

ZALECENIA

**DOTYCZĄCE UŻYCIA MATERIAŁÓW DŹWIĘKOCHŁONNYCH
w HALI SPORTOWEJ 30 x 40**

**MIKOŁAJ JAROSZ
STYCZEŃ, 2017**

1. Cel i podstawa opracowania

Celem opracowania jest wskazanie rozwiązań technicznych, które pozwolą zapewnić w projektowanej hali warunki akustyczne właściwe dla jej funkcji.

Przy przygotowaniu niniejszego opracowania wykorzystano:

- projekt budowlany wykonany przez MP Projekt z Krakowa
- normę PN-B-02151-4:2015-06

2. Opis sali

Hala sportowa o wymiarach areny 38,10 m x 19,67 m i kubaturze ok. 7.290 m³. Ściany murowane i tynkowane. Podłoga sportowa na legarach. Dach o konstrukcji z drewna klejonego przykryty blachą trapezową. Doświetlenie hali poprzez okna zlokalizowane na jednej ze ścian podłużnych, oraz w narożach ścian szczytowych. Przy jednej z podłużnych ścian, na poziomie I-go piętra zaprojektowano stałe trybuny ze 150 miejscami siedzącymi. Podłoga widowni wykończona wykładziną dywanową. Krzeselka z tworzywa sztucznego.

3. Wymagania

Hale sportowe lokalizowane przy szkołach muszą najczęściej łączyć różne funkcje:

- zajęcia wychowania fizycznego
- zawody
- imprezy niesportowe (np. akademie, występy artystyczne, koncerty)
- egzaminy

Dla poprawnego przeprowadzenia w/w imprez niezbędne jest zapewnienie dobrej zrozumiałości mowy poprzez ograniczenie pogłosu i poziomu tła akustycznego. Ogólny poziom hałasu musi być także ograniczony dla zmniejszenia wysiłku głosowego nauczycieli WF. Krótki czas pogłosu jest także bardzo pożądanym, jeśli w sali mają się odbywać egzaminy.

Norma PN-B-02151-4 zaleca dla hal sportowych o kubaturze większej niż 5000 m³ czas pogłosu nie dłuższy niż **1,8 s**. Powyższe wymaganie powinno być spełnione we wszystkich pasmach oktawowych o środkowych częstotliwościach 250, 500, 1000, 2000 i 4000 Hz. Dla pasma o środkowej częstotliwości 125 Hz wymaganie nie zostało określone ale czas pogłosu w tym paśmie powinien być w miarę możliwości o zbliżonej długości do tego z zakresu 250 – 4000 Hz.

Przedmiotowa sala sportowa przy pozostawieniu twardego wykończenia (tynk, szkło, podłoga sportowa, blacha, GK) charakteryzowałaby się czasem pogłosu na poziomie ok. 5 s (1 kHz).

4. Rozwiązania

Sufity

Sufit dźwiękochłonny instalowany w polach pomiędzy dźwigarami, w formie pasów o szerokości 4800 mm. Pasy instalowane równolegle do połaci dachowych i w odległości ok. 200 mm od blachy trapezowej (lico do lica). Do blachy trapezowej, prostopadle do dźwigarów, w rozstawie co 600 mm mocowane wzmocnione profile T24 (grubość blachy ≥ 0,48 mm) – nr 2 na poniższym szkicu. Profile główne podwieszane pod blachą trapezową za

pomocą sztywnych wieszaków w profilu kątowych (nr 4) w rozstawie co 1200 mm. Profile główne spięte profilami poprzecznymi T24 o długości 600 mm (nr 3) w rozstawie co 1200 mm. Ruszt wykonany tak, aby dany pas (o szerokości 4800 mm) był podwieszony pośrodku pola tworzonego przez dźwigary.

W tak powstały ruszt wkładane panele dźwiękochłonne o wymiarach 1200/600 (nr 1). Panele ułożone dłuższym bokiem prostopadłe do dźwigarów i zabezpieczone przed wybijaniem za pomocą usztywniaczy przeciwuderzeniowych (nr 5). Na jedną płytę 1200/600 powinny przypadać trzy takie usztywniacze. Cały pas po obwodzie wykończony profilem ceowym (nr 6).

Sufit (panele dźwiękochłonne wraz z konstrukcją) odporny na uderzenia piłką. Kategoria odporności na uderzenia 2A wg normy EN 13964, aneks D (oraz DIN 18 032 cz.3).

Płyty z wełny szklanej o grubości 35 mm, o formacie 1200/600. Lico płyt pokryte tkaniną z włókna szklanego o dużej odporności mechanicznej, tył płyty wykończony welonem szklanym. Krawędź płyt prosta. Powierzchnia licowa umożliwiającą czyszczenia na sucho i przecierania na mokro raz w tygodniu. Płyty odporne na wilgoć do 95% przy 30°C (zgodnie z normą ISO 4611). Materiał niepalny wg badań i klasyfikacji EN ISO 1182.

Łączna waga systemu to ok. 4 kg/m².

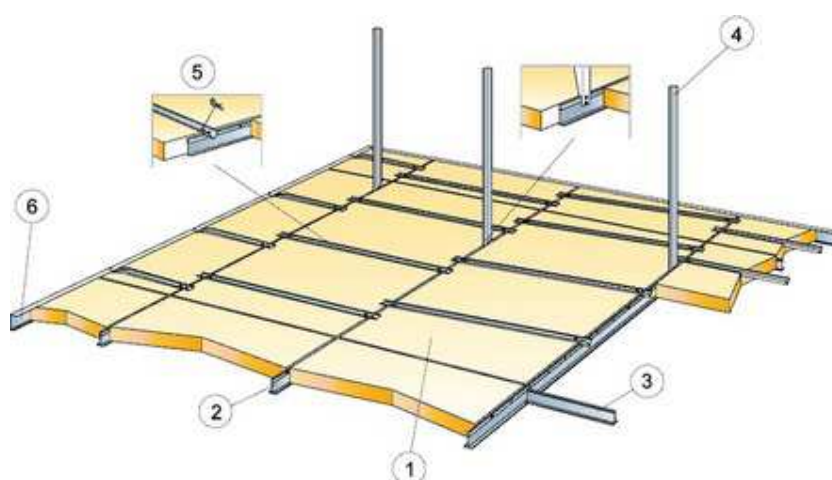
Właściwości akustyczne

Klasa pochłaniania dźwięku A wg EN ISO 11654, $\alpha_w = 1,00$ (dla c.w.k. 200 mm)

Praktyczne współczynniki pochłaniania dźwięku dla c.w.k. 200 mm podano poniżej:

Częst.	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
α_p	0,50	0,95	1,00	1,00	1,00	1,00

Łączna powierzchnia paneli dźwiękochłonnych na suficie wyniesie ok. 648 m² (ok. 75% powierzchni dachu).



Ściany

Na ścianach instalowane dźwiękochłonne panele ściennie o wymiarach 1200/2700/40 mm. Panele dźwiękochłonne zestawiane w ekrany oraz pasy i montowane do ścian za pomocą profili typu omega (nr 6 na poniższym szkicu). Ekrany po obwodzie wykończone profilami ceowymi o szerokości 44 mm.

Panele ściennie odporne na uderzenia piłką. Kategoria odporności na uderzenia 1A wg normy EN 13964, aneks D (oraz DIN 18 032 cz.3).

Płyty z wełny szklanej o grubości 40 mm, o formacie 2700/1200. Lico płyt pokryte tkaniną z włókna szklanego o dużej odporności mechanicznej, tył płyty wykończony welonem szklanym. Krawędź prosto cięta. Powierzchnia licowa umożliwiająca czyszczenia na sucho i przecierania na mokro raz w tygodniu. Płyty odporne na wilgoć do 95% przy 30°C (zgodnie z normą ISO 4611). Materiał niepalny wg badań i klasyfikacji EN ISO 1182.

Łączna waga systemu to 4 kg/m².

Właściwości akustyczne

Klasa pochłaniania dźwięku A wg EN ISO 11654, $\alpha_w = 1,00$ (dla c.w.k. 43 mm)

Praktyczne współczynniki pochłaniania dźwięku dla c.w.k. 43 mm podano poniżej:

Częst.	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
α_p	0,15	0,65	1,00	1,00	1,00	1,00

Rozmieszczenie

Ściana za widownią (oś B)

Na całej długości ściany pas paneli ściennych od wysokości +6,20 do +8,90. W tym pasie instalowane panele ściennie o wymiarach 1200/2700.

Ściana podłużna (oś C)

Pomiędzy osiami 2 i 6 instalowany pas paneli ściennych od wysokości +2,50 do +3,40. W tym pasie instalowane panele ściennie o wymiarach 1200/900 (otrzymane z przecięcia standardowego panelu 1200/2700 na trzy części).

Pomiędzy osiami 1 i 2 oraz 6 i 7 instalowany pas paneli ściennych od wysokości +2,50 do +5,20. W tym pasie instalowane panele ściennie o wymiarach 1200/2700.

Ściana szczytowa (oś 7)

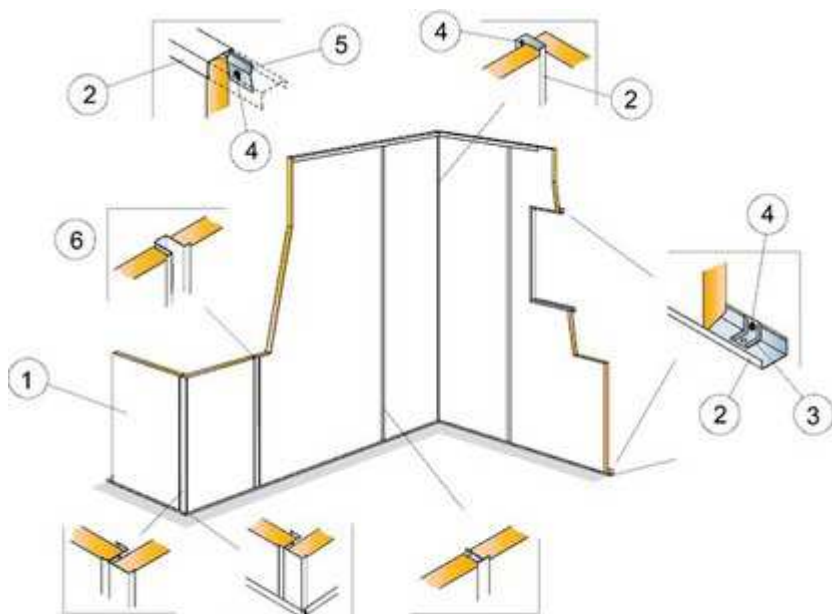
Panele ściennie instalowane w polach pomiędzy pilastrami. W skrajnym lewym polu (między osiami E i F) instalowany ekran o wymiarach 2700 mm (szerokość) x 3600 mm (wysokość).

W środkowym i skrajnym prawym polu (między osiami D i E oraz C i D) instalowane ekrany o wymiarach 5400 mm (szerokość) x 3600 mm (wysokość).

Ekrany montowane z paneli ściennych o wymiarach 1200/2700.

Ekrany montowane od wysokości +2,00 do +5,60.

Łączna powierzchnia paneli ściennych wyniesie 166 m².

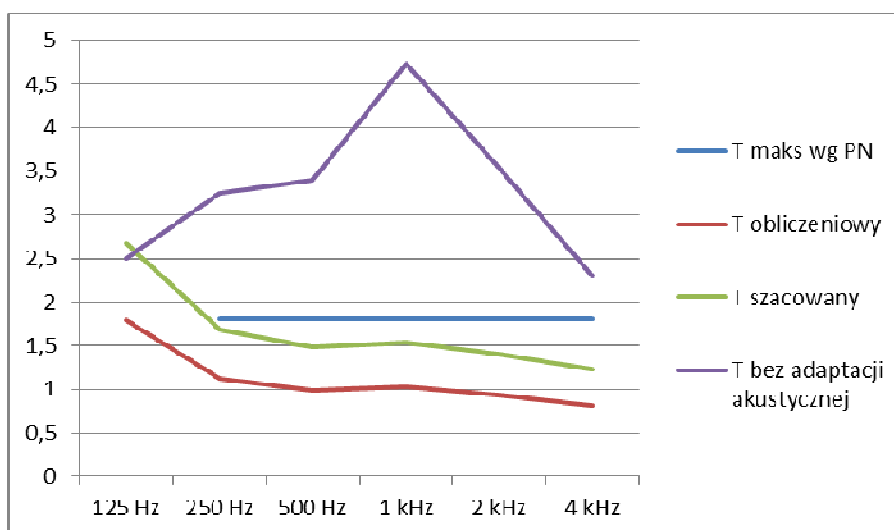


5. Rezultaty

Czas pogłosu w pomieszczeniu zależy od jego chłonności akustycznej, rozmieszczenia materiałów dźwiękochłonnych, a także stopnia rozproszenia dźwięku przez meble i wyposażenie. Przy założeniu doskonałego rozproszenia dźwięku we wnętrzu, przy wykończeniu j.w. obliczeniowy (Knudsen) czas pogłosu wyniósłby:

Częstotliwość	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz
Czas pogłosu [s]	1,78	1,12	0,99	1,02	0,94	0,82

Ponieważ uzyskanie w pełni rozproszonego pola dźwiękowego w normalnej sali sportowej jest praktycznie niemożliwe (ze względu na brak elementów rozpraszających dźwięk i nierównomierne rozłożenie materiałów dźwiękochłonnych) należy przyjąć, że czas pogłosu w sali może być o ok. 40-50% dłuższy od obliczeniowego. Wynika z tego, że spodziewany czas pogłosu w pasmach 250-4000 Hz, będzie się utrzymywał na poziomie poniżej 1,8 s.



Zwiększenie chłonności akustycznej skutkuje słabszym wzmocnieniem dźwięku przez pomieszczenie. Pomieszczenie wytłumione materiałami dźwiękochłonnymi będzie więc w czasie prowadzenia zajęć cichsze niż to wykończone twardymi materiałami. Dla przedmiotowej hali redukcja poziomu dźwięku wyniesie:

Częstotliwość	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 KHz
ΔL	- 1,3 dB	- 4,2 dB	- 4,9 dB	- 6,1 dB	- 5,2 dB	- 4,0 dB

Rzeczywista redukcja poziomu dźwięku będzie o 2-3 dB większa, ze względu na odruchową zmianę zachowania uczniów w cichszym otoczeniu.



Mikołaj Jarosz