

- zeszlifowanie starej powłoki lakieru,
- naprawę drobnych uszkodzeń – przygotowanie nawierzchni,
- matowanie i odtłuszczenie,
- wykonanie wylewki ze specjalnej masy poliuretanowej PU do renowacji nawierzchni sportowej grubości 1mm,
- lakierowanie powierzchni podłogi sportowej,
- liniowanie boisk - odtworzenie linii boisk lub namalowanie nowych zgodnie z Ustaleniami z Użytkownikami obiektu.

3.5. Malowanie:

Ściany zmyć, uzupełnić ubytki, zagruntować i dwukrotnie malować lateksową farbą nawierzchniową do wnętrza o odporności na szorowanie na mokro – klasa I wg PN-EN 13300.

4. Część obliczeniowa:

4.1. Przedmiot Projektu.

Przedmiotem opracowania jest projekt remontu Sali Gimnastycznej przy Zespole Szkół w Czerninie. Podstawowym celem projektu akustycznego będzie taka adaptacja by po zakończeniu remontu uzyskać właściwą zrozumiałość mowy na płycie boiska sali gimnastycznej.

Przeprowadzenie symulacji komputerowej modelu sali pozwoli na określenie wytycznych co do adaptacji akustycznej jakiej należy dokonać podczas remontu wnętrza.

W polskich warunkach technicznych, które powinny spełniać budynki istniejące obowiązująca od stycznia 2018 Polska Norma 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 o ochronie przed hałasem pogłosowym i potrzebie zapewnienia zrozumiałości mowy).

Projekt architektoniczno-budowlany remontu uwzględnia obowiązującą normę. Norma ustala wymagania co do akustyki pomieszczeń za pomocą parametrów: czas pogłosu, chłonność akustyczna oraz wskaźnik transmisji mowy.

4.2. Zakres opracowania

Opracowanie niniejsze obejmuje:

- *Określenie parametrów akustycznych zalecanych dla sali gimnastycznej*
- *Symulację komputerową parametrów akustycznych sali przed remontem*
- *Określenie wytycznych co do adaptacji akustycznej, które zawierają zalecenia co do zastosowania materiałów dźwiękochłonnych oraz wskazanie powierzchni obiektu które powinny zostać obłożone materiałami dźwiękochłonnymi*
- *Symulacja komputerowa poprawności projektu w zaadoptowanej akustycznie przestrzeni*
- *Wytyczne dla montażu i eksploatacji materiałów akustycznych*

4.3. Podstawy techniczne wykonania projektu

Projekt został wykonany w oparciu o następujące materiały:

- Wytyczne inwestora - opis przedmiotu zamówienia*
- Projekt architektoniczno budowlany hali*
- Polską Normę PN-B-02151-4:2018-01*
- Wizję lokalną*

4.4. Cel projektu akustycznego

W sali gimnastycznej odbywają się ćwiczenia sportowe i zawody, oraz szkolne apele i spotkania lokalnej społeczności.

W obiekcie oświatowym - bo za taki należy uznać projektowaną salę właściwości akustyczne mają niezwykle ważne znaczenie.

Wysoka zrozumiałość mowy i brak hałasu pogłosowego to komfort nauki uczniów oraz pracy nauczycieli.

Ćwiczenia fizyczne i gry zespołowe wiążą się z dużym hałasem generowanym zarówno przez uczestników, jak i publiczność. Jest ważne, aby w tych środowiskach była możliwa skuteczna komunikacja werbalna – ze względu na efektywność zajęć, jak i na ich bezpieczeństwo. Problem jest szczególnie odczuwany tam, gdzie na jednej sali przeprowadzane są równoległe zajęcia dla dwóch lub więcej grup. Należy uznać ze obecnie na sali gimnastycznej zrozumiałość mowy jest zła.

Należy zatem podczas remontu wykonać adaptację akustyczną sali.
Celem projektu jest dobranie materiałów akustycznych tak aby uzyskać dobrą zrozumiałość mowy po remoncie w sali gimnastycznej.

4.5. Kryteria techniczne

Terminami opisującymi akustykę wnętrza są:

- Chłonność akustyczna A (absorpcja) dźwięku
- Czas pogłosu T

Wg normy PN-B-02151-4:2015-06 sali gimnastyczną w Czerninie należy zaliczyć do „sal gimnastycznych, hal sportowe i inne pomieszczenia o podobnym przeznaczeniu” . Dla takich obiektów o objętości do 5000m³ należy spełnić zalecenia akustyczne co do czasu pogłosu, który powinien wynosić poniżej 1,5sekundy.

4.6. Właściwości akustyczne hali

Termin „ akustyka pomieszczenia ” lub „ akustyka architektoniczna ” odnosi się do tego jak dźwięk zachowuje się w danym pomieszczeniu. To czego oczekujemy w zakresie akustyki i parametrów wnętrza ściśle zależy od funkcji pomieszczenia. Zachowanie się dźwięku wewnątrz pomieszczenia zależy od jego kształtów, wymiarów, a przede wszystkim od właściwości akustycznych materiałów i typu konstrukcji. Odpowiednie dobranie proporcji pomiędzy materiałami pochłaniającymi dźwięk, a materiałami odbijającymi dźwięk, tworzy akustykę danego pomieszczenia odpowiednią dla jego funkcji.

Wg Normy wytycznych co do parametrów akustycznych (absorpcyjnych) materiałów wykończeniowych hali.

Na zanik czytelności i zrozumiałości mowy w hali wpływ ma zjawisko wielokrotnego nakładania się fal dźwiękowych. Przyczyną powstawania tego zjawiska zwanego "hałasem pogłosowym" jest brak tłumienia energii dźwiękowej, która odbijając się od ścian i sufitu, nie tylko nie traci swej mocy lecz jeszcze ją wzmacnia zawsze o 3dB.

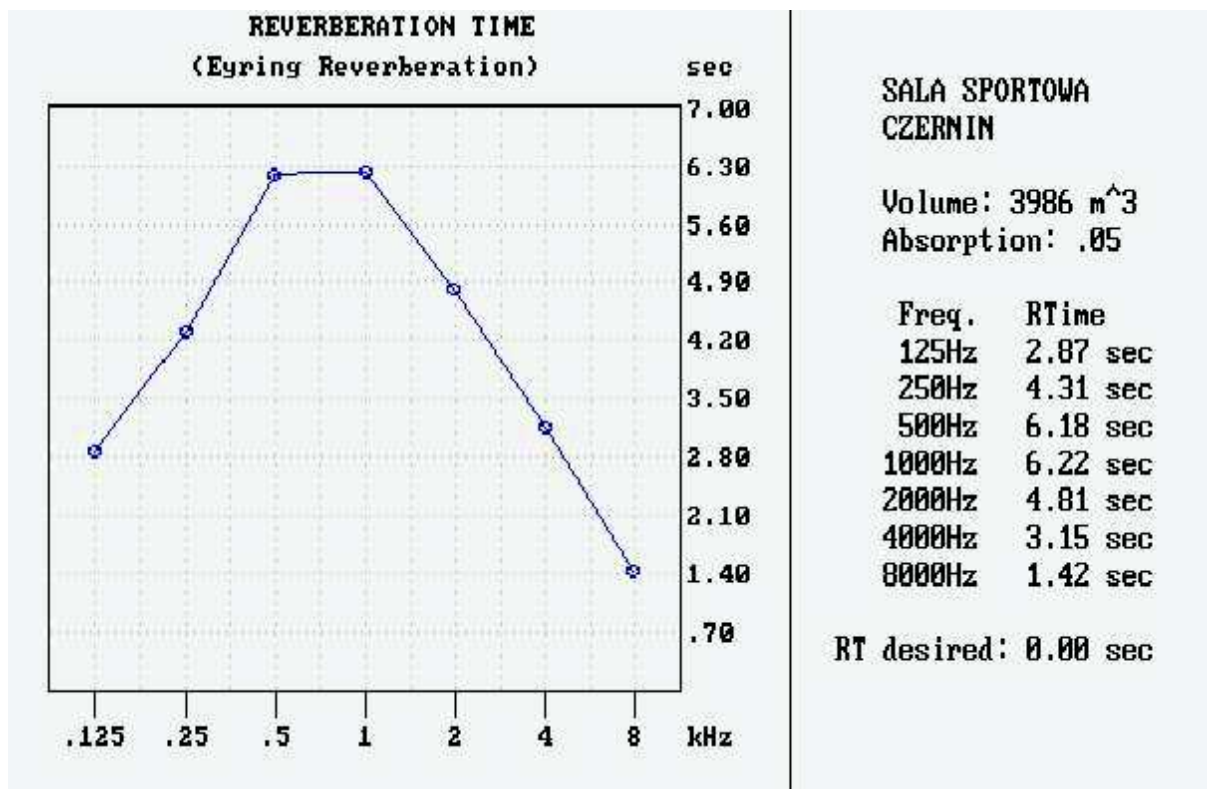
Czas pogłosu zależy od całkowitej powierzchni płaszczyzn tworzących pomieszczenie (podłoga, ściany, sufit, elementy stałego wyposażenia np.: trybuny, itp.), jego objętości, oraz od charakterystyk pochłaniania dźwięku przez materiały użyte do wykonania lub wykończenia poszczególnych płaszczyzn, czy stałych elementów wyposażenia. Wypełnienie hali publicznością obniża czas pogłosu dla średnich i wysokich częstotliwości jednakże kształt krzywej nie zmienia się.

Wypełnienie sali publicznością poprawia warunki akustyczne panujące w obiekcie. Należy jednak zapewnić dobre warunki akustyczne niezależnie od wypełnienia hali przez publiczność.

Sala gimnastyczna nie ma trybun dla publiczności dlatego przyjęto że obecność osób podczas użytkowania sali nie ma wpływu na parametry akustyczne obiektu.

Przeprowadzono symulację czasu pogłosu

Aproksymowany czas pogłosu Sali gimnastycznej przedstawia wykres



Wyniki aproksymowanego czasu pogłosu potwierdzają obecne subiektywne wrażenia „złej akustyki” sali. Czas pogłosu projektowanej hali nie spełnia także obowiązującej normy PN-B-02151-4:2018-01

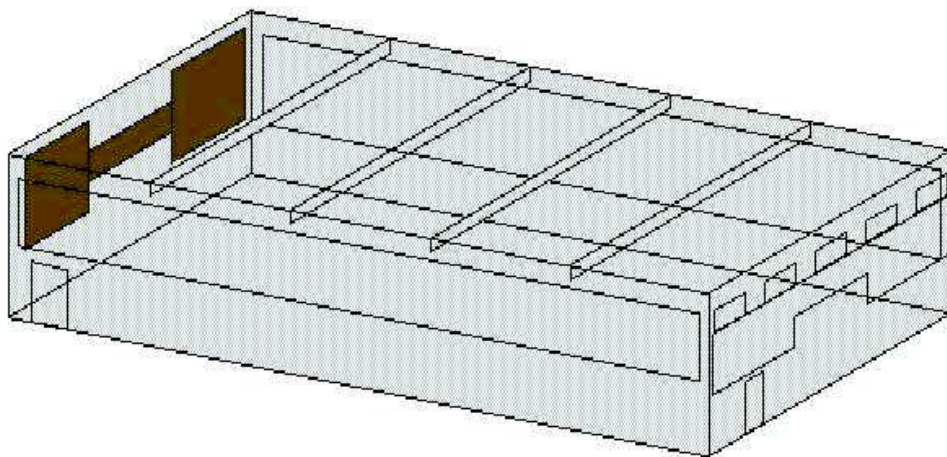
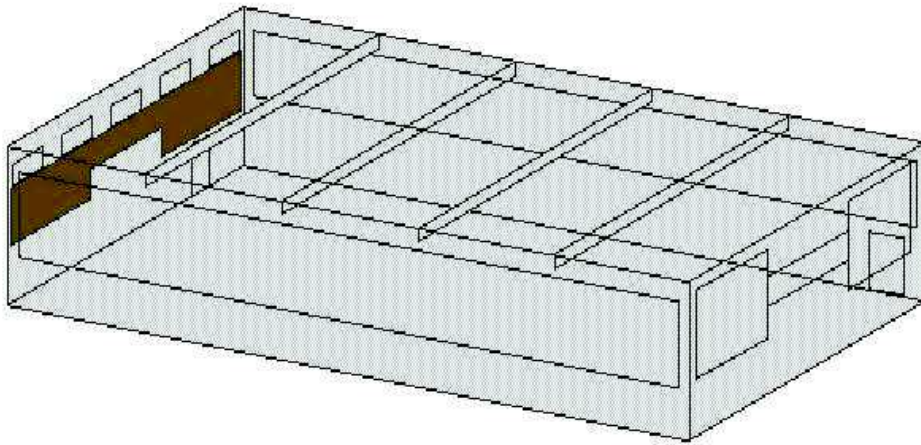
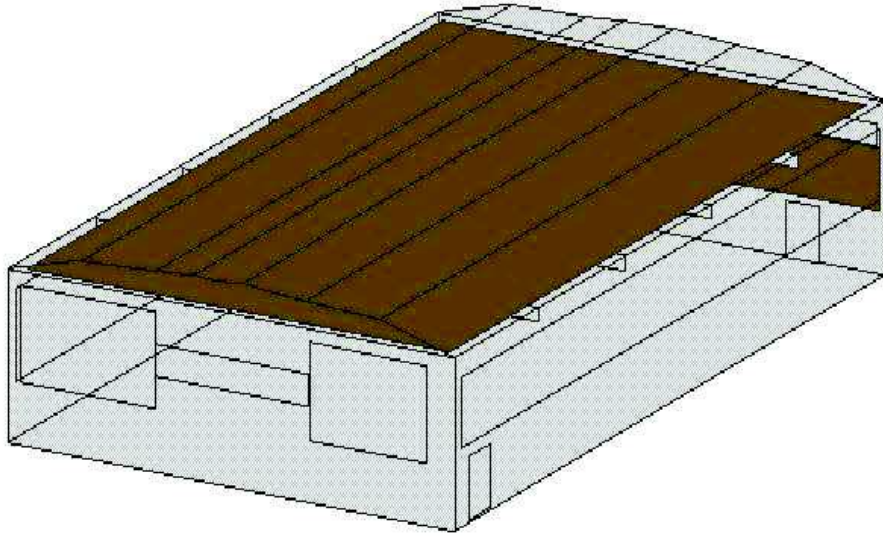
4.7. Symulacja adaptacji akustycznej

W wyniku przeprowadzenia symulacji - dla kilkudziesięciu kombinacji użytych materiałów akustycznych - uzyskano wyniki obliczeń które odpowiadają właściwym parametrom akustycznym dla tej sali.

Tabela 1 Zestawienie materiałów użytych do adaptacji akustycznej sali gimnastycznej

POWIERZCHNIA	ILOŚĆ [m ²]	MATERIAŁ projektowany
Ściana tylna za bramką (z oknami)	35,3	Panel ścienny Ecophon Akusto Wall A Super G 35 mm 50mm o.d.s.
Ściana tylna za bramką (bez okien)	45,4	Panel ścienny Ecophon Akusto Wall A Super G 35 mm 50mm o.d.s.
Sufit podwieszany	529,9	Sufit podwieszany Ecophon Super G A 35 mm 200.o.d.s.

Rozmieszczenie materiałów użytych do adaptacji brąz - Ecophon SUPER G
35mm



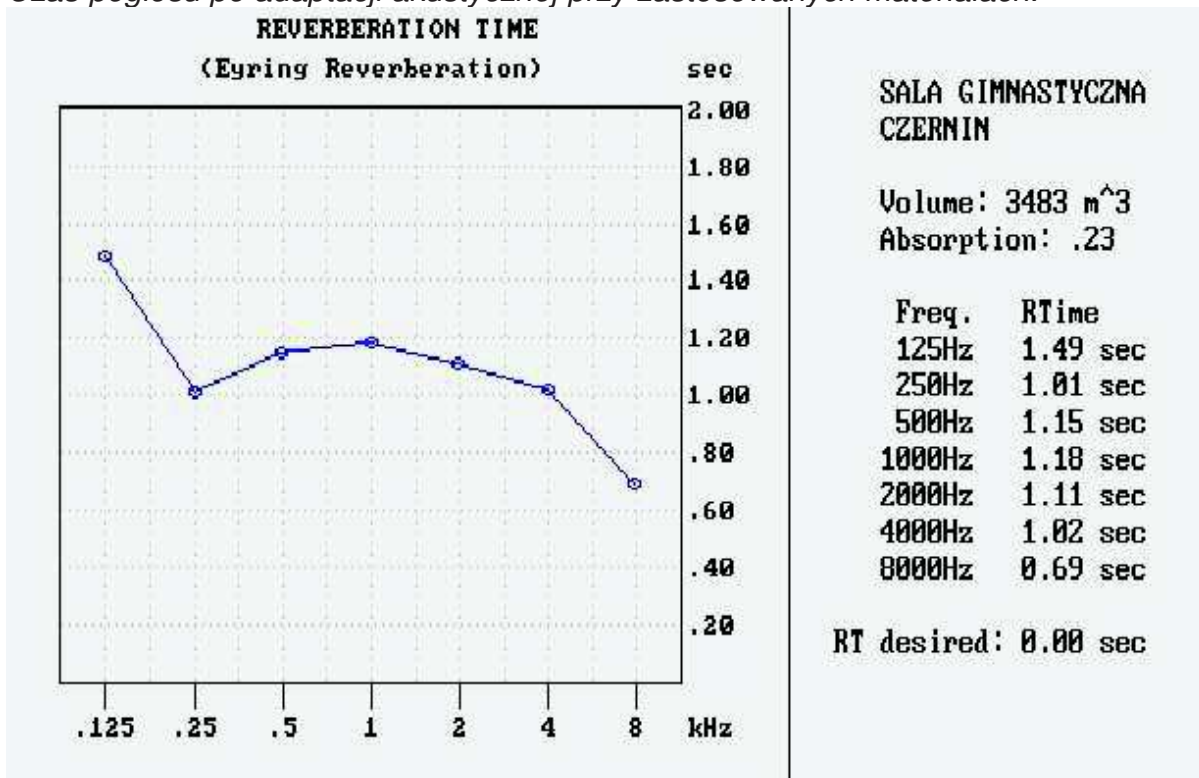
Wykonano symulację właściwości akustycznych hali dla adaptacji akustycznej. Cały sufit hali oraz ponad 30% powierzchni ścian za bramkami został pokryty materiałem dźwiękochłonnym.

Obniżenie sufitu tzn oddalenie od stropu pozwala zniwelować pogłos na niskich częstotliwościach.

Rozmieszczenie niesymetryczne materiałów na równoległych ścianach niweluje powstawanie tzw „echa trzepoczącego”.

Zastosowano materiał akustyczny o średniej absorpcji dźwięku $NRC = 0,9$ (średnia absorpcja dźwięku NRC – średnia wartość absorpcji liczona od 250 do 2000 Hz).

Czas pogłosu po adaptacji akustycznej przy zastosowanych materiałach.



Czas pogłosu zmniejszył się do ok. 1,2s dla częstotliwości 1kHz.
Zostały spełnione założenia projektu.

4.8. Specyfikacja techniczna materiałów akustycznej