

ZALECENIA

**DOTYCZĄCE UŻYCIA MATERIAŁÓW DŹWIĘKOCHŁONNYCH
W HALI BASENOWEJ PŁYWALNI
PRZY
ZESPOLE KSZTAŁCENIA PODSTAWOWEGO I GIMNAZJALNEGO W KOLBUDACH**

**MIKOŁAJ JAROSZ
LIPIEC 2020**

Niniejsze opracowanie wskazuje rozwiązania mające zapewnić poprawne warunki akustyki wewnątrz w hali basenowej.

Przy przygotowaniu niniejszego opracowania wykorzystano:

- Wyciąg z projektu budowlanego wykonanego przez Pracownię Projektowo-Usługową Małgorzaty Kuchty z Kartuz.
- Polska Norma PN-B-02151-4:2015-06
- „Akustyka Sal” Andrzej Kulowski, Politechnika Gdańska, Gdańsk 2011.

1. Opis pomieszczenia

Hala basenowa o wymiarach 24,40 m x 30,80 m i kubaturze ok. 6.115 m³. Dach pulpitowy (spadek 5°) o konstrukcji z drewnianej przykrytej blachą trapezową. Ściany murowane i tynkowane, usztywnione słupami żelbetowymi. Posadzka wykończona płytkami ceramicznymi. W hali znajdują się dwie niecki basenowe o łącznej powierzchni ok. 450 m³.

2. Wymagania

Hale basenowe pływalni sportowo-rekreacyjnych, łączą różne funkcje:

- zajęcia wychowania fizycznego
- treningi sportowe
- zawody
- zajęcia rekreacyjne i rehabilitacyjne

Dla poprawnego przeprowadzenia tych różnorodnych zajęć oraz dla zapewnienia komfortu użytkownikom niezbędne jest zapewnienie dobrej zrozumiałości mowy (zarówno naturalnej jak i wzmocnionej elektroakustycznie) poprzez ograniczenie pogłosu i poziomu tła akustycznego. Ogólny poziom hałasu musi być także ograniczony dla zmniejszenia wysiłku głosowego osób prowadzących zajęcia.

Polska Norma PN-B-02151-4:2015-06 określa maksymalny dopuszczalny czas pogłosu w halach basenowych na poziomie:

Dla hal o kubaturze $V \leq 5000 \text{ m}^3$ czas pogłosu nie dłuższy niż 1,8 s

Dla hal o kubaturze $V > 5000 \text{ m}^3$ czas pogłosu nie dłuższy niż 2,2 s

Wymagania te powinny być spełnione we wszystkich pasmach oktaowych o środkowych częstotliwościach w zakresie 250-4000 Hz. Wymaganie dotyczy pomieszczeń wykończonych, z trwale zamocowanymi elementami umeblowania i wyposażenia lecz bez obecności ludzi.

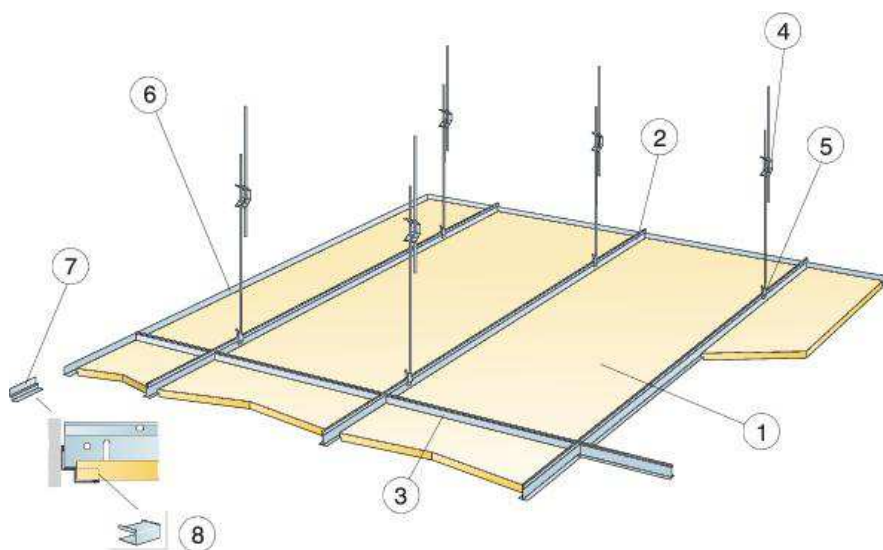
3. Rozwiązania

3.1. Wersja I

Sufit

Na całej powierzchni hali basenowej, pomiędzy dźwigarami (na poziomie ich dolnej krawędzi) instalowane dźwiękochłonne sufity podwieszane Ecophon Focus E XL. W celu zapewnienie wentylacji przestrzeni ponad sufitem podwieszanym, ok. 10% jego powierzchni powinny zająć kratki wentylacyjne.

Do blachy trapezowej, za pomocą wieszaków regulowanych podwieszany ruszt z profili T24 wykonanych w klasie C4 odporności na korozję. W tak powstałym ruszcie, prostopadłe do dźwigarów montowane panele dźwiękochłonne o wymiarach 1800/600 mm i grubości 20 mm. Wzdłuż dźwigarów pozostawione pola o wymiarach ok. 255/600 wypełnione rastrami wentylacyjnymi. Łączna powierzchnia paneli dźwiękochłonnych Ecophon Focus E XL na suficie hali wyniesie ok. 630,00 m².



Płyty Focus E XL wykonane ze sprasowanej wełny szklanej grubości 20 mm. Krawędzie płyt sfazowane i malowane. Powierzchnia licowa płyt pokryta mikroporowatą powłoką Akutex FT. Tył płyt pokryty niemalowanym welonem szklanym.

Kolor płyt: biel (NCS: S 0500-N), współczynnik odbicia światła min. 85%.

Powłoka licowa umożliwiającą odkurzanie ręczne i maszynowe oraz przecieranie na mokro. Płyty odporne na wilgotność wzgl. powietrza do 95% / 30°C (zgodnie z ISO 4611).

Klasa reakcji na ogień A2-s1,d0 (materiał niepalny) wg EN ISO 1182.

Właściwości akustyczne:

Klasa pochłaniania dźwięku A dla c.w.k. 200 mm wg EN ISO 11654. $\alpha_w = 0,95$. Wartości praktycznego współczynnika pochłaniania dźwięku α_p dla poszczególnych pasm częstotliwości podano poniżej.

	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz
α_p dla c.w.k. = 200 mm	0,50	0,90	0,90	1,00	1,00	0,95

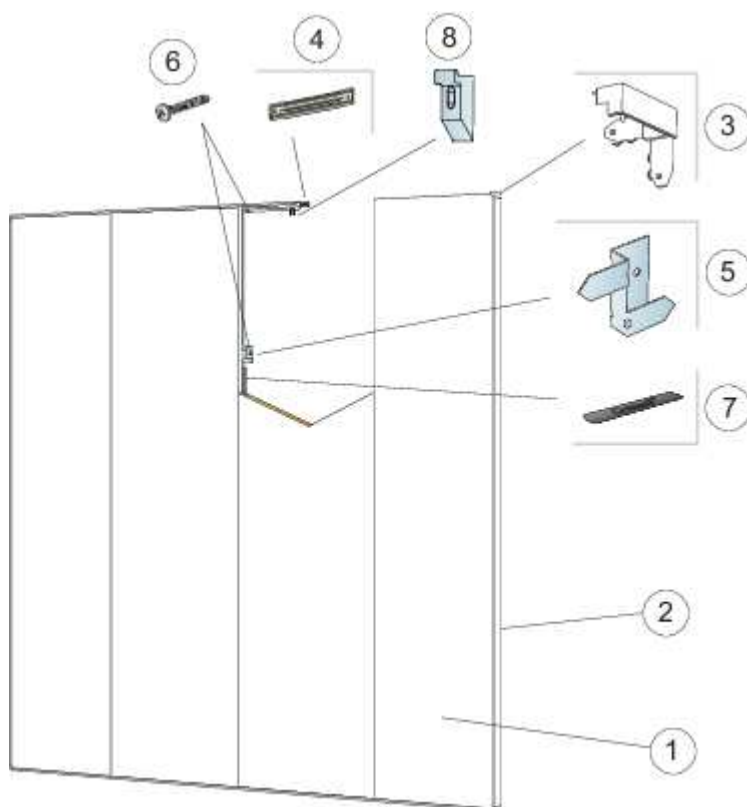
3.2. Wersja II

Sufit

Jak w wersji I.

Ściany

Dodatkowo, w celu dalszego obniżenia pogłosu i ograniczenia trzepoczącego echa, na ścianie szczytowej w osi M instalowane dźwiękochłonne panele ściennie Ecophon Akusto Wall C Akutex HS o wymiarach 2700/600/40 mm. Panele montowane do ściany za pomocą profili ceowych z ekstrudowanego aluminium, przy zachowaniu 20 mm dystansu między panelami a ścianą. Płyty instalowane jako pas o wymiarach 2400 cm x 270 cm. Montaż od wysokości 200 cm do 470 cm. Łączna powierzchnia paneli Akusto Wall C Akutex HS wyniesie ok. 64,8 m²



Płyty Akusto Wall C Akutex HS wykonane ze sprasowanej wełny szklanej grubości 40 mm. Dłuższe krawędzie płyt sfazowane, malowane i wyposażone we wpust na obce pióro. Powierzchnia licowa płyt pokryta mikroporowatą powłoką Akutex HS. Tył płyt pokryty niemalowanym welonem szklanym.

Kolor płyt: biel (NCS: S 0500-N), współczynnik odbicia światła min. 84%.

Powłoka licowa umożliwiającą odkurzanie ręczne i maszynowe oraz przecieranie na mokro. Płyty odporne na wilgotność wzgl. powietrza do 95% / 30°C (zgodnie z ISO 4611).

Klasa reakcji na ogień A2-s1,d0 (materiał niepalny) wg EN ISO 1182.

Właściwości akustyczne:

Klasa pochłaniania dźwięku A dla c.w.k. 60 mm wg EN ISO 11654. $\alpha_w = 1,00$. Wartości praktycznego współczynnika pochłaniania dźwięku α_p dla poszczególnych pasm częstotliwości podano poniżej.

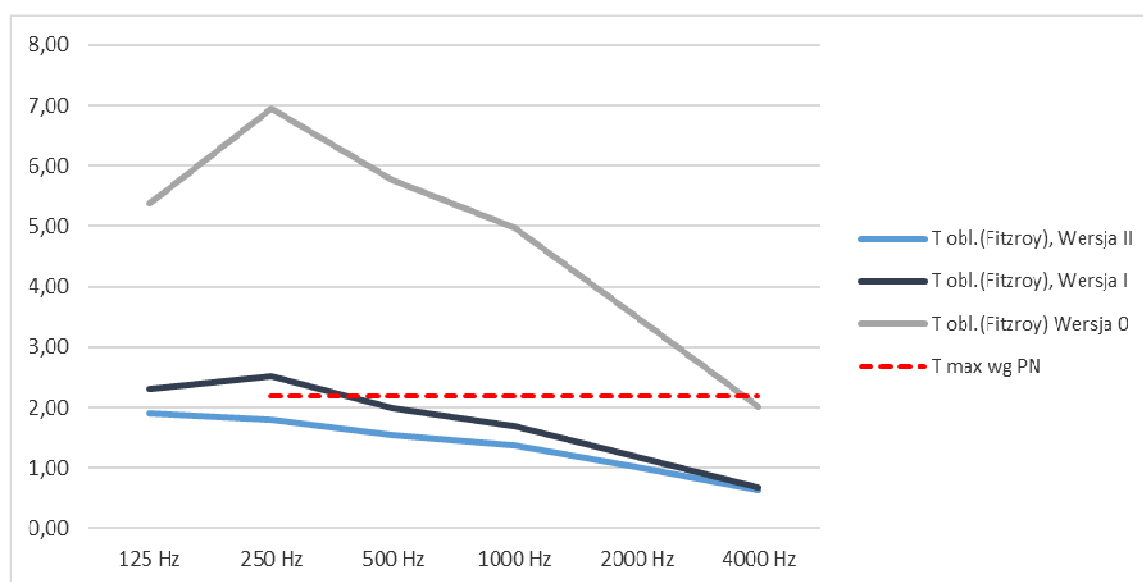
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz
α_p dla c.w.k. = 60 mm	0,30	0,85	0,95	0,95	1,00	0,95

4. Wyniki

W tabeli poniżej przedstawiono obliczeniowe wartości czasu pogłosu w hali basenowej. Obliczenia wykonano wykorzystując wzór Fitzroya dobrze się sprawdzający w pomieszczeniach prostokątnych. Wzór ten pozwala uwzględnić sposób rozmieszczenia materiałów dźwiękochłonnych na ścianach i suficie sali dając tym samym wyniki bardziej realistyczne niż bardziej popularne wzory Sabine'a czy Eyringa.

$$T = - \frac{0,161V}{S^2} \left[\frac{S_x^2}{S_x \ln(1-\alpha_x) + 4mV} + \frac{S_y^2}{S_y \ln(1-\alpha_y) + 4mV} + \frac{S_z^2}{S_z \ln(1-\alpha_z) + 4mV} \right]$$

Pasma oktauwowe o środkowej częstotliwości f , [Hz]	125	250	500	1000	2000	4000
Czas pogłosu T , [s], Wersja I	2,31	2,52	1,98	1,69	1,18	0,68
Czas pogłosu T , [s], Wersja II	1,91	1,80	1,55	1,37	1,01	0,64



Na wykresie powyżej przedstawiono obliczeniowe wartości czasu pogłosu dla hali basenowej wykończonych zgodnie z zaleceniami z punktu 3. Wymagania normy zostaną

spełnione w przypadku Wersji II. Szarą linią zaznaczono wartości czasu pogłosu dla tego samego pomieszczenia pozbawionego materiałów dźwiękochłonnych.

Zwiększenie chłonności akustycznej pomieszczenia skutkuje jego wyciszeniem, ponieważ dźwięki w nim wytwarzane są w mniejszym stopniu wzmacniane przez odbicia od ścian i sufitu. Hala basenowa wykończona wg niniejszych zaleceń będzie więc cichsza w trakcie prowadzenia zajęć niż to samo pomieszczenie pozbawione materiałów dźwiękochłonnych. W poniższej tabeli podano obliczeniowe wartości redukcji poziomu dźwięku ΔL .

Częstotliwość f , [Hz]	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 KHz
ΔL , dB, Wersja I	- 4,0	- 7,1	- 6,8	- 6,5	- 6,0	- 4,7
ΔL , dB, Wersja II	- 4,2	- 7,7	- 7,3	- 7,0	- 6,3	- 4,9

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

arch. Mikołaj Jarosz

