

Projekt wykonawczy adaptacji akustycznej

pomieszczeń dydaktycznych klas 1-3 oraz Hali
Sportowej na terenie Zespołu Szkolno-Przedszkolnego
im. Mikołaja Kopernika
w Nowej Wsi przy ul. Głównej 96

Projekt wykonał: specjalista ds. akustyki mgr Robert Maćkowiak

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

Spis treści

1	Podstawa opracowania	3
1.1	Przedmiot opracowania	3
1.2	Podstawa formalna zlecenia.....	3
2	Założenia projektowe	4
2.1	Wyniki obliczeń.....	4
2.2	Rozwiązania projektowe	6
2.2.1	W Salach dydaktycznych:	6
2.2.2	W Hali Sportowej:.....	6
2.2.3	W korytarzach :.....	7
2.3	Podsumowanie	8
2.4	Spis Rysunków:	8

1 Podstawa opracowania

1.1 Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest wykonanie projektu wykonawczego adaptacji akustycznej poprawiającej warunki akustyczne w siedmiu pomieszczeniach dydaktycznych, przylegających do nich korytarzach oraz Hali Sportowej w Zespole Szkolno-Przedszkolnym im. Mikołaja Kopernika w Nowej Wsi.

1.2 Podstawa formalna zlecenia

Podstawą formalną wykonania 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”.

2 Założenia projektowe

Dla polepszenia warunków akustycznych w pomieszczeniu należy **wprowadzić materiały dźwiękochłonne do pomieszczenia aby obniżyć czas pogłosu a co za tym idzie zwiększyć zrozumiałość mowy.**

Wartość T_{20mid} czasu pogłosu w Salach dydaktycznych nauczania początkowego wynosi dla poszczególnych Sal powyżej 1,26; 1,54; 1,49; 1,35; 1,70 1,44 1,66 s. Zgodnie z zaleceniami literaturowymi, zalecana wartość projektowa czasu pogłosu w zakresie częstotliwości 125 Hz – 4 000 Hz powinna wynosić $T \leq 0,5$ s. Obligatoryjnie zgodnie z Normą PN-B-02151-4: 2015-06 wartość projektowa czasu pogłosu w zakresie częstotliwości 125 Hz – 4 000 Hz powinna wynosić $T \leq 0,6$ s. Oznacza to, iż w obecnej sytuacji czas pogłosu jest zbyt duży.

W wyniku symulacji otrzymano wymaganą wielkość chłonności akustycznej którą należy wprowadzić do pomieszczenia celem spełnienia wymaganych wartości czasu pogłosu. Podczas doboru lokalizacji brano pod uwagę wymagania funkcjonalne sali. Największą powierzchnią o najlepszej skuteczności oraz rozłożeniu przestrzennym jest sufit. Dlatego też na suficie projektuje się montaż sufitu akustycznego o najwyższej klasie pochłaniania dźwięku klasie A. Dodatkowo, aby wyeliminować zjawisko „trzepoczącego echa” (*flutter echo*) oraz efekt „pierwszego odbicia” na „tylnej ścianie” w pasie wysokości 900mm lub 600mm oraz na „bocznej ścianie naprzeciwko okien” w pasie wysokości 1350mm na wysokości od 800mm od podłogi, projektuje się wprowadzenie chłonności akustycznej w postaci okładziny ściiennej.

Wszystkie materiały dźwiękochłonne powinny spełniać wymaganie wytrzymałości na rozciąganie przy zginaniu C/5N potwierdzone w DWU według Normy PN-EN 13964.

2.1 Wyniki obliczeń

Pomieszczenie charakteryzuje się zestawem parametrów akustycznych, które decydują zarówno o walorach akustycznych jak i użytkowych wnętrza. Zakładane parametry akustyczne są w głównej mierze określone przez funkcję akustyczną oraz kubaturę pomieszczenia.

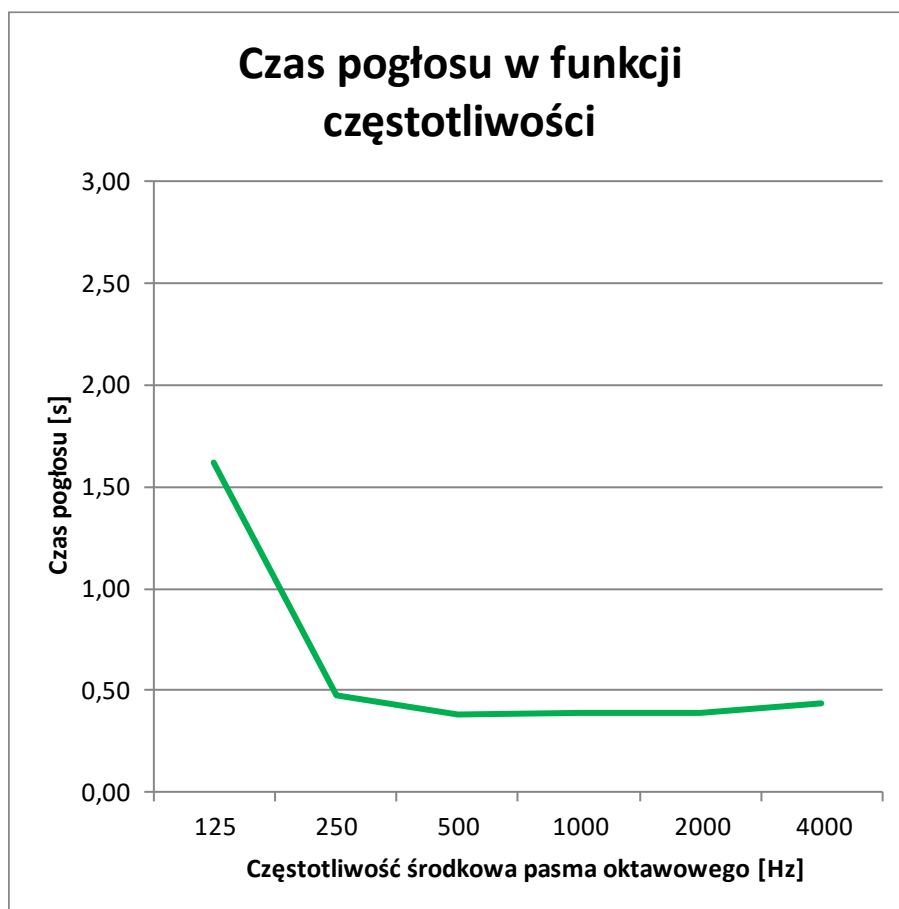
W projekcie w obliczeniach wykorzystano:

- teorię statyczną,
- elementy akustyki geometrycznej.

Teoria statystyczna została wykorzystana do określenia rodzaju i potrzebnej ilości materiałów dźwiękochłonnych w celu uzyskania zakładanych warunków akustycznych.

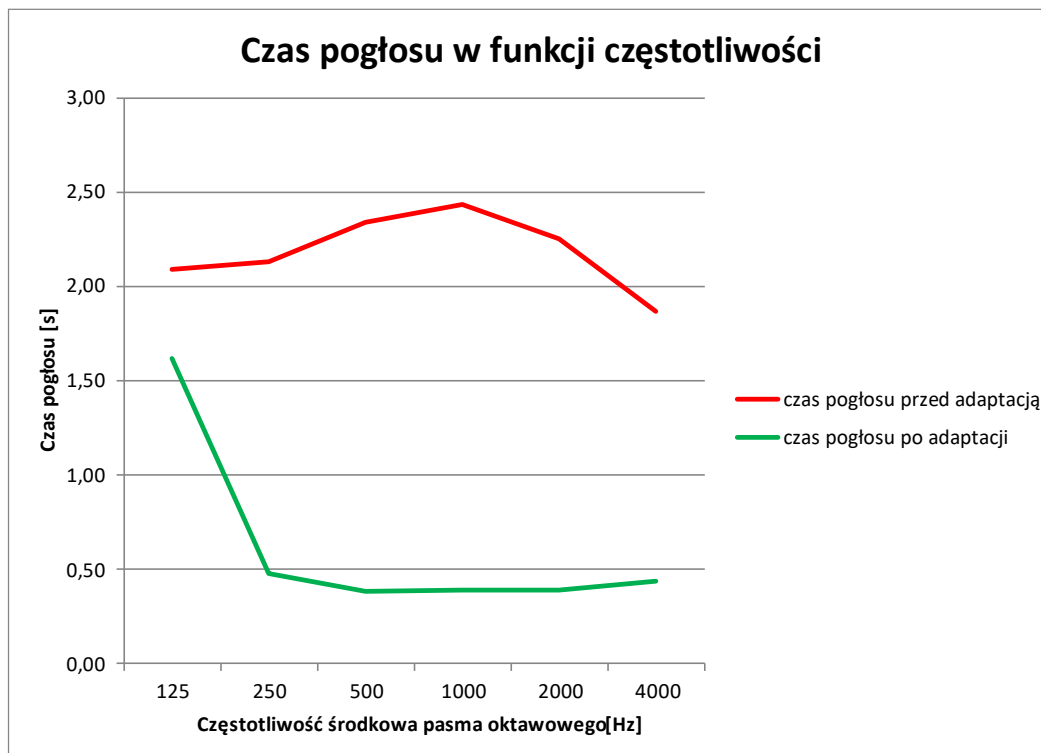
Teoria geometryczna została użyta do określenia miejsc stosowania odpowiednich materiałów dźwiękochłonnych.

Poniższy wykres pokazuje oczekiwany czas pogłosu w funkcji częstotliwości po zrealizowaniu adaptacji akustycznej.



Częstotliwość [Hz]	Średni RT20 [s]
125	1,62
250	0,48
500	0,38
1000	0,39
2000	0,39
4000	0,44

Poniższy rysunek porównuje wynik pomiarów z wynikiem obliczeń.



2.2 Rozwiązania projektowe

2.2.1 W Salach dydaktycznych:

- Projektuje się montaż na powierzchni sufitów materiał pochłaniający dźwięk o najwyższym wskaźniku pochłaniania dźwięku $\alpha_w=1$. Ten rodzaj adaptacji jest kluczowym elementem na poprawę akustyki wnętrza. Może to być np. sufit Akustyczny Ecophon Gedina A w module 600x600x40 mm z powłoką Akutex na konstrukcji Connect T24 o C.W.K. = 200 mm lub równoważny spełniający parametry akustyczne projektu.
- Jako element pochłaniający pierwsze odbicie, oraz niwelujący efekt trzepoczącego echa w pasie wysokości 900mm lub 600mm lub 1350mm od wysokości 800mm powyżej podłogi projektuje się wprowadzenie chłonności akustycznej w postaci okładziny ściiennej np. Ecophon Texona A, płyty akustyczne w module 2700x1200x40 mm z powłoką Texona konstrukcja Connect na stalowych profilach ceowych H=44 pomiędzy płytami profile T24 maskujące połączenia płyt.

2.2.2 W Hali Sportowej:

- W Hali Sportowej podobnie jak w Salach dydaktycznych pod stropem z blachy trapezowej sufit akustyczny pochłaniający dźwięk w najwyższej klasie pochłaniania 1. Dodatkowo sufit musi być odporny na uderzenia piłką (posiadający usztywniacze przeciwuuderzeniowe)

- Jako element pochłaniający pierwsze odbicie oraz niwelujący efekt trzepoczącego echa projektuje się wprowadzenie chłonności akustycznej w postaci okładziny ściennej np. Ecophon Super G/A, płyty akustyczne w module 2700x1200x40 mm z powłoką odporną na uderzenia Super G konstrukcja Connect na stalowych profilach ceowych H=44 pomiędzy płytami profile T24 oraz/lub profile Omega zabezpieczające połączenia płyt.

2.2.3 W korytarzach :

- Na korytarzach wymiana istniejących płyt sufitowych na płyty akustyczne jednakowe jak w Salach Lekcyjnych. Dodatkowo jako element pochłaniający pierwsze odbicie, oraz niwelujący efekt trzepoczącego echa projektuje się wprowadzenie chłonności akustycznej w postaci okładziny ściennej np. Ecophon Texona A, płyty akustyczne w module 2700x1200x40 mm z powłoką Texona konstrukcja Connect na stalowych profilach ceowych H=44 pomiędzy płytami profile T24 maskujące połączenia płyt.

Współczynniki pochłaniania dźwięku systemu Ecophon Gedina A 40 mm:

d	c.w.k.	α_p , Praktyczny współczynnik pochłaniania dźwięku					
mm	mm	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
40	200	0,5	0,9	0,95	1	1	0,95

Współczynniki pochłaniania dźwięku systemu Ecophon Akusto Wall A/Texona 40 mm:

d	c.w.k.	α_p , Praktyczny współczynnik pochłaniania dźwięku					
mm	mm	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
40	43	0,15	0,65	1	1	1	1

Współczynniki pochłaniania dźwięku systemu Ecophon Super G/A 35 mm:

d	c.w.k.	α_p , Praktyczny współczynnik pochłaniania dźwięku					
mm	mm	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
35	50	0,15	0,55	1	1	1	1

Współczynniki pochłaniania dźwięku systemu Ecophon Akusto Wall A/Super G 40 mm:

d	c.w.k.	α_p , Praktyczny współczynnik pochłaniania dźwięku					
mm	mm	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
40	43	0,15	0,65	1	1	1	1

Powykonawczo w celach sprawdzenia poprawności obliczeń należy wykonać pomiary czasu pogłosu oraz wskaźnika STI. W celu optymalizacji kosztów zakłada się nie spełnienie wymagań Normy dla niskich częstotliwości [125Hz] wraz ze spełnieniem wskaźnika Transmisji Mowy STI w pełnym zakresie częstotliwości. Zgodnie z Normą spełnienie wymagań w zakresie Wskaźnika Transmisji Mowy STI z ang. (Speech Transmission Index).

2.3 Podsumowanie

Dokumentacja projektu została wykonana zgodnie z Umową, rozporządzeniem określającym zakres prac projektowych, obowiązującymi normami i przepisami ustawy Prawo Budowlane i Prawo zamówień publicznych. Dokumentacja jest kompletna z punktu widzenia celu, któremu ma służyć

2.4 Spis Rysunków:

1. Rys nr 001 Rzut Sufitów Parter
2. Rys nr 002 Rzut Sufitów Piętro
3. Rys nr 003 Widoki Ścian A-F Korytarz Parter
4. Rys nr 004 Widoki Ścian G-L Korytarz Parter
5. Rys nr 005 Widoki Ścian A-F Korytarz Piętro
6. Rys nr 006 Widoki Ścian G-L Korytarz Piętro
7. Rys nr 007 Widoki Ścian Sala nr 1
8. Rys nr 008 Widoki Ścian Sala nr 2
9. Rys nr 009 Widoki Ścian Sala nr 3
10. Rys nr 010 Widoki Ścian Sala nr 4
11. Rys nr 011 Widoki Ścian Sala nr 6
12. Rys nr 012 Widoki Ścian Sala nr 7
13. Rys nr 013 Widoki ścian Sali nr 8
14. Rys nr 014 Rzuty Sufitów Hala Sportowa
15. Rys nr 015 Widoki Ścian A-C Hala Sportowa
16. Rys nr 016 Widoki Ścian B-D Hala Sportowa

Wskazanie nazwy własnej producenta podane w celu ułatwiający dobór/identyfikację materiałów/rozwiązań technicznych. Nadrzędnym i jedynym kryterium doboru są właściwości produktu w związku z czym należy traktować wskazanie produktu jako referencyjny dopuszczający stosowanie zamienników posiadających parametry nie gorsze niż referencyjny.

KONIEC OPRACOWANIA