

## Opracowanie akustyczne - projekt zabezpieczeń akustycznych

**OBIEKT:** REGIONALNE CENTRUM INNOWACJI I TRANSFERU  
TECHNOLOGII  
ul. Jagiellońska 20-21  
70-363 Szczecin

**BRANŻA:** Akustyka wnętrz

**FIRMA:** **AVprojekt**  
biuro: ul. Jagińtkowska 40  
54-048 Wrocław  
tel./fax (71) 71 79 000 43  
[avprojekt@avprojekt.com](mailto:avprojekt@avprojekt.com)

**OPRACOWAŁ:** mgr inż. Roman Marczak

**SPRAWDZAJĄCY:** mgr inż. Paweł Barczyński

listopad 2019 r.

## **SPIS TREŚCI**

1	WYKAZ NORM, LITERATURY	3
2	INFORMACJE PORZĄDKOWE	4
	2.1 Podstawa opracowania	4
	2.2 Przedmiot opracowania	4
	2.3 Opis sytuacyjny	4
3	POMIARY AKUSTYCZNE	7
	3.1 Wnioski z pomiarów.	9
4	ZABEZPIECZENIA AKUSTYCZNE	10
	4.1 Zabezpieczenie wibroizolacyjne.	10
	4.2 Zwiększenie izolacyjności stropu.	11
5	UWAGI I WNIOSKI	13
6	WYKAZ RYSUNKÓW	14
7	WYKAZ ZAŁĄCZNIKÓW	15

## 1 WYKAZ NORM, LITERATURY

- [1]. Polska Norma PN-B-02151-3:2015-10 „Akustyka budowlana: Ochrona przed hałasem w budynkach. Część 3: Wymagania dotyczące izolacyjności akustycznej przegród w budynkach i elementów budowlanych”.
- [2] PN-B-02151-4 Akustyka budowlana Ochrona przed hałasem w budynkach – Wymagania dotyczące warunków pogłosowych i zrozumiałości mowy w pomieszczeniach
- [3]. Zbigniew Engel „Ochrona środowiska przed drganiami i hałasem” Warszawa 1993
- [4]. Jerzy Sadowski „Akustyka w urbanistyce, architekturze i budownictwie” Wyd. Arkady, Wydanie 1, Warszawa 1971
- [5]. Jerzy Sadowski „Akustyka architektoniczna” PWN, Wydanie 1, Poznań 1976
- [6]. Marshall Long „Architectural Acoustics” 2006

## **2 INFORMACJE PORZĄDKOWE**

### **2.1 Podstawa opracowania**

- Zlecenie NR 28/att-26/19/MK na wykonanie projektu zabezpieczeń od hałasu powietrznego oraz od dźwięków uderzeniowych w pomieszczeniach biurowych 119, 120 i 121 w obiekcie RCIiTT ul. Jagiellońska 20-21 w Szczecinie
- Dokumentacja projektowa „Przebudowa i rozbudowa budynku ze zmianą sposobu użytkowania z funkcji przemysłowej na biurową” : podkłady architektoniczne, dokumentacja powykonawcza branży sanitarnej
- Karty techniczne urządzeń wentylacyjnych

### **2.2 Przedmiot opracowania**

Przedmiotem opracowania są wytyczne do projektu zabezpieczeń od hałasu powietrznego i materiałowego dla central klimatyzacyjnych znajdujących się w pomieszczeniu serwerowni (pomieszczenie 2.12) budynku RCIiTT w Szczecinie przy ulicy Jagiellońskiej 20-21.

#### **Opracowanie zawiera:**

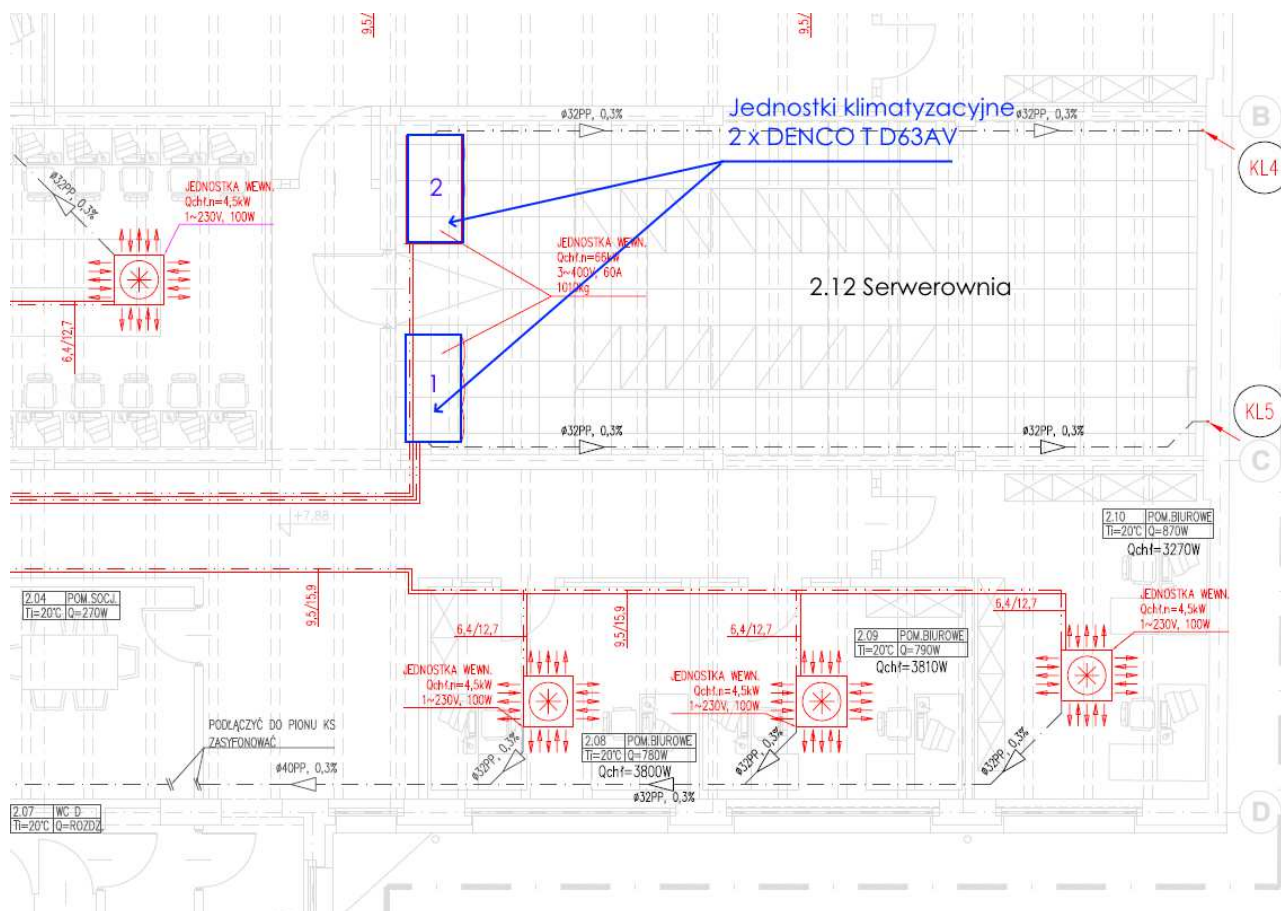
1. Raport z pomiarów akustycznych.
2. Projekt układu wibroizolacyjnego szafy klimatyzacyjnej
3. Projekt ustroju zwiększającego izolacyjność akustyczną stropu

### **2.3 Opis sytuacyjny**

W serwerowni (pomieszczenie 2.12) znajdującej się na 2 piętrze zlokalizowane są urządzenia klimatyzacji precyzyjnej. Są to 2 szafy klimatyzacyjne firmy Denco typ T D63AV w wersji z dolnym nawiewem powietrza chłodzącego, połączone z ustawionymi na dachu zewnętrznymi skraplaczami. Szafy klimatyzacyjne zostały ustawione na systemowej podłodze technicznej (format 60x60cm) na gumowych podkładkach. Zadaniem szaf klimatyzacyjnych jest chłodzenie szaf serwerów znajdujących się w pomieszczeniu. Wykonano dwa bliźniacze układy, które pracują naprzemiennie dla równoległego zużycia podzespołów oraz umożliwienia prac serwisowych w przypadku awarii. Na rysunku 1 przedstawiono plan sytuacyjny.

Praca szaf klimatyzacyjnych jest źródłem powstawania hałasu powietrznego i materiałowego. W pomieszczeniach biurowych 1.19, 1.20, 1.21 znajdujących się na kondygnacji 1, poniżej serwerowni pracownicy skarżą się na niskoczęstotliwościowy hałas.

Proponowane rozwiązania akustyczne muszą uwzględniać ograniczenia architektoniczne, konstrukcyjne (dopuszczalna obciążalność stropu) oraz technologiczne (brak możliwości przerywania pracy serwerów informatycznych).



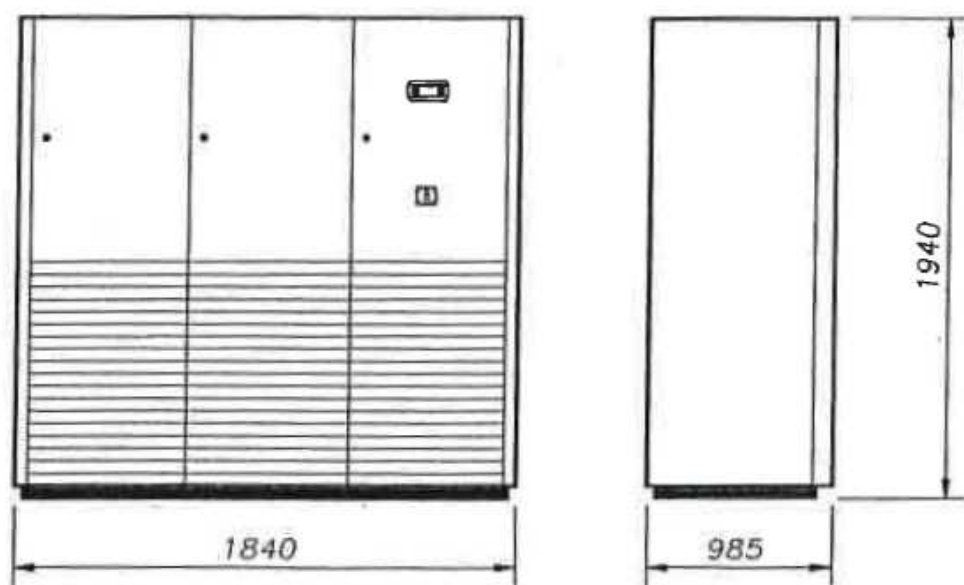
Rys. 1: Rozmieszczenie szaf klimatyzacyjnych Denco T D63AV w serwerowni 2.12

Poniżej przedstawiono parametry techniczne pojedynczej szafy klimatyzacyjnej:

Model	DENCO T D63AV
Wymiary (S x W x G)	184cm x 194cm x 98.5cm
Waga	1010kg
Przepływ powietrza	4.40 m <sup>3</sup> /s

Tabela 1: Dane techniczne szafy klimatyzacyjnej Denco T D63AV

**D 63 - 83**



Rys. 2: Rysunek techniczny pojedynczej szafy klimatyzacyjnej Denco T D63AV.

### 3 POMIARY AKUSTYCZNE

W dniu 10.10.2019 w godzinach popołudniowych przeprowadzono wizję lokalną w trakcie której przeprowadzono kilka krótkich pomiarów akustycznych. Pomiary dokonano w następujących pomieszczeniach:

- Serwerownia 2.12
- Komunikacja 2.01 (przy serwerowni)
- Pomieszczenie biurowe 1.21

Miernik poziomu dźwięku:	NTi XL2, SNo. A2A-03287-D1, FW3.23
Mikrofon:	NTi M2230, klasa 1 dokładności
Zakres mierzonego dźwięku	6.3Hz – 20 000Hz, w pasmach tercjowych
Zakres poziomu dźwięku	30 – 130dB

Tabela 2: Parametry miernika dźwięku użytego do pomiarów akustycznych.

#### Warunki pomiaru:

- Włączona jedna szafa klimatyzacyjna DENCO T D63AV (szafa oznaczona nr 1 na rysunku 1).

Celem pomiarów było określenie zakresu poziomu hałasu generowanego przez urządzenia klimatyzacyjne, ale przede wszystkim określenie widma hałasu w pomieszczeniach biurowych znajdujących się na 1 piętrze. Zmierzenie poziomu i widma hałasu pozwoliło na zaprojektowanie odpowiednich zabezpieczeń akustycznych.

Poniżej przedstawiono widma częstotliwościowe zmierzonego hałasu dla 3 wymienionych wcześniej lokalizacji.

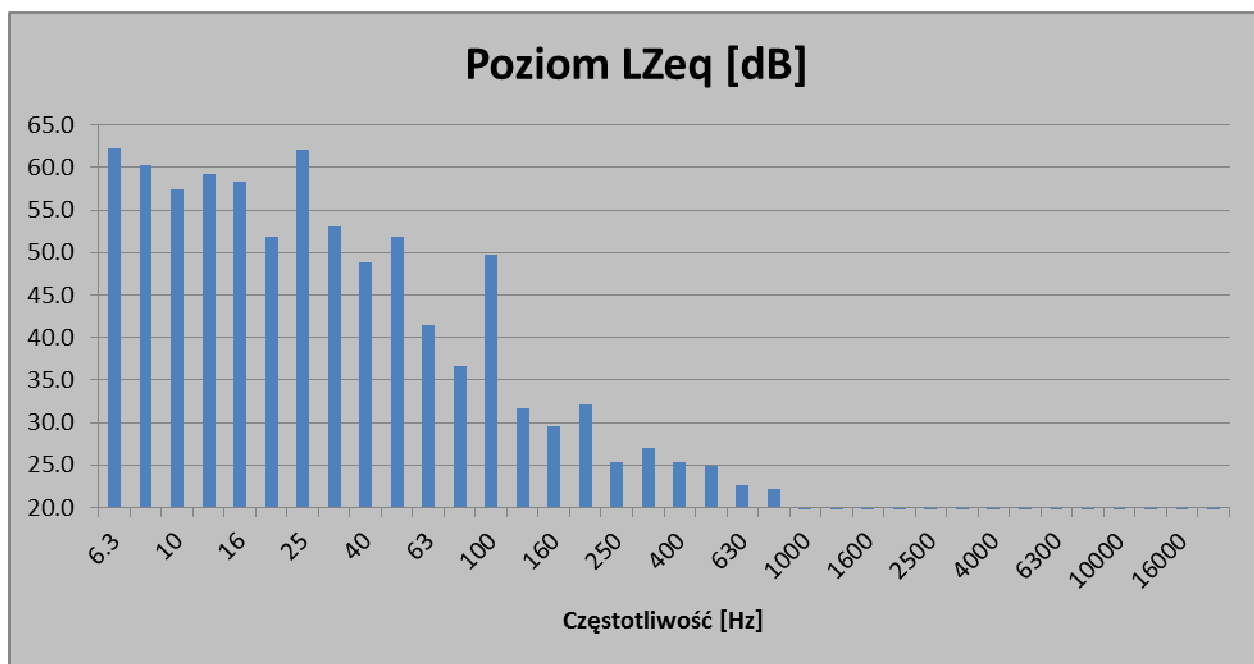
**Poziom LZeQ [dB]**

Częstotliwość [Hz]	Poziom LZeQ [dB]
6.3	53.5
10	53.0
16	56.0
25	62.0
40	63.0
63	65.0
100	76.0
160	64.0
250	58.0
400	50.0
630	74.0
1000	51.0
1600	51.5
2500	48.5
4000	42.5
6300	45.0
10000	36.5
16000	35.0
25000	36.5
40000	36.5
63000	36.5
100000	35.5
160000	33.0
250000	33.0
400000	33.0
630000	33.0
1000000	33.0
1600000	33.0
2500000	33.0
4000000	33.0
6300000	33.0
10000000	33.0
16000000	33.0
25000000	33.0
40000000	33.0
63000000	33.0
100000000	33.0
160000000	33.0
250000000	33.0
400000000	33.0
630000000	33.0
1000000000	33.0
1600000000	33.0
2500000000	33.0
4000000000	33.0
6300000000	33.0
10000000000	33.0
16000000000	33.0
25000000000	33.0
40000000000	33.0
63000000000	33.0
100000000000	33.0
160000000000	33.0
250000000000	33.0
400000000000	33.0
630000000000	33.0
1000000000000	33.0
1600000000000	33.0
2500000000000	33.0
4000000000000	33.0
6300000000000	33.0
10000000000000	33.0
16000000000000	33.0
25000000000000	33.0
40000000000000	33.0
63000000000000	33.0
100000000000000	33.0
160000000000000	33.0
250000000000000	33.0
400000000000000	33.0
630000000000000	33.0
1000000000000000	33.0
1600000000000000	33.0
2500000000000000	33.0
4000000000000000	33.0
6300000000000000	33.0
10000000000000000	33.0
16000000000000000	33.0
25000000000000000	33.0
40000000000000000	33.0
63000000000000000	33.0
100000000000000000	33.0
160000000000000000	33.0
250000000000000000	33.0
400000000000000000	33.0
630000000000000000	33.0
1000000000000000000	33.0
1600000000000000000	33.0
2500000000000000000	33.0
4000000000000000000	33.0
6300000000000000000	33.0
10000000000000000000	33.0
16000000000000000000	33.0
25000000000000000000	33.0
40000000000000000000	33.0
63000000000000000000	33.0
100000000000000000000	33.0
160000000000000000000	33.0
250000000000000000000	33.0
400000000000000000000	33.0
630000000000000000000	33.0
1000000000000000000000	33.0
1600000000000000000000	33.0
2500000000000000000000	33.0
4000000000000000000000	33.0
6300000000000000000000	33.0
10000000000000000000000	33.0
16000000000000000000000	33.0
25000000000000000000000	33.0
40000000000000000000000	33.0
63000000000000000000000	33.0
100000000000000000000000	33.0
160000000000000000000000	33.0
250000000000000000000000	33.0
400000000000000000000000	33.0
630000000000000000000000	33.0
1000000000000000000000000	33.0
1600000000000000000000000	33.0
2500000000000000000000000	33.0
4000000000000000000000000	33.0
6300000000000000000000000	33.0
10000000000000000000000000	33.0
1	

---

*strona 8*





Rys. 5: Widmo częstotliwościowe hałasu generowanego przez szafę klimatyzacyjną Denco T D63AV. Pomiar w pomieszczeniu biurowym 1.21.

### 3.1 Wnioski z pomiarów.

W widmach zmierzonych sygnałów dominują małe częstotliwości – to one decydują o wynikowym poziomie hałasu w pomieszczeniach biurowych na 1 piętrze. Widać wyraźnie, że najwyższe poziomy osiąga częstotliwość 25Hz oraz jej harmoniczne 50Hz oraz 100Hz. Na podstawie wartości częstotliwości wynoszącej 25Hz można oszacować prędkość obrotową silników wentylatorów szaf klimatyzacyjnych: będzie to około 1500 obr/min. Hałas niskoczęstotliwościowy pochodzi od drgań układów wentylatorów szaf klimatyzacyjnych. Głównym zadaniem będzie więc ograniczenie hałasu niskoczęstotliwościowego.

## 4 ZABEZPIECZENIA AKUSTYCZNE

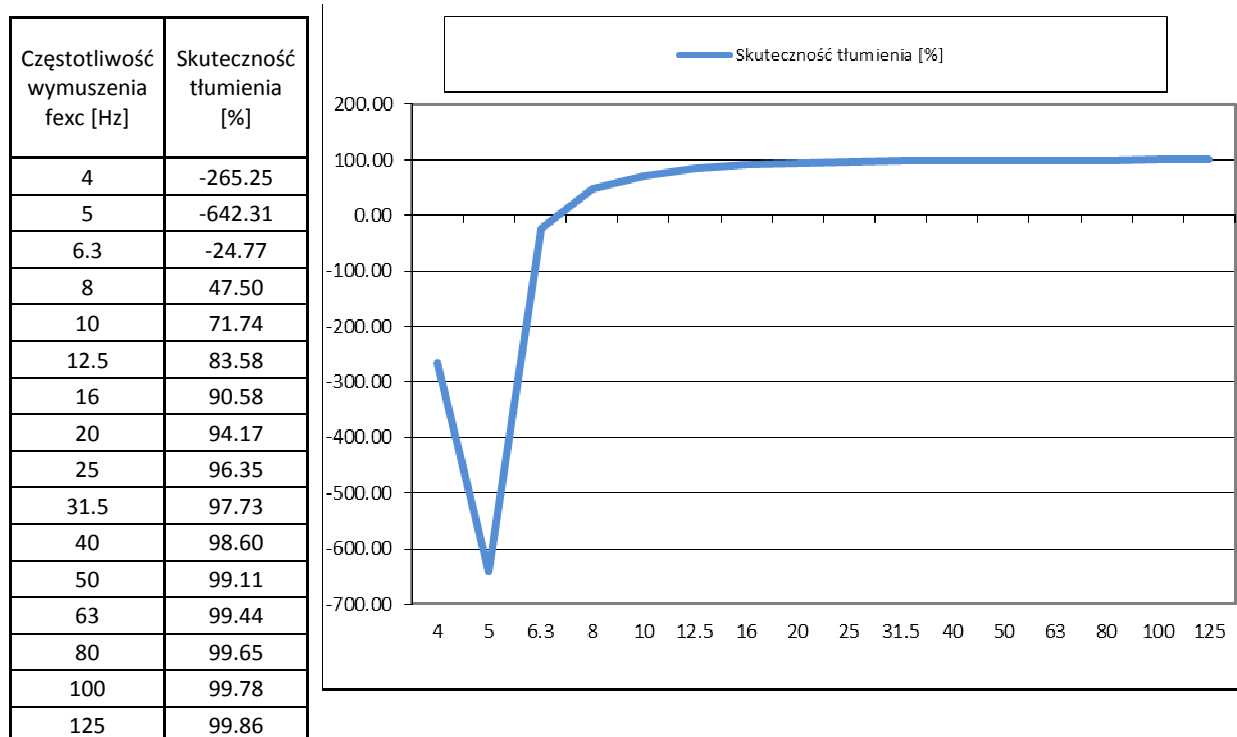
W projekcie zaproponowano dwa rozwiązania mające na celu zmniejszenie poziomu hałasu w pomieszczeniach sąsiadujących.

### 4.1 Zabezpieczenie wibroizolacyjne.

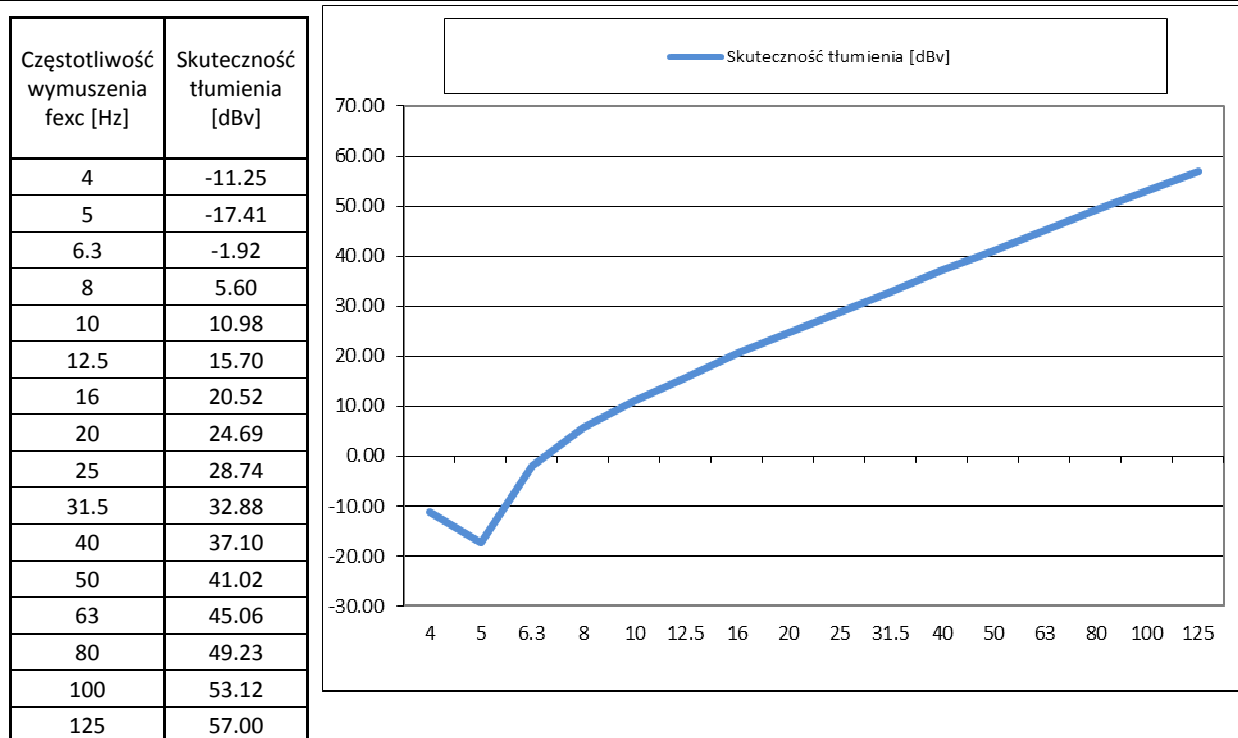
Dla ograniczenia przenoszenia drgań własnych szaf klimatyzacyjnych na konstrukcję budynku zaprojektowano wibroizolatory sprężynowe. Zostały one dobrane według częstotliwości drgań układów wentylacyjnych, ich masy oraz ilości punktów podparcia.

Model wibroizolatora	<b>CDM-CHR-1350/4.5</b>
Masa układu drgającego (szafy wentylacyjnej)	1010 kg
Liczba punktów podparcia	8
Masa przypadająca na pojedynczy wibroizolator	126.25kg
Sztywność dynamiczna Kdyn	110N/mm
Ugięcie	11.3mm
Częstotliwość rezonansu własnego	4.69Hz

Tabela 3: Parametry techniczne wibroizolatorów.



Rys. 6: Skuteczność tłumienia wibroizolatora w %.



Rys. 7: Skuteczność tłumienia wibroizolatora w dBv

Na rysunku AK01 w załączniku przedstawiono rozmieszczenie wibroizolatorów pod szafą klimatyzacyjną. Takie rozmieszczenie jest takie same dla obu urządzeń. Wibroizolatory należy zamocować do szafy oraz/lub podłogi podniesionej. **Przed zamocowaniem wibroizolatorów należy usunąć gumowe podkłady pod urządzeniami, tak aby wibroizolatory były mocowane bezpośrednio do podłogi podniesionej.**

W załączniku nr 1 znajdują się dokładne parametry zastosowanych wibroizolatorów.

#### 4.2 Zwiększenie izolacyjności stropu.

Drugim sposobem ograniczenia hałasu przenikającego do pomieszczeń biurowych znajdujących się na kondygnacji 1 jest wprowadzenie dodatkowego sufitu podwieszanego wykonanego z płyt gk, podwieszanego na specjalnych wieszakach akustycznych. To rozwiązanie będzie skuteczne w zakresie powyżej oktawy 63Hz, skuteczność będzie rosła wraz ze wzrostem częstotliwości. Skuteczność tego rozwiązania będzie uzależniona od izolacyjności istniejącego stropu i wyniesie co najmniej 6-7dB.

Na rysunku AK02 przedstawiono szczegóły zaproponowanego rozwiązania akustycznego. Zastosowano wieszak akustyczny **CDM-PHR-250** o małej częstotliwości rezonansu własnego wynoszącej około 4Hz. Bardzo ważne jest aby dla sufitu zwiększającego izolacyjność nie stosować profili konstrukcyjnych obwodowych. Aby to było możliwe wieszaki akustyczne należy zamocować możliwie blisko ściany (około 70mm). Istniejący sufit podwieszany akustyczny, pochłaniający należy zamocować do sufitu izolacyjnego.

Ważne jest aby dodatkowy sufit podwieszany izolacyjny stanowił zamkniętą powierzchnię, której ciągłości nie można przerywać. Wszelkie ewentualne przejścia należy uszczelniać masą trwale elastyczną np. silikonem.

Rozwiązanie to należy traktować jako rozwiązanie uzupełniające do wibroizolatorów sprężynowych. Konieczność jego zastosowania należy przeanalizować po wprowadzeniu pierwszego zabezpieczenia.

## 5 UWAGI I WNIOSKI

W projekcie zaproponowano rozwiązania akustyczne mające na celu zmniejszenie w pomieszczeniach biurowych znajdujących się na 1 piętrze dokuczliwego hałasu niskoczęstotliwościowego pochodzącego od pracujących szaf klimatyzacyjnych w pomieszczeniu serwerowni 2.12. Najbardziej efektywnym rozwiązaniem będzie wprowadzenie wibroizolatorów sprężynowych dobranych do masy i częstotliwości drgań urządzeń generujących hałas. Aby to wykonać konieczne będzie podniesienie na około 10cm szaf klimatyzacyjnych do góry i zamocowanie wibroizolatorów. Wydaje się to możliwe do realizacji ze względu, że w pomieszczeniu serwerowni 2.12 szafy klimatyzacyjne pracują naprzemiennie. Bardzo ważne jest aby szafy klimatyzacyjne oparte były jedynie na wibroizolatorach, nie można dopuścić do jakiegokolwiek połączenia sztywnego pomiędzy szafami a konstrukcją budynku.

## 6 WYKAZ RYSUNKÓW

Nr rys.	Nazwa rysunku
AK01	Rozmieszczenie wibroizolatorów na szafie klimatyzacyjnej DENCO T D63AV
AK02	Szczegóły montażowe akustycznego sufitu podwieszanego

## 7 WYKAZ ZAŁĄCZNIKÓW

Nr zał.	Nazwa załącznika
1	Karta techniczna wibroizolatora CDM-CHR-1350/4.5
2	Karta techniczna wieszaka akustycznego CDM-PHR-250