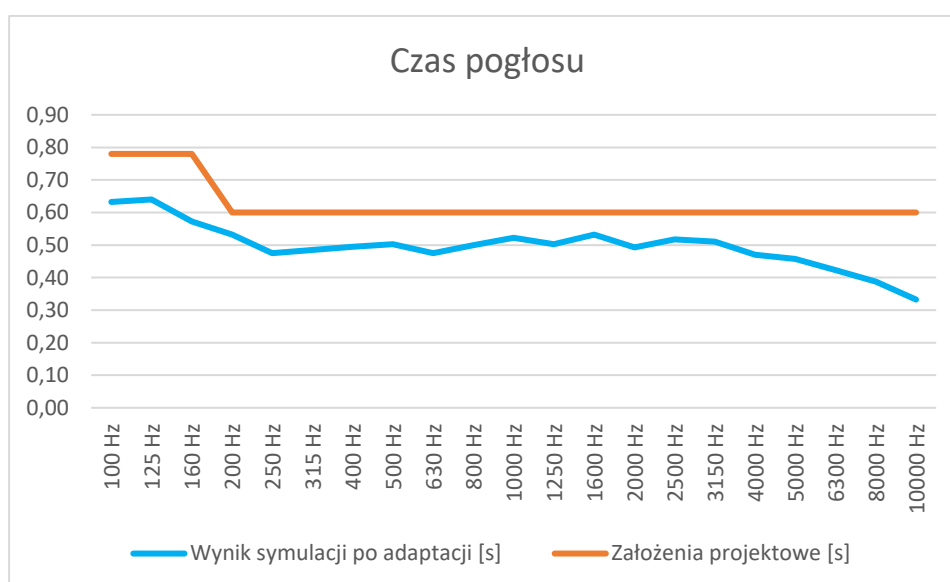


Fig.56 Wykres wartości średniej czasu pogłosu w klasie 4-8 w paśmie 100 Hz – 10 kHz z uwzględnieniem założeń projektowych.

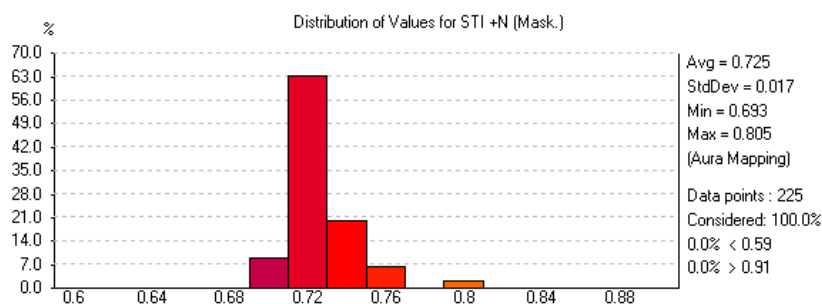


Fig.57 Rozkład wskaźnika zrozumiałości mowy STI w klasie 4-8.

6.5. Klasa językowa

Pasmo oktauwowe	ETD [s]	T10 [s]	T20 [s]	T30 [s]	Średnia [s]	Założenia projektowe [s]
100 Hz	0,59	0,62	0,62	0,61	0,61	0,65
125 Hz	0,60	0,63	0,63	0,63	0,62	0,65
160 Hz	0,48	0,50	0,53	0,55	0,52	0,65
200 Hz	0,39	0,43	0,46	0,49	0,44	0,5
250 Hz	0,32	0,37	0,40	0,46	0,39	0,5
315 Hz	0,29	0,34	0,38	0,40	0,35	0,5
400 Hz	0,26	0,32	0,35	0,38	0,33	0,5
500 Hz	0,25	0,31	0,35	0,38	0,32	0,5
630 Hz	0,25	0,32	0,35	0,40	0,33	0,5
800 Hz	0,25	0,31	0,35	0,40	0,33	0,5
1000 Hz	0,26	0,32	0,35	0,39	0,33	0,5
1250 Hz	0,26	0,31	0,35	0,39	0,33	0,5
1600 Hz	0,25	0,31	0,36	0,42	0,34	0,5
2000 Hz	0,25	0,31	0,35	0,40	0,33	0,5
2500 Hz	0,25	0,30	0,35	0,39	0,32	0,5
3150 Hz	0,25	0,31	0,35	0,40	0,33	0,5
4000 Hz	0,24	0,30	0,36	0,40	0,33	0,5
5000 Hz	0,23	0,29	0,33	0,36	0,30	0,5
6300 Hz	0,22	0,27	0,32	0,35	0,29	0,5
8000 Hz	0,21	0,26	0,29	0,31	0,27	0,5
10000 Hz	0,19	0,24	0,27	0,28	0,25	0,5
Średnia w paśmie 125 Hz - 4 kHz					0,37	0,52

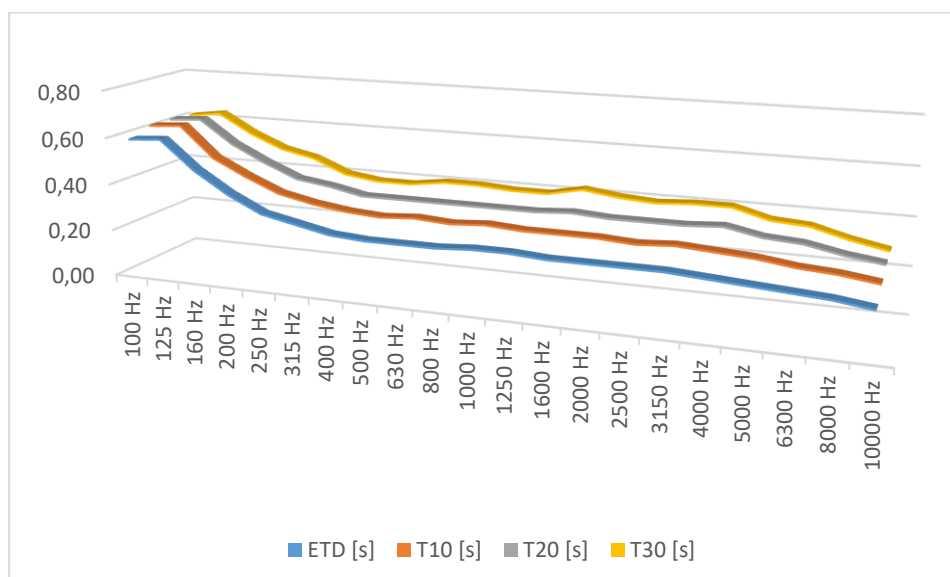


Fig.58 Wykres czasu pogłosu w klasie językowej przy różnych metodach pomiarowych.

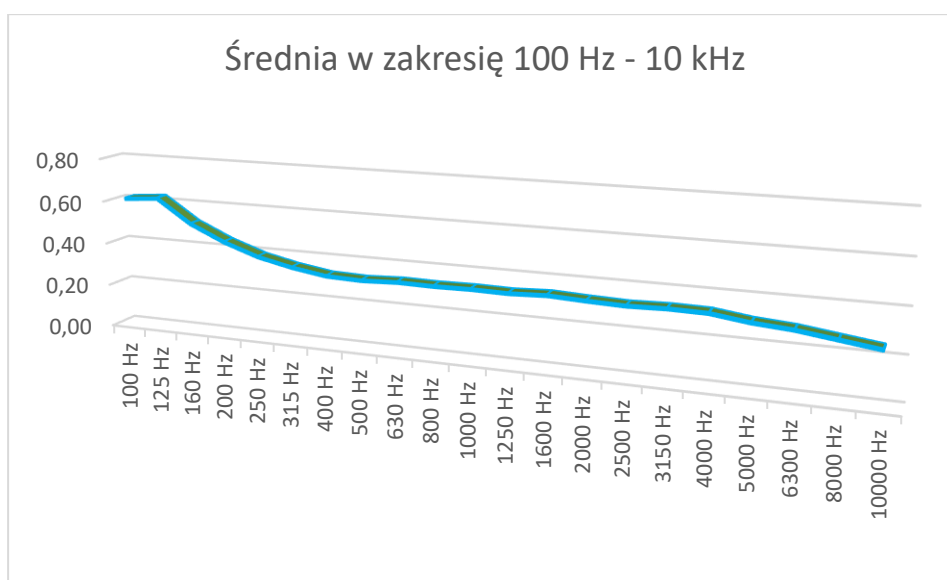


Fig.59 Wykres wartości średniej czasu pogłosu w klasie językowej w paśmie 100 Hz – 10 kHz.

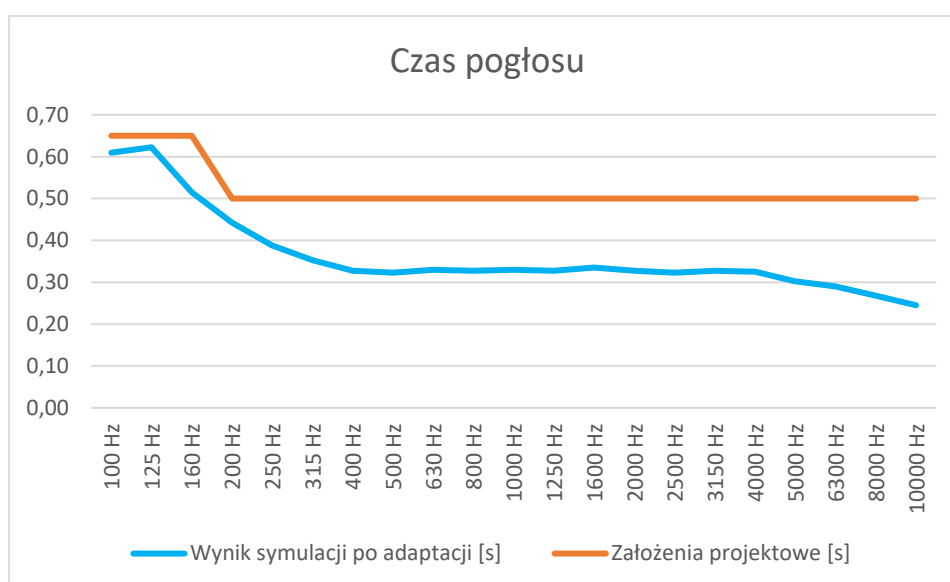


Fig.60 Wykres wartości średniej czasu pogłosu w klasie językowej w paśmie 100 Hz – 10 kHz z uwzględnieniem założeń projektowych.

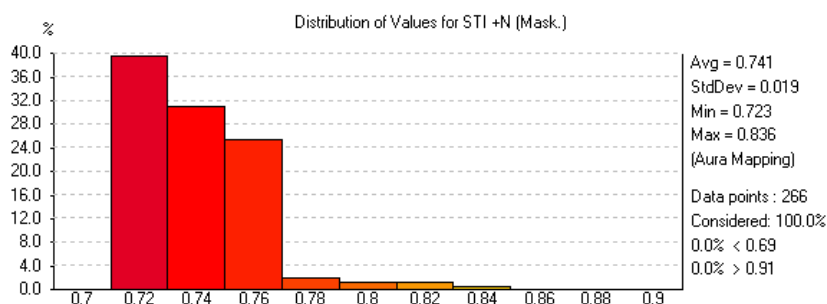


Fig.61 Rozkład wskaźnika zrozumiałości mowy STI w klasie językowej.

6.6. Klasa komputerowa

Pasmo oktauwowe	ETD [s]	T10 [s]	T20 [s]	T30 [s]	Średnia [s]	Założenia projektowe [s]
100 Hz	0,71	0,74	0,76	0,78	0,75	1,04
125 Hz	0,72	0,77	0,80	0,87	0,79	1,04
160 Hz	0,61	0,67	0,71	0,74	0,68	1,04
200 Hz	0,53	0,60	0,65	0,70	0,62	0,8
250 Hz	0,47	0,56	0,66	0,73	0,61	0,8
315 Hz	0,44	0,55	0,64	0,75	0,60	0,8
400 Hz	0,43	0,52	0,61	0,75	0,58	0,8
500 Hz	0,41	0,51	0,62	0,81	0,59	0,8
630 Hz	0,42	0,54	0,65	0,75	0,59	0,8
800 Hz	0,43	0,53	0,61	0,69	0,57	0,8
1000 Hz	0,43	0,54	0,63	0,71	0,58	0,8
1250 Hz	0,43	0,53	0,64	0,82	0,61	0,8
1600 Hz	0,42	0,54	0,65	0,78	0,60	0,8
2000 Hz	0,42	0,52	0,69	0,84	0,62	0,8
2500 Hz	0,41	0,52	0,63	0,77	0,58	0,8
3150 Hz	0,41	0,52	0,64	0,77	0,59	0,8
4000 Hz	0,40	0,50	0,59	0,75	0,56	0,8
5000 Hz	0,38	0,47	0,55	0,62	0,51	0,8
6300 Hz	0,36	0,44	0,51	0,61	0,48	0,8
8000 Hz	0,32	0,39	0,45	0,51	0,42	0,8
10000 Hz	0,28	0,34	0,39	0,42	0,36	0,8
Średnia w paśmie 125 Hz - 4 kHz					0,61	0,83

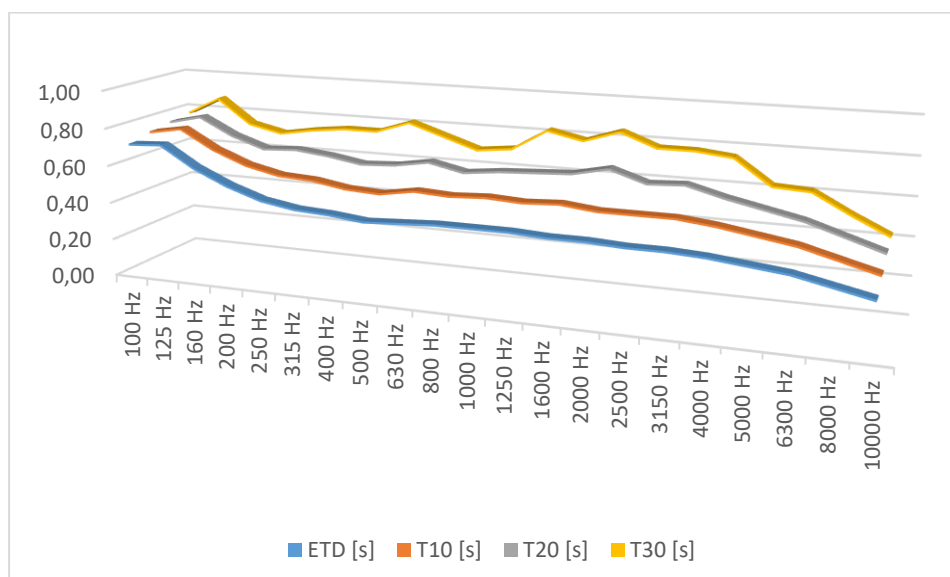


Fig.62 Wykres czasu pogłosu w klasie komputerowej przy różnych metodach pomiarowych.

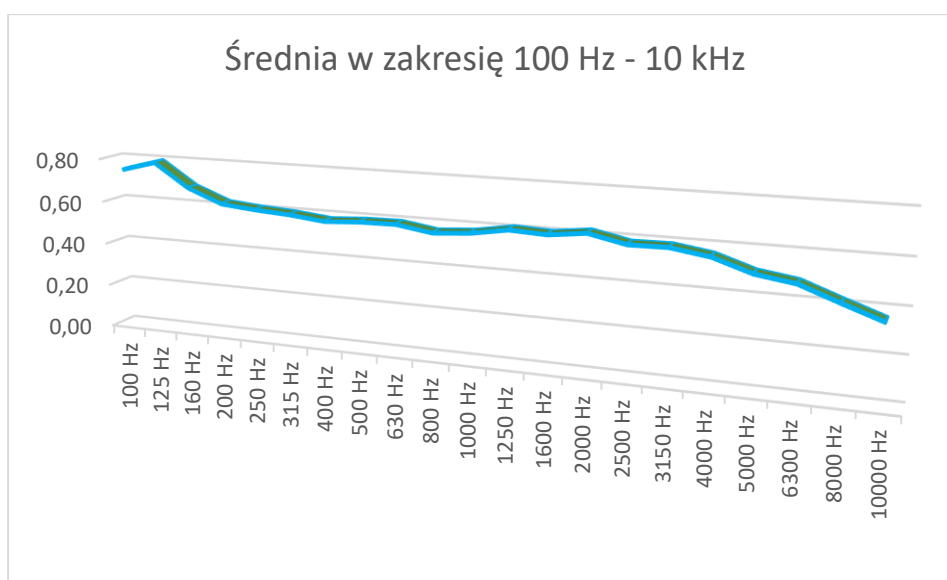


Fig.63 Wykres wartości średniej czasu pogłosu w klasie komputerowej w paśmie 100 Hz – 10 kHz.

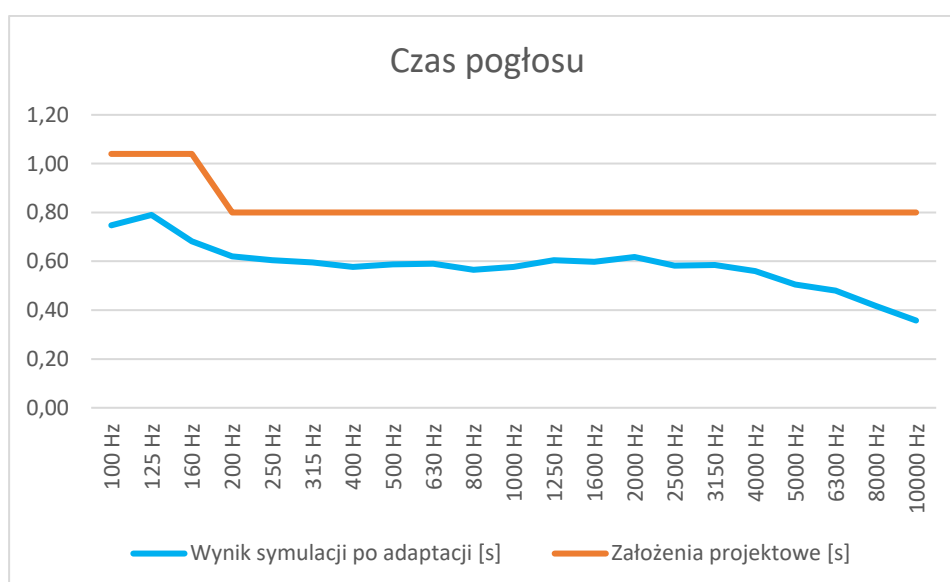


Fig.64 Wykres wartości średniej czasu pogłosu w klasie komputerowej w paśmie 100 Hz – 10 kHz z uwzględnieniem założeń projektowych.

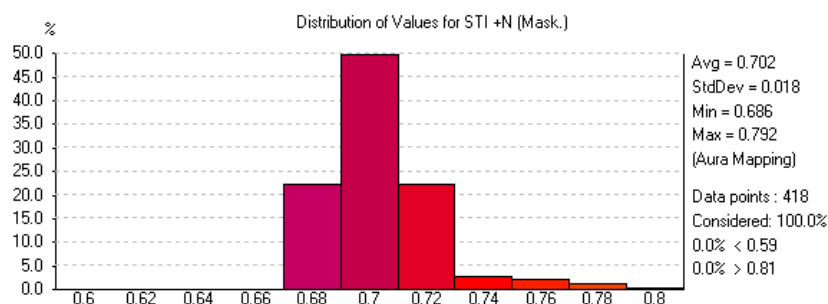


Fig.65 Rozkład wskaźnika zrozumiałości mowy STI w klasie komputerowej.

6.7. Aula

Pasmo oktauwowe	ETD [s]	T10 [s]	T20 [s]	T30 [s]	Średnia [s]	Założenia projektowe [s]
100 Hz	0,64	0,69	0,73	0,77	0,71	1,04
125 Hz	0,64	0,69	0,72	0,76	0,70	1,04
160 Hz	0,47	0,57	0,58	0,65	0,57	1,04
200 Hz	0,35	0,46	0,48	0,54	0,46	0,8
250 Hz	0,28	0,35	0,42	0,46	0,38	0,8
315 Hz	0,25	0,30	0,40	0,46	0,35	0,8
400 Hz	0,24	0,25	0,36	0,39	0,31	0,8
500 Hz	0,23	0,23	0,35	0,42	0,31	0,8
630 Hz	0,23	0,21	0,33	0,38	0,29	0,8
800 Hz	0,23	0,22	0,34	0,40	0,30	0,8
1000 Hz	0,23	0,20	0,31	0,34	0,27	0,8
1250 Hz	0,23	0,22	0,33	0,39	0,29	0,8
1600 Hz	0,23	0,22	0,32	0,35	0,28	0,8
2000 Hz	0,23	0,20	0,33	0,38	0,29	0,8
2500 Hz	0,23	0,20	0,31	0,36	0,28	0,8
3150 Hz	0,23	0,20	0,32	0,36	0,28	0,8
4000 Hz	0,23	0,20	0,32	0,35	0,28	0,8
5000 Hz	0,22	0,19	0,29	0,34	0,26	0,8
6300 Hz	0,22	0,19	0,28	0,33	0,26	0,8
8000 Hz	0,22	0,18	0,28	0,29	0,24	0,8
10000 Hz	0,21	0,17	0,23	0,26	0,22	0,8
Średnia w paśmie 125 Hz - 4 kHz					0,35	0,83

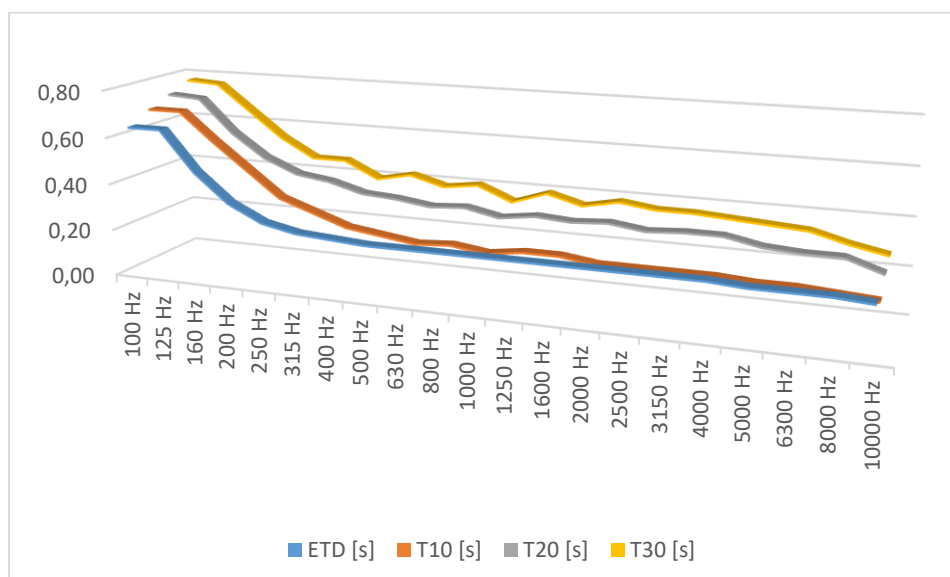


Fig.66 Wykres czasu pogłosu w auli przy różnych metodach pomiarowych.

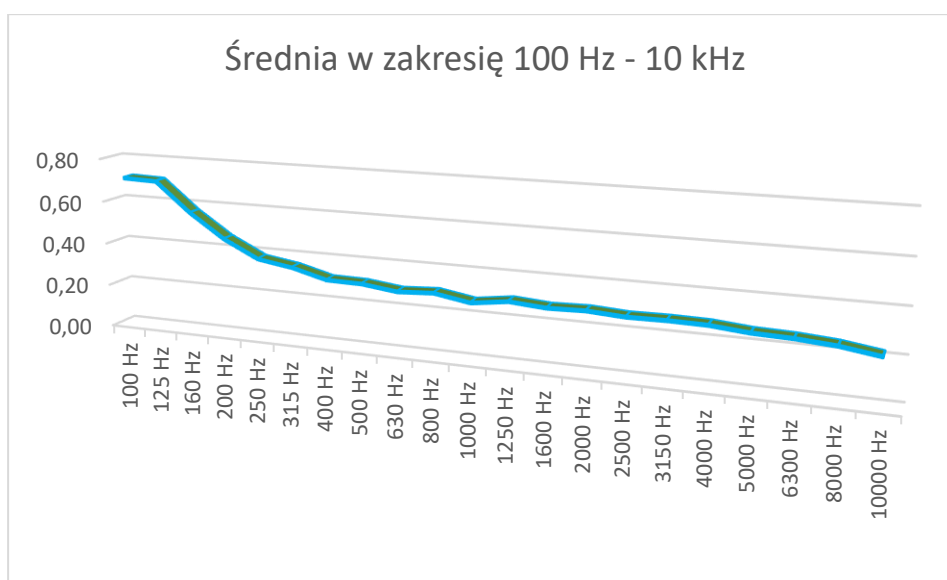


Fig.67 Wykres wartości średniej czasu pogłosu w auli w paśmie 100 Hz – 10 kHz.

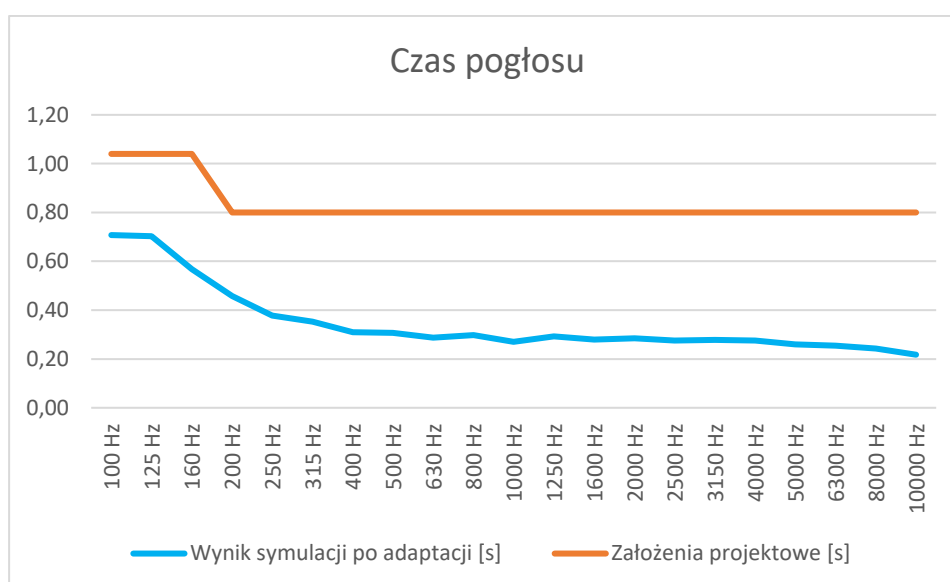


Fig.68 Wykres wartości średniej czasu pogłosu w auli w paśmie 100 Hz – 10 kHz z uwzględnieniem założeń projektowych.

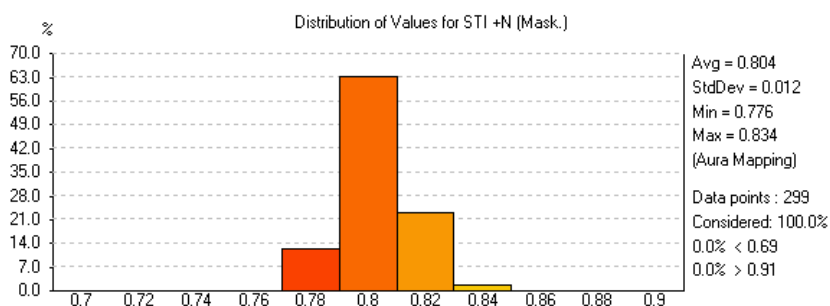


Fig.69 Rozkład wskaźnika zrozumiałości mowy STI w auli.

6.8. Biblioteka

Pasma oktauwowe	ETD [s]	T10 [s]	T20 [s]	T30 [s]	Średnia [s]	Założenia projektowe [s]
100 Hz	0,55	0,61	0,63	0,66	0,61	0,78
125 Hz	0,55	0,60	0,61	0,62	0,60	0,78
160 Hz	0,49	0,56	0,57	0,59	0,55	0,78
200 Hz	0,44	0,54	0,57	0,59	0,54	0,6
250 Hz	0,42	0,53	0,58	0,59	0,53	0,6
315 Hz	0,40	0,52	0,57	0,60	0,52	0,6
400 Hz	0,40	0,51	0,53	0,54	0,50	0,6
500 Hz	0,39	0,51	0,55	0,59	0,51	0,6
630 Hz	0,39	0,51	0,53	0,54	0,49	0,6
800 Hz	0,40	0,53	0,56	0,61	0,53	0,6
1000 Hz	0,40	0,51	0,54	0,54	0,50	0,6
1250 Hz	0,40	0,52	0,55	0,56	0,51	0,6
1600 Hz	0,40	0,51	0,54	0,59	0,51	0,6
2000 Hz	0,40	0,51	0,55	0,58	0,51	0,6
2500 Hz	0,40	0,52	0,55	0,58	0,51	0,6
3150 Hz	0,39	0,51	0,54	0,58	0,51	0,6
4000 Hz	0,39	0,49	0,52	0,54	0,49	0,6
5000 Hz	0,37	0,46	0,50	0,52	0,46	0,6
6300 Hz	0,35	0,41	0,46	0,48	0,43	0,6
8000 Hz	0,33	0,38	0,43	0,43	0,39	0,6
10000 Hz	0,31	0,32	0,37	0,39	0,35	0,6
Średnia w paśmie 125 Hz - 4 kHz					0,52	0,62

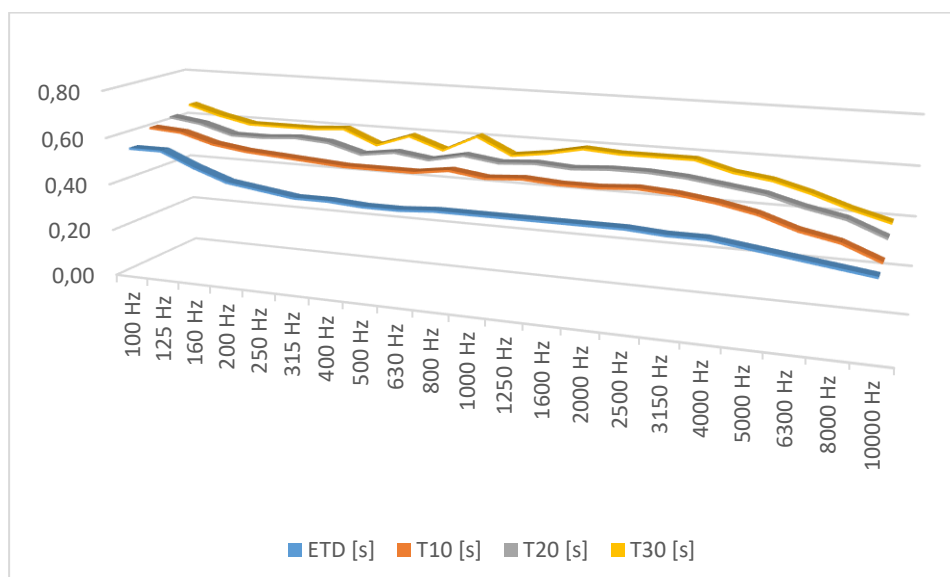


Fig.70 Wykres czasu pogłosu w bibliotece przy różnych metodach pomiarowych.

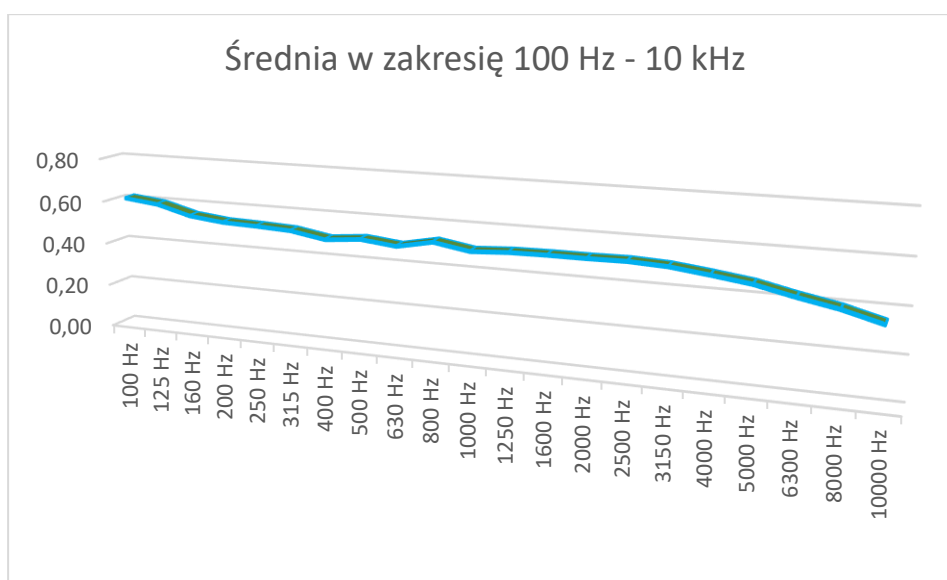


Fig.71 Wykres wartości średniej czasu pogłosu w bibliotece w paśmie 100 Hz – 10 kHz.

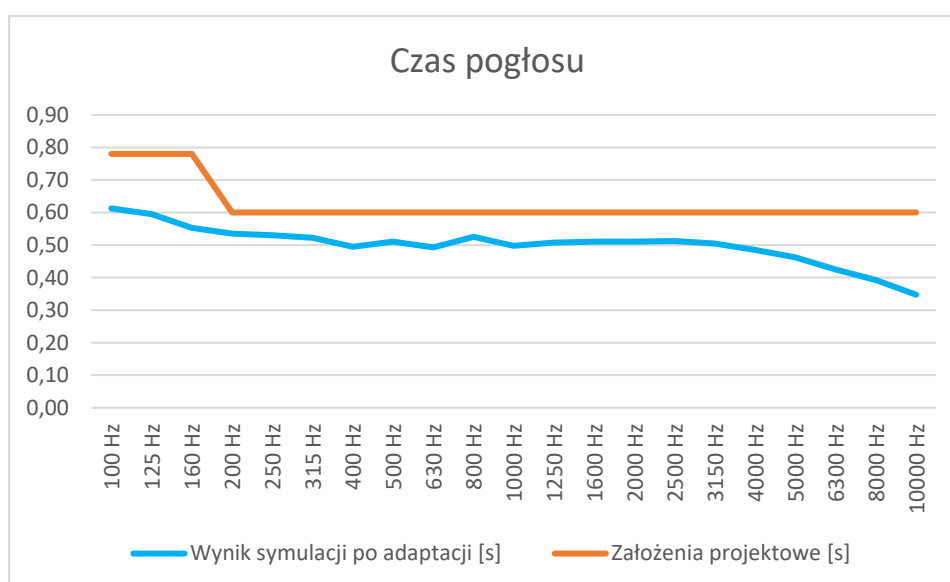


Fig.72 Wykres wartości średniej czasu pogłosu biblioteki w paśmie 100 Hz – 10 kHz z uwzględnieniem założeń projektowych.

6.9. Świetlica I

Pasma oktauwowe	ETD [s]	T10 [s]	T20 [s]	T30 [s]	Średnia [s]	Założenia projektowe [s]
100 Hz	0,68	0,76	0,77	0,79	0,75	0,78
125 Hz	0,69	0,77	0,79	0,81	0,77	0,78
160 Hz	0,54	0,65	0,67	0,70	0,64	0,78
200 Hz	0,43	0,57	0,60	0,62	0,56	0,6
250 Hz	0,34	0,49	0,53	0,58	0,49	0,6
315 Hz	0,31	0,45	0,49	0,52	0,44	0,6
400 Hz	0,28	0,42	0,49	0,54	0,43	0,6
500 Hz	0,26	0,39	0,44	0,48	0,39	0,6
630 Hz	0,26	0,40	0,45	0,50	0,40	0,6
800 Hz	0,27	0,41	0,47	0,50	0,41	0,6
1000 Hz	0,27	0,41	0,47	0,51	0,42	0,6
1250 Hz	0,27	0,41	0,46	0,48	0,41	0,6
1600 Hz	0,27	0,41	0,47	0,53	0,42	0,6
2000 Hz	0,26	0,40	0,46	0,50	0,41	0,6
2500 Hz	0,26	0,39	0,45	0,49	0,40	0,6
3150 Hz	0,26	0,39	0,45	0,49	0,40	0,6
4000 Hz	0,25	0,38	0,44	0,48	0,39	0,6
5000 Hz	0,24	0,36	0,42	0,45	0,37	0,6
6300 Hz	0,22	0,34	0,40	0,44	0,35	0,6
8000 Hz	0,20	0,31	0,37	0,38	0,32	0,6
10000 Hz	0,18	0,27	0,33	0,34	0,28	0,6
Średnia w paśmie 125 Hz - 4 kHz					0,46	0,62

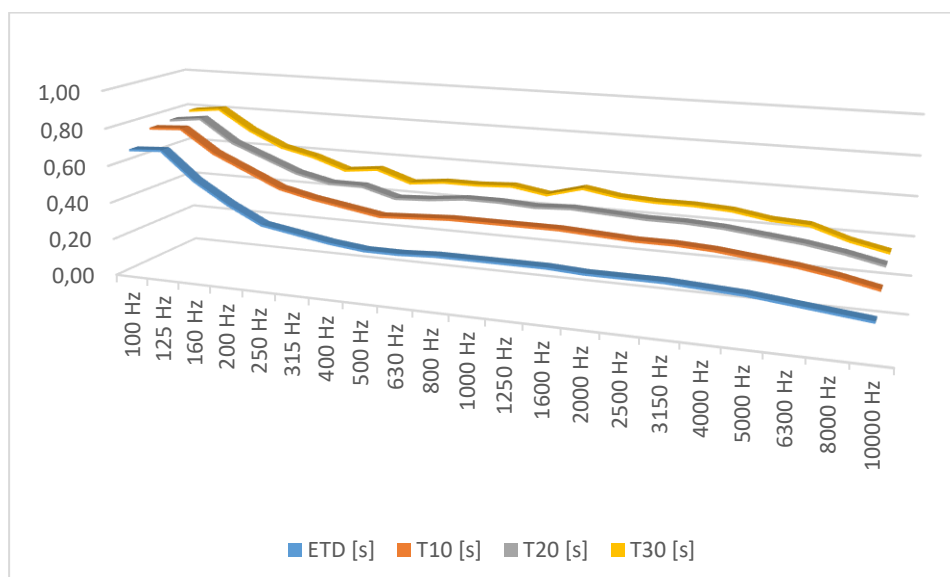


Fig.73 Wykres czasu pogłosu w świetlicy I przy różnych metodach pomiarowych.

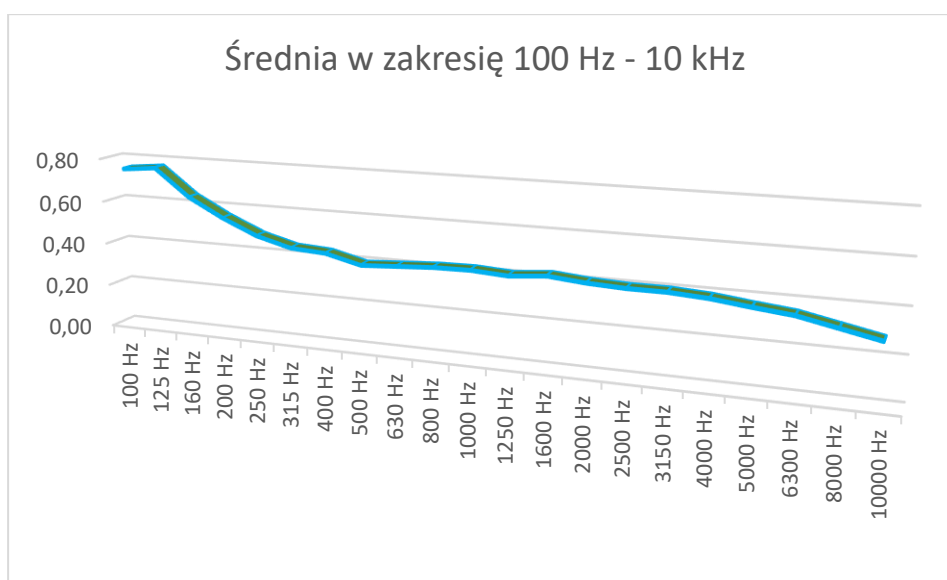


Fig.74 Wykres wartości średniej czasu pogłosu w świetlicy I w paśmie 100 Hz – 10 kHz.

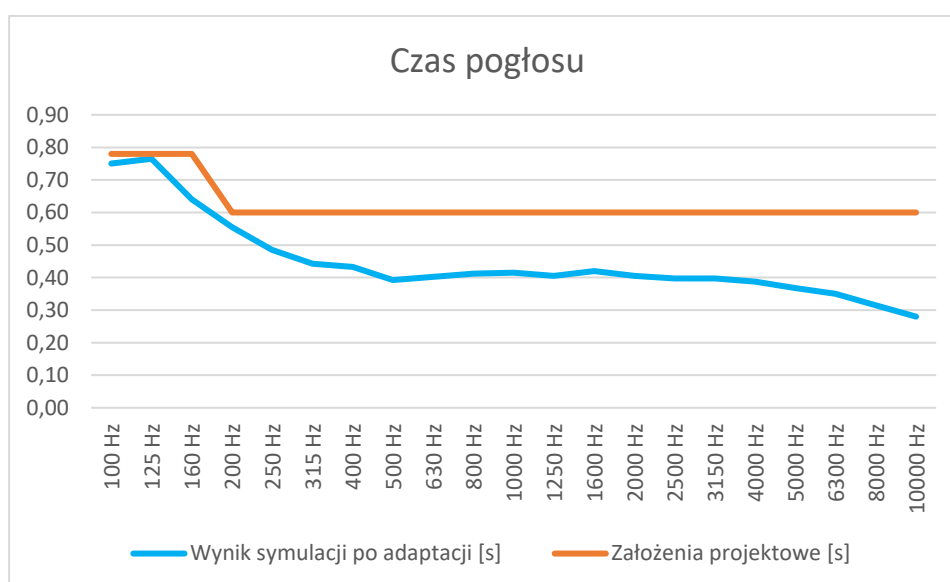


Fig.75 Wykres wartości średniej czasu pogłosu świetlicy I w paśmie 100 Hz – 10 kHz z uwzględnieniem założeń projektowych.

6.10. Świetlica II

Pasmo oktauwowe	ETD [s]	T10 [s]	T20 [s]	T30 [s]	Średnia [s]	Założenia projektowe [s]
100 Hz	0,61	0,64	0,66	0,68	0,65	0,78
125 Hz	0,62	0,64	0,64	0,65	0,64	0,78
160 Hz	0,49	0,53	0,57	0,61	0,55	0,78
200 Hz	0,40	0,44	0,49	0,52	0,46	0,6
250 Hz	0,32	0,38	0,42	0,46	0,40	0,6
315 Hz	0,30	0,36	0,41	0,44	0,38	0,6
400 Hz	0,28	0,34	0,40	0,49	0,38	0,6
500 Hz	0,26	0,31	0,37	0,41	0,34	0,6
630 Hz	0,26	0,33	0,39	0,45	0,36	0,6
800 Hz	0,27	0,33	0,38	0,44	0,36	0,6
1000 Hz	0,27	0,33	0,39	0,47	0,37	0,6
1250 Hz	0,27	0,33	0,37	0,42	0,35	0,6
1600 Hz	0,26	0,33	0,40	0,49	0,37	0,6
2000 Hz	0,26	0,32	0,38	0,53	0,37	0,6
2500 Hz	0,26	0,32	0,38	0,46	0,36	0,6
3150 Hz	0,26	0,32	0,39	0,45	0,36	0,6
4000 Hz	0,25	0,32	0,38	0,46	0,35	0,6
5000 Hz	0,24	0,31	0,35	0,41	0,33	0,6
6300 Hz	0,23	0,29	0,33	0,39	0,31	0,6
8000 Hz	0,22	0,27	0,30	0,34	0,28	0,6
10000 Hz	0,20	0,25	0,27	0,30	0,26	0,6
Średnia w paśmie 125 Hz - 4 kHz					0,40	0,62

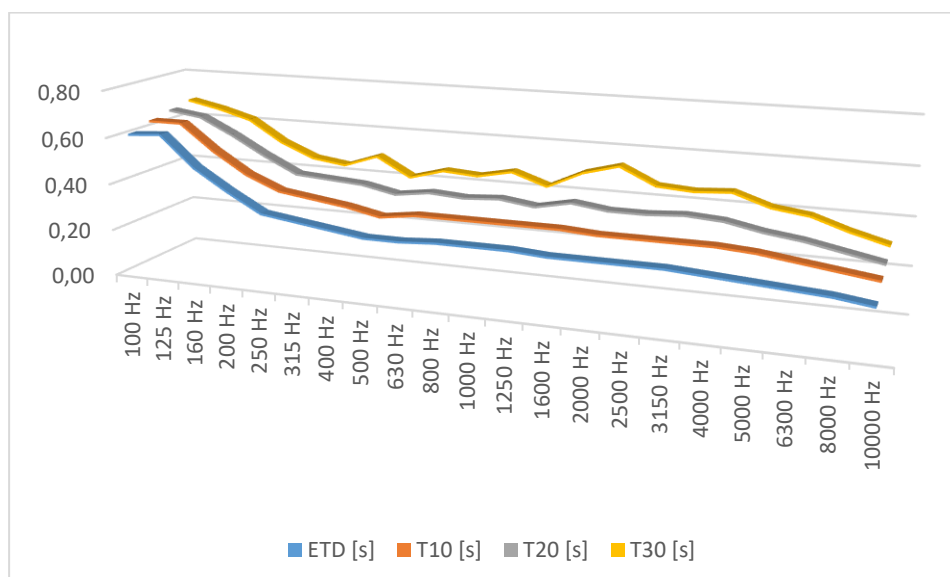


Fig.76 Wykres czasu pogłosu w świetlicy II przy różnych metodach pomiarowych.

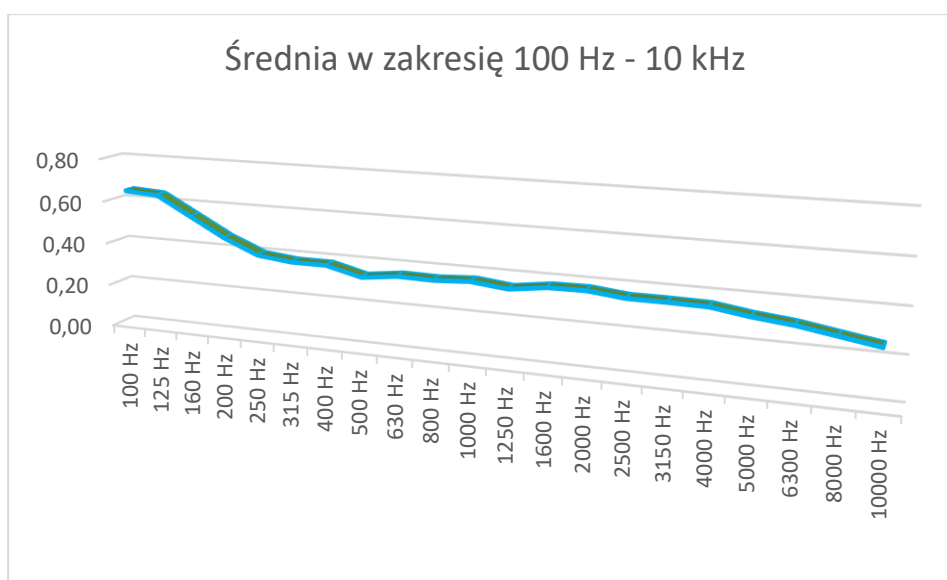


Fig.77 Wykres wartości średniej czasu pogłosu w świetlicy II w paśmie 100 Hz – 10 kHz.

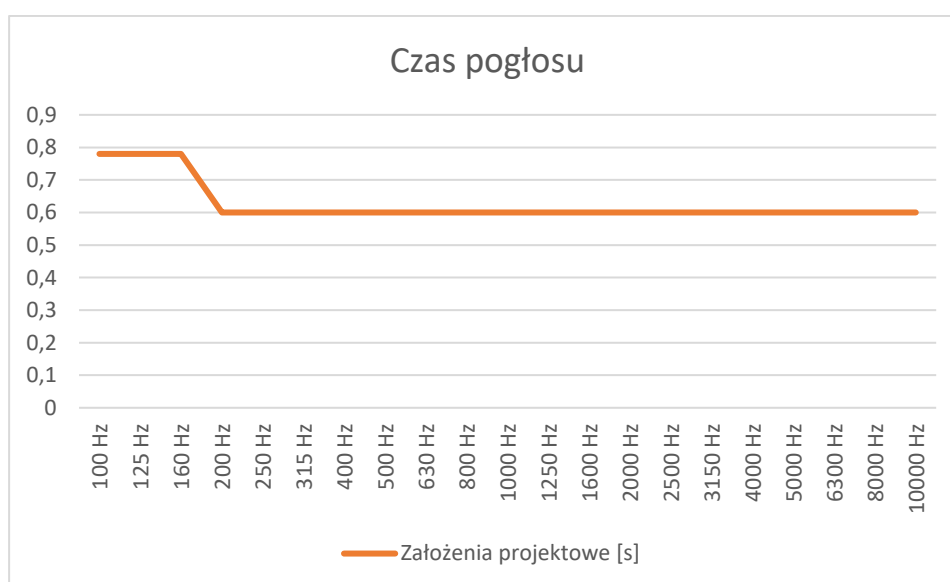


Fig.78 Wykres wartości średniej czasu pogłosu świetlicy II w paśmie 100 Hz – 10 kHz z uwzględnieniem założeń projektowych.

6.11. Pokój nauczycielski

Pasmo oktawowe	ETD [s]	T10 [s]	T20 [s]	T30 [s]	Średnia [s]	Założenia projektowe [s]
100 Hz	0,63	0,65	0,67	0,67	0,66	0,65
125 Hz	0,63	0,66	0,68	0,70	0,67	0,65
160 Hz	0,54	0,58	0,59	0,59	0,58	0,65
200 Hz	0,47	0,52	0,56	0,58	0,53	0,5
250 Hz	0,41	0,47	0,50	0,54	0,48	0,5
315 Hz	0,39	0,46	0,50	0,55	0,48	0,5
400 Hz	0,38	0,46	0,50	0,52	0,47	0,5
500 Hz	0,36	0,45	0,51	0,55	0,47	0,5
630 Hz	0,37	0,46	0,52	0,62	0,49	0,5
800 Hz	0,38	0,46	0,52	0,61	0,49	0,5
1000 Hz	0,38	0,47	0,53	0,53	0,48	0,5
1250 Hz	0,38	0,45	0,52	0,60	0,49	0,5
1600 Hz	0,37	0,45	0,51	0,54	0,47	0,5
2000 Hz	0,37	0,45	0,52	0,56	0,48	0,5
2500 Hz	0,36	0,46	0,52	0,61	0,49	0,5
3150 Hz	0,37	0,46	0,52	0,59	0,49	0,5
4000 Hz	0,35	0,44	0,50	0,57	0,47	0,5
5000 Hz	0,34	0,42	0,48	0,51	0,44	0,5
6300 Hz	0,32	0,39	0,44	0,49	0,41	0,5
8000 Hz	0,29	0,36	0,39	0,42	0,37	0,5
10000 Hz	0,26	0,32	0,35	0,36	0,32	0,5
Średnia w paśmie 125 Hz - 4 kHz					0,50	0,52

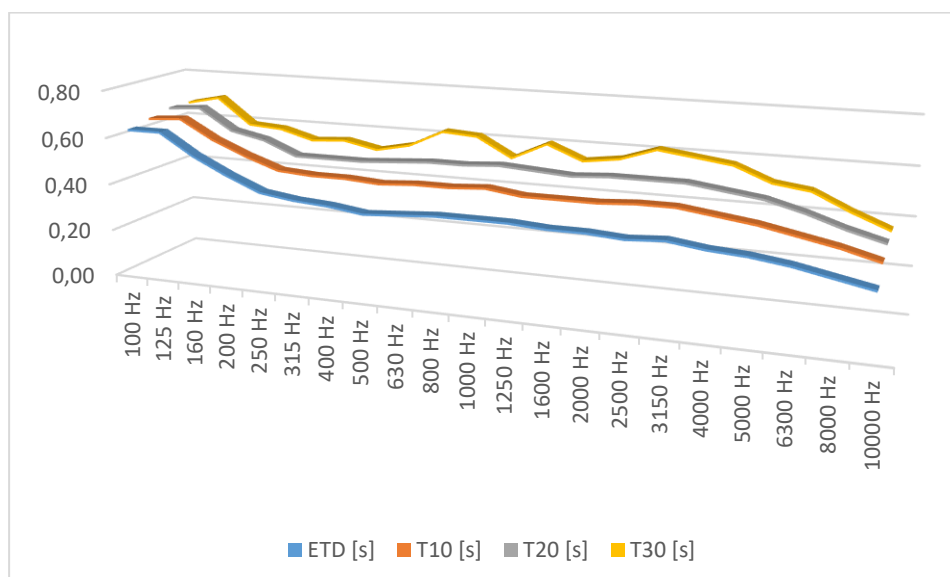


Fig.79 Wykres czasu pogłosu w pokoju nauczycielskim przy różnych metodach pomiarowych.

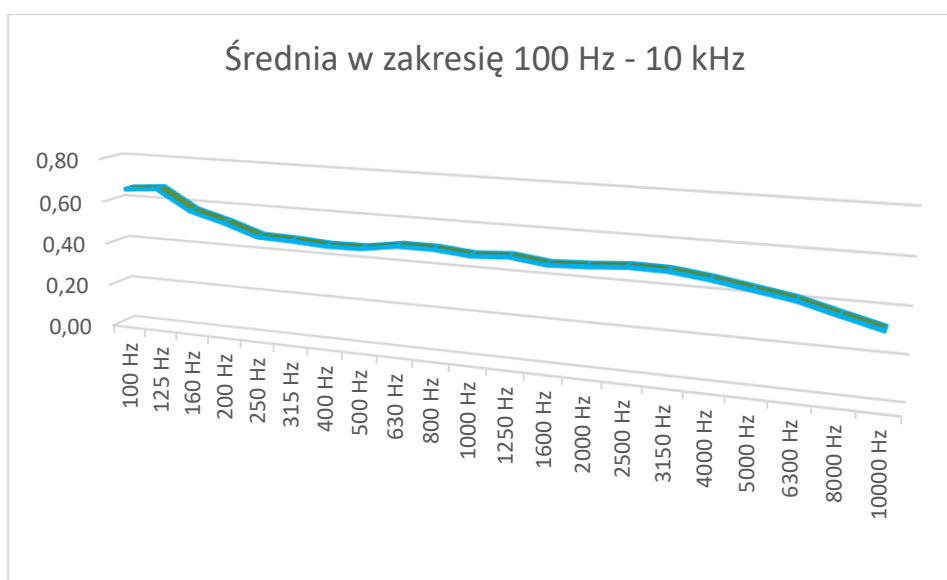


Fig.80 Wykres wartości średniej czasu pogłosu w pokoju nauczycielskim w paśmie 100 Hz – 10 kHz.

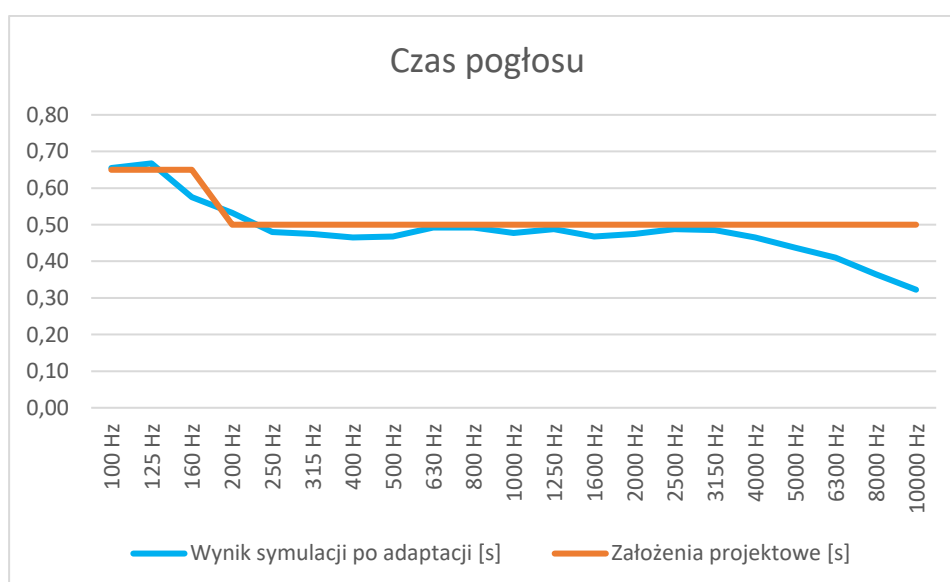


Fig.81 Wykres wartości średniej czasu pogłosu pokoju nauczycielskim w paśmie 100 Hz – 10 kHz z uwzględnieniem założeń projektowych.

6.12. Stołówka

Pasmo oktauwowe	ETD [s]	T10 [s]	T20 [s]	T30 [s]	Średnia [s]	Założenia projektowe [s]
100 Hz	0,71	0,73	0,71	0,72	0,72	0,78
125 Hz	0,72	0,72	0,72	0,71	0,72	0,78
160 Hz	0,60	0,62	0,62	0,66	0,63	0,78
200 Hz	0,52	0,54	0,58	0,68	0,58	0,6
250 Hz	0,46	0,50	0,52	0,54	0,51	0,6
315 Hz	0,43	0,49	0,52	0,54	0,50	0,6
400 Hz	0,42	0,46	0,54	0,54	0,49	0,6
500 Hz	0,41	0,43	0,45	0,65	0,49	0,6
630 Hz	0,41	0,46	0,54	0,56	0,49	0,6
800 Hz	0,41	0,46	0,49	0,52	0,47	0,6
1000 Hz	0,42	0,47	0,55	0,60	0,51	0,6
1250 Hz	0,43	0,49	0,56	0,77	0,56	0,6
1600 Hz	0,41	0,45	0,50	0,53	0,47	0,6
2000 Hz	0,40	0,46	0,49	0,51	0,47	0,6
2500 Hz	0,42	0,47	0,49	0,54	0,48	0,6
3150 Hz	0,41	0,45	0,53	0,60	0,50	0,6
4000 Hz	0,40	0,44	0,49	0,51	0,46	0,6
5000 Hz	0,38	0,41	0,45	0,56	0,45	0,6
6300 Hz	0,36	0,39	0,44	0,47	0,42	0,6
8000 Hz	0,35	0,37	0,40	0,44	0,39	0,6
10000 Hz	0,30	0,33	0,35	0,38	0,34	0,6
Średnia w paśmie 125 Hz - 4 kHz					0,52	0,62

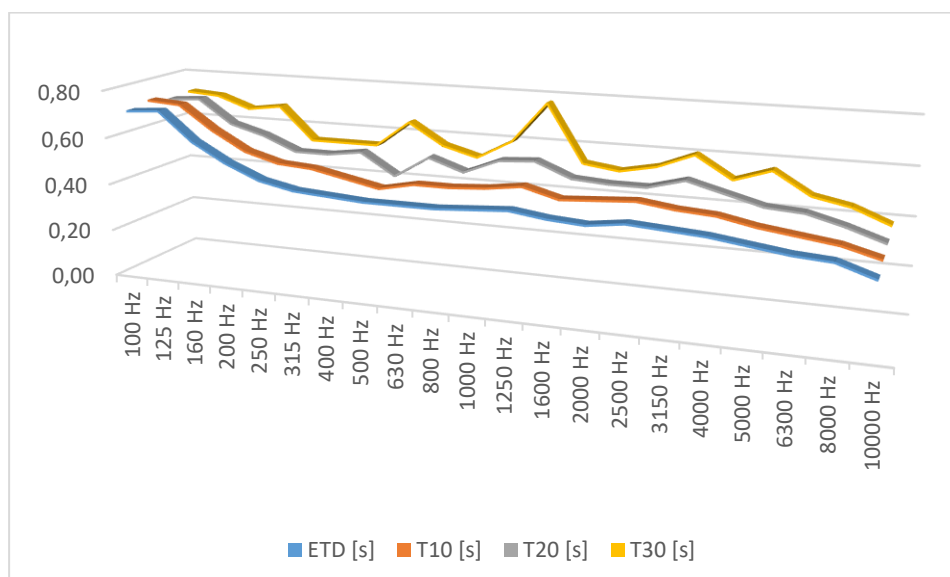


Fig.82 Wykres czasu pogłosu w stołówce przy różnych metodach pomiarowych.

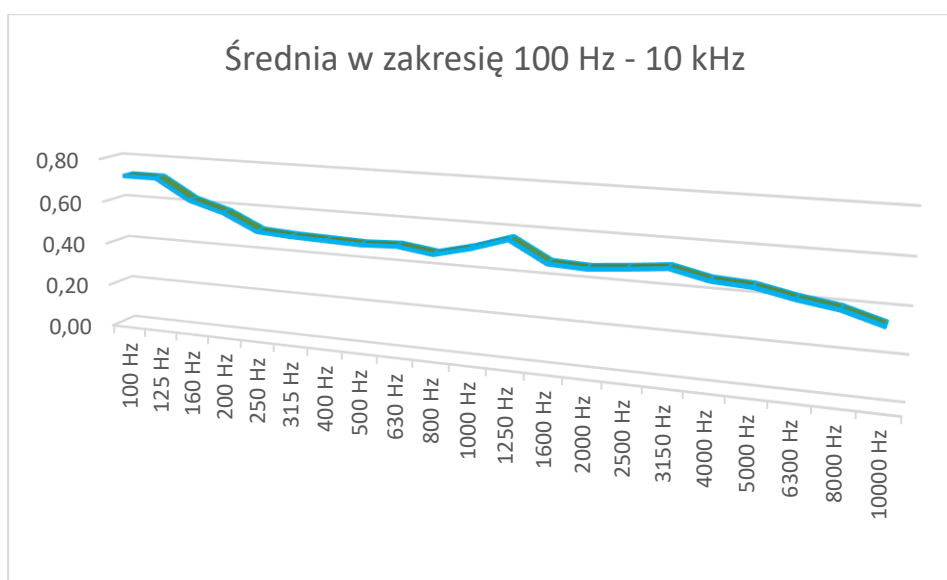


Fig.83 Wykres wartości średniej czasu pogłosu w stołówce w paśmie 100 Hz – 10 kHz.

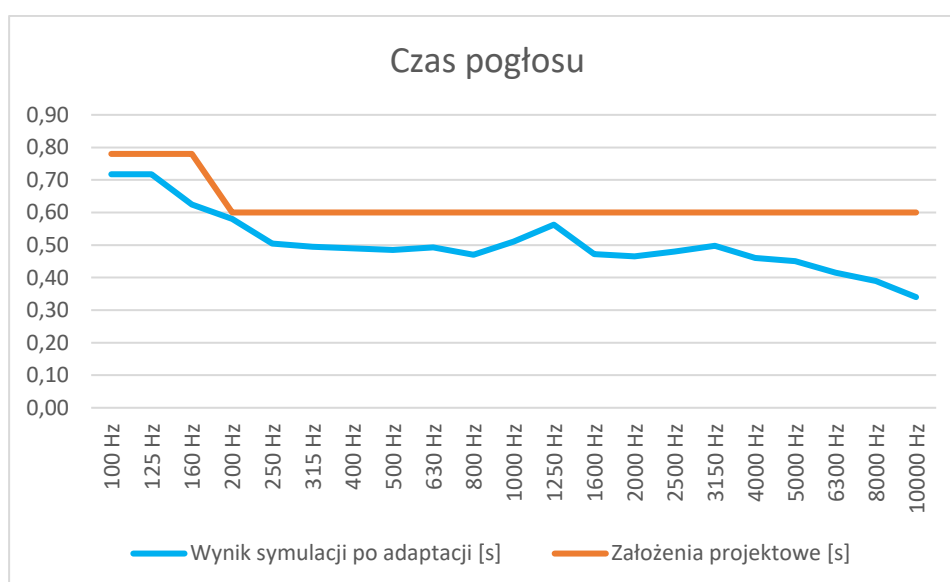


Fig.84 Wykres wartości średniej czasu pogłosu stołówce w paśmie 100 Hz – 10 kHz z uwzględnieniem założeń projektowych.

6.13. Siłownia

Pasmo oktauwowe	ETD [s]	T10 [s]	T20 [s]	T30 [s]	Średnia [s]	Założenia projektowe [s]
100 Hz	0,65	0,72	0,78	0,85	0,75	1,95
125 Hz	0,66	0,73	0,80	0,91	0,78	1,95
160 Hz	0,60	0,69	0,81	0,95	0,76	1,95
200 Hz	0,55	0,67	0,80	1,01	0,76	1,5
250 Hz	0,53	0,66	0,80	0,99	0,75	1,5
315 Hz	0,54	0,69	0,83	1,03	0,77	1,5
400 Hz	0,55	0,71	0,87	1,00	0,78	1,5
500 Hz	0,56	0,72	0,89	1,36	0,88	1,5
630 Hz	0,57	0,74	0,94	1,40	0,91	1,5
800 Hz	0,56	0,73	0,89	1,04	0,81	1,5
1000 Hz	0,57	0,72	0,85	1,15	0,82	1,5
1250 Hz	0,58	0,75	0,91	1,05	0,82	1,5
1600 Hz	0,57	0,73	0,88	1,08	0,82	1,5
2000 Hz	0,56	0,74	0,98	1,50	0,95	1,5
2500 Hz	0,56	0,72	0,88	1,15	0,83	1,5
3150 Hz	0,55	0,71	0,84	1,03	0,78	1,5
4000 Hz	0,53	0,67	0,78	0,92	0,73	1,5
5000 Hz	0,50	0,63	0,72	0,80	0,66	1,5
6300 Hz	0,46	0,58	0,68	0,77	0,62	1,5
8000 Hz	0,40	0,51	0,57	0,62	0,53	1,5
10000 Hz	0,34	0,42	0,47	0,51	0,44	1,5
Średnia w paśmie 125 Hz - 4 kHz					0,81	1,56

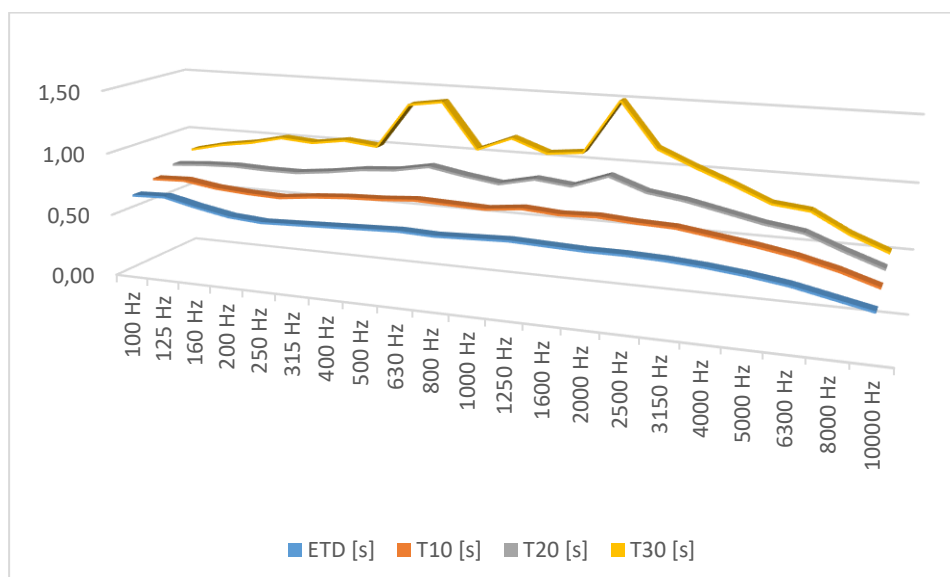


Fig.85 Wykres czasu pogłosu w siłowni przy różnych metodach pomiarowych.

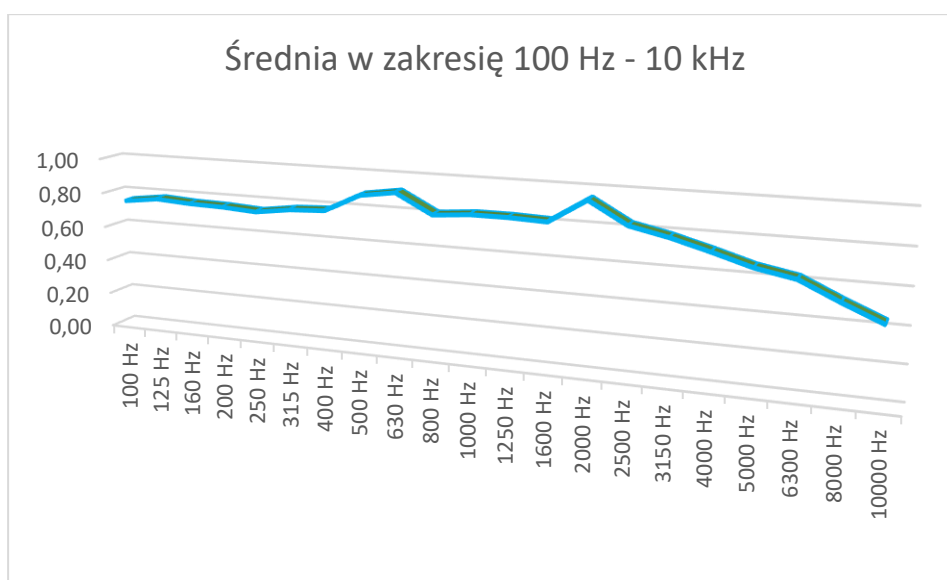


Fig.86 Wykres wartości średniej czasu pogłosu w siłowni w paśmie 100 Hz – 10 kHz.

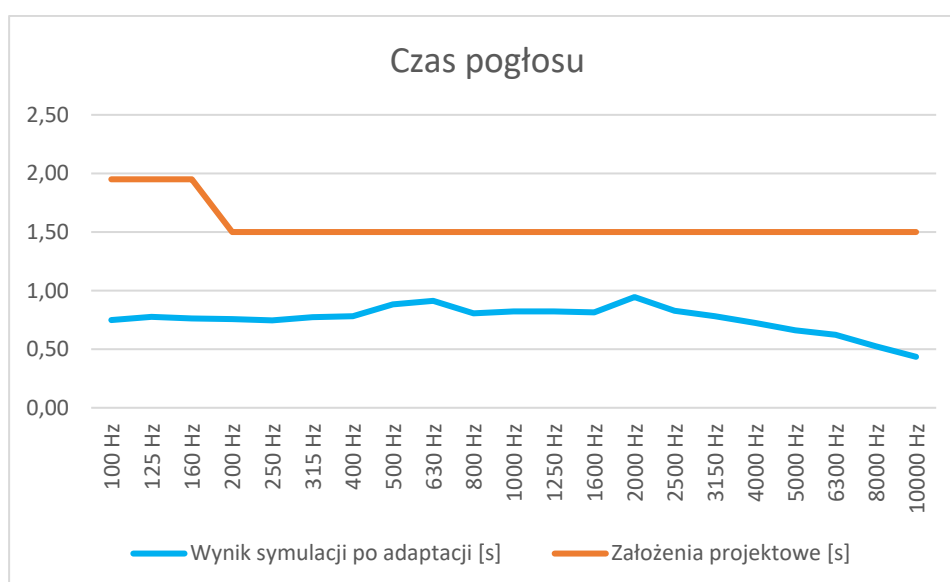


Fig.87 Wykres wartości średniej czasu pogłosu siłowni w paśmie 100 Hz – 10 kHz z uwzględnieniem założeń projektowych.

6.14. Sala gimnastyczna

Pasmo oktauwowe	ETD [s]	T10 [s]	T20 [s]	T30 [s]	Średnia [s]	Założenia projektowe [s]
100 Hz	1,20	1,31	1,41	1,55	1,37	1,95
125 Hz	1,21	1,31	1,42	1,53	1,37	1,95
160 Hz	1,03	1,17	1,31	1,49	1,25	1,95
200 Hz	0,88	1,06	1,24	1,45	1,16	1,5
250 Hz	0,73	0,95	1,20	1,48	1,09	1,5
315 Hz	0,71	0,93	1,19	1,53	1,09	1,5
400 Hz	0,69	0,92	1,22	1,49	1,08	1,5
500 Hz	0,67	0,92	1,21	1,55	1,09	1,5
630 Hz	0,67	0,91	1,20	1,46	1,06	1,5
800 Hz	0,67	0,92	1,22	1,51	1,08	1,5
1000 Hz	0,68	0,92	1,25	1,55	1,10	1,5
1250 Hz	0,68	0,92	1,23	1,54	1,09	1,5
1600 Hz	0,68	0,92	1,21	1,52	1,08	1,5
2000 Hz	0,67	0,90	1,20	1,53	1,08	1,5
2500 Hz	0,65	0,88	1,15	1,48	1,04	1,5
3150 Hz	0,64	0,85	1,10	1,39	1,00	1,5
4000 Hz	0,61	0,80	1,02	1,27	0,93	1,5
5000 Hz	0,56	0,73	0,90	1,05	0,81	1,5
6300 Hz	0,50	0,64	0,78	0,89	0,70	1,5
8000 Hz	0,43	0,55	0,64	0,72	0,59	1,5
10000 Hz	0,36	0,45	0,51	0,56	0,47	1,5
Średnia w paśmie 125 Hz - 4 kHz					1,10	1,56

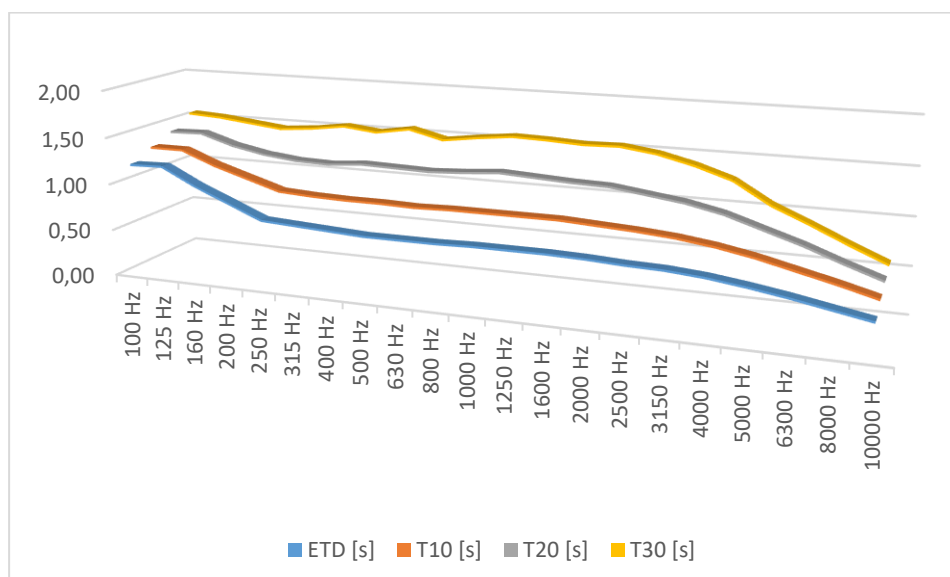


Fig.88 Wykres czasu pogłosu w sali gimnastycznej przy różnych metodach pomiarowych.

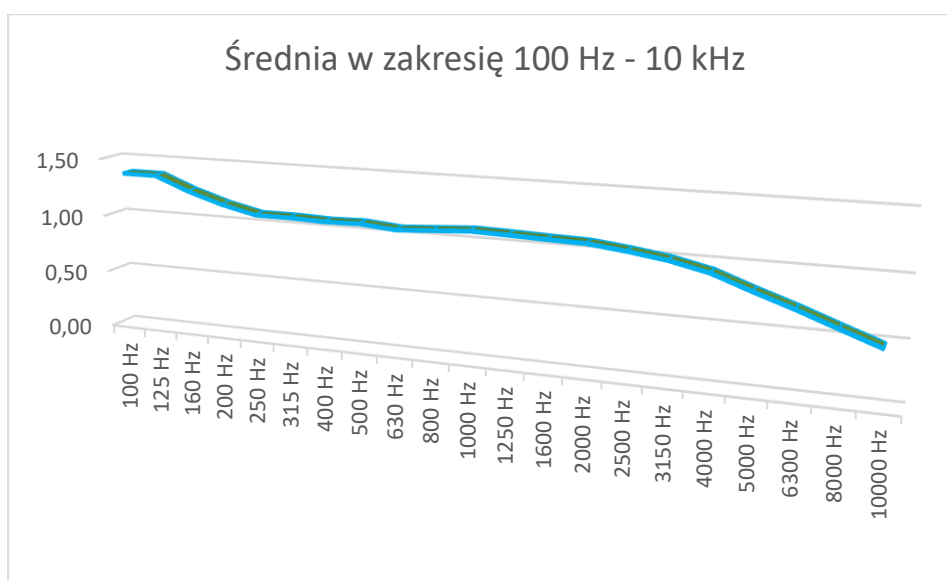


Fig.89 Wykres wartości średniej czasu pogłosu w sali gimnastycznej w paśmie 100 Hz – 10 kHz.

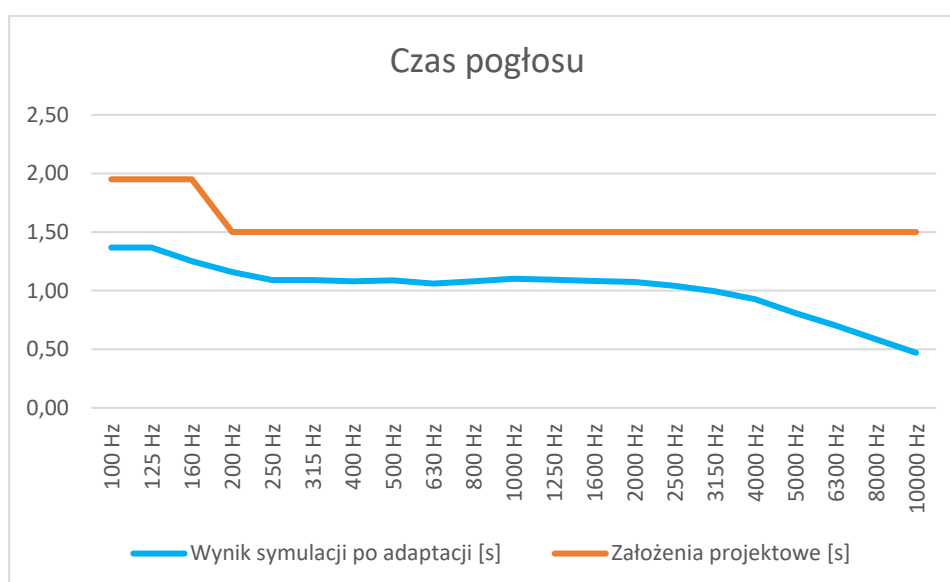


Fig.90 Wykres wartości średniej czasu pogłosu sali gimnastycznej w paśmie 100 Hz – 10 kHz z uwzględnieniem założeń projektowych.

7. 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.