

# **ZALECENIA**

**DOTYCZĄCE UŻYCIA MATERIAŁÓW DŹWIĘKOCHŁONNYCH  
w HALACH BASENOWYCH PŁYWALNI  
w KĘPNIE**

**MIKOŁAJ JAROSZ  
PAŹDZIERNIK, 2016**

## **1. Cel i podstawa opracowania**

Celem opracowania jest wskazanie zamiennych rozwiązań technicznych, które pozwolą zapewnić w projektowanych halach basenowych warunki akustyczne właściwe dla ich funkcji.

Przy przygotowaniu niniejszego opracowania wykorzystano:

- projekt koncepcyjny pływalni przygotowany przez pracownię projektową Dominiczak & Szczuraszek z Ostrowa Wielkopolskiego.
- normę PN-B-02151-4:2015-06

## **2. Opis pomieszczeń**

### **2.1. Hala basenu pływackiego**

Hala basenowa o wymiarach 19,30 m x 31,25 m i kubaturze ok. 5.130 m<sup>3</sup>. W hali znajduje się niecka basenu pływackiego 25,0 x 12,5 m. Przy podłużnej ścianie hali zaprojektowano stałe trybuny z 210 miejscami siedzącymi. Posadzka strefy basenowej, trybun oraz ciągu komunikacyjnego za trybunami wykończona płytkami ceramicznymi. Siedziska trybun z tworzywa sztucznego. Ściany betonowe monolityczne lub murowane pokryte tynkiem lub (w dolnych partiach ścian) płytkami ceramicznymi. Dach: dźwigary i płatwie z drewna klejonego z polami wypełnionymi sklejką.

### **2.2. Hala basenu rekreacyjnego**

Hala basenowa o powierzchni 815 m<sup>2</sup> i kubaturze ok. 5.614 m<sup>3</sup>. W hali znajduje się niecka basenu rekreacyjnego 20,3 x 14,5 m, basen zjeżdżalni oraz 2 baseny z hydromasażem.

Posadzka strefy basenowej wykończona płytkami ceramicznymi.

Ściany betonowe monolityczne lub murowane pokryte tynkiem lub (w dolnych partiach ścian) płytkami ceramicznymi. Dach: dźwigary i płatwie z drewna klejonego z polami wypełnionymi sklejką.

## **3. Wymagania**

Duże hale basenowe miejskich pływalni łączą różne funkcje:

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

Dla poprawnego przeprowadzenia w/w imprez 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 nauczycieli/instruktorów.

Norma PN-B-02151-4 zaleca dla hal basenowych o kubaturze większej niż 5000 m<sup>3</sup> czas pogłosu nie dłuższy niż **2,2 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. Wymaganie dotyczy pomieszczeń pustych (t.j. bez publiczności).

## 4. Zalecenia

### 4.1. Hala basenu pływackiego

#### 4.1.1. Rozwiązania

##### Sufity

Pod sklejką, pomiędzy dźwigarami, instalowane wolnowiszące sufity dźwiękochłonne złożone z płyt dźwiękochłonnych grubości 40 mm. 50% płyt białych (standardowych) a 50% malowanych na budowie (malowana tylko strona licowa oraz krawędzie). Łączna powierzchnia paneli dźwiękochłonnych co najmniej 245 m<sup>2</sup> (przy założeniu udziału 50/50 płyt białych i malowanych).

Z płyt o formacie 1200/600 montowane pola i pasy o różnych wymiarach. Konstrukcję nośną stanowi ruszt z profili T24 w klasie C4 odporności korozyjnej podwieszany do sklejki. Płyty dźwiękochłonne mocowane (od spodu) do rusztu za pomocą spiral kotwiących.

Płyty ze sprasowanej wełny szklanej grubości 40 mm. Krawędzie płyt prosto cięte i malowane. Powierzchnia licowa płyt pokryta mikroporowatą, łatwą do czyszczenia powłoką. Tył płyt pokryty niemalowanym welonem szklanym. Kolor płyt: biel (NCS : S 0500-N), współczynnik odbicia światła min 85%.

Powłoka licowa umożliwiająca odkurzanie ręczne i maszynowe oraz przecieranie na mokro raz w tygodniu. Mycie parą dopuszczalne cztery razy do roku oraz mycie pod wysokim ciśnieniem dwa razy do roku.

Płyty odporne na wilgotność względną powietrza do 95% przy 30°C (zgodnie ISO 4611) z dopuszczeniem wyższej wilgotności/temperatury w czasie mycia. Rozwój mikrobiologiczny w klasie 0 zgodnie z ASTM G 21-96. Płyty spełniają wymagania klasy B1 oraz B5 w strefie 4, zgodnie z NF S90-351.

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

##### Własności akustyczne

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

Praktyczne współczynniki pochłaniania dźwięku dla cwk=200mm:

Częst.	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz
Praktyczny współczynnik pochłaniania dźwięku $\alpha_p$	0,60	0,90	0,95	1,00	1,00	0,95

Podane powyżej współczynniki pochłaniania dźwięku dotyczą płyt dźwiękochłonnych instalowanych jako sufity podwieszane (od ściany do ściany). Ponieważ w tym wypadku będą one instalowane pod dachem jako wolnowiszące ekrany lub pasy o różnych wymiarach, ich własności dźwiękochłonne będą inne. Ponieważ chłonność akustyczna przy takim sposobie instalacji nie była badana laboratoryjnie, do obliczeń przyjęto wyniki uzyskane dla płyt dźwiękochłonnych o wymiarach 1200/1200 (płyty o podobnej gęstości, grubości i wykończeniu powierzchni) instalowanych 200 mm pod twardą powierzchnią. Poniżej podana jest chłonność akustyczna takiej pojedynczej płyty.

Częst.	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz
--------	--------	--------	--------	-------	-------	-------

Chłonność akustyczna A [m <sup>2</sup> ]	0,50	1,10	1,80	2,20	2,20	1,90
---	------	------	------	------	------	------

Chłonność akustyczna takich samych płyt ale pokrytych dodatkową powłoką malarską (i przy instalacji w odległości 200 mm od twardej powierzchni), wyniesie:

Częst.	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz
Chłonność akustyczna A [m <sup>2</sup> ]	0,30	0,80	1,40	1,90	1,80	1,80

## Ściany

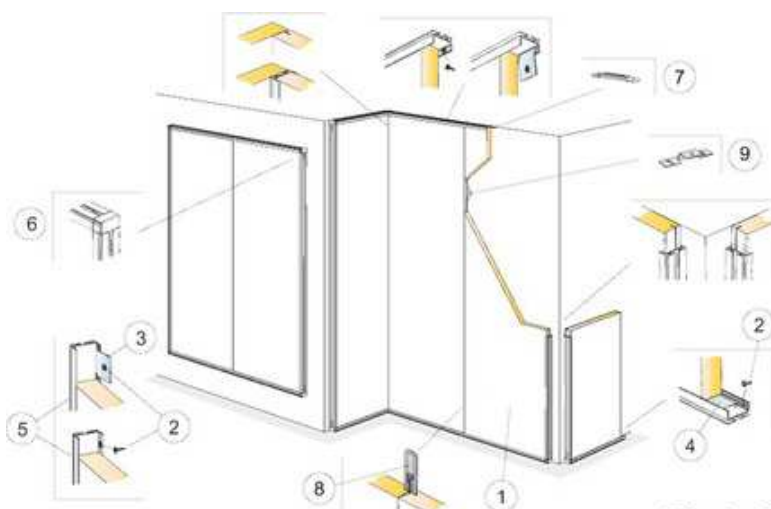
Na obu ścianach podłużnych hali instalowane dźwiękochłonne panele ściennie o wymiarach 600/2700. Rozmieszczenie:

- Ściana przeciwna do trybun: pas od wysokości +7,20 do +9,05
  - Ściana za trybunami: pas od wysokości +10,40 do +11,70
- Uwaga: podane wyżej rzędne odnoszą się do poziomu 0,00 budynku.

Panele instalowane pionowo i odpowiedni docięte. Ze względu na potrzebę zwiększenia pochłaniania w niskich częstotliwościach, panele instalowane nie bezpośrednio na ścianie tylko na ruszcie z łat 40/60. Łaty układane poziomo w rozstawie 600 mm a przestrzeń pomiędzy nimi wypełniona płytami z wełny szklanej grubości 40-50 mm i gęstości ok. 15-30 kg/m<sup>3</sup>.

Panele montowane do rusztu za pomocą systemowych profili aluminiowych oraz akcesoriów.

Łączna ilość paneli ściennych wyniesie 96 m<sup>2</sup>.



Płyty ze sprasowanej wełny szklanej o grubości 40 mm, w formacie 600/2700. Lico płyt pokryte mikroporowatą powłoką malarską, tył płyty wykończony welonem szklanym. Krawędzie krótkie prosto cięte a długie sfazowane i zaopatrzone we wpust na obce pióro. 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.

Własności akustyczne

Klasa pochłaniania dźwięku A dla c.w.k. 40mm wg EN ISO 11654.  $\alpha_w = 1,00$ .  
Praktyczne współczynniki pochłaniania dźwięku dla c.w.k. 40 mm podano poniżej:

Częst.	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
$\alpha_p$	0,25	0,80	0,95	1,00	1,00	1,00

Przy montażu na dodatkowej warstwie 40-50 mm wełny szklanej, praktyczne współczynniki pochłaniania dźwięku przyjmą poniższe wartości:

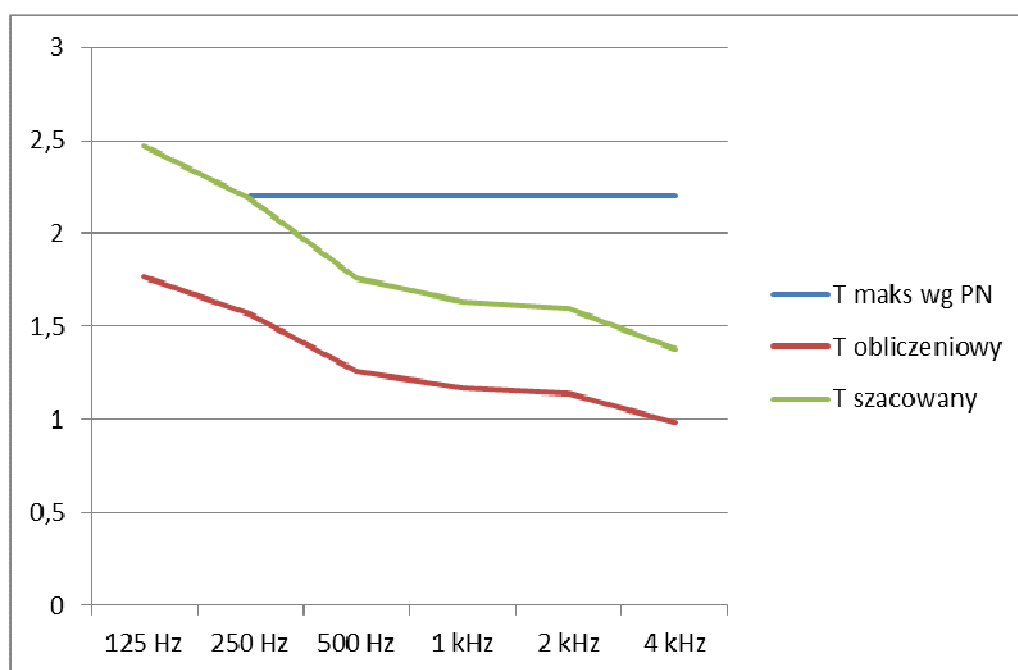
Częst.	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
$\alpha_p$	0,80	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

#### 4.1.2. 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]	1,76	1,56	1,26	1,17	1,14	0,98

Ponieważ uzyskanie w pełni rozproszonego pola dźwiękowego w normalnej hali basenowej 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. 30-40% dłuższy od obliczeniowego. Wynika z tego, że spodziewany czas pogłosu w pasmach 250-4000 Hz będzie się utrzymywał poniżej dopuszczalnego **T = 2,2 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 sali redukcja poziomu dźwięku (w odniesieniu do standardowego, twardego wykończenia) wyniesie:

Częstotliwość	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz
$\Delta L$ [dB]	- 1,7	- 3,2	- 4,1	- 5,2	- 4,8	- 3,5

## 4.2. Hala basenu rekreacyjnego

### 4.2.1. Rozwiązania

#### Sufity

Pod sklejką, pomiędzy dźwigarami, instalowane wolnowiszące sufity dźwiękochłonne złożone z płyt dźwiękochłonnych grubości 40 mm. 50% płyt białych (standardowych) a 50% malowanych na budowie (malowana tylko strona licowa oraz krawędzie). Łączna powierzchnia paneli dźwiękochłonnych co najmniej 405 m<sup>2</sup> (przy założeniu udziału 50/50 płyt białych i malowanych).

Z płyt o formacie 1200/600 montowane pola i pasy o różnych wymiarach. Konstrukcję nośną stanowi ruszt z profili T24 w klasie C4 odporności korozyjnej podwieszany do sklejki. Płyty dźwiękochłonne mocowane (od spodu) do rusztu za pomocą spiral kotwiących.

Płyty ze sprasowanej wełny szklanej grubości 40 mm. Krawędzie płyt prosto cięte i malowane. Powierzchnia licowa płyt pokryta mikroporowatą, łatwą do czyszczenia powłoką. Tył płyt pokryty niemalowanym welonem szklanym. Kolor płyt: biel (NCS : S 0500-N), współczynnik odbicia światła min 85%.

Powłoka licowa umożliwiająca odkurzanie ręczne i maszynowe oraz przecieranie na mokro raz w tygodniu. Mycie parą dopuszczalne cztery razy do roku oraz mycie pod wysokim ciśnieniem dwa razy do roku.

Płyty odporne na wilgotność względną powietrza do 95% przy 30°C (zgodnie ISO 4611) z dopuszczeniem wyższej wilgotności/temperatury w czasie mycia. Rozwój mikrobiologiczny w klasie 0 zgodnie z ASTM G 21-96. Płyty spełniają wymagania klasy B1 oraz B5 w strefie 4, zgodnie z NF S90-351.

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

#### Własności akustyczne

Klasa pochłaniania dźwięku A dla c.w.k. 200mm wg EN ISO 11654.  $\alpha_w = 1,00$   
współczynniki pochłaniania dźwięku dla  $c_{wk}=200mm$ .

Częst.	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz
Praktyczny współczynnik pochłaniania dźwięku $\alpha_p$	0,60	0,90	0,95	1,00	1,00	0,95

Podane powyżej współczynniki pochłaniania dźwięku dotyczą płyt dźwiękochłonnych instalowanych jako sufity podwieszane (od ściany do ściany). Ponieważ w tym wypadku będą one instalowane pod dachem jako wolnowiszące ekrany lub pasy o różnych wymiarach, ich własności dźwiękochłonne będą inne. Ponieważ chłonność akustyczna przy takim sposobie instalacji nie była badana laboratoryjnie, do

obliczeń przyjęto wyniki uzyskane dla płyt dźwiękochłonnych o wymiarach 1200/1200 (płyty o podobnej gęstości, grubości i wykończeniu powierzchni) instalowanych 200 mm pod twardą powierzchnią. Poniżej podana jest chłonność akustyczna takiej pojedynczej płyty.

Częst.	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz
Chłonność akustyczna A [m <sup>2</sup> ]	0,50	1,10	1,80	2,20	2,20	1,90

Chłonność akustyczna takich samych płyt ale pokrytych dodatkową powłoką malarską (i przy instalacji w odległości 200 mm od twardej powierzchni), wyniesie:

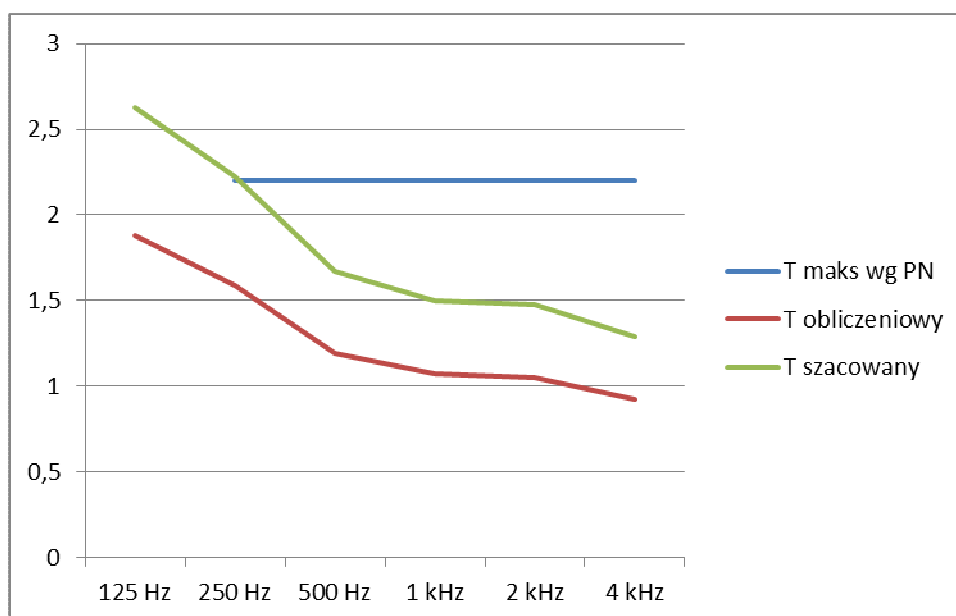
Częst.	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz
Chłonność akustyczna A [m <sup>2</sup> ]	0,30	0,80	1,40	1,90	1,80	1,80

#### 4.2.2. 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]	1,88	1,59	1,20	1,07	1,05	0,92

Ponieważ uzyskanie w pełni rozproszonego pola dźwiękowego w normalnej hali basenowej 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. 30-40% dłuższy od obliczeniowego. Wynika z tego, że spodziewany czas pogłosu w pasmach 250-4000 Hz będzie się utrzymywał poniżej dopuszczalnego **T = 2,2 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 sali redukcja poziomu dźwięku (w odniesieniu do standardowego, twardego wykończenia) wyniesie:

Częstotliwość	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz
$\Delta L$ [dB]	- 1,3	- 3,1	- 4,7	- 6,4	- 5,9	- 4,1



Mikołaj Jarosz