



BUDOWA BUDYNKU CENTRUM SPORTU BASEN KRYTY W PIASECZNIE

PROJEKT OCHRONY PRZECIWDŹWIEKOWEJ I AKUSTYKI WNĘTRZ DLA CENTRUM SPORTU BASEN KRYTY W PIASECZNIE

PROJEKTANT	dr inż. Piotr Z. Kozłowski mgr inż. Michał Szczepański	
SPRAWDZAJĄCY	mgr inż. Mikołaj Pawelec	

Spis treści

Adres jednostki projektowania	3
1. Podstawa opracowania	4
1.1. Podstawa formalna	4
1.2. Podstawa merytoryczna	4
2. Przeznaczenie i program użytkowy obiektu	5
3. Nagłówek	6
4. Ochrona przeciwdźwiękowa	7
4.1. Pomieszczenia chronione przed hałasem	7
4.2. Dopuszczalny poziom tła akustycznego w pomieszczeniach	7
4.3. Wymagana izolacyjność akustyczna przegród pomiędzy pomieszczeniami	8
4.4. Wymagana izolacyjność od dźwięków powietrznych przegród zewnętrznych	10
4.5. Struktury przegród budowlanych	12
4.6. Ogólne wytyczne dotyczące ochrony przeciwdźwiękowej	15
4.6.1. Ogólne wytyczne dla instalacji elektrycznych i oświetleniowych dotyczące ochrony przeciwdźwiękowej pomieszczeń	15
4.6.2. Ogólne wytyczne dla instalacji wentylacyjnej dotyczące ochrony przeciwdźwiękowej pomieszczeń	16
4.6.3. Ogólne wytyczne dla pozostałych instalacji technicznych	16
4.6.4. Otwory na instalacje w przegrodach budowlanych	17
5. Akustyka wewnątrz	20
5.1. Wymagania normowe	20
5.2. Zalecenia dotyczące akustyki wewnątrz	20
5.3. Rozwiązania materiałowe	21
5.4.1. Założenia projektowe	21
5.4.2. Komputerowy model akustyczny	21
5.4.3. Obliczenia	22
5.4.4. Rozwiązania projektowe	23
5.5. Akustyka basenu rekreacyjnego	23
5.5.1. Założenia projektowe	23
5.5.2. Komputerowy model akustyczny	23
5.5.3. Obliczenia	24
5.5.4. Rozwiązania projektowe	25
5.6. Specyfikacja techniczna adaptacji akustycznej	26
6. Podsumowanie	27

Adres jednostki projektowania

PRACOWNIA AKUSTYCZNA Kozłowski sp. j.

52-014 Wrocław, ul. Opolska 140

tel. +48 71 794 93 31

web: www.akustyczna.plemail: pracownia@akustyczna.pl

REGON	020574694
KRS	0000286159
HIP	899-261-33-93

1. Podstawa opracowania

1.1. Podstawa formalna

- [1] Umowa nr ZL_375/2021 z dnia 2021-04-26 pomiędzy P2PA spółka z o. o. a Pracownią Akustyczną Kozłowski sp. j. na wykonanie projektu ochrony przeciwdźwiękowej i akustyki wnętrz dla Centrum Sportu Basen kryty w Piasecznie

1.2. Podstawa merytoryczna

- [2] PN-B-02153:2002 Akustyka budowlana. Terminologie, symbole literowe i jednostki.
- [3] PN-B-02151-2:2018-01 Akustyka budowlana. Ochrona przed hałasem w budynkach. Część 2: Wymagania dotyczące dopuszczalnego poziomu dźwięku w pomieszczeniach.
- [4] PN-B-02151-3:2015-10 Akustyka budowlana. Ochrona przed hałasem w budynkach. Część 3: Wymagania dotyczące izolacyjności akustycznej przegród w budynkach i elementów budowlanych.
- [5] 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.
- [6] PN-B-02156:1987 Akustyka budowlana. Metody pomiaru poziomu dźwięku A w budynkach.
- [7] PN-EN ISO 11654:1999 Akustyka. Wyroby dźwiękochłonne używane w budownictwie. Wskaźniki pochłaniania dźwięku.
- [8] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku (Dz.U. 2007 nr 120 poz. 826).
- [9] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 1 października 2012 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku (Dz.U. 2012 poz.1109).
- [10] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. 2002 nr 75 poz. 690). Tekst ujednolicony po nowelizacji z komentarzem, Instytut Techniki Budowlanej, Warszawa 2009.
- [11] Sadowski J., Akustyka Architektoniczna, PWN, Warszawa, 1976.
- [12] Everest A., Podręcznik akustyki, Sonia Draga, Katowice, 2010.
- [13] Long M., Architectural Acoustics, Elsevier Inc., 2006.
- [14] Mehta M., Johnson J., Rocafort J., Architectural Acoustics Principles and Design, Prentice Hall 1998.

2. Przeznaczenie i program użytkowy obiektu

Przedmiotem opracowania jest stworzenie dokumentacji dotyczącej ochrony przeciwdźwiękowej i akustyki wnętrz dla pomieszczeń znajdujących się w nowoprojektowanym budynku basenu w Piasecznie. W ramach projektu między innymi zostały określone rozwiązania, mające istotny wpływ na parametry przegród budowlanych (ścian i stropów) w zakresie izolacyjności akustycznej oraz adaptacji akustycznej.

Przez pojęcie obiekt w opracowaniu rozumie się pomieszczenia opisane w poniższych podpunktach.

W budynku ze względu na ochronę przeciwdźwiękową i parametry akustyczne wnętrz można wyróżnić następujące typy pomieszczeń:

- hale basenowe,
- pokoje biurowe,
- pokoje do prowadzenia rozmów poufnych – pokój dyrektora,
- sale konferencyjne – pomieszczenie wielofunkcyjne,
- przestrzenie komunikacji.

3. Nagłówek

Należy stosować wskaźniki izolacyjności akustycznej przegród w budynkach i elementów budowlanych określone w normie PN-B-02151-3:2015-10 [4] zgodnie z poniższą tabelą. Przy czym wskaźniki przybliżone R'_A są używane do obliczeń na etapie projektu, natomiast wskaźniki laboratoryjne R_A należy stosować przy wyborze konkretnego produktu, porównując je z danymi podanymi przez producenta tego typu wyrobów.

Tab. 3.1. Wskaźniki izolacyjności akustycznej przegród w budynkach i elementów budowlanych [4]

Przegroda lub konstrukcja budowlana	Rodzaj dźwięków	Wskaźnik izolacyjności akustycznej przegród w budynkach		Wskaźnik izolacyjności akustycznej elementów budowlanych przeznaczonych do stosowania jako przegrody (na etapie projektu)	
		Nazwa i symbol	Metoda obliczania wskaźnika	Nazwa i symbol	Metoda obliczania wskaźnika
ściana wewnętrzna	powietrzne	wskaźnik oceny przybliżonej izolacyjności akustycznej $R'_{A,1}$	PN-EN ISO 717-1 oraz Załącznik A (normatywny) do normy PN-B-02151-3:2015-10	wskaźnik ważony izolacyjności akustycznej właściwej i widmowe wskaźniki adaptacyjne $R_w(C,C_{tr})$ oraz wskaźnik oceny izolacyjności akustycznej właściwej $R_{A,1}$	PN-EN ISO 717-1 oraz Załącznik A (normatywny) do normy PN-B-02151-3:2015-10
		wskaźnik oceny wzorcowej różnicy poziomów $D_{nT,A,1}$ stosowany w szczególnych przypadkach ¹⁾			
strop między pomieszczeniami	powietrzne	wskaźnik oceny przybliżonej izolacyjności akustycznej właściwej $R'_{A,1}$	PN-EN ISO 717-1 oraz Załącznik A (normatywny) do normy PN-B-02151-3:2015-10	wskaźnik ważony izolacyjności akustycznej właściwej i widmowe wskaźniki adaptacyjne $R_w(C,C_{tr})$ oraz wskaźnik oceny izolacyjności akustycznej właściwej $R_{A,1}$	PN-EN ISO 717-1 oraz Załącznik A (normatywny) do normy PN-B-02151-3:2015-10
		wskaźnik oceny wzorcowej różnicy poziomów $D_{nT,A,1}$ stosowany w szczególnych przypadkach ¹⁾			
	uderzeniowe	wskaźnik ważony przybliżonego poziomu uderzeniowego znormalizowanego $L'_{n,w}$	PN-EN ISO 717-2	wskaźnik ważony poziomu uderzeniowego znormalizowanego $L_{n,w}$	PN-EN ISO 717-2
drzwi do pomieszczeń o różnym przeznaczeniu	powietrzne	projektowy wskaźnik oceny izolacyjności akustycznej właściwej, $R_{A,1,R}$	PN-EN ISO 717-1 oraz Załącznik A (normatywny) do normy PN-B-02151-3:2015-10	wskaźnik ważony izolacyjności akustycznej właściwej i widmowe wskaźniki adaptacyjne $R_w(C,C_{tr})$ oraz projektowy wskaźnik oceny izolacyjności akustycznej właściwej $R_{A,1,R}$	PN-EN ISO 717-1 oraz Załączniki A i B (normatywne) do normy PN-B-02151-3:2015-10
konstrukcje wewnętrzne (inne niż stropy) narażone na dźwięki uderzeniowe	uderzeniowe	wskaźnik ważony przybliżonego poziomu uderzeniowego znormalizowanego $L'_{n,w}$	PN-EN ISO 717-2	wskaźnik ważony poziomu uderzeniowego znormalizowanego, $L_{n,w}$ lub/i ²⁾ ważony wskaźnik zmniejszenia poziomu uderzeniowego, ΔL_w	PN-EN ISO 717-2
ściana zewnętrzna, stropodach bez okien lub z oknami	powietrzne	wskaźnik oceny przybliżonej izolacyjności akustycznej właściwej $R'_{A,2}$ ³⁾	PN-EN ISO 717-1 oraz Załącznik A (normatywny) do normy PN-B-02151-3:2015-10	wskaźnik ważony izolacyjności akustycznej właściwej i widmowe wskaźniki adaptacyjne $R_w(C,C_{tr})$ oraz wskaźnik oceny izolacyjności akustycznej właściwej $R_{A,2}$ ³⁾	PN-EN ISO 717-1 oraz Załącznik A (normatywny) do normy PN-B-02151-3:2015-10
okna lub drzwi balkonowe w przegrodzie zewnętrznej	powietrzne	wskaźnik oceny przybliżonej izolacyjności akustycznej właściwej $R'_{A,2}$ ³⁾	PN-EN ISO 717-1 Załącznik A (normatywny) do normy PN-B-02151-3:2015-10	wskaźnik ważony izolacyjności akustycznej właściwej i widmowe wskaźniki adaptacyjne $R_w(C,C_{tr})$ oraz wskaźnik oceny izolacyjności akustycznej właściwej $R_{A,2}$ ³⁾	PN-EN ISO 717-1 oraz Załącznik A (normatywny) do normy PN-B-02151-3:2015-10
¹⁾ Wskaźnik oceny wzorcowej różnicy poziomów $D_{nT,A,1}$ należy stosować, gdy powierzchnia przegrody, wspólna w obu przyległych pomieszczeniach jest mniejsza niż 10 m ² . ²⁾ Należy przyjmować w zależności od rodzaju elementów wchodzących w skład kompletnej konstrukcji. ³⁾ Jeżeli hałas zewnętrzny pochodzi od źródła, dla którego przyjmuje się widmowy wskaźnik adaptacyjny C, zamiast wskaźnika oceny uwzględniającego widmowy wskaźnik adaptacyjny C _{tr} należy stosować wskaźnik oceny uwzględniający widmowy wskaźnik adaptacyjny C.					

4. Ochrona przeciwdźwiękowa

W niniejszym rozdziale opisano zagadnienia dotyczące ochrony przeciwdźwiękowej projektowanego budynku.

Propozycje rozwiązań i wytyczne przedstawione w niniejszym rozdziale należy traktować jako rekomendacje w zakresie ochrony przeciwdźwiękowej dla branż architektonicznej, konstrukcyjnej, instalacyjnej oraz pozostałych. Na podstawie tych wytycznych stosowne rozwiązania należy przyjąć w poszczególnych dokumentacjach branżowych. Oznacza to, że niezależnie od pojawienia się tych wytycznych, zachowany jest klasyczny rozdział kompetencji i odpowiedzialności za rozwiązania budowlane przyjmowane w budynku.

4.1. Pomieszczenia chronione przed hałasem

W projektowanym budynku można wyróżnić następujące typy pomieszczeń podlegające ochronie na podstawie przepisów ogólnych. Pomieszczenia chronione z uwagi na wymaganą izolacyjność przegród, zgodnie z normą PN-B-02151-3:2015-10 [4] oraz z uwagi na hałas pogłosowy, zgodnie z normą PN-B-02151-4:2015-10 [5]:

- sale basenowe,
- pokoje biurowe,
- pokoje do prowadzenia rozmów poufnych – pokój dyrektora,
- sale konferencyjne – pomieszczenie wielofunkcyjne,
- przestrzenie komunikacyjne.

Wymienione wyżej pomieszczenia powinny być chronione ze względu na hałas powstający:

- na zewnątrz budynku, w tym komunikacja miejska i transport w otoczeniu budynku,
- w wyniku zjawiska atmosferycznych (deszcz, grad),
- wewnątrz budynku w wyniku użytkowania pomieszczeń zgodnie z ich przeznaczeniem (hałas bytowy),
- w wyniku działania urządzeń wyposażenia technicznego budynku,
- w wyniku działania technicznych instalacji wewnętrznych budynku, takich jak wentylacja, klimatyzacja, instalacje wodne, kanalizacyjne itp.

Dodatkowo, wszystkie pomieszczenia techniczne zlokalizowane w budynku są chronione ze względu na hałas powstający w wyniku pracy urządzeń znajdujących się we wnętrzu.

4.2. Dopuszczalny poziom tła akustycznego w pomieszczeniach

Dla pomieszczeń podlegających ochronie przeciwdźwiękowej na podstawie przepisów ogólnych, dopuszczalny równoważny poziom dźwięku A hałasu przenikającego do pomieszczeń od wszystkich źródeł hałasu łącznie, nie powinien przekraczać wartości przedstawionych w Tab. 4.1. Najwyższy dopuszczalny poziom dźwięku A (wartości podane w oparciu o normę PN-B-02151-2:2018-01 [3]). Dla pomieszczeń niewymienionych w poniższej tabeli, nie stawia się wymagań związanych z dopuszczalnym poziomem hałasu.

Tab. 4.1. Najwyższy dopuszczalny poziom dźwięku A

Poziom	Pomieszczenie	Najwyższy dopuszczalny poziom dźwięku A $L_{Aeq,nT}$ [dB]
0	0.A.01 Biuro	35
	0.A.02 Biuro	35
	0.A.03 Biuro dyrektora	30
	0.A.04 Sekretariat	35
	0.A.05 Pom. wielofunkcyjne	35

	0.B.01 Basen strefa sportowa	50
	0.B.02 Basen strefa rekreacyjna	50
	0.B.08 Pom. trenerów i ratowników	35
	0.B.10 Pom. ratowników z ambulatorium	35
	0.S.15 Strefa saun	50
	0.OG.01 Hol wejściowy z kawiarnią	40

Dopuszczalne poziomy hałasu odnoszą się do pomieszczeń z zamkniętymi drzwiami i oknami (z zapewnioną odpowiednią wymaganą wymianą powietrza) i umeblowanych (zagospodarowanych). W przypadku pomieszczeń nieumeblowanych, zmierzony poziom hałasu należy przed porównaniem z wartością dopuszczalną skorygować o wskaźniki pogłosu wyznaczone zgodnie z normą PN-B-02151-2:2018-01 [3].

Podane dopuszczalne poziomy hałasu odnoszą się do pory użytkowania lokalu, bez rozróżnienia na porę dzienną i nocną.

4.3. Wymagana izolacyjność akustyczna przegród pomiędzy pomieszczeniami

W poniższej tabeli podano wymagane wartości izolacyjności akustycznej przegród wewnętrznych pomiędzy pomieszczeniami. Wymaganą izolacyjność akustyczną wyznaczono w zależności od funkcji pomieszczeń chronionych oraz rodzaju zakłóceń w pomieszczeniach sąsiadujących.

Wymagana izolacyjność akustyczna wewnętrznych przegród budowlanych wyrażona jest poprzez jednoliczbowy wskaźniki oceny przybliżonej izolacyjności akustycznej właściwej $R'_{A,1}$. Wskaźnik ten, uwzględnia wpływ pośredniego, w tym bocznego przenoszenia dźwięku.

Izolacyjność akustyczna drzwi wyrażona jest poprzez projektowy wskaźnik oceny izolacyjności akustycznej właściwej $R_{A,1,R}$. Wskaźnik ten określa izolacyjność od dźwięków powietrznych wyznaczoną na podstawie badań laboratoryjnych, zmniejszoną o 2 dB. Oznacza to, że przy doborze drzwi należy stosować prawidłowe zależności pomiędzy wskaźnikami, określone w normie PN-B-02151-3:2015-10 [4]:

$$R_{A,1,R} = R_{A,1} - 2 \text{ dB}$$

$$R_{A,1} = R_w + C$$

Gdzie C jest to widmowy wskaźnik adaptacyjny.

Pomieszczenia chronione przed hałasem zostały przydzielone do odpowiednich kategorii opisanych w normie PN-B-03151-3:2015-10 [4]:

- pomieszczenie 0.A.01, 0.A.02, 0.A.04 – pomieszczenia biurowe,
- pomieszczenie 0.A.03 – pomieszczenie do prowadzenia rozmów poufnych,
- pomieszczenie 0.A.05 – sala konferencyjna, pomieszczenie socjalne, przestrzeń komunikacji.

Tab. 4.2. Wymagana izolacyjność akustyczna przegród budowlanych między pomieszczeniami

Poziom	Pomieszczenie chronione	Pomieszczenie sąsiednie	Nazwa przegrody	Rodzaj wskaźnika	Wymagana wartość wskaźnika [dB]	Obliczona izolacyjność przegrody [dB]
0	0.A.01 Biuro	0.A.02 Biuro	Ściana IW4.1	$R'_{A,1}$	≥ 40	50
		0.A.05 Pom. wielofunkcyjne	Ściana IW4.1	$R'_{A,1}$	≥ 40	50
			Ślusarka IW5.1	$R'_{A,1}$	≥ 40	-

			Drzwi	$R_{A,1,R}$	≥ 30	-
		0.OG.01 Hol wejściowy z kawiarnią	Ściana IW4.1	$R'_{A,1}$	≥ 40	50
	0.A.02 Biuro	0.A.01 Biuro	Ściana IW4.1	$R'_{A,1}$	≥ 40	50
		0.A.03 Biuro dyrektora	Ściana IW4.1	$R'_{A,1}$	≥ 50	50
		0.A.05 Pom. wielofunkcyjne	Ściana IW4.1	$R'_{A,1}$	≥ 40	50
			Ślusarka IW5.1	$R'_{A,1}$	≥ 40	-
			Drzwi	$R_{A,1,R}$	≥ 30	-
	0.A.03 Biuro dyrektora	0.A.02 Biuro	Ściana IW4.1	$R'_{A,1}$	≥ 50	50
		0.A.04 Sekretariat	Ściana IW4.1	$R'_{A,1}$	≥ 50	50
			Drzwi	$R_{A,1,R}$	≥ 40	-
	0.A.04 Sekretariat	0.A.03 Biuro dyrektora	Ściana IW4.1	$R'_{A,1}$	≥ 50	50
			Drzwi	$R_{A,1,R}$	≥ 40	-
		0.A.05 Pom. wielofunkcyjne	Ślusarka IW5.1	$R'_{A,1}$	≥ 40	-
			Drzwi	$R_{A,1,R}$	≥ 30	-
		0.T.01 Śmietnik	Ściana IW2.2	$R'_{A,1}$	≥ 55	55
	0.A.05 Pom. wielofunkcyjne ¹⁾	0.A.06 Toaleta	Ściana IW4.1	$R'_{A,1}$	≥ 50	50
			Sufit IW4.1 ²⁾	$R'_{A,1}$	≥ 50	50
			Drzwi	$R_{A,1,R}$	≥ 35	-
		0.A.01 Biuro	Ściana IW4.1	$R'_{A,1}$	≥ 40	50
			Ślusarka IW5.1	$R'_{A,1}$	≥ 40	-
			Drzwi	$R_{A,1,R}$	≥ 30	-
		0.A.02 Biuro	Ściana IW4.1	$R'_{A,1}$	≥ 40	50
			Ślusarka IW5.1	$R'_{A,1}$	≥ 40	-
			Drzwi	$R_{A,1,R}$	≥ 30	-
		0.A.04 Sekretariat	Ślusarka IW5.1	$R'_{A,1}$	≥ 40	-
			Drzwi	$R_{A,1,R}$	≥ 30	-
		0.T.01 Śmietnik	Ściana IW2.2	$R'_{A,1}$	≥ 55	55
		0.OG.01 Hol wejściowy z kawiarnią	Ściana IW4.1	$R'_{A,1}$	≥ 48	50
			Drzwi	$R_{A,1,R}$	≥ 35	-
		-1.OG.01 Magazyn	Strop FL1.2	$R'_{A,1}$	≥ 55	66
		-1.OG.09 Szatnia pr. technicznych	Strop FL1.2	$R'_{A,1}$	≥ 55	66
		-1.OG.16 Pom. pompowni	Strop FL1.2	$R'_{A,1}$	≥ 55	66
			Ściana	$R'_{A,1}$	≥ 40	53

	O.B.08 Pom. trenerów i ratowników ³⁾	O.B.01 Basen strefa sportowa	IW3.2			
			Ślusarka IW5.1	R'_{A,1}	≥ 40	-
			Drzwi	R_{A,1,R}	≥ 30	-
		O.B.03 Strefa buforowa	Ściana IW3.2	R'_{A,1}	≥ 40	53
			O.B.09 Magazyn	Ściana IW3.2	R'_{A,1}	≥ 40
		Drzwi		R_{A,1,R}	≥ 30	-
		O.B.12 Szatnia z san.	Ściana IW3.2	R'_{A,1}	≥ 40	53
			Drzwi	R_{A,1,R}	≥ 30	-
		-1.T.09 Pom. pomocnicze	Strop FL1.2	R'_{A,1}	≥ 55	66
		-1.T.17 Komunikacja	Strop FL1.2	R'_{A,1}	≥ 55	66
		-1.T.20 Magazyn pomocniczy	Strop FL1.2	R'_{A,1}	≥ 55	66
		1.B.01 Widownia basenu sportowego	Strop FL1.9	R'_{A,1}	≥ 55	57
	O.B.10 Pom. ratowników z ambulatorium ³⁾	O.B.01 Basen strefa sportowa	Ściana IW3.2	R'_{A,1}	≥ 40	53
			Ślusarka IW5.1	R'_{A,1}	≥ 40	-
			Drzwi	R_{A,1,R}	≥ 30	-
		O.B.09 Magazyn	Ściana IW3.2	R'_{A,1}	≥ 40	53
			Drzwi	R_{A,1,R}	≥ 30	-
		O.B.12 Szatnia z san.	Ściana IW3.2	R'_{A,1}	≥ 40	53
			Drzwi	R_{A,1,R}	≥ 30	-
		-1.T.10 Przyłącze wody	Strop FL1.2	R'_{A,1}	≥ 55	66
		-1.T.11 Rezerwa pod węzeł ciepła	Strop FL1.2	R'_{A,1}	≥ 55	66
		1.B.01 Widownia basenu sportowego	Strop FL1.9	R'_{A,1}	≥ 55	57

¹⁾ Pomieszczenie wielofunkcyjne O.A.05 jest traktowane jako pomieszczenie socjalne, sala konferencyjna i przestrzeń komunikacji. Pomieszczenie jest otwarte, a na jego środku występuje dodatkowa konstrukcja toalet. Wymagania stawiane dla tego pomieszczenia są oparte na odpowiednich punktach normy, adekwatnych do miejsca, w którym występuje dana przegroda.

²⁾ Sufit toalety graniczy z pomieszczeniem wielofunkcyjnym O.A.05.

³⁾ Dla pomieszczeń O.B.08, Pom. trenerów i ratowników oraz O.B.10 Pom. ratowników z ambulatorium norma nie stawia wymagań związanych z izolacyjnością przegród budowlanych. Ze względu na czasową konieczność pracy ludzi w tych pomieszczeniach, wymagania zostały wyznaczone indywidualnie po konsultacji z zamawiającym.

4.4. Wymagana izolacyjność od dźwięków powietrznych przegród zewnętrznych

Izolacyjność od dźwięków powietrznych przegród zewnętrznych określono za pomocą wskaźnika oceny przybliżonej izolacyjności akustycznej właściwej $R'_{A,2}$.

Izolacyjność akustyczną ściany zewnętrznej w budynkach dostosowano do poziomu hałasu zewnętrznego, określonego przez tzw. miarodajny poziom hałasu zewnętrznego dla pory dnia. Wartości miarodajnego hałasu zewnętrznego zostały określone na podstawie pomiarów hałasu na

miejsu inwestycji z uwzględnieniem występowania strefy ograniczonego użytkowania dla Portu Lotniczego im. Fryderyka Chopina w Warszawie.

Na tej podstawie wyznaczono wartość poziomu dla pory dnia przyjętą w dalszych obliczeniach:

- $L_{A,zew,D} = 65$ dBA.

Przyjęta wartość poziomu dźwięku uwzględnia hałas istniejący w otoczeniu planowanej inwestycji i zakłada użytkowanie obszaru otaczającego budynek zgodnie z jego przeznaczeniem.

Przy ustalaniu miarodajnego poziomu hałasu zewnętrznego uwzględniono hałas pochodzący od źródeł zewnętrznych charakterystycznych dla terenu planowanej inwestycji.

Wymagany wskaźnik oceny przybliżonej izolacyjności akustycznej przegrody zewnętrznej obliczono ze wzoru:

$$R'_{A,2} = L_{A,zew} - L_{A,wew} + 10 \lg \left(\frac{S}{A} \right) + 3$$

gdzie:

- $L_{A,zew}$ miarodajny poziom hałasu zewnętrznego przy danej przegrodzie zewnętrznej, wyznaczony według punktu 7.3 normy PN-B-02151-3:2015-10 [4],
- $L_{A,wew}$ poziom odniesienia do obliczania izolacyjności akustycznej przegrody zewnętrznej według punktu 7.4 normy PN-B-02151-3:2015-10 [4],
- A chłonność akustyczna pomieszczenia w oktawowym paśmie o środkowej częstotliwości $f = 500$ Hz, bez wyposażenia pomieszczenia i obecności użytkowników,
- S pole powierzchni przegrody zewnętrznej fasady lub dachu widzianej od strony pomieszczenia.

Wartość składnika $10 \lg \left(\frac{S}{A} \right)$ została wyznaczona zgodnie z załącznikiem C normy PN-B-02151-3:2015-10 [4].

W Tab. 4.3 określono:

- **Poziom odniesienia $L_{A,eq,wew}$ [dB]** – określony w normie PN-B-02151-3:2015-10 [4] poziom odniesienia do obliczania wymaganej izolacyjności akustycznej przegrody zewnętrznej stosowany w przypadkach gdy miarodajny poziom hałasu zewnętrznego dotyczy równoważnego poziomu dźwięku A, odnoszącego się do pory dnia.
- **Wypadkowa wymagana izolacyjność akustyczna przegrody zewnętrznej $R'_{A,2}$ [dB]** – wartość minimalnej izolacyjności akustycznej jaką musi osiągnąć cała przegroda składająca się z części pełnej (murowanej) oraz okien. Zgodnie z normą PN-B-02151-3:2015-10 [4] wartość ta nie powinna być mniejsza niż $R'_{A,2} = 30$ dB (25 dB dla określonych przypadków).
- **Izolacyjność akustyczna części pełnej przegrody zewnętrznej $R_{A,2}$ [dB]** – wartość wskaźnika izolacyjności akustycznej części pełnej przegrody budowlanej. Wartość ta została obliczona na podstawie dostarczonej przez zamawiającego dokumentacji technicznej.
- **Wymagana izolacyjność elementów przeszklonych $R_{A,2,R}$ [dB]** – minimalna wartość projektowego wskaźnika izolacyjności okien, jakie powinny być użyte, aby został spełniony warunek wymaganej izolacyjności akustycznej całej przegrody zewnętrznej.
UWAGA! W tabeli przedstawiono wartość projektową, co oznacza, że przy doborze rozwiązań budowlanych należy stosować prawidłowe zależności pomiędzy wskaźnikami, określone w normie PN B-02151-3:2015-10 [4]. Oznacza to, że:

$$R_{A,2,R} = R_{A,2} - 2 \text{ dB}$$

$$R_{A,2} = R_w + C_{tr}$$

Gdzie C_{tr} jest to widmowy wskaźnik adaptacyjny.

Tab. 4.3. Określenie wymagań związanych z izolacyjnością akustyczną przegród zewnętrznych

Poziom	Pomieszczenie	Poziom odniesienia $L_{A,eq,wew}$ [dB]	Wypadkowa wymagana izolacyjność przegrody zewnętrznej $R'_{A,2}$ [dB]	Izolacyjność części pełnej przegrody zewnętrznej $R_{A,2}$ [dB]	Wymagana minimalna izolacyjność elementów przeszklonych $R_{A,2,R}$ [dB]
0	0.A.01 Biuro	40	31	47 (EW3.2) 38 (RF3.1)	30
	0.A.02 Biuro	40	31	47 (EW3.2) 38 (RF3.1)	30
	0.A.03 Biuro dyrektora	35	36	47 (EW3.2) 38 (RF3.1)	35
	0.A.04 Sekretariat	40	31	47 (EW3.2) 38 (RF3.1)	30
	0.A.05 Pom. wielofunkcyjne	32	35	38 (RF3.1)	-
	0.B.01 Basen strefa sportowa	45	25	27 (EW3.1) 40 (RF1.1)	27
	0.B.02 Basen strefa rekreacyjna	45	25	27 (EW3.1) 40 (RF1.1)	27
	0.B.10 Pom. ratowników z ambulatorium	40	38	47 (EW3.2)	27
	0.S.15 Strefa saun	45	25	27 (EW3.1) 59 (RF2.1)	25
	0.OG.01 Hol wejściowy z kawiarnią	40	25	27 (EW3.1) 38 (RF3.1)	27
	Uwaga:	W przypadku konieczności stosowania nawiewników ściennych lub okiennych, należy dokonać ponownej kalkulacji wymaganej izolacyjności okien i drzwi.			

4.5. Struktury przegród budowlanych

W Tab. 4.4 – Tab. 4.13 przedstawiono konstrukcję przegród budowlanych spełniających wymagania związane z izolacyjnością akustyczną przegród budowlanych. Konstrukcje przegród zostały uzgodnione z projektantami architektury / konstrukcji.

Tab. 4.4. Przegroda IW2.2

Specyfikacja przegrody budowlanej IW2.2	300 mm
Błoczki piaskowo – wapienne	180 mm
Wełna mineralna zabezpieczona przed pyleniem	120 mm
Uwagi:	
1. W przypadku montowania gniazdek i wyłączników, należy stosować gniazda natynkowe lub inne rozwiązania nieobniżające izolacyjności akustycznej przegrody.	
2. Wyznaczona obliczeniowo wartość izolacyjności akustycznej:	
a. $R_w(C, C_{tr}) = 60 (-3, -13) \text{ dB}$	
b. $R'_{A,1} = 55 \text{ dB}$	

Tab. 4.5. Przegroda IW3.2

Specyfikacja przegrody budowlanej IW3.2	250 mm
2 × płyta GK grubości 12,5 mm	25 mm
Konstrukcja szkieletowa drewniana	200 mm
2 × płyta GK grubości 12,5 mm	25 mm
Uwagi: <ol style="list-style-type: none"> 1. Na konstrukcji obwodowej należy stosować akustyczną taśmę uszczelniającą. 2. Połączenia między płytami należy uszczelnić masą trwale elastyczną, najlepiej materiałem zalecanym przez producenta. 3. Druga warstwa płyt układana z przesunięciem łączów względem pierwszej warstwy. 4. W przypadku montowania gniazdek i wyłączników, należy stosować gniazda natynkowe lub inne rozwiązania nieobniżające izolacyjności akustycznej przegrody. 5. Wyznaczona obliczeniowo wartość izolacyjności akustycznej: <ol style="list-style-type: none"> a. $R_w(C, C_{tr}) = 57 (-2, -5) \text{ dB}$ b. $R'_{A,1} = 53 \text{ dB}$ 	

Tab. 4.6. Przegroda IW4.1

Specyfikacja przegrody budowlanej IW4.1	125 mm
2 × płyta GK grubości 12,5 mm	25 mm
Konstrukcja stalowa wypełniona wełną mineralną o gęstości 60 – 80 kg/m ³	75 mm
2 × płyta GK grubości 12,5 mm	25 mm
Uwagi: <ol style="list-style-type: none"> 1. Na konstrukcji obwodowej należy stosować akustyczną taśmę uszczelniającą. 2. Połączenia między płytami należy uszczelnić masą trwale elastyczną, najlepiej materiałem zalecanym przez producenta. 3. Druga warstwa płyt układana z przesunięciem łączów względem pierwszej warstwy. 4. W przypadku montowania gniazdek i wyłączników, należy stosować gniazda natynkowe lub inne rozwiązania nieobniżające izolacyjności akustycznej przegrody. 5. Wyznaczona obliczeniowo wartość izolacyjności akustycznej: <ol style="list-style-type: none"> a. $R_w(C, C_{tr}) = 55 (-6, -10) \text{ dB}$ b. $R'_{A,1} = 50 \text{ dB}$ 	

Tab. 4.7. Przegroda EW3.1

Specyfikacja przegrody budowlanej EW3.1	360 mm
Ściana z drewna CLT wg. projektu konstrukcji	100 mm
Wełna mineralna o gęstości 60 – 80 kg/m ³ , przytwierdzona do płyty CLT	200 mm
Wentylowana fasada drewniana	60 mm
Uwagi: <ol style="list-style-type: none"> 1. W przypadku montowania gniazdek i wyłączników, należy stosować gniazda natynkowe lub inne rozwiązania nieobniżające izolacyjności akustycznej przegrody. 2. Wyznaczona obliczeniowo wartość izolacyjności akustycznej: <ol style="list-style-type: none"> a. $R_w(C, C_{tr}) = 32 (-1, -3) \text{ dB}$ b. $R'_{A,2} = 27 \text{ dB}$ 	

Tab. 4.8. Przegroda EW3.2

Specyfikacja przegrody budowlanej EW3.2	560 mm
Ściana z drewna CLT	100 mm
Pustka powietrzna o grubości 100 mm wypełniona wełną mineralną o grubości 50 mm i gęstości 60 – 80 kg/m ³	100 mm
Ściana z drewna CLT wg. projektu konstrukcji	100 mm
Konstrukcja stalowa wypełniona wełną mineralną o gęstości 60 – 80 kg/m ³	200 mm
Wentylowana fasada drewniana	60 mm
Uwagi: <ol style="list-style-type: none"> 1. W przypadku montowania gniazdek i wyłączników, należy stosować gniazda natynkowe lub inne rozwiązania nieobniżające izolacyjności akustycznej przegrody. 2. Wyznaczona obliczeniowo wartość izolacyjności akustycznej: <ol style="list-style-type: none"> a. $R_w(C, C_{tr}) = 55 (-2, -6)$ dB b. $R'_{A,2} = 47$ dB 	

Tab. 4.9. Przegroda FL1.2

Specyfikacja stropu FL1.2	400 mm
Wykończenie wewnętrzne – według projektu architektury	20 mm
Jastrych cementowy	70 mm
Izolacja akustyczna – wełna mineralna	30 mm
Warstwa wyrównawcza – styropian EPS	80 mm
Strop żelbetowy wg. konstrukcji	200 mm
Uwagi: <ol style="list-style-type: none"> 1. Warstwa jastrychu zdylatowana po obwodzie pomieszczenia. 2. Nie obliczono izolacyjności od dźwięków uderzeniowych, ponieważ strop znajduje się nad poziomem 0, na którym nie ma pomieszczeń chronionych. Wymagana jest tylko izolacyjność od dźwięków powietrznych ze względu na ochronę przeciwdźwiękową pomieszczeń na poziomie 1. 3. Wyznaczona obliczeniowo wartość izolacyjności akustycznej: <ol style="list-style-type: none"> a. $R_w(C, C_{tr}) = 70 (-2, -7)$ dB b. $R'_{A,1} = 66$ dB 	

Tab. 4.10. Przegroda FL1.9

Specyfikacja stropu FL1.9	180 mm
Wykończenie wewnętrzne	20 mm
Jastrych cementowy	50 mm
Izolacja akustyczna – wełna mineralna	50 mm
Strop z drewna CLT wg. projektu konstrukcji	60 mm
Uwagi: <ol style="list-style-type: none"> 1. Norma PN-B-02151-3:2015-10 [4] nie stawia wymagań izolacyjności akustycznej stropów dla pomieszczeń, które rozdziela strop FL1.9. Wymaganie zostało określone indywidualnie po konsultacji z zamawiającym. 2. Wyznaczona obliczeniowo wartość izolacyjności akustycznej: <ol style="list-style-type: none"> a. $R_w(C, C_{tr}) = 61 (-2, -5)$ dB b. $R'_{A,1} = 57$ dB 	

Tab. 4.11. Przegroda RF1.1

Specyfikacja dachu RF1.1	364 mm
Hydroizolacja	
Wełna mineralna o gęstości 60 – 80 kg/m ³	280 mm
Blacha trapezowa	84 mm
Uwagi:	
1. Wyznaczona obliczeniowo wartość izolacyjności akustycznej:	
a. $R_w(C, C_{tr}) = 53 (-2, -8)$ dB	
b. $R'_{A,2} = 43$ dB	

Tab. 4.12. Przegroda RF2.1

Specyfikacja dachu RF2.1	> 620 mm
Substrat do nasadzeń	100 - 260 mm
Izolacja termiczna XPS300	280 mm
Nadbeton wyrabiający spadek	40 - 230 mm
Strop żelbetowy wg. projektu konstrukcji	200 mm
Uwagi:	
1. Wyznaczona obliczeniowo wartość izolacyjności akustycznej:	
a. $R_w(C, C_{tr}) = 69 (-2, -8)$ dB	
b. $R'_{A,2} = 59$ dB	

Tab. 4.13. Przegroda RF3.1

Specyfikacja dachu RF3.1	> 410 mm
Żwir płukany	40 - 190 mm
Izolacja termiczna XPS300	280 mm
Kliny kształtujące spadek EPS	10 - 160 mm
Strop z drewna CLT wg. projektu konstrukcji	80 mm
Uwagi:	
1. Wyznaczona obliczeniowo wartość izolacyjności akustycznej:	
a. $R_w(C, C_{tr}) = 44 (-1, -4)$ dB	
b. $R'_{A,2} = 38$ dB	

4.6. Ogólne wytyczne dotyczące ochrony przeciwdźwiękowej

4.6.1. Ogólne wytyczne dla instalacji elektrycznych i oświetleniowych dotyczące ochrony przeciwdźwiękowej pomieszczeń

Przewody elektryczne i osprzęt instalacyjny nie mogą obniżać izolacyjności akustycznej przegród.

Zaleca się prowadzić przewody instalacji elektrycznej natynkowo. W przypadku prowadzenia instalacji pod tynkiem w przegrodach ciężkich bruzda pod instalację nie może być głębsza od 1/10 grubości przegrody.

W przypadku montowania gniazdek i wyłączników w ścianach warstwowych pomiędzy pomieszczeniami, zaleca się stosować gniazda natynkowe. Ewentualnie można stosować osprzęt podtynkowy, przy zagwarantowaniu ciągłości ochrony przeciwdźwiękowej otworowanych warstw przegród.

Zamontowane oświetlenie musi spełniać podstawowe wymagania dotyczące emisji hałasu określone dla poszczególnych pomieszczeń w Tab. 4.1.

4.6.2.Ogólne wytyczne dla instalacji wentylacyjnej dotyczące ochrony przeciwdźwiękowej pomieszczeń

Hałas z instalacji wentylacyjnej nie może przekraczać wartości dopuszczalnych dla poszczególnych pomieszczeń określonych w Tab. 4.1.

Przejścia przewodów i kanałów przez ściany i stropy należy uszczelnić akustycznie, zapewniając zachowanie izolacyjności akustycznej przegrody i eliminując sztywne połączenia przewodu z przegrodą.

W miejscu podłączenia przewodów i kanałów do urządzeń, stanowiących źródło drgań, należy stosować łączniki (kompensatory elastyczne) przeciwdziałające przenoszeniu się drgań z urządzeń na strukturę przewodów i kanałów.

Należy stosować wyłącznie elastyczne podparcia i podwieszenia przewodów i kanałów instalacyjnych, najlepiej rozwiązania systemowe.

Należy ograniczyć prowadzenie kanałów wentylacyjnych tranzytem przez przegrody dźwiękoizolacyjne. Przez przegrodę dźwiękoizolacyjną dopuszczalne jest tylko przejście kanału wlotowego / wylotowego obsługującego bezpośrednio dane pomieszczenie. Przejście należy zaprojektować z zachowaniem wymaganej izolacyjności przegrody. W szczególnych przypadkach, po konsultacji z projektantem akustyki, dopuszcza się odstępstwa związane z prowadzeniem kanałów przez przegrody dźwiękoizolacyjne. Każdy tego typu przypadek należy rozpatrywać indywidualnie.

W przypadku projektowania wspólnej instalacji wentylacyjnej / klimatyzacyjnej dla różnych pomieszczeń (np. pomieszczeń administracyjnych) należy zastosować odpowiednio zaprojektowane tłumiki akustyczne w instalacji pomiędzy pomieszczeniami, eliminujące przesłuchy pomiędzy pomieszczeniami.

Urządzenia generujące drgania należy umieszczać na odpowiednio dobranych wibroizolatorach.

W celu unikania generacji hałasu aerodynamicznego w kanałach, należy stosować łagodne zmiany kierunku i przekroju kanałów, unikać przepustnic, kryz oraz innych przewężzeń wewnątrz kanałów.

Zaleca się wyłożenie końcowych odcinków kanałów wentylacyjnych materiałem dźwiękochłonnym.

W przypadku wentylacyjnych kanałów blaszanych, w miarę możliwości należy stosować kanały o przekroju zbliżonym do kwadratu lub okrągłe. Należy stosować kanały blaszane o minimalnej grubości blachy równej 1 mm.

Na suficie przestrzeni technicznej, w której zlokalizowane są centrale i kanały wentylacyjne, należy stosować materiały pochłaniające dźwięk klasy A. Zaleca się pokrycie możliwe największej powierzchni ścian materiałem pochłaniającym dźwięk klasy A.

W przypadku wentylacyjnych kanałów miękkich, należy pamiętać, że przy bardzo dobrych właściwościach dźwiękochłonnych, kanały te charakteryzują się niską izolacyjnością akustyczną, dlatego nie nadają się do wszystkich zastosowań. Należy dokładnie przeanalizować lokalizację, w których stosowanie takich kanałów przyniesie rzeczywistą korzyść w postaci zmniejszenia poziomu hałasu od elementów instalacji wentylacyjnej.

4.6.3.Ogólne wytyczne dla pozostałych instalacji technicznych

Należy ograniczyć prowadzenie instalacji wodno-kanalizacyjnej oraz montowania urządzeń i armatury na ścianach / w ścianach oraz stropach pomieszczeń chronionych przeciwdźwiękowo.

Rury i elementy instalacji najlepiej mocować do wydzielonych ścianek instalacyjnych z płyt GK przy użyciu uchwytów z przekładkami wibroizolującymi / gumowymi.

W budynku zaleca się stosowanie kanalizacji niskosumowej, szczególnie na kondygnacjach nadziemnych.

Należy stosować systemowe uchwyty do kanalizacji niskosumowej, zawierające elementy elastyczne, przeciwdziałające przenoszeniu drgań i hałasu na ścianę. W przypadku pozostałych instalacji również konieczne jest, aby pomiędzy przewodem a wewnętrzną powierzchnią uchwytu znajdowała się przekładka elastyczna, najlepiej systemowa.

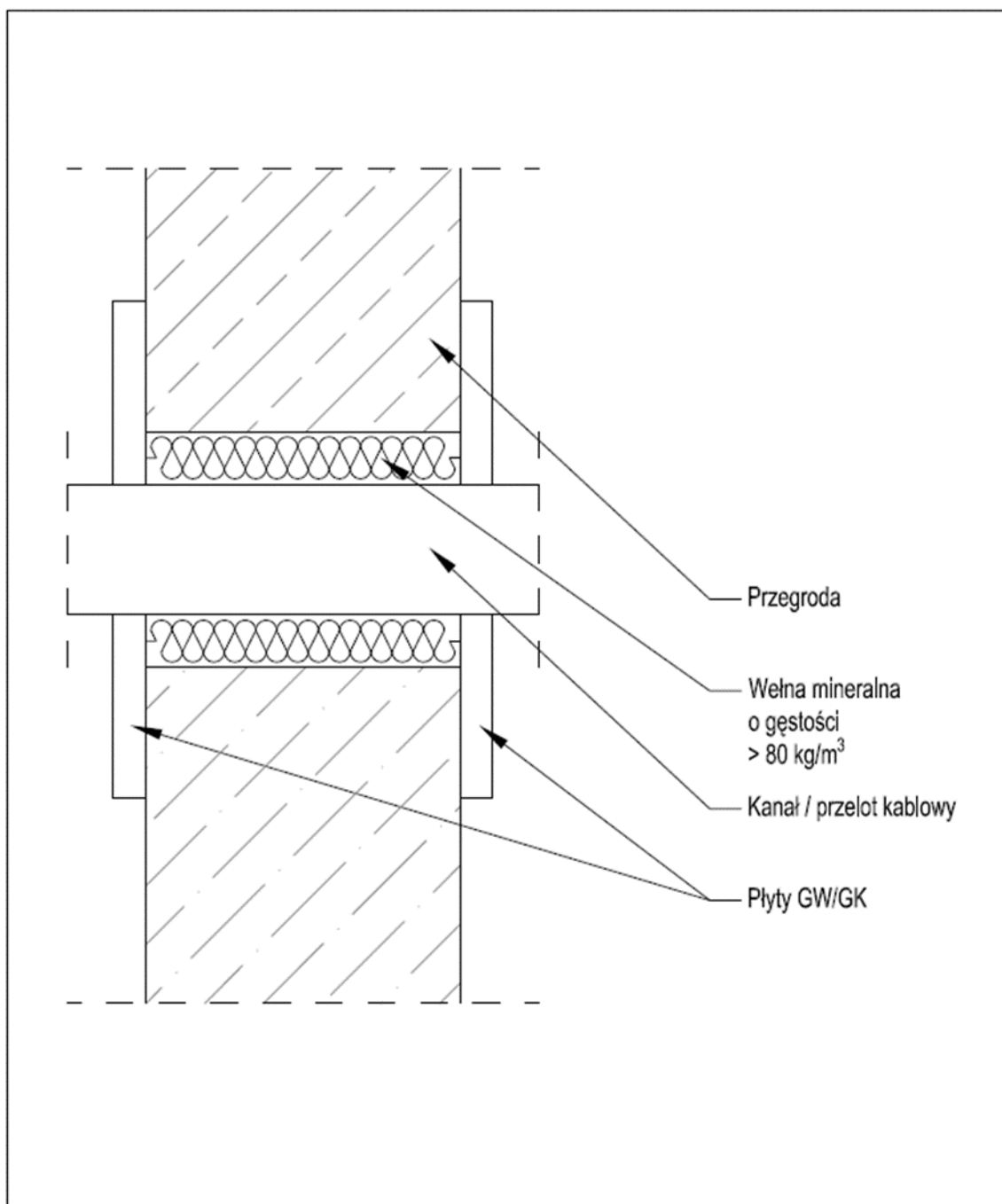
Ograniczenia dotyczące prowadzenia rur dotyczą także rur spustowych.

Rury przechodzące przez istniejące pomieszczenia chronione należy szczelnie obudować. Szczegóły dotyczące konstrukcji obudowy należy ustalić z projektantem akustyki na etapie projektowym.

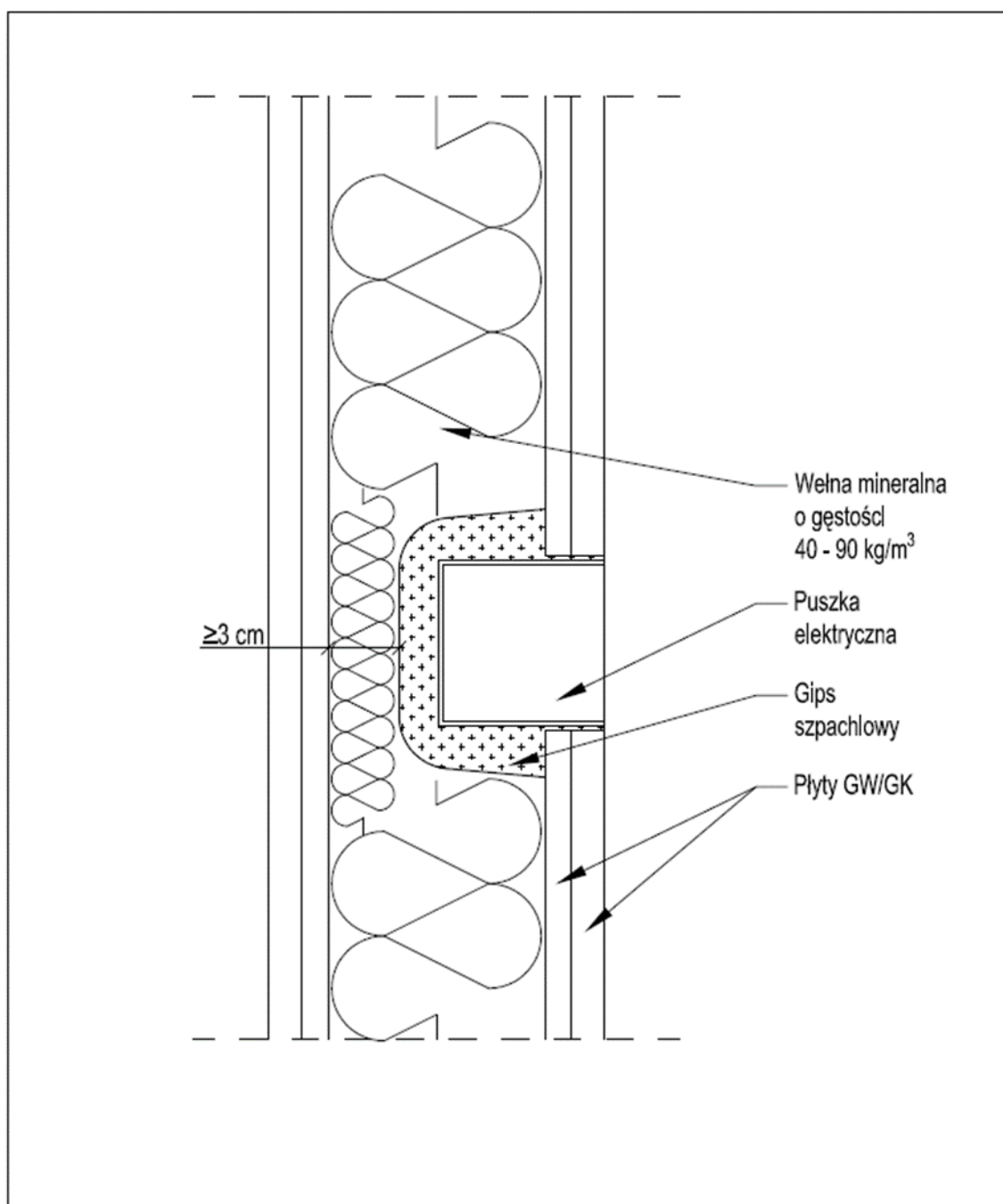
4.6.4.Otworki na instalacje w przegrodach budowlanych

Przejścia kanałów wentylacyjnych oraz wszelkich przelotów kablowych przez ściany muszą być dokładnie uszczelnione – kanał należy owinąć twardą wełną mineralną w taki sposób, aby wełna wypełniła szczelnie całą przestrzeń pomiędzy kanałem / przelotem a otworem w ścianie. Po obydwu stronach ściany przejście uszczelnić opaskami z płyty GK o grubości min. 24 mm lub uszczelnić masą o dużej gęstości i trwale elastyczną.

Technologie montażu elementów które naruszają konstrukcję przegród, należy konsultować z projektantami akustyki architektonicznej.



Rys 4.1. Wytyczne do sposobu tworzenia przejść oraz przelotów przez przegrody budowlane.



Rys 4.2. Wytyczne do sposobu montażu puszki elektrycznej w przegrodach lekkich

5. Akustyka wewnątrz

Każde z pomieszczeń charakteryzuje się parametrami akustycznymi, które decydują zarówno o walorach akustycznych, jak i użytkowych tych wnętrz. Zakładane wartości parametrów akustycznych dla poszczególnych pomieszczeń są w głównej mierze określone przez funkcję i kubaturę projektowanych wnętrz.

W projektowanym budynku, ze względu na właściwości akustyczne wnętrz można wyróżnić pomieszczenia, dla których stawiane będą wymagania na podstawie normy PN-B-02151-4:2015-06 [5].

Kolejnym typem pomieszczeń, dla których stawia się wymagania związane z czasem pogłosu są pomieszczenia techniczne, w których hałas pogłosowy ogranicza się zmniejszając wartość czasu pogłosu w pomieszczeniu.

W poniższych podrozdziałach przedstawiono wymagania dla wszystkich wyżej wymienionych typów pomieszczeń.

5.1. Wymagania normowe

W poniższej tabeli przedstawiono wymagania dotyczące warunków pogłosowych określone na podstawie normy PN-B-02151-4:2015-06 [5].

Tab. 5.1. Wymagania dotyczące akustyki wewnątrz

L.p.	Pomieszczenie	Wymagany czas pogłosu T [s]
1	0.A.01 Biuro	$\leq 0,6$
2	0.A.02 Biuro	$\leq 0,6$
3	0.A.03 Biuro dyrektora	$\leq 0,6$
4	0.A.04 Sekretariat	$\leq 0,6$
5	0.A.05 Pom. wielofunkcyjne	$\leq 0,6$
6	0.OG.01 Hol wejściowy z kawiarnią	$\leq 1,5$

Wszystkie wymagania dotyczą pomieszczeń wykończonych,umeblowanych w sposób typowy dla przeznaczenia, lecz bez obecności ludzi.

Podane wartości czasu pogłosu T, w pomieszczeniu odnoszą się do każdego oktawowego pasma o środkowej częstotliwości wynoszącej: 250 Hz, 500 Hz, 1 000 Hz, 2 000 Hz, 4 000 Hz.

5.2. Zalecenia dotyczące akustyki wewnątrz

Zalecenia zawarte w poniższych tabelach nie są wymaganiami stawianymi w normie [5]. Wynikają one z doświadczenia projektantów, zaleceń normowych [4], [5] dla pomieszczeń o podobnej funkcji i literaturowych [11], [13]. Poprawa warunków pogłosowych wnętrza zwiększa komfortowych pracy oraz ogranicza hałas pogłosowy w pomieszczeniach, zmniejszając ogólny poziom hałasu w pomieszczeniu, w tym wywołany przez jego użytkowników.

Tab. 5.2. Zalecenia dotyczące akustyki wnętrza

L.p.	Pomieszczenie	Zalecany chłoność akustyczna A [m ²]
1	-1.T.15 Wentylatornia	$\geq 1 \times S$
2	1.T.03 Kotłownia	$\geq 1 \times S$
3	1.T.04 Wentylatornia	$\geq 1 \times S$
S – pole powierzchni rzutu pomieszczenia		

5.3. Rozwiązania materiałowe

W poniższym rozdziale przedstawiono zastosowane rozwiązania projektowe dotyczące rodzaju adaptacji akustycznej dla poszczególnych pomieszczeń.

Tab. 5.3. Wymagania dotyczące akustyki wewnątrz

L.p.	Pomieszczenie	Rozwiązanie
1	O.A.01 Biuro	Pokrycie co najmniej 12 m ² powierzchni ścian materiałem dźwiękochłonnym min. o klasie pochłaniania dźwięku B [7], np.: ustrojem akustyczny UW01 (okładzina WF040).
2	O.A.02 Biuro	Pokrycie co najmniej 12 m ² powierzchni ścian materiałem dźwiękochłonnym min. o klasie pochłaniania dźwięku B [7], np.: ustrojem akustyczny UW01 (okładzina WF040).
3	O.A.03 Biuro dyrektora	Pokrycie co najmniej 12 m ² powierzchni ścian materiałem dźwiękochłonnym min. o klasie pochłaniania dźwięku B [7], np.: ustrojem akustyczny UW01 (okładzina WF040).
4	O.A.04 Sekretariat	Pokrycie co najmniej 12 m ² powierzchni ścian materiałem dźwiękochłonnym min. o klasie pochłaniania dźwięku B [7], np.: ustrojem akustyczny UW01 (okładzina WF040).
5	O.A.05 Pom. wielofunkcyjne	Pokrycie co najmniej 28 m ² powierzchni ścian materiałem dźwiękochłonnym min. o klasie pochłaniania dźwięku B [7], np.: ustrojem akustyczny UW01 (okładzina WF040).
6	O.OG.01 Hol wejściowy z kawiarnią	Pokrycie co najmniej 133 m ² powierzchni ścian żelbetowych i murowanych materiałem dźwiękochłonnym min. o klasie pochłaniania dźwięku B [7], np.: ustrojem akustyczny UW01 (okładzina WF040).

Klasy pochłaniania dźwięku należy wyznaczać zgodnie z wytycznymi zawartymi w normie PN EN ISO 11654:1999 [7].

5.4. Akustyka basenu sportowego

5.4.1. Założenia projektowe

Hala basenu sportowego jest pomieszczeniem, które ze względu na kubaturę i skomplikowaną geometrię ścian i sufitu wymaga dokładnej analizy akustyki wewnątrz. Wymagania dla tego typu pomieszczeń są określone w normie PN-B-02151-4:2015-06 [5]:

- o czas pogłosu $T \leq 2,2$ s w każdym paśmie oktawowym o środkowej częstotliwości 250 Hz, 500 Hz, 1 000 Hz, 2 000 Hz.

Zgodnie z zaleceniami normy [5] wymagania muszą być spełnione w pomieszczeniu w pełni umeblowanym i wykończonym, lecz bez obecności ludzi.

5.4.2. Komputerowy model akustyczny

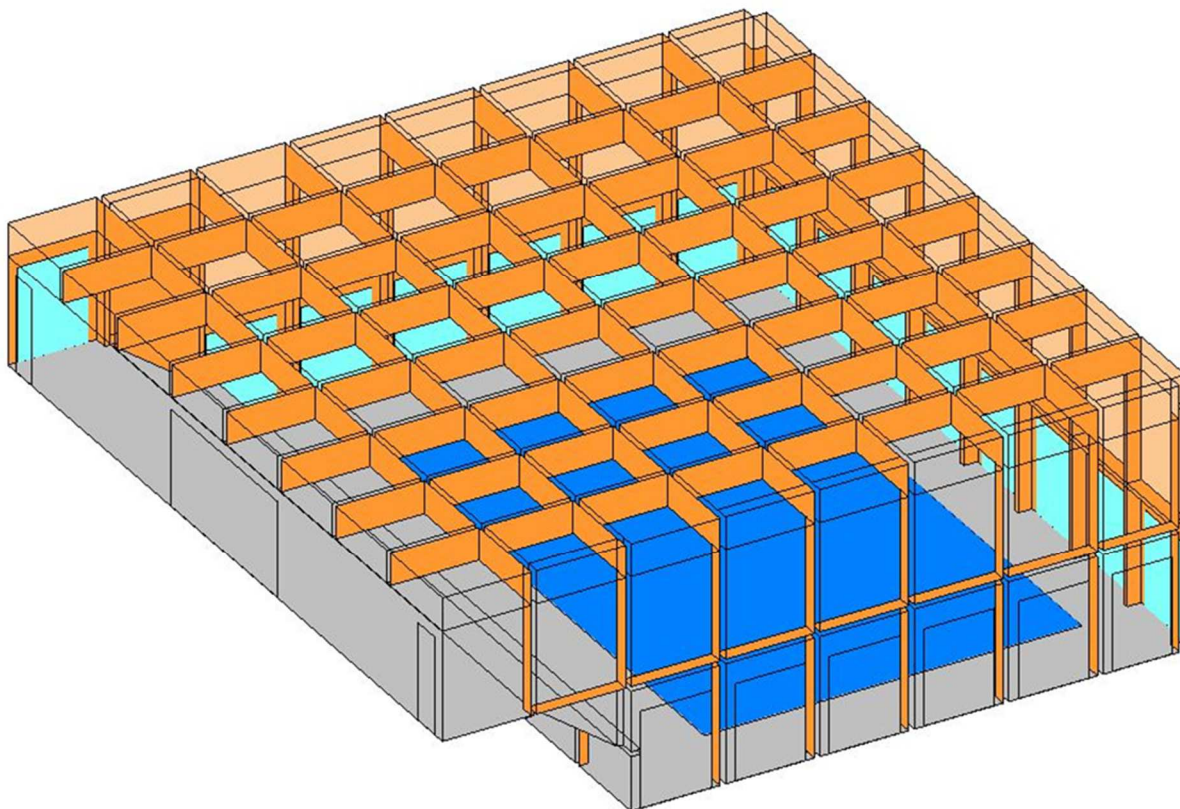
Modelowanie akustyki hali basenowej przeprowadzono wykorzystując teorię statystyczną oraz geometryczną.

W celu wykonania analizy obliczeniowej parametrów akustycznych pomieszczenia, wykonano trójwymiarowy model akustyczny w programie CATT Acoustic.

Geometrię hali zbudowano w oparciu o przekazane przez architekta rysunki w formacie dwg.

Wyjściowe parametry akustyczne poszczególnych materiałów, takie jak współczynniki pochłaniania i rozpraszania dźwięku, dobrano w oparciu o dane literaturowe [5], [11], [13] oraz karty katalogowe zastosowanych rozwiązań.

Na poniższym rysunku przedstawiono widok zamodelowanej hali basenu sportowego.

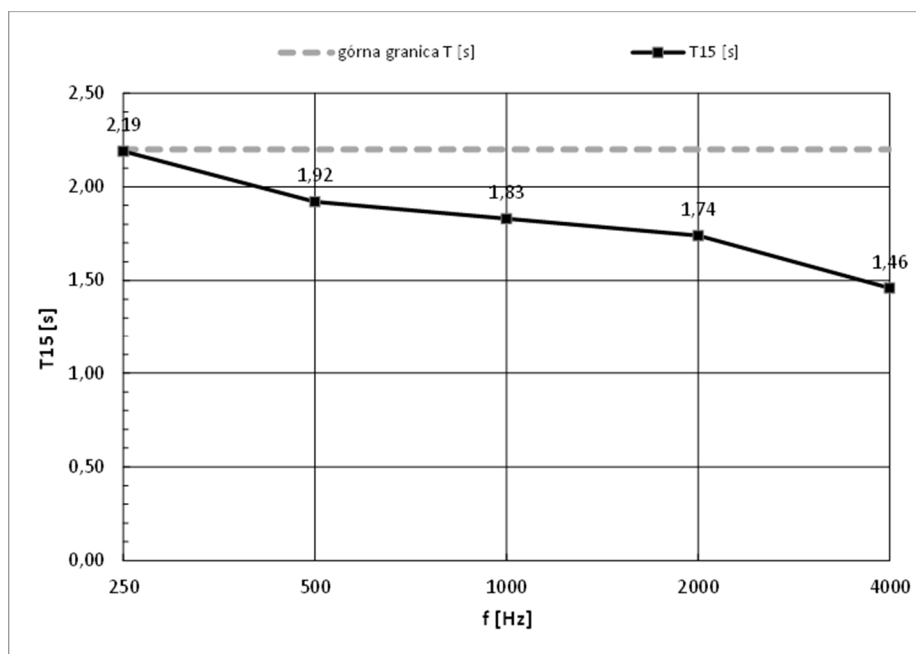


Rys 5.1. Widok aksonometryczny modelu akustycznego hali basenu sportowego

5.4.3. Obliczenia

W niniejszym rozdziale przedstawiono obliczenia czasu pogłosu T_{15} hali basenu sportowego.

Rysunek Rys 5.2 pokazuje wykres czasu pogłosu w pasmach oktaowych o częstotliwościach środkowych 250 Hz, 500 Hz, 1 000 Hz, 2 000 Hz, 4 000 Hz. Wartość czasu pogłosu spełnia stawiane wymagania.



Rys 5.2. Charakterystyka częstotliwościową czasu pogłosu dla hali basenu sportowego

5.4.4. Rozwiązania projektowe

Wymagane parametry akustyczne wnętrza zostały osiągnięte poprzez dobór okładzin dźwiękochłonnych umieszczonych na suficie i ścianach hali basenu. Dobór okładzin został zrealizowany w oparciu o obliczenia z wykorzystaniem teorii statystycznej i geometrycznej.

Sufit hali basenowej został zaadaptowany akustycznie ustrojem pochłaniającym dźwięk w szerokim zakresie częstotliwości. Zostały wykorzystane panele akustyczne podwieszane, montowane na ruszcie drewnianym. Pokryto nimi cały sufit hali pomiędzy belkami z drewna klejonego.

Ściany drewniane zostały pokryte ustrojem pochłaniającym dźwięk, w szerokim zakresie częstotliwości. Zostały wykorzystane panele akustyczne montowane na ruszcie drewnianym. Pokryto nimi ściany drewniane, powyżej poziomej belki z drewna klejonego.

W pomieszczeniu zastosowano następujące ustroje akustyczne:

- US01 – sufitowy ustrój akustyczny (okładzina CLG07 w dokumentacji architektury),
- UW01 – ścienny ustrój akustyczny (okładzina WF040 w dokumentacji architektury).

5.5. Akustyka basenu rekreacyjnego

5.5.1. Założenia projektowe

Hala basenu rekreacyjnego jest pomieszczeniem, które ze względu na kubaturę i skomplikowaną geometrię ścian i sufitu wymaga dokładnej analizy akustyki wnętrza. Wymagania dla tego typu pomieszczeń są określone w normie PN-B-02151-4:2015-06 [5]:

- czas pogłosu $T \leq 2,2$ s w każdym paśmie oktawowym o środkowej częstotliwości 250 Hz, 500 Hz, 1 000 Hz, 2 000 Hz.

Zgodnie z zaleceniami normy [5] wymagania muszą być spełnione w pomieszczeniu w pełni umeblowanym i wykończonym, lecz bez obecności ludzi.

5.5.2. Komputerowy model akustyczny

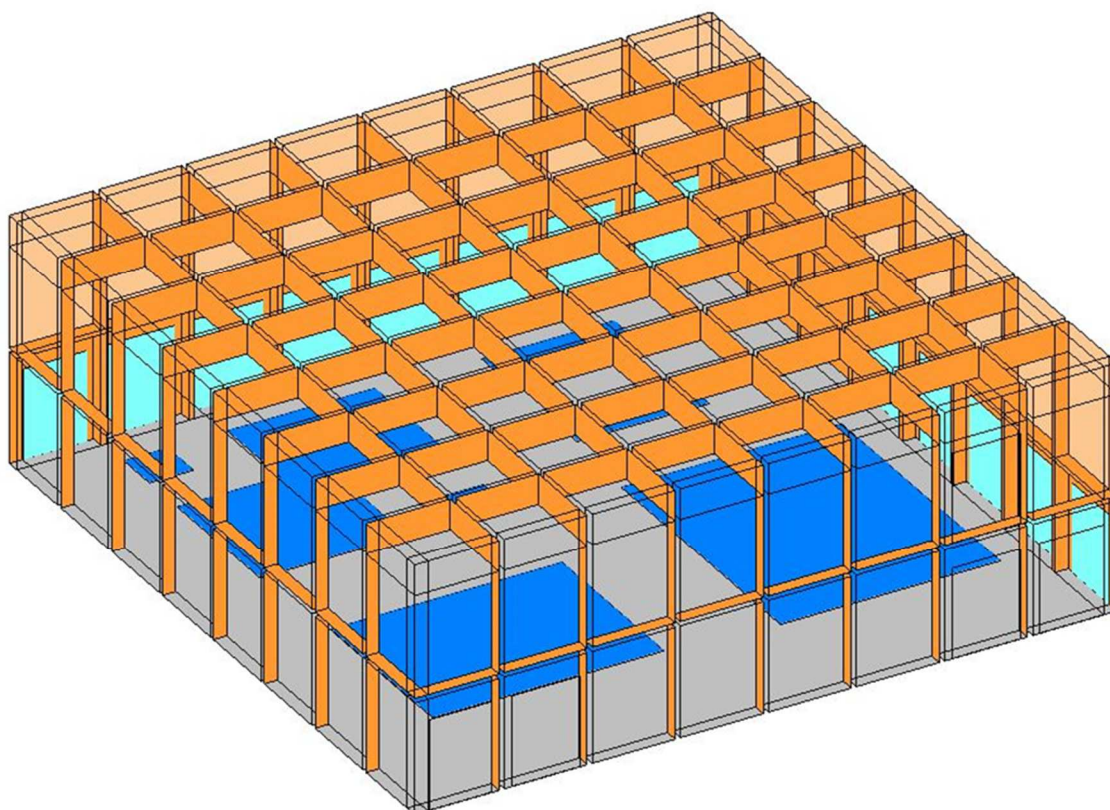
Modelowanie akustyki hali basenu rekreacyjnego przeprowadzono wykorzystując teorię statystyczną oraz geometryczną.

W celu wykonania analizy obliczeniowej parametrów akustycznych pomieszczenia, wykonano trójwymiarowy model akustyczny w programie CATT Acoustic.

Geometrię hali zbudowano w oparciu o przekazane przez architekta rysunki w formacie dwg .

Wyjściowe parametry akustyczne poszczególnych materiałów, takie jak współczynniki pochłaniania i rozpraszania dźwięku, dobrano w oparciu o dane literaturowe [5], [11], [13] oraz karty katalogowe zastosowanych rozwiązań.

Na poniższym rysunku przedstawiono widok zamodelowanej hali basenu rekreacyjnego.

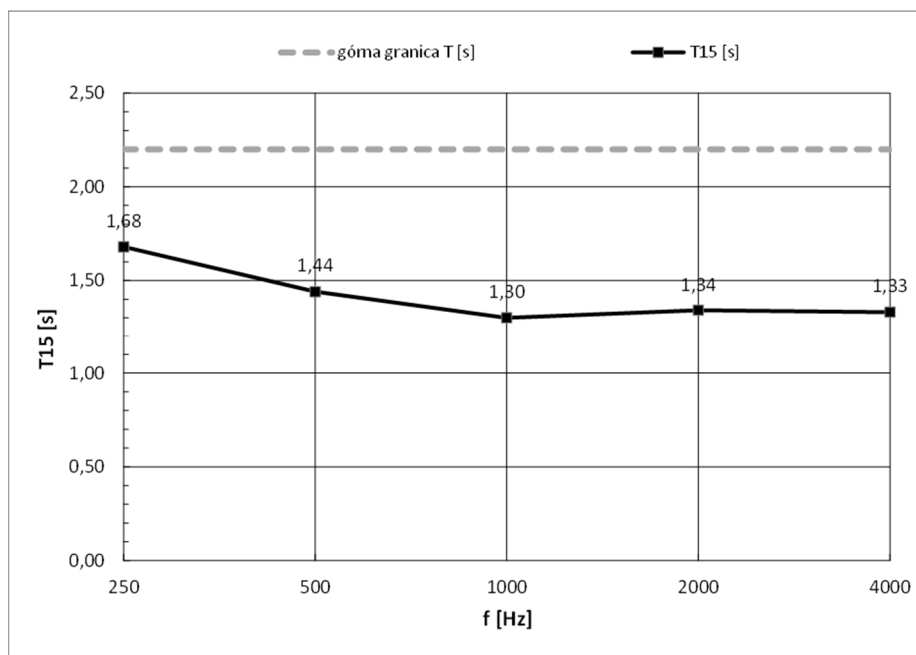


Rys 5.3. Widok aksonometryczny modelu akustycznego hali basenu rekreacyjnego

5.5.3. Obliczenia

W niniejszym rozdziale przedstawiono obliczenia czasu pogłosu T_{15} przeprowadzone dla hali basenu rekreacyjnego.

Rysunek Rys. 5.2 pokazuje wykres czasu pogłosu w pasmach oktaowych o częstotliwościach środkowych 250 Hz, 500 Hz, 1 000 Hz, 2 000 Hz, 4 000 Hz. Wartość czasu pogłosu spełnia stawiane wymagania.



Rys 5.4. Charakterystyka częstotliwościowa sali basenu rekreacyjnego

5.5.4. Rozwiązania projektowe

Wymagane parametry akustyczne wnętrza zostały osiągnięte poprzez dobór okładzin dźwiękochłonnych umieszczonych na suficie i ścianach hali. Dobór okładzin został zrealizowany w oparciu o obliczenia z wykorzystaniem teorii statystycznej i geometrycznej.

Sufit hali został zaadaptowany akustycznie ustrojem pochłaniającym dźwięk w szerokim zakresie częstotliwości. Zostały wykorzystane panele akustyczne podwieszane, montowane na ruszcie drewnianym. Pokryto nimi cały sufit hali pomiędzy belkami z drewna klejonego.

Ściany drewniane zostały pokryte ustrojem pochłaniającym dźwięk, w szerokim zakresie częstotliwości. Zostały wykorzystane panele akustyczne montowane na ruszcie drewnianym. Pokryto nimi ściany drewniane, powyżej poziomej belki z drewna klejonego. Ściana pomiędzy salą basenu rekreacyjnego a strefą saun została zaadaptowana akustycznie również w części poniżej poziomej belki z drewna klejonego.

W pomieszczeniu zastosowano następujące ustroje akustyczne:

- US01 – sufitowy ustrój akustyczny (okładzina CLG07 w dokumentacji architektury),
- UW01 – ścienny ustrój akustyczny (okładzina WF040 w dokumentacji architektury).

5.6. Specyfikacja techniczna adaptacji akustycznej

W niniejszym rozdziale przedstawiono rozwiązania projektowe dotyczące adaptacji akustycznej.

Tab. 5.4. Specyfikacja wymagań dla sufitu akustycznego US01 (okładzina CLG07 w dokumentacji architektury)

Przykładowy materiał	Panele drewniane nacinane, mocowane do konstrukcji systemowej.				
Konstrukcja	Systemowa konstrukcja nośna. Szczelina powietrzna o zmiennej głębokości min. 200 mm. Systemowy materiał tłumiący o grubości 30 mm. Systemowa płyta drewnopochodna nacinana.				
Lokalizacja	Sufit basenu sportowego, sufit basenu rekreacyjnego				
Wymagane wartości współczynników pochłaniania dźwięku					
f [Hz]	250	500	1 000	2 000	4 000
α (±10%)	0,55	0,60	0,80	0,90	0,65

Tab. 5.5. Specyfikacja wymagań dla sufitu akustycznego UW01 (okładzina WF040 w dokumentacji architektury)

Przykładowy materiał	Panele drewniane nacinane, mocowane do konstrukcji systemowej.				
Konstrukcja	Systemowa konstrukcja nośna. Systemowy materiał tłumiący, grubości 30 mm. Systemowa płyta drewnopochodna nacinana.				
Lokalizacja	Ściany basenu sportowego, ściany basenu rekreacyjnego, ściany w części administracyjnej, ściany holu z kawiarnią				
Wymagane wartości współczynników pochłaniania dźwięku					
f [Hz]	250	500	1 000	2 000	4 000
α (±10%)	0,70	0,85	0,95	0,80	0,60

6. Podsumowanie

W niniejszym opracowaniu przedstawiono projekt wykonawczy w zakresie ochrony przeciwdźwiękowej i akustyki wnętrza.

Wszystkie rozwiązania przyjęte w projekcie są zgodne z wytycznymi przekazanymi zespołowi projektowemu.

Opracowanie jest zgodne z zakresem umowy [1] oraz dokumentów związanych. W opracowaniu wykorzystano uzgodnienia poczynione z Zamawiającym w trakcie procesu projektowego.

Opracowanie jest kompletne z uwagi na cel, jakiemu służy. Opracowanie powiela informacje z projektu budowlanego ze względu na jego wysoką szczegółowość. Na etapie projektu wykonawczego nie nastąpiły istotne zmiany, które znacząco wpłynęłyby na jego zawartość.