

# Raport z Pomiarów Karta informacyjna z wykonania analizy akustycznej

Laboratorium Pomiarowe Budmal-Art Sp. z o.o.

Badania wykonał: specjalista ds. akustyki i technik multimedialnych mgr inż. Marcin Maćkowiak

Zatwierdził: specjalista ds. akustyki mgr Robert Maćkowiak

WYNIKI BADAŃ ODNOSZĄ SIĘ WYŁĄCZNIE DO BADANYCH OBIEKTÓW

BEZ PISEMNEJ ZGODY LABORATORIUM AKUSTYCZNEGO BUDMAL-ART. SP. Z O.O. SPRAWOZDANIE  
Z BADAŃ NIE MOŻE BYĆ POWIELANE INACZEJ, JAK TYLKO W CAŁOŚCI BĄDŹ ZA ZGODĄ  
BUDMAL-ART SP. Z O.O.

## Spis treści

Spis treści.....	2
1 Podstawa opracowania .....	3
1.1 Przedmiot opracowania .....	3
1.2 Podstawa formalna zlecenia.....	3
1.3 Podstawa prawna .....	3
2 Opis metodyki pomiarów i zestawu aparatury pomiarowej .....	4
2.1 Określenie metody pomiarów .....	4
2.2 Aparatura pomiarowa .....	4
2.3 Parametry pomiaru .....	5
2.4 Warunki występujące podczas pomiarów .....	5
2.5 Rozmieszczenie źródła oraz punkty pomiarowe .....	12
3 Wyniki pomiarów .....	12
3.1 Czas pogłosu .....	12
3.1.1 Sala lekcyjna nr 1 .....	13
3.1.2 Sala lekcyjna nr 2 .....	14
3.1.3 Sala lekcyjna nr 3 .....	15
3.1.4 Sala lekcyjna nr 4 .....	16
3.1.5 Sala lekcyjna nr 6 .....	17
3.1.6 Sala lekcyjna nr 7 .....	18
3.1.7 Sala lekcyjna nr 8 .....	19
3.1.8 Hala Sportowa .....	20
3.1.9 Korytarz Parter .....	21
3.1.10 Korytarz Piętro.....	22
4 Wnioski z pomiarów .....	23

## 1 Podstawa opracowania

### 1.1 Przedmiot opracowania

Przedmiotem sprawozdania jest wyznaczenie czasu pogłosu  $T_{20}$  obiektywnie określającego warunki akustyczne w wytypowanych Salach Lekcyjnych korytarzach oraz Hali Sportowej w Zespole Szkolno-Przedszkolnym im. Mikołaja Kopernika w Nowej Wsi.

### 1.2 Podstawa formalna zlecenia

Podstawą formalną przeprowadzonych badań w środowisku oraz analizy akustycznej jest Umowa nr. UG.IR.1622.2023 z dnia 31.10.2023r. pomiędzy:

Gminą Michałowice mającą swoją siedzibę w Regułach

ul. Aleja Powstańców Warszawy 1

05-816 Michałowice

a:

Budmal-Art Sp. z o.o.

ul. Rejtana 13

05-270 Marki

Na „wykonanie projektu adaptacji akustycznej pomieszczeń dydaktycznych klas 1-3 (7 pomieszczeń plus korytarz) oraz hali sportowej na terenie Szkoły w Nowej Wsi przy ul. Głównej 96”.

### 1.3 Podstawa prawna

Sprawozdanie z pomiarów sporządzono w oparciu o:

- PN-EN ISO 3382-2:2009 Akustyka – Pomiar parametrów akustycznych pomieszczeń – Część 2: Czas pogłosu w zwyczajnych pomieszczeniach.
- PN-B-02151-4:2015-06 Akustyka budowlana – Ochrona przed hałasem w budynkach – Część 4: wymagania dotyczące warunków pogłosowych i zrozumiałości mowy w pomieszczeniach oraz wytyczne prowadzenia badań.
- PN-EN ISO 3382-1:2009 Akustyka – Pomiar parametrów akustycznych pomieszczeń.
- PN-EN ISO 9921:2005 Ergonomia – Ocena porozumiewania się mową.
- PN-EN 12354-6:2005 Akustyka budowlana. Pochłanianie dźwięku w pomieszczeniach.

Budmal-Art. Sp. z o.o.

ul. Rejtana 13, 05 – 270 Marki

tel.: (22) 666 0009, 601 205 693

e-mail: [rm.budmalart@gmail.com](mailto:rm.budmalart@gmail.com)

- DIN18041 Acoustic quality in rooms – Specification and instructions for the room acoustic design (03.2016).
- PN-EN 12354-6/2004 Akustyka budowlana - Określanie właściwości akustycznych budynków na podstawie właściwości elementów. Część 6: Pochłanianie dźwięku w pomieszczeniu.
- ANSI S 3 Methods for the calculation of the speech intelligibility index (SII) American National Standards Institute, New York, USA.
- PN-87/B-02151 Akustyka budowlana. Ochrona przed hałasem pomieszczeń w budynkach. Dopuszczalne wartości poziomu dźwięku w pomieszczeniach.
- Ustawa Prawo ochrony środowiska z dnia 27 kwietnia 2001 r. (Dz.U. 2019 poz. 1396 z późn. zm.).

Pomiary przeprowadzono zgodnie z Polskimi Normami:

- PN-EN ISO 3382-2:2009 Akustyka – Pomiar parametrów akustycznych pomieszczeń – Część 2: Czas pogłosu w zwyczajnych pomieszczeniach,
- PN-B-02151-4:2015-06 Akustyka budowlana – Ochrona przed hałasem w budynkach – Część 4: wymagania dotyczące warunków pogłosowych i zrozumiałości mowy w pomieszczeniach oraz wytyczne prowadzenia badań.

## 2 Opis metodyki pomiarów i zestawu aparatury pomiarowej

### 2.1 Określenie metody pomiarów

Podczas pomiarów czasu pogłosu korzystano z metody technicznej pomiarów, wyznaczając wskaźnik czasu pogłosu, zgodnie z zaleceniami normy, ze spadku 20 decybelowego – T20 (RT20).

### 2.2 Aparatura pomiarowa

Sprzętem pomiarowym był zestaw składający się z:

- miernik poziomu dźwięku oraz drgań mechanicznych klasy pierwszej Svan 958A nr 69073 z przedwzmacniaczem SV 12L nr 73662 produkcji Svantek, wraz z mikrofonem MK 255 nr 15636 produkcji Microtech Gefell, a także przetwornikiem drgań SV 84 nr H3386 i adapterem SA 207B produkcji Svantek,
- miernik poziomu dźwięku klasy pierwszej Svan 971A nr 121019 z przedwzmacniaczem SV 18A nr 123647 produkcji Svantek, wraz z mikrofonem 7152 nr 83631 produkcji ACO,
- miernik poziomu dźwięku klasy pierwszej Svan 979 nr 59739 z przedwzmacniaczem SV 17 nr 57891 produkcji Svantek, wraz z mikrofonem GRAS 40AE nr 286457 produkcji G.R.A.S.,
- wszystkie mierniki wyposażone były w osłony przeciwwietrzne SA 22 produkcji Svantek,
- kalibrator akustyczny SV 35A nr 64244 produkcji Svantek,
- wzmacniacz AMG mini produkcji Ntek,
- wszechkierunkowe źródła dźwięku OMNI 5 produkcji Ntek,
- kierunkowe źródło dźwięku DIR slim produkcji Ntek.

Przyrządy posiadały wymagane dla nich aktualne świadectwa wzorcowania:

- miernik Svan 958A – Świadectwo Wzorcowania nr 00036306/02/2021, wydane 14.12.2021 (tryb miernika poziomego dźwięku)(dodatkowo filtry pasmowe tercjowe – Świadectwo Wzorcowania nr 00045616/04/2022 wydane 7.07.2022), oraz Świadectwo Wzorcowania nr 00036306/10/2021, wydane 16.12.2021 (tryb miernika drgań mechanicznych),
- miernik Svan 971A – Świadectwo Wzorcowania nr 00043167/02/2022, wydane 23.05.2022 (dodatkowo filtry pasmowe tercjowe – Świadectwo Wzorcowania nr 00045618/04/2022 wydane 7.07.2022),
- miernik Svan 979 – Świadectwo Wzorcowania nr 00073339/02/2023, wydane 16.11.2023 (dodatkowo filtry pasmowe tercjowe – Świadectwo Wzorcowania nr 00045617/04/2022 wydane 7.07.2022),
- kalibrator – Świadectwo Wzorcowania nr 00065987/01/2023, wydane 26.07.2023.

Sprawdzenia (kalibracji) sprzętu pomiarowego dokonano przed oraz po pomiarze, miernik automatycznie uwzględnił poprawki.

Pomocniczo, w trakcie pomiarów korzystano z następującej aparatury uzupełniającej:

- dalmierz laserowy Bosch GLM 30,
- stacja meteorologiczna WS 1080 nr Świadectwa wzorcowania 4091/AV/23 z 10.08.2023r.

## 2.3 Parametry pomiaru

Podczas pomiarów czasu pogłosu stosowano metodę szumu przerywanego, sygnałem pomiarowym był szum różowy.

## 2.4 Warunki występujące podczas pomiarów

Pomiary wykonano w dniu 04.11.2023r. Podczas pomiarów w pomieszczeniu znajdowały się dwie osoby – operatorzy pomiarów. W pomieszczeniu znajdował się sprzęt będący wyposażeniem sali – tj. krzesła, stoły, szafki. Krzesła o twardym drewnianym oparciu i siedzisku.

Objętość rzeczonych pomieszczeń wynosiła około

Sala nr 1 192,72 m<sup>3</sup>.

Sala nr 2 189,87 m<sup>3</sup>.

Sala nr 3 191,49 m<sup>3</sup>.

Sala nr 4 158,52 m<sup>3</sup>.

Sala nr 6 192,63 m<sup>3</sup>.

Sala nr 7 189,81 m<sup>3</sup>.

Sala nr 8 191,13 m<sup>3</sup>.

Korytarz Parter 272,22 m<sup>3</sup>.

Korytarz Piętro 250,89 m<sup>3</sup>.

Hala Sportowa 8924m<sup>3</sup>.

Badane obszary mają kształt prostopadłościanu.

Ściany otaczające pomieszczenia oraz sufity w Salach Dydaktycznych wykonane w technologii murowej tynkowane tynkiem cementowo-wapiennym pomalowane, podłoga z tarketu, w każdym pomieszczeniu dwa duże otwory okienne.

Podczas pomiarów wyłączone było oświetlenie.

Źródło jak i pozycje mikrofonu zgodnie z zaleceniami normy znajdowały się na wysokości 1,0 m ponad podłogą (wysokość odbiorcy siedzącego). Lokalizacja punktów pomiarowych dostępna jest jako załącznik na rysunkach.

We wszystkich pomieszczeniach zanotowano nadmierny pogłos, a w Hali Sportowej echo.



Parter Sala Lekcyjna nr1.





Parter Sala Lekcyjna nr2.



Parter Sala Lekcyjna nr3.



Piętro Sala Lekcyjna nr4.



Piętro Sala Lekcyjna nr6.





Piętro Sala Lekcyjna nr7.



Piętro Sala Lekcyjna nr8.



Korytarz Parter.

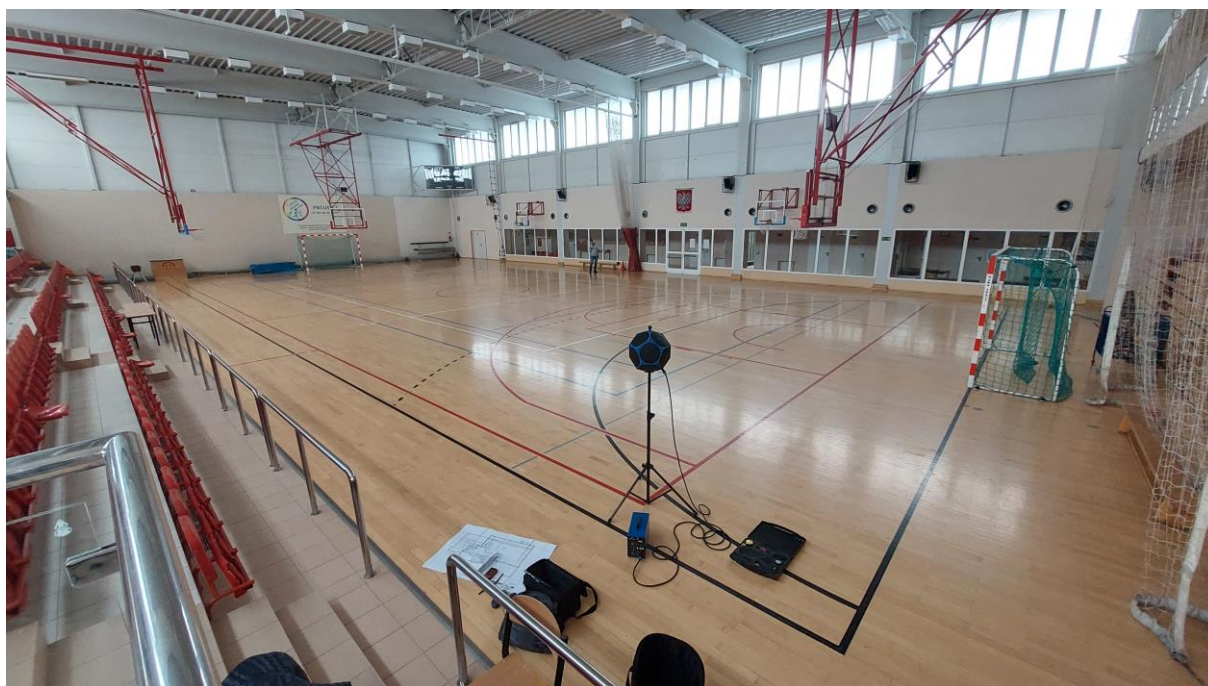


Korytarz Piętro.





Hala Sportowa.



Hala Sportowa.

Warunki meteorologiczne występujące podczas pomiarów w porze dziennej na potrzeby analizy akustycznej w dn. 04.11.2023 r. zestawiono w tabeli poniżej.

**Tabela 1. Warunki meteorologiczne w dn. 04.11.2023 r. godz. 9:00-12:00 podczas pomiarów w porze dziennej na potrzeby analizy akustycznej**

Wielkości mierzone (średnie)	Wartość
Prędkość i kierunek wiatru (m/s)	Nie dotyczy
Temperatura otoczenia (°C)	22
Wilgotność względna (%)	30
Ciśnienie atmosferyczne (hPa)	1001,1
Inne spostrzeżenia	brak

## 2.5 Rozmieszczenie źródła oraz punkty pomiarowe

Rysunki przedstawiające rozmieszczenie źródła dźwięku oraz punkty pomiarowe w pomieszczeniach w załączniku.

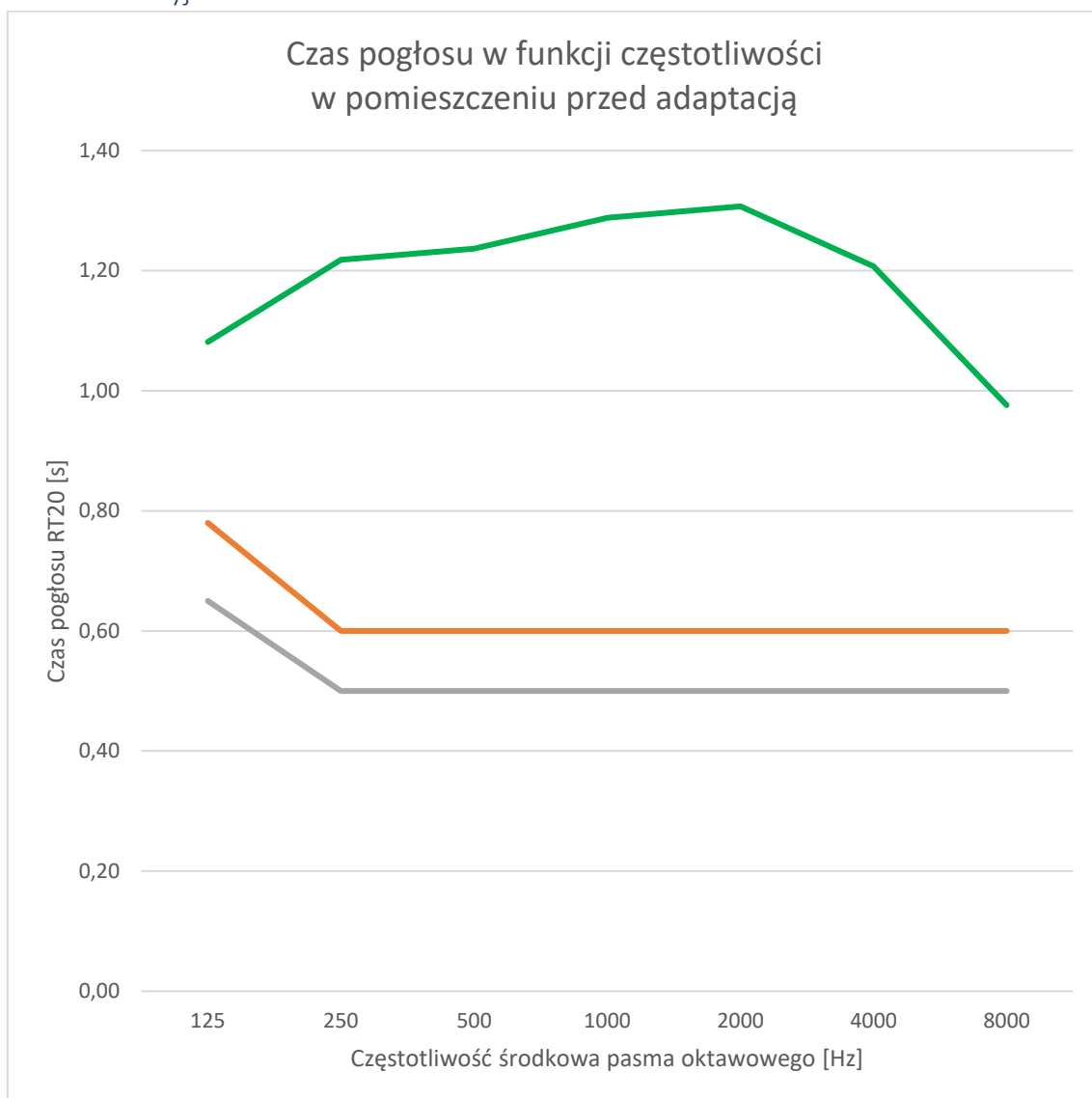
## 3 Wyniki pomiarów

### 3.1 Czas pogłosu

Poniżej przedstawiono wyniki przeprowadzonych pomiarów czasu pogłosu, zarówno w formie tabelarycznej, jak i w postaci wykresów. Uśredniania wyników pomiarów dokonano według metody pierwszej opisanej we wspomnianej normie – wyznaczenie wartości czasu pogłosu dla każdej krzywej zaniku i obliczenie wartości średniej.



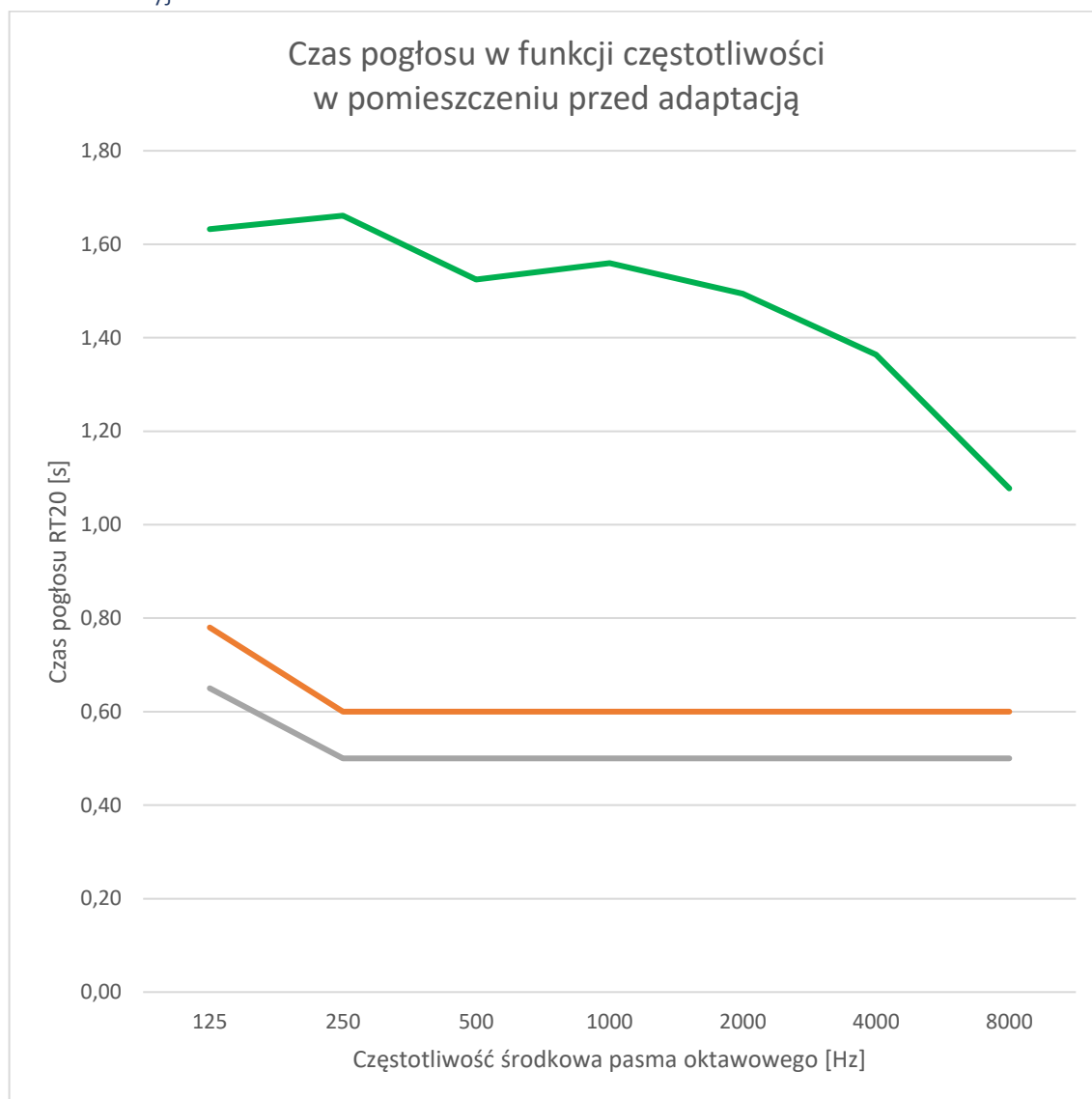
### 3.1.1 Sala lekcyjna nr 1



Częstotliwość [Hz]	Średni RT20 [s]
125	1,08
250	1,22
500	2,34
1000	2,43
2000	2,25
4000	1,87

Wartość jednolicebowa charakteryzująca czas pogłosu w pomieszczeniu –  $T_{20mid}$  wyniosła 1,26 s.

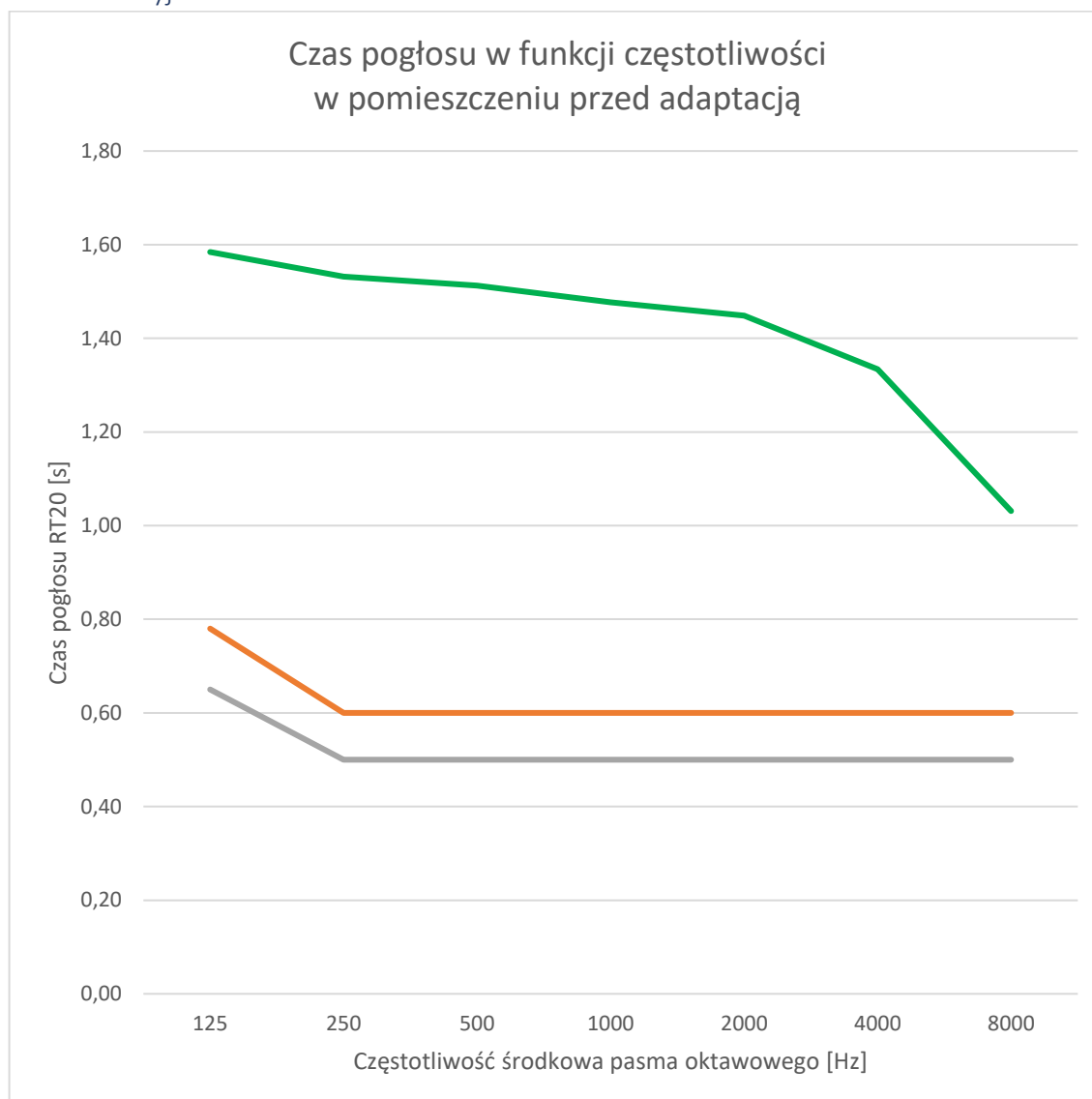
### 3.1.2 Sala lekcyjna nr 2



Częstotliwość [Hz]	Średni RT20 [s]
125	1,63
250	1,66
500	1,52
1000	1,56
2000	1,49
4000	1,36

Wartość jednolicebowa charakteryzująca czas pogłosu w pomieszczeniu –  $T_{20mid}$  wyniosła 1,54 s.

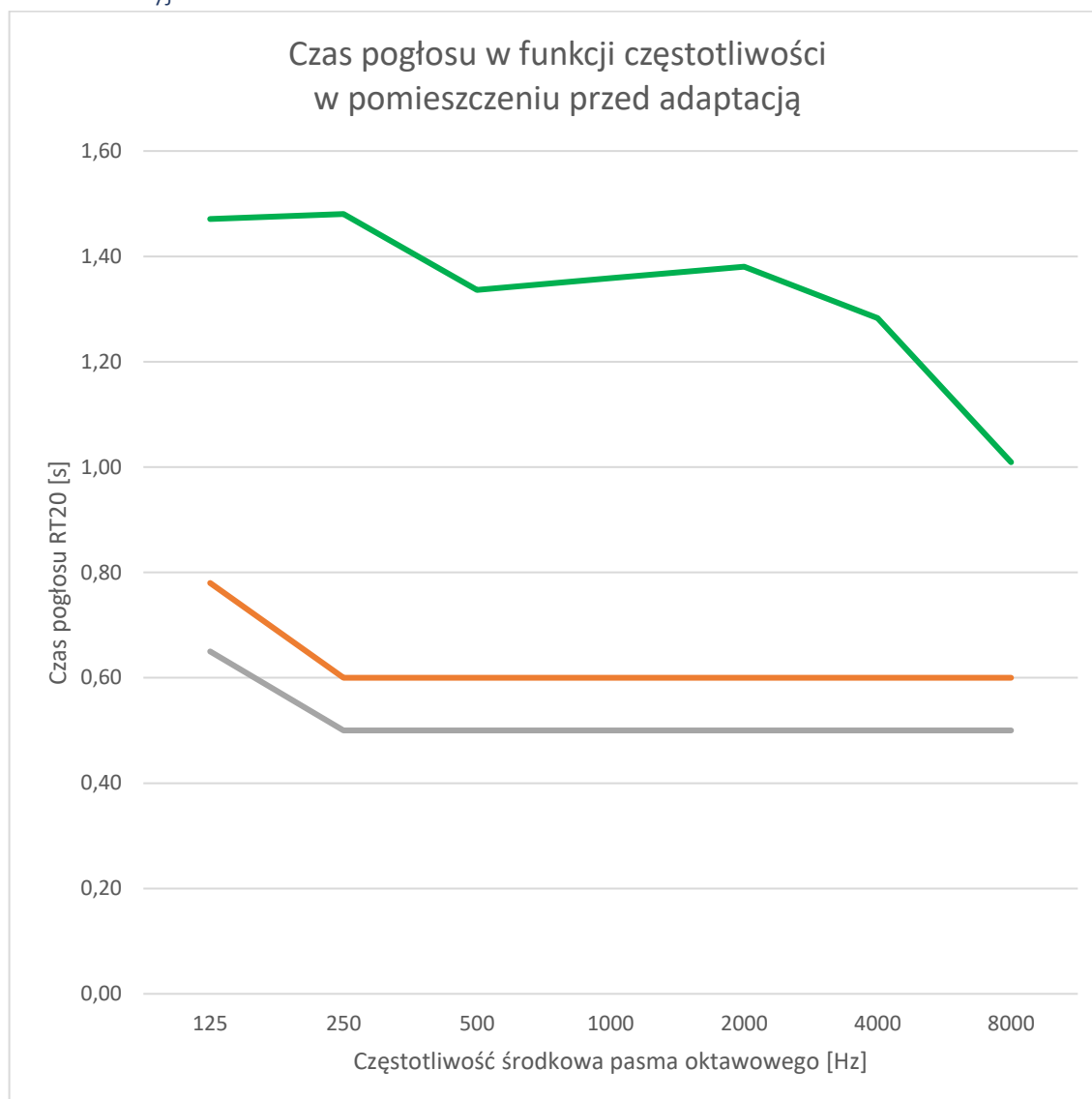
### 3.1.3 Sala lekcyjna nr 3



Częstotliwość [Hz]	Średni RT20 [s]
125	1,58
250	1,53
500	1,51
1000	1,48
2000	1,45
4000	1,33

Wartość jednolicebowa charakteryzująca czas pogłosu w pomieszczeniu –  $T_{20mid}$  wyniosła 1,49 s.

#### 3.1.4 Sala lekcyjna nr 4

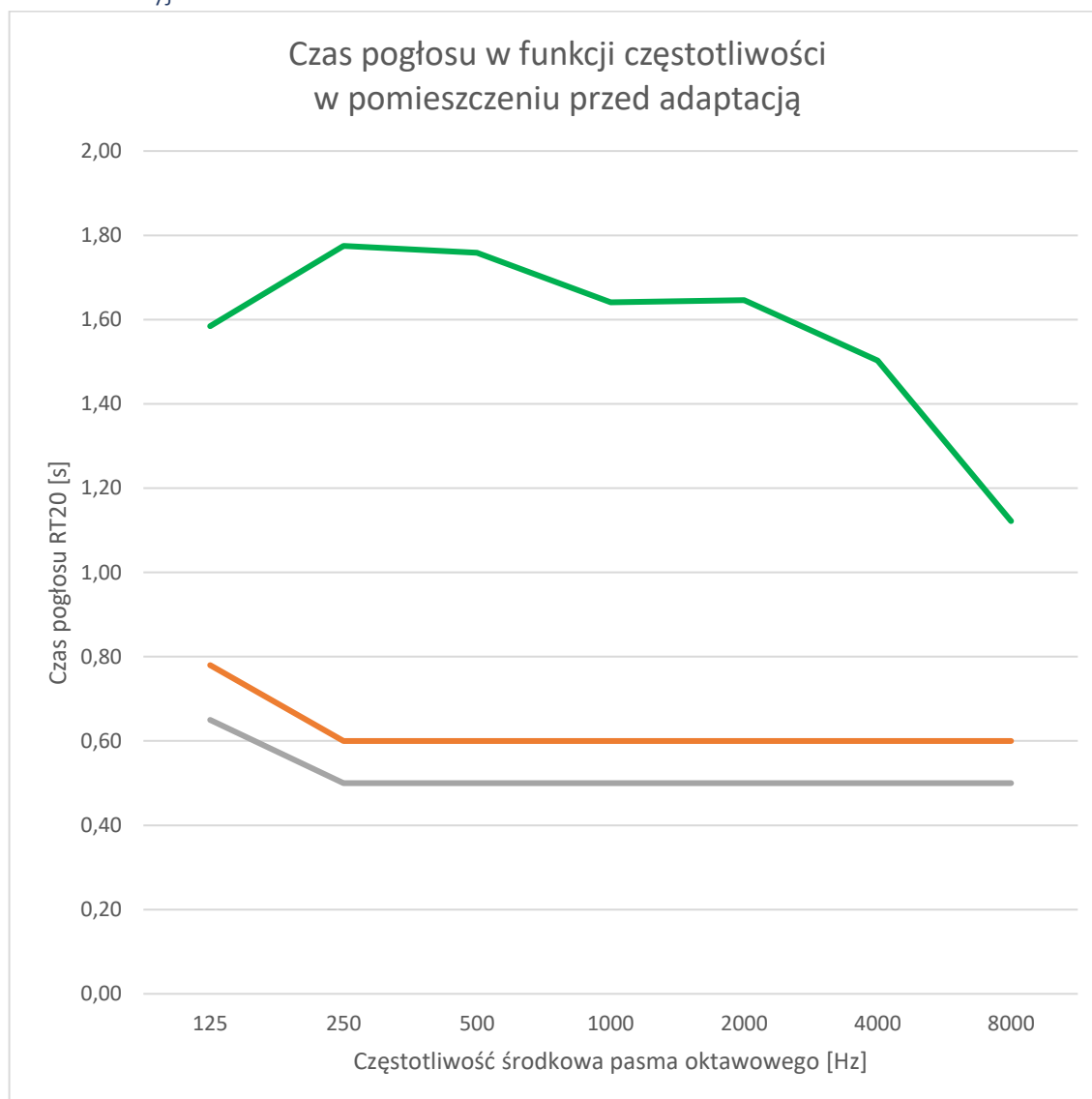


Częstotliwość [Hz]	Średni RT20 [s]
125	1,47
250	1,48
500	1,34
1000	1,36
2000	1,38
4000	1,28

Wartość jednolicebowa charakteryzująca czas pogłosu w pomieszczeniu –  $T_{20mid}$  wyniosła 1,35 s.



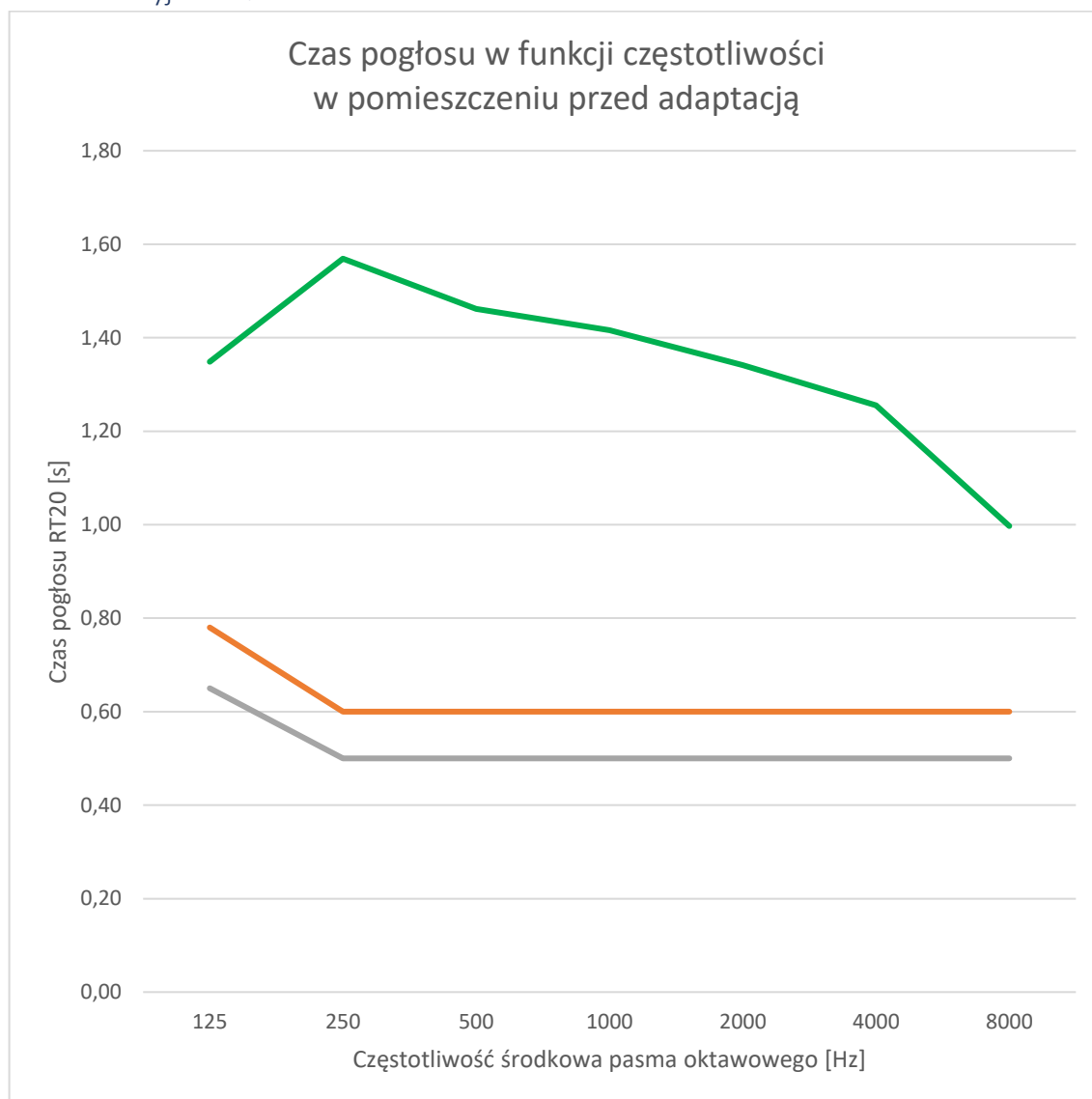
### 3.1.5 Sala lekcyjna nr 6



Częstotliwość [Hz]	Średni RT20 [s]
125	1,58
250	1,77
500	1,76
1000	1,64
2000	1,65
4000	1,50

Wartość jednoliczbowa charakteryzująca czas pogłosu w pomieszczeniu –  $T_{20mid}$  wyniosła 1,70 s.

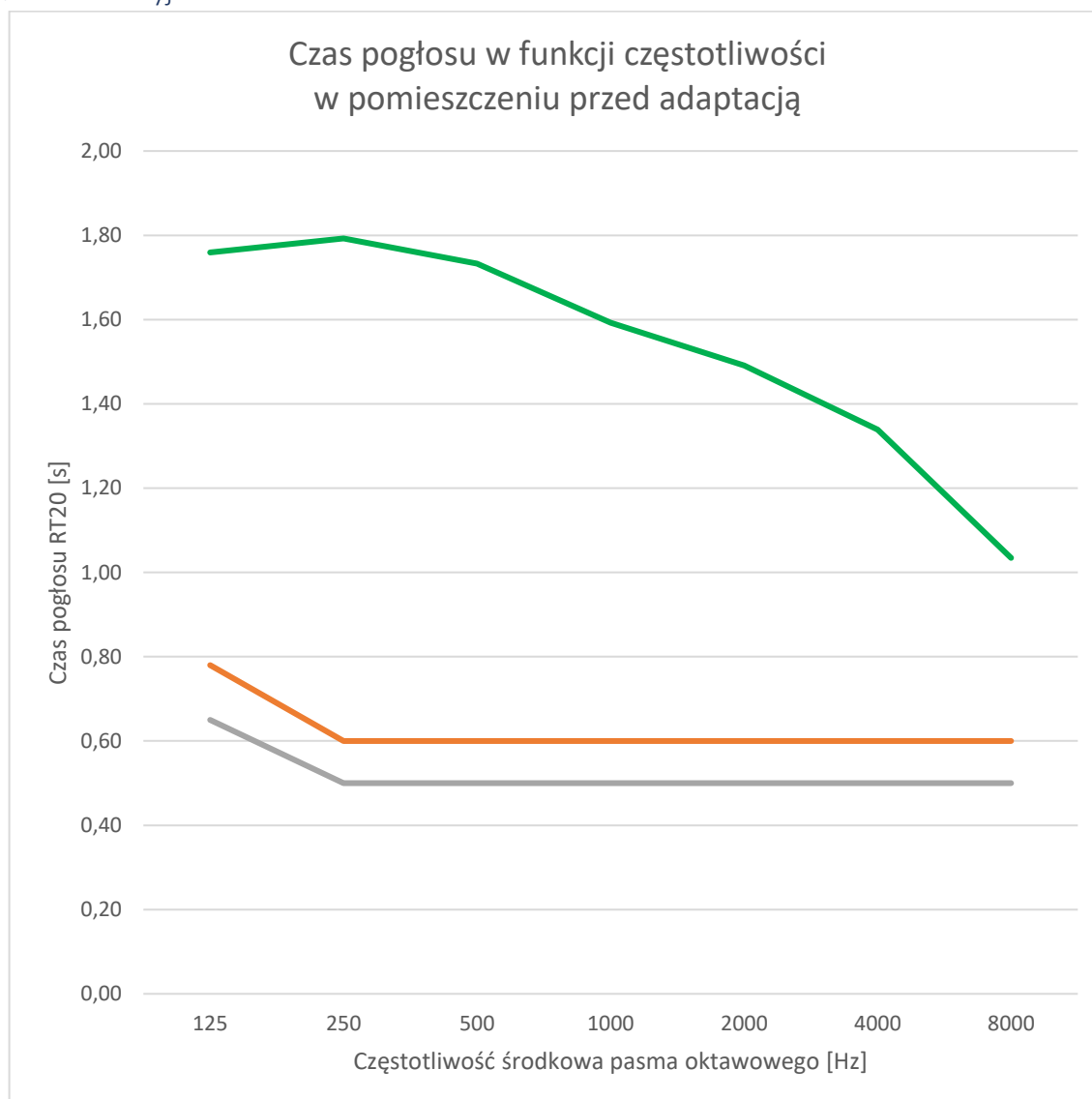
### 3.1.6 Sala lekcyjna nr 7



Częstotliwość [Hz]	Średni RT20 [s]
125	1,35
250	1,57
500	1,46
1000	1,42
2000	1,34
4000	1,26

Wartość jednolicebowa charakteryzująca czas pogłosu w pomieszczeniu –  $T_{20mid}$  wyniosła 1,44 s.

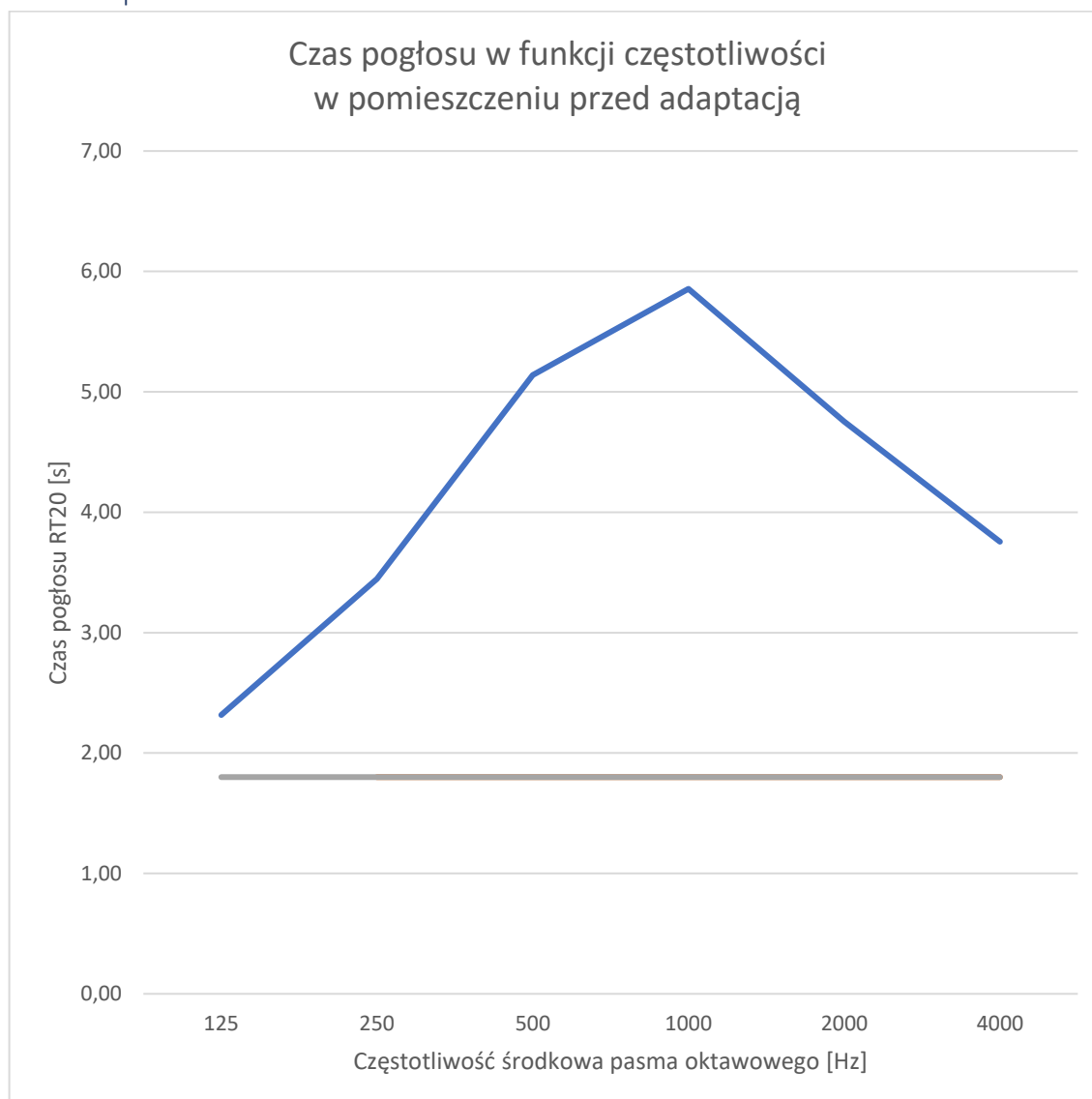
### 3.1.7 Sala lekcyjna nr 8



Częstotliwość [Hz]	Średni RT20 [s]
125	1,76
250	1,79
500	1,73
1000	1,59
2000	1,49
4000	1,34

Wartość jednoliczbowa charakteryzująca czas pogłosu w pomieszczeniu –  $T_{20mid}$  wyniosła 1,66 s.

### 3.1.8 Hala Sportowa

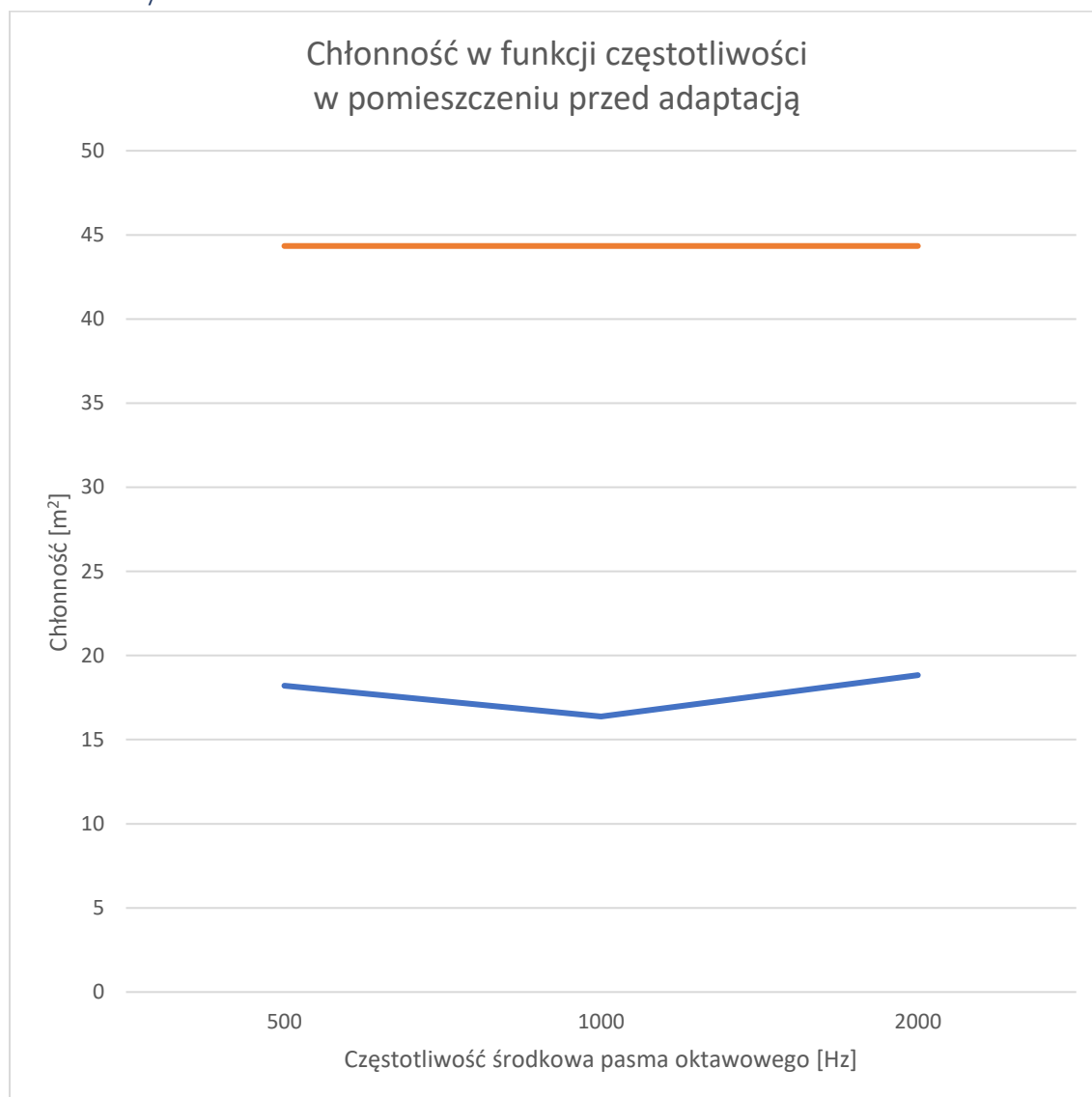


Częstotliwość [Hz]	Średni RT20 [s]
125	2,32
250	3,45
500	5,14
1000	5,86
2000	4,75
4000	3,76

Wartość jednolicebowa charakteryzująca czas pogłosu w pomieszczeniu –  $T_{20mid}$  wyniosła 5,50 s.



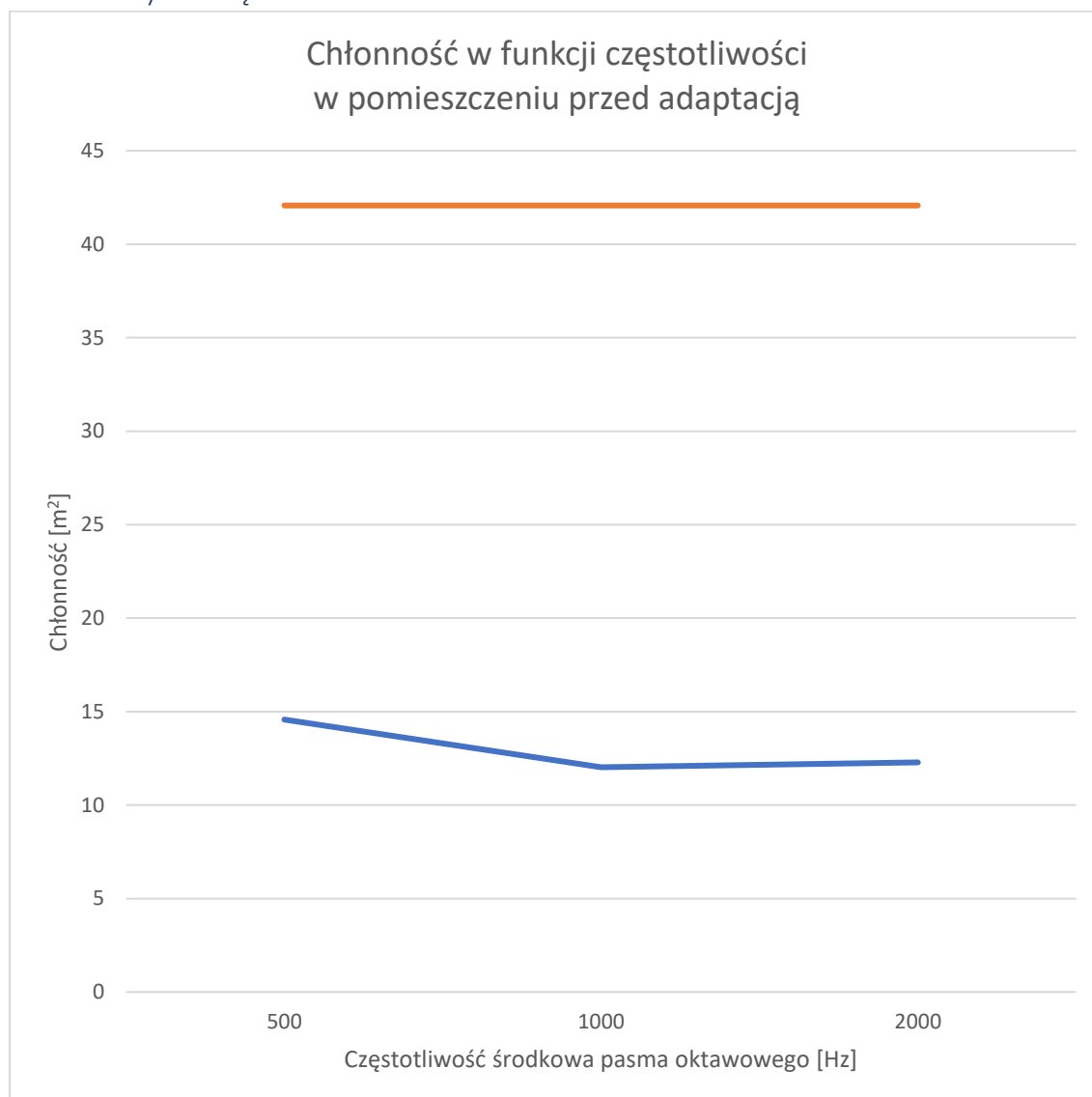
### 3.1.9 Korytarz Parter



Częstotliwość [Hz]	Średni RT20 [s]
125	0,62
250	0,97
500	1,18
1000	1,31
2000	1,14
4000	0,91

Wartość jednoliczbowa charakteryzująca czas pogłosu w pomieszczeniu –  $T_{20mid}$  wyniosła 1,24 s.

### 3.1.10 Korytarz Piętro



Częstotliwość [Hz]	Średni RT20 [s]
125	0,80
250	0,93
500	1,39
1000	1,69
2000	1,65
4000	0,43

Wartość jednoliczbowa charakteryzująca czas pogłosu w pomieszczeniu –  $T_{20mid}$  wyniosła 1,54 s.

## 4 Wnioski z pomiarów

W wyniku pomiarów otrzymano wartości czasu pogłosu w badanych pomieszczeniach. Zgodnie z normą PN-B-02151-4:2015-06 (obligatoryjną od dnia 1 stycznia 2018 roku) stawiane są wymagania odnośnie wartości czasu pogłosu.

W przypadku pomieszczeń „Sal lekcyjnych”, o kubaturze około 190 m<sup>3</sup> wymagany czas pogłosu powinien wynosić  $\leq 0,6$  s. Stwierdza się **brak spełnienia wymagań** (zbyt wysoki czas pogłosu) w każdym z badanych oktaowych zakresów częstotliwości.

W przypadku pomieszczeń „Hala Sportowa”, o kubaturze około 8900 m<sup>3</sup> wymagany czas pogłosu powinien wynosić  $\leq 1,8$  s. Stwierdza się **brak spełnienia wymagań** (zbyt wysoki czas pogłosu) w każdym z badanych oktaowych zakresów częstotliwości.

W przypadku pomieszczeń „Korytarze”, o kubaturze około 250 m<sup>3</sup> Norma mówi o pokryciu w 100% powierzchni sufitu materiałem o współczynniku pochłaniania dźwięku  $\alpha_w=1,0$ . Zaleca się również pokrycie górnych partii ścian dźwiękochłonnymi panelami ściennymi. Stwierdza się **brak spełnienia wymagań** (płyty sufitu podwieszanego nie posiadają wystarczających właściwości dźwiękochłonnych).

KONIEC OPRACOWANIA