

ANALIZA AKUSTYCZNA

SALI GIMNASTYCZNEJ

Temat: Projekt ochrony akustycznej proj. pomieszczenia sali gimnastycznej, zlokalizowanej w budynku sali gimnastycznej przy Samorządowej Szkole Podstawowej w miejscowości Kaczanowo, gm. Września, woj. wielkopolskie (działka nr 181/2 179/1 i 182)

BRANŻA: Akustyka wnętrz

STADIUM: Projekt wykonawczy

FIRMA: **AVprojekt**
biuro: ul. Rogowska 127
54-440 Wrocław
GSM 600 91 57 61, 605 252 139
tel./fax (71) 71 79 000 43
avprojekt@avprojekt.com

PROJEKTANT: mgr inż. Roman Marczak

Marczak

SPRAWDZAJĄCY: mgr inż. Paweł Barczyński

P. Barczyński

kwiecień 2016 r.

SPIS TREŚCI

1	INFORMACJE PORZĄDKOWE	3
2	AKUSTYKA WNĘTRZ	4
	2.1 Podstawa prawna	4
	2.2 Optymalny czas pogłosu dla hali	4
	2.3 Podstawy teoretyczne	4
	2.4 Przyjęte materiały wykończeniowe.	5
	2.5 Obliczenia czasu pogłosu dla sali sportowej przed adaptacją akustyczną	5
	2.6 Przyjęte materiały dźwiękochłonne.	5
	2.7 Obliczenia czasu pogłosu po adaptacji akustycznej.	6
3	OPIS USTROJÓW AKUSTYCZNYCH	7
	3.1 Ustrój akustyczny R1	7
4	WNIOSKI, ZALECENIA	9
5	LITERATURA	10

1 INFORMACJE PORZĄDKOWE

Przedmiotem opracowania jest analiza akustyki sali gimnastycznej w Kaczanowie. W opracowaniu dokonano sprawdzenia i korekty czasu pogłosu niezbędnego do prawidłowego użytkowania sali gimnastycznej oraz zawarto wytyczne związane z adaptacją akustyczną – dobór i rozmieszczenie materiałów dźwiękochłonnych, oparte na podstawie obliczeń teoretycznych.

2 AKUSTYKA WNĘTRZ

2.1 Podstawa prawna

Na podstawie Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002r wraz z poprawką z dnia 12.03.2009r w sprawie warunków technicznych, jakie powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (§ 323):

„2. Pomieszczenia w budynkach mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej należy chronić przed hałasem:

- 1) zewnętrznym przenikającym do pomieszczenia spoza budynku,
- 2) pochodzącym od instalacji i urządzeń stanowiących techniczne wyposażenie budynku,
- 3) powietrznym i uderzeniowym, wytwarzanym przez użytkowników innych mieszkań, lokali użytkowych lub pomieszczeń o różnych wymaganiach użytkowych,
- 4) **pogłosowym, powstającym w wyniku odbić fal dźwiękowych od przegród ograniczających dane pomieszczenie.**”

Na podstawie normy PN-02151-4 „Akustyka Budowlana. Ochrona przed hałasem w budynkach. Wymagania dotyczące warunków pogłosowych i zrozumiałości mowy w pomieszczeniach” wyznaczono optymalny czas pogłosu.

2.2 Optymalny czas pogłosu dla hali

Dla sali gimnastycznej o objętości około 7400 m³ optymalny czas pogłosu powinien wynieść **RT = 1.50s.**

2.3 Podstawy teoretyczne

Kształtowanie optymalnych warunków akustycznych w pomieszczeniu polega na:

- dążeniu do zapewnienia optymalnego czasu pogłosu przez zastosowanie materiałów dźwiękochłonnych,
- zapobieganiu powstawania niekorzystnych zjawisk akustycznych takich jak echo trzepoczące, źle ukierunkowane odbicia, rezonanse - dzięki odpowiedniemu kształtowaniu układu powierzchni w pomieszczeniu, rozłożeniu materiałów dźwiękochłonnych,

Do obliczeń czasu pogłosu w pomieszczeniu przyjęto formułę Eyringa [1, 4].:

$$RT = \frac{0,163 \times V}{4mV - S \times \ln(1 - \alpha)}$$

$$m = \frac{170}{\psi\%} \left(\frac{f}{kHz} \right)^2 \times 10^{-4}$$

gdzie:

RT – czas pogłosu w sekundach

ψ – wilgotność powietrza %

f – częstotliwość [Hz]

V – objętość pomieszczenia [m^3]

S, α – powierzchnia [m^2] i współczynnik chłonności danego materiału

2.4 Przyjęte materiały wykończeniowe.

Do obliczeń czasu pogłosu dla sali gimnastycznej przyjęto materiały o następujących parametrach akustycznych:

f [Hz]	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 000 Hz	2 000 Hz	4 000 Hz
Podłoga sportowa na legarach						
α	0,15	0,11	0,10	0,07	0,06	0,07
Ściany, tynk gipsowy						
α	0,013	0,015	0,02	0,025	0,035	0,04
Okna						
α	0,18	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02
Sufit – blacha trapezowa						
α	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Dźwigary drewniane						
α	0,04	0,04	0,06	0,06	0,06	0,06
Płytki gresowe						
α	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02

2.5 Obliczenia czasu pogłosu dla sali sportowej przed adaptacją akustyczną

W wyniku obliczeń, dla sali gimnastycznej bez adaptacji akustycznej, otrzymano następującą charakterystykę czasu pogłosu:

f [Hz]	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 000 Hz	2 000 Hz	4 000 Hz
RT	7,9	10,4	8,1	7,4	5,3	3,4

Na podstawie wyników widać, że czas pogłosu jest za wysoki w całym paśmie częstotliwości – znacznie przekracza wartości optymalne. Wynika to z zastosowania w sali twardych, płaskich, niepochlaniających powierzchni. Sala wymaga silnego wytłumienia.

2.6 Przyjęte materiały dźwiękochłonne.

Aby zmniejszyć czas pogłosu w sali należy wprowadzić materiały dźwiękochłonne. Zaproponowano płyty akustyczne o podwyższonej wytrzymałości na uderzenia mechaniczne.

Adaptacja akustyczna sali będzie polegać na:

- **Równomiernym** pokryciu całej przestrzeni sufitowej (**ok. 680 m²**) urządzeniami akustycznymi R1*

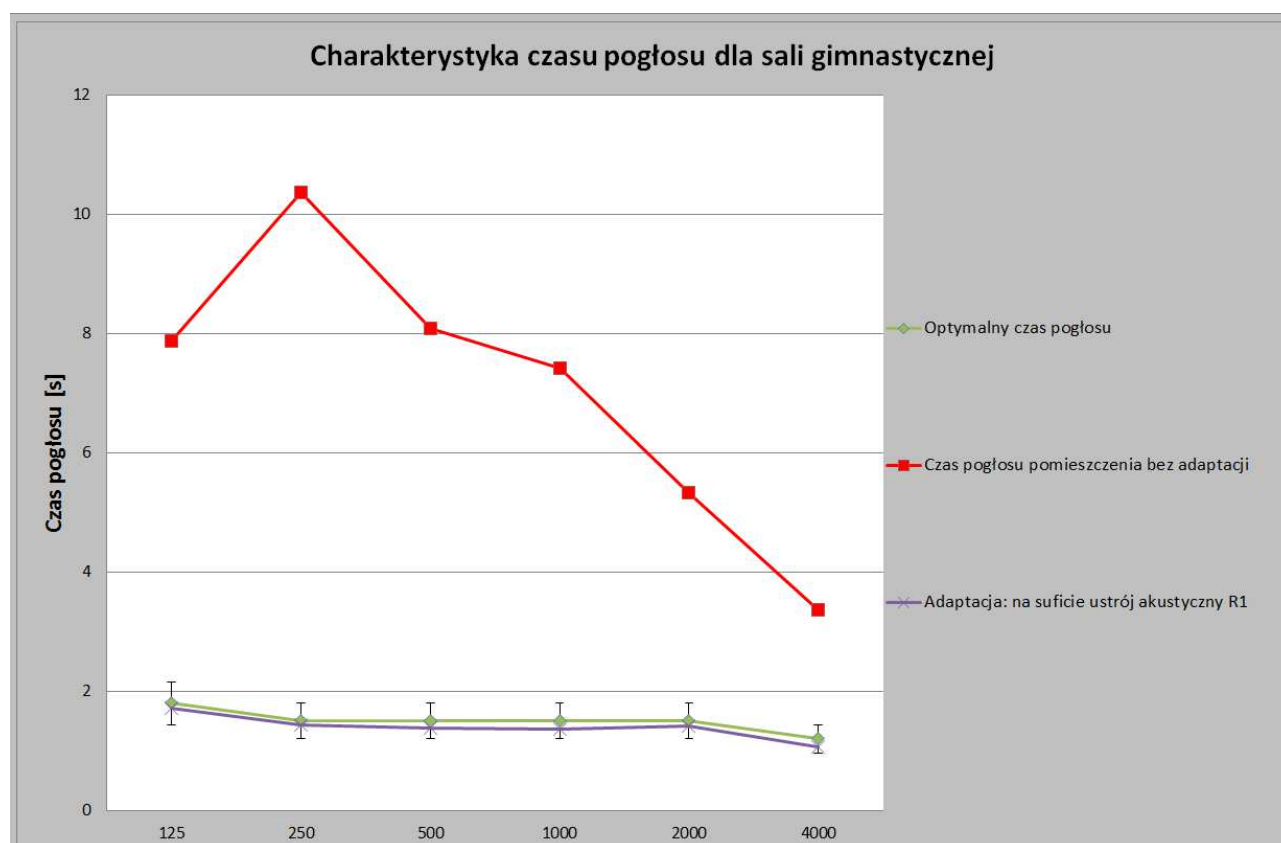
* Opis urządzenia akustycznego znajduje się w rozdziale 3 opracowania.

2.7 Obliczenia czasu pogłosu po adaptacji akustycznej.

W wyniku adaptacji akustycznej otrzymano następujące wyniki czasu pogłosu:

f [Hz]	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 000 Hz	2 000 Hz	4 000 Hz
RT	1,7	1,4	1,4	1,4	1,4	1,1

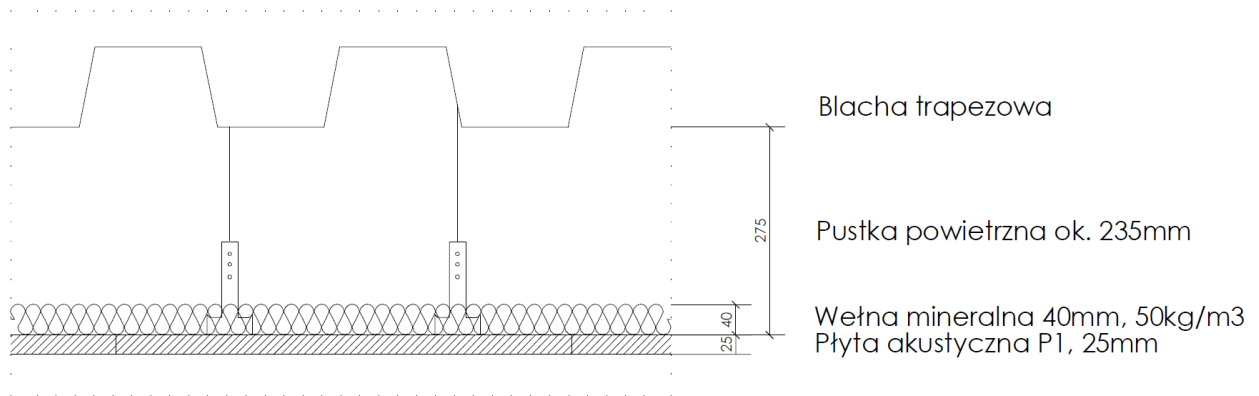
Szczegółowe wyniki obliczeń zamieszczono w załączniku.



Rys 1: Charakterystyka czasu pogłosu sali gimnastycznej przed i po adaptacji akustycznej.

3 OPIS USTROJÓW AKUSTYCZNYCH

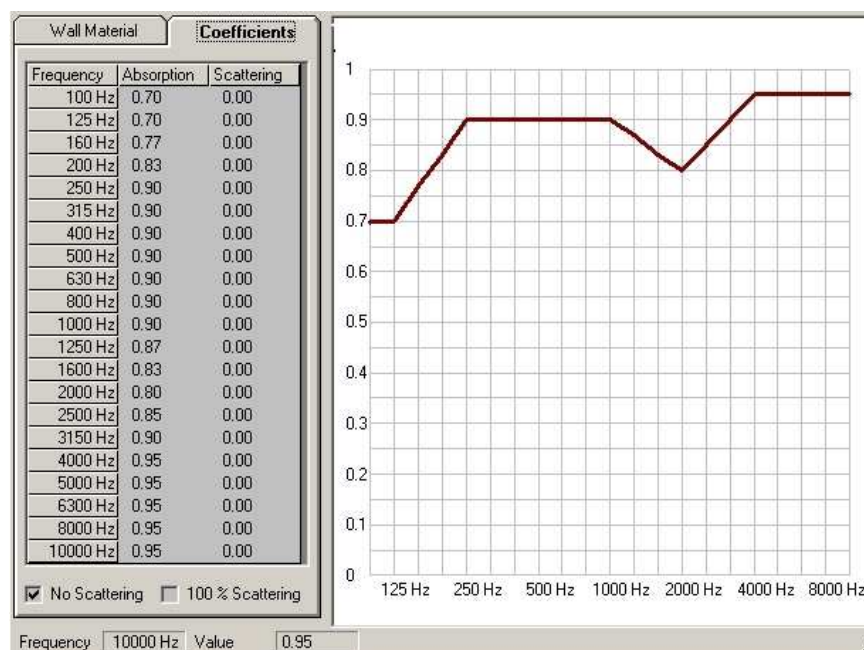
3.1 Ustrój akustyczny R1



Rys.2: Konstrukcja ustroju akustycznego R1.

Płyta akustyczna P1:

- jednowarstwowa płyta akustyczna z wełny drzewnej wiązanej magnezytem o strukturze drobnowłóknistej (wielkość włókna 1 mm)
- grubość: 25mm
- ciężar: 11.3kg/m²
- płyta zgodnie z normą ÖNORM EN 13168
- charakterystyka ogniowa zgodnie z normą ÖNORM EN 13501-1: B - s1, d0
- wymiar paneli 1200,600x600
- duża odporność na uszkodzenia mechaniczne (klasa 1A)
- tolerancja +/-1mm
- krawędź prosta fazowana AK 01 i GK (w niektórych przestrzeniach)
- niska emisyjność cząstek stałych
- kolor wg projektu wnętrz
- możliwość odświeżania bez znacznych strat w pochłanianiu hałasu (trwałość funkcji akustycznej)
- zabezpieczenie przed pyleniem wełny (wełna wkładana do worków akustycznych)



Rys.3: Charakterystyka współczynnika pochłaniania ustroju akustycznego R1.

4 WNIOSKI, ZALECENIA

Na podstawie przeprowadzonych obliczeń można wyciągnąć następujące wnioski:

- charakterystyka czasu pogłosu sali gimnastycznej bez adaptacji akustycznej (bez dodatkowego wytłumienia) wymaga korekcji w całym paśmie akustycznym – wymagane jest dodatkowe wytłumienie pomieszczenia. Niewytłumione pomieszczenie będzie wzmacniało generowany w nim hałas i utrudniało komunikację międzyludzką oraz zrozumiałość przekazu.
- dla osiągnięcia wymaganej charakterystyki czasu pogłosu wymagane jest całkowite pokrycie przestrzeni sufitowej ustrojami akustycznymi.
- wprowadzenie materiału akustycznego na suficie spowodowało, że charakterystyka czasu pogłosu mieści się w optymalnym zakresie.
- w załączniku znajdują się dokładne obliczenia czasu pogłosu dla badanego pomieszczenia.

5 LITERATURA

- [1]. Jerzy Sadowski „Akustyka w urbanistyce, architekturze i budownictwie” Wyd. Arkady, Wydanie 1, Warszawa 1971
- [2]. Jerzy Sadowski „Akustyka architektoniczna” PWN, Wydanie 1, Poznań 1976
- [3]. Glen Ballou, Editor „Handbook for Sound Engineers – the New Audio Cyclopedia” Howard W. Sams & Co, Second edition, Carmel Indiana USA 1991.
- [4]. Polska Norma PN-B- 02151-3:1999. Akustyka budowlana: Ochrona przed hałasem w budynkach – Izolacyjność akustyczna przegród w budynkach oraz izolacyjność akustyczna elementów budowlanych
- [5]. Polska Norma PN-87/B-02151/02. Akustyka budowlana: Ochrona przed hałasem pomieszczeń w budynkach - Dopuszczalne wartości poziomu dźwięku w pomieszczeniach.