

PROJEKT BUDOWLANY DLA POWIATOWEJ INSTYTUCJI KULTURY W LEGIONOWIE

JEDNOSTKA PROJEKTOWA

Manufaktura Technologiczna Sp. z o.o.
ul. Puławska 38, 05-500 Piaseczno

OBIEKT:

Powiatowa Instytucja Kultury
ul. Piotra Wysockiego, Legionowo

ZLECENIODAWCA:

Jędrak-Kościesza pracownia projektowa
ul. Sarmacka 16/1, 02-972 Warszawa

Autor opracowania:

mgr inż. Jakub Szot

mgr inż. Aleksandra Pietrek

Sprawdzający:

mgr inż. Agnieszka Wójtowicz

CZERWIEC 2023

Opracowanie stanowi własność intelektualną Manufaktury Technologicznej sp. z o.o. i objęte jest ochroną zgodnie z Ustawą z dnia 4 lutego 1994 roku o prawie autorskim i prawach pokrewnych [Dz. U. 1994 Nr 24 poz. 83]. Opracowanie nie może być przedmiotem redystrybucji w części lub w całości bez zgody właściciela i powinno być wykorzystywane zgodnie z przeznaczeniem. Do czasu uregulowania wszelkich należności finansowych, właścicielem wszelkich praw (autorskich i majątkowych) do opracowania pozostaje Manufaktura Technologiczna sp. z o.o.

Spis treści

1. Podstawa opracowania	4
2. Wykaz norm i aktów prawnych	4
3. Przedmiot opracowania	5
4. Charakterystyka obiektu	5
5. Pomiary akustyczne	5
5.1. Sprzęt pomiarowy	5
5.2. Warunki pomiarów	6
5.3. Metodyka pomiarowa	6
5.4. Punkty pomiarowe	6
5.5. Wyniki pomiarów	6
6. Prognoza hałasu w obecności budynku	6
6.1. Wyniki obliczeń	7
6.2. Emisja hałasu do środowiska	9
7. Ochrona przeciwhałasowa budynku	12
7.1. Przegrody zewnętrzne	12
7.2. Przegrody wewnętrzne	13
7.2.1. Sala wielofunkcyjna (duża)	16
7.2.2. Studio nagrań, operator	16
7.3. Dopuszczalne poziomy hałasu	16
7.4. Wytyczne dla branż	17
8. Akustyka wnętrz	19
8.1. Sala wielofunkcyjna (duża)	19
8.2. Sala wielofunkcyjna (mała)	20
8.3. Studio nagrań	21
8.4. Operator	21

8.5. Garderoby	21
8.6. Stanowisko realizatora dźwięku/oświetlenia	22
8.7. Sale konferencyjne, sale spotkań, pomieszczenie spotkań mieszkańców 22	
8.8. Pomieszczenia biurowe	22
8.9. Przestrzeń coworkingowa.....	22
8.10. Przestrzeń wystawiennicza	23
8.11. Pracownie artystyczne	23
8.12. Biblioteki	23
Załącznik A.....	24

1. Podstawa opracowania

- I. Zlecenie pomiędzy firmą Jędrak-Kościesza pracownia projektowa, ul. Sarmacka 16/1, 02-972 Warszawa a Manufakturą Technologiczną Sp. z o.o., ul. Puławska 38, 05-505 Piaseczno;
- II. Projekt koncepcyjny Powiatowej Instytucji Kultury w Legionowie.

2. Wykaz norm i aktów prawnych

- [1] Obwieszczenie Ministra Środowiska z dnia 15 października 2013 r. w sprawie ogłoszenie jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Środowiska w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku
- [2] PN-EN 12354-1:2002. Akustyka budowlana. Określenie właściwości akustycznych budynków na podstawie właściwości elementów -- Część 1: Izolacyjność od dźwięków powietrznych między pomieszczeniami
- [3] PN-EN 12354-2:2002. Akustyka budowlana. Określenie właściwości akustycznych budynków na podstawie właściwości elementów. Część 2: Izolacyjność od dźwięków uderzeniowych między pomieszczeniami
- [4] PN-EN 12354-4:2003. Akustyka budowlana. Określanie właściwości akustycznych budynków na podstawie właściwości elementów. Część 4: Przenikanie hałasu z budynku do środowiska
- [5] PN-B-02151-4:2015-06 Akustyka budowlana. Ochrona przed hałasem w budynkach. Wymagania dotyczące czasu pogłosu.
- [6] 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;
- [7] PN-B-02151-02:1987 oraz PN-B-02151-02:1987/Ap1:2015-05 – Akustyka budowlana - Ochrona przed hałasem pomieszczeń w budynkach -- Dopuszczalne wartości poziomu dźwięku w pomieszczeniach;
- [8] M. Barron, Auditorium Acoustics and Architectural Design, Second Edition, Spon Press 2010
- [9] J. Sadowski, Akustyka architektoniczna, PWN, 1976
- [10] A. Kulowski, Akustyka Sal, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej 2011

[11] F. Alton Everest, Ken C. Pohlmann, Master Handbook of Acoustics Fifth edition The McGraw-Hill Companies 2009

3. Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest projekt budowlany akustyki wewnątrz i ochrony przeciwhałasowej Powiatowej Instytucji Kultury w Legionowie. Przedstawione zostaną założenia projektowe, opracowane na podstawie wymagań prawnych, zaleceń literatury branżowej oraz doświadczenia projektantów.

4. Charakterystyka obiektu

Projektowana Powiatowa Instytucja Kultury będzie składała się z dwóch kondygnacji nadziemnych i jednej podziemnej – całkowita wysokość budynku sięgać będzie 8,15 m n.p.t. Wewnątrz budynku przewidziano sale wielofunkcyjne, studio nagrań, przestrzenie wystawiennicze, biblioteki, pomieszczenia biurowe i administracyjne, pracownie artystyczne, pomieszczenie spotkań mieszkańców oraz pomieszczenia techniczne i gospodarcze. Większości pomieszczeń stawia się wymagania w zakresie ochrony przeciwdźwiękowej i akustyki wewnątrz.

5. Pomiary akustyczne

Aby określić wymaganą izolacyjność przegród zewnętrznych i okien, dnia 23 czerwca 2023 w okolicy projektowanej inwestycji przeprowadzono pomiary akustyczne.

5.1. Sprzęt pomiarowy

- miernik poziomu dźwięku I klasy dokładności NTi XL2, nr A2A-03018-D2 z aktualnym świadectwem wzorcowania,
- mikrofon pomiarowy I klasy dokładności NTi Audio M2210, nr 1355 z aktualnym świadectwem wzorcowania,
- kalibrator akustyczny NTi Larson Davis CAL200 S/N 16104 I klasy dokładności z aktualnym świadectwem wzorcowania,
- laserowy miernik odległości,

- stacja pogody, statywy i okablowanie.

5.2. Warunki pomiarów

Pomiary wykonano w dniu 23 czerwca 2023 roku przy temperaturze 28,4 °C oraz wilgotności 48,9%.

5.3. Metodyka pomiarowa

Punkty pomiarowe usytuowano na wysokości 4 m n.p.t. Pomiary wykonano w konfiguracji krzywej korekcji A i stałej czasowej Fast. Zmierzono równoważne poziomy dźwięku L_{Aeq} . W celu uzyskania miarodajnych wyników pomiarów hałasu zewnętrznego wykorzystano bezpośrednie pomiary metodą próbkowania dla pory dziennej oraz nocnej.

5.4. Punkty pomiarowe

Lokalizację punktów pomiarowych zamieszczono w tabeli 1.

Tabela 1. Lokalizacja punktów pomiarowych

Pkt.	Wysokość n.p.t	Współrzędne punktów pomiarowych	
1.	4 m	52.388716	20.929605
2.	4 m	52.388455	20.928565

5.5. Wyniki pomiarów

Wartości poziomów dźwięku A hałasu zewnętrznego L_{Aeq} w środowisku, zmierzone podczas pomiarów, przedstawiono w tabeli 2. Jako że budynek nie będzie funkcjonował w nocy, zmierzone zostały jedynie poziomy w ciągu dnia.

Tabela 2. Wyniki pomiarów L_{Aeq}

Pkt.	Poziom dźwięku $L_{Aeq D}$ [dB]
1.	69,2
2.	63,5

6. Prognoza hałasu w obecności budynku

Aby określić poziomy hałasu na fasadach projektowanego budynku, przeprowadzono obliczenia akustyczne z wykorzystaniem programu

SoundPLAN 9. Zmierzone poziomy dźwięku posłużyły do kalibracji lokalnej mapy akustycznej, uwzględniającej najbliższe otoczenie budynku.

Głównym źródłem hałasu w otoczeniu jest ruch samochodowy oraz autobusowy przy ul. Sobieskiego i Warszawskiej. W opracowanym modelu otoczenia uwzględniono liczbę samochodów lekkich, ciężkich oraz autobusów przejeżdżających w tej okolicy, którą zarejestrowano podczas pomiarów akustycznych.

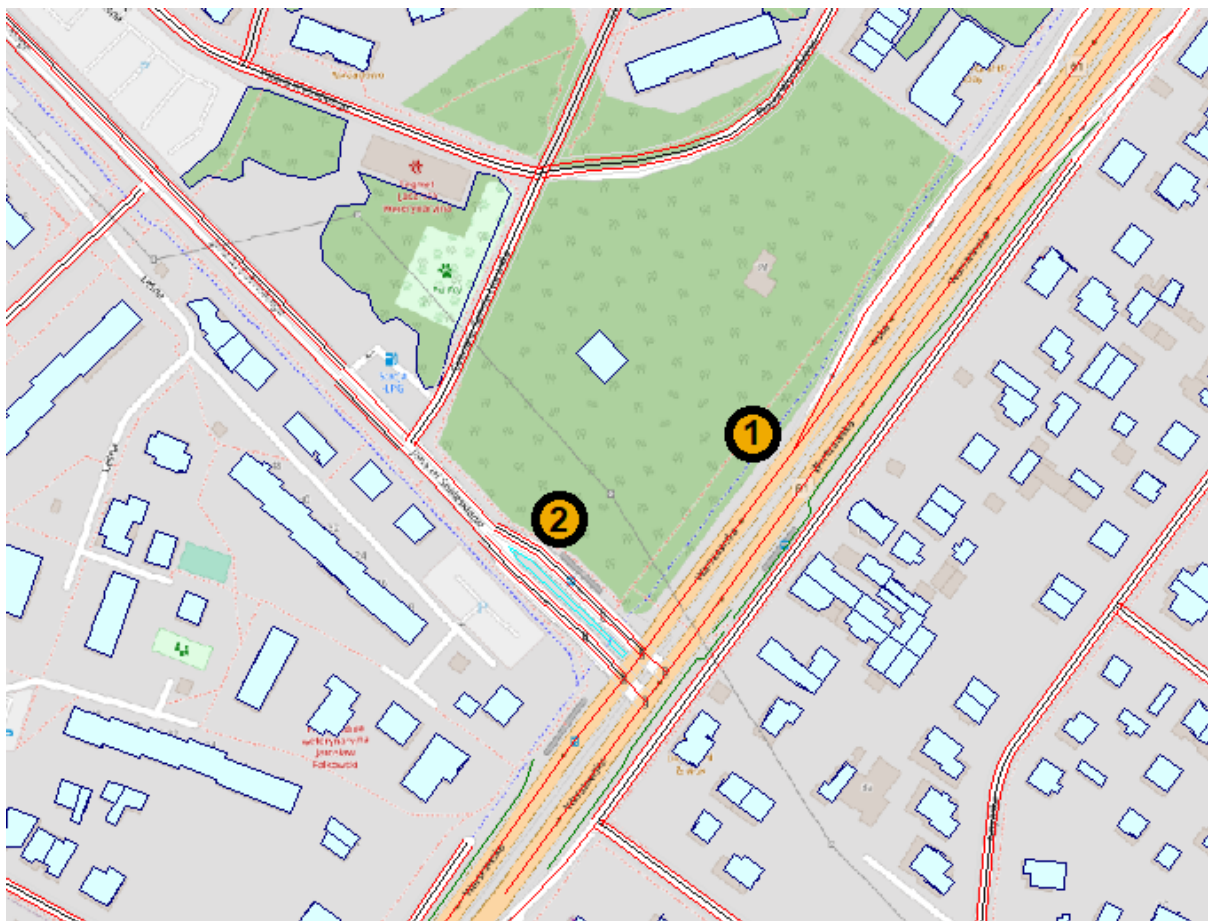
6.1. Wyniki obliczeń

W kolejnym kroku opracowano lokalną mapę akustyczną. Wczytano numeryczną mapę terenu wraz z jej topografią oraz zamodelowano budynki znajdujące się w analizowanym otoczeniu.

Poniżej przedstawiono główne dane, niezbędne do wykonania obliczeń akustycznych emisji hałasu od rozważanego źródła hałasu:

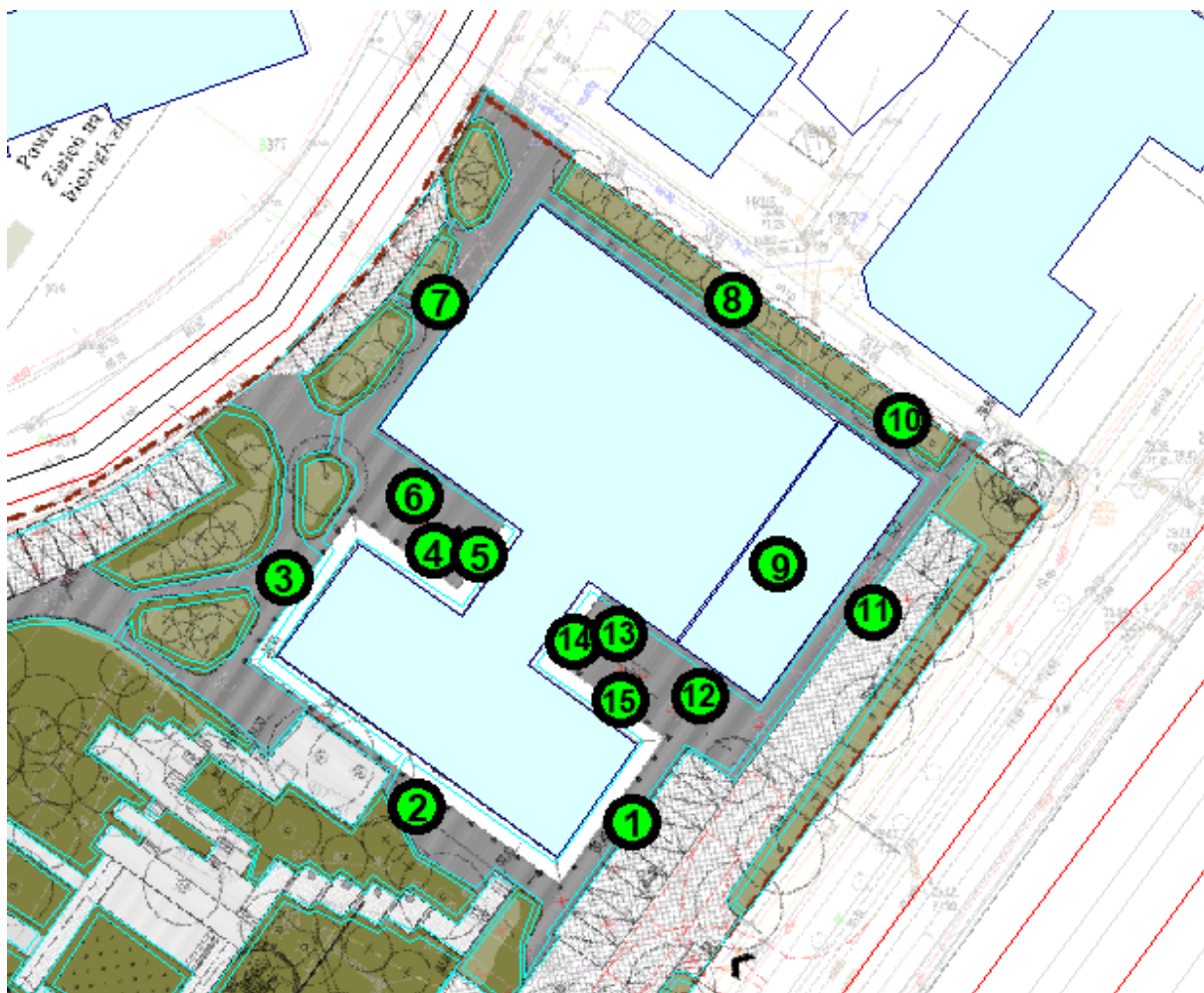
- topografia: w zakresie niezbędnym do wykonania projektu zgodna z ukształtowaniem powierzchni terenu i lokalizacją znajdujących się na niej obiektów,
- charakterystyka akustyczna terenu: twardy dla powierzchni utwardzonych, pochłaniający na terenach zielonych,
- wysokość zabudowy mieszkalnej: zgodna ze stanem istniejącym,
- wysokość punktów obserwacji: kondygnacje projektowanego budynku,
- źródło hałasu – hałas pochodzący z okolicznych dróg,
- warunki meteo: temperatura 28,4°C, wilgotność powietrza 48,9%.

Na Rysunku 1 zaznaczono punkty pomiarowe, przyjęte w symulacji.



Rysunek 1. Rozmieszczenie punktów obliczeniowych

Po kalibracji modelu i osiągnięciu poziomów hałasu równych poziomom zmierzonym w rzeczywistości, wprowadzono model projektowanego budynku i przyjęto punkty pomiarowe w odległości 2 m od jego fasad (Rysunek 2), po czym obliczono wartości poziomu dźwięku, na które narażona jest inwestycja. Wyniki przedstawiono w Załączniku A.



Rysunek 2. Rozmieszczenie punktów pomiarowych, przyjętych do symulacji

6.2. Emisja hałasu do środowiska

Wymagania dotyczące dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku określone są w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 14.06.2007 w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku, Dz.U.120. poz. 826. ze zmianami wprowadzonymi Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 1.10.2012 r., zmieniającym rozporządzenie w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku (Dz. U. z dnia 8 października 2012 r.), zawarte w tekście jednolitym.

Pod kątem ochrony przed hałasem, tereny sąsiadujące z projektowanym obiektem sklasyfikowano jako:

- Tereny zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej (od strony północno-wschodniej).

- Teren zabudowy mieszkaniowej wielorodzinnej (od strony północno-zachodniej).

Tabela 3. Dopuszczalne poziomy hałasu w środowisku powodowane przez poszczególne grupy hałasu

Lp.	Rodzaj terenu	Pozostałe obiekty i działalność będąca źródłem hałasu	
		L_{AeqD} dB przedział czasu odniesienia równy 8 najmniej korzystnym godzinom dnia* kolejno po sobie następującym	L_{AeqN} dB przedział czasu odniesienia równy 1 najmniej korzystnej godzinie nocy*
1	Tereny zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej	50	40
2	Teren zabudowy mieszkaniowej wielorodzinnej	55	45
* pora dzienna: . 6 ÷ 22; pora nocna . 22 ÷ 6			

ZAŁOŻENIA DO PRZEPROWADZONEJ ANALIZY

1. Prognozę oddziaływania wykonano tylko dla pory dnia, ponieważ zakłada się brak funkcjonowania obiektu w godzinach 22-6. Zgodnie z informacjami od projektantów instalacji, urządzenia będą w nocy wyłączane lub będą pracować na minimalnym biegu.
2. W analizie założono pracę na maksymalnej wydajności urządzeń, jako sytuację najmniej korzystną.
3. Agregat prądotwórczy zlokalizowany przy granicy działki będzie działał jedynie w sytuacjach awaryjnych, w ich przypadku nie obowiązują dopuszczalne poziomy hałasu. Uwzględniono natomiast jego pracę trwającą 0,5 h podczas serwisu.

PROGNOZA HAŁASU EMITOWANEGO DO OTOCZENIA

W celu określenia miarodajnego poziomu hałasu w otoczeniu, opracowaną lokalną mapę akustyczną uzupełniono o źródła hałasu związane z funkcjonowaniem obiektu:

- centrale wentylacyjne, agregaty wody lodowej, wentylatory dachowe, agregat prądotwórczy – zgodnie z danymi podanymi przez projektantów instalacji,
- parkingi – zgodnie z CNOSSOS-EU 2021/2015, na podstawie ilości miejsc parkingowych oraz kategorii parkingu (goście i personel),
- droga dojazdowa parkingu – 60 lekkich pojazdów silnikowych, 8 średnich pojazdów ciężarowych,
- droga dojazdowa do miejsca rozładunku – po jednym pojeździe z kategorii lekkich, średnich i ciężkich,
- miejsce rozładunku dostaw – LWA = 82 dB, 3 godziny w porze dnia, (na podstawie pomiarów własnych),
- teren rekreacyjny (20 użytkowników).

Następnie przeprowadzono obliczenia emisji hałasu. Wyniki przedstawiono na rysunku 3. Obliczenia przeprowadzono na wysokości 4 m n.p.t.



Rysunek 3. Wyniki obliczeń emisji hałasu przez funkcjonujący budynek

Hałas emitowany przez funkcjonujący budynek nie przekracza dopuszczalnych poziomów hałasu na granicy z terenami chronionymi, a także nie stanowi zagrożenia dla użytkowników terenów rekreacyjnych na terenie inwestycji, pod warunkiem zastosowania następujących rozwiązań:

- Pełnego ekranu akustycznego na dachu otaczającego urządzenia, zgodnie z rzutem architektury. Od strony urządzeń ekran należy pokryć materiałem dźwiękochłonnym, np. 10 cm wełny mineralnej.
- Tłumik na kanale wyrzutowym centrali N2W2: skuteczność min. 7 dB
- Tłumik na kanale wyrzutowym centrali N4W4: skuteczność min. 7 dB
- Tłumik na kanale wyrzutowym centrali N3W3: skuteczność min. 11 dB
- Tłumik na kanale czepnym centrali N5W5: skuteczność min. 12 dB
- Tłumik na kanale czepnym centrali N6W6: skuteczność min. 12 dB
- Tłumik na kanale czepnym centrali N1W1: skuteczność min. 6 dB
- Dodatkowa zabudowa agregatu prądotwórczego: tłumienie min. 6,5 dB.

Skuteczność tłumików podano dla oktawy 500 Hz.

7. Ochrona przeciwhałasowa budynku

Ochronę przeciwdźwiękową dla omawianych pomieszczeń określa się pod kątem ich ochrony przed hałasami wewnętrznymi, powstającymi na skutek użytkowania budynku zgodnie z założoną funkcjonalnością, oraz przed hałasami od urządzeń instalacji technicznych.

7.1. Przegrody zewnętrzne

Wymaganą izolacyjność akustyczną ścian zewnętrznych projektowanego obiektu wyznacza się na podstawie Polskiej Normy PN-B-02151-3:2015-10 [6], według wzoru:

$$R'_{A2} = L_{A,zew} - L_{A,wew} + 10 \log(S/A) + 3 \quad (\text{wynik zaokrąglony do liczby całkowitej}), \text{ gdzie:}$$

R'_{A2} – wskaźnik oceny przybliżonej izolacyjności akustycznej właściwej przegrody zewnętrznej,

$L_{A,zew}$ – miarodajny poziom hałasu zewnętrznego przy danej przegrodzie,

$L_{A,wew}$ – poziom odniesienia wg tablicy 7 z pkt 7.4 normy [A],

S – powierzchnia przegrody od strony pomieszczenia odbiorczego,

A – chłonność akustyczna pomieszczenia odbiorczego.

Wartość $10\log(S/A)$ należy przyjmować z danych zawartych w załączniku C normy [6].

W przypadku hałasu od komunikacji drogowej oraz szynowej jako miarodajny poziom hałasu przyjmuje się:

- dla pory dziennej – długookresowy równoważny poziom dźwięku A wyznaczony dla 16 godzin dnia (6 – 22) z uwzględnieniem wszystkich dni w roku,
- dla pory nocnej – długookresowy równoważny poziom dźwięku A wyznaczony dla 8 godzin nocy (22-6) z uwzględnieniem wszystkich nocy w roku.

Przegrody zewnętrzne budynku zostaną wykonane w technologii murowanej oraz żelbetowej, co powinno zapewnić izolacyjność akustyczną przegrody pełnej $R_{A2} \geq 53$ dB. Biorąc jednak pod uwagę fakt, że znaczna większość ścian będzie posiadała okna, wypadkowa izolacyjność akustyczna przegrody będzie mniejsza. W związku z tym wyznaczono wymaganą minimalną izolacyjność akustyczną okien, która pozwoli na spełnienie wymagań – powinna ona spełniać warunek $R_{A2R} \geq 27$ dB.

7.2. Przegrody wewnętrzne

Pomieszczenia będące przedmiotem opracowania muszą spełniać określone wymagania ze względu na izolacyjność akustyczną przegród wewnętrznych, aby zapobiec przedostawaniu się hałasów do wrażliwych akustycznie pomieszczeń oraz emisji dźwięków na zewnątrz. Wymagane parametry izolacyjności zestawiono w tabeli 4.

Tabela 4. Wymagania izolacyjności akustycznej dla ścian według normy PN-B-02151-3:2015-10 [6]

Pomieszczenie	Pomieszczenia sąsiadujące	Wymagany wskaźnik izolacyjności akustycznej przegrody	Wymagany wskaźnik izolacyjności akustycznej stolarki drzwiowej i okiennej	Wymagany wskaźnik izolacyjności stropu dolnego	
		R'_{A1} [dB]	R_{A1R} [dB]	$L'_{n,w}$ [dB]	R'_{A1} [dB]
Sala wielofunkcyjna (duża)	wszystkie	≥ 60	≥ 40 (drzwi), ≥ 50 (okna)	-	-
Stanowisko realizatora oświetlenia/dźwięku, projektoria	przestrzeń wystawiennicza	≥ 50	≥ 40	≤ 40	≥ 65
	przedsionki	≥ 40	-	-	-
Przedsionek	wszystkie	≥ 40	≥ 35	≤ 40	≥ 65
Studio nagrań, operator	wszystkie	≥ 60	≥ 40 (podwójne drzwi)	-	-
Przestrzeń wystawiennicza	studio nagrań, operator	-	-	≤ 40	≥ 65
Garderoba	wszystkie	≥ 50	≥ 40	-	-
Biblioteka	sanitariaty	≥ 50	-	-	-
	przestrzeń wystawiennicza	≥ 48	-	-	-
	zaplecze biblioteki, komunikacja	≥ 40	≥ 30	-	-
	biblioteka	-	-	≤ 58	≥ 50
Sala wielofunkcyjna (mała)	wszystkie	≥ 55	≥ 40	-	-
Sala konferencyjna, sale spotkań	wszystkie	≥ 48	≥ 35	≤ 60	≥ 50
Pomieszczenie spotkań mieszkańców	komunikacja, przestrzeń wystawiennicza	≥ 48	≥ 35	-	-
	sanitariaty	≥ 50	-	-	-

	sala wielofunkcyjna	-	-	≤ 40	≥ 65
Przestrzeń coworkingowa, pokoje biurowe	komunikacja, pomieszczenia biurowe	≥ 40	≥ 30	-	-
	sanitariaty, śmietnik	≥ 50	-	-	-
	rekwizytornia, zascenie, sala wielofunkcyjna	-	-	≤ 40	≥ 65
Gabinet dyrektora	pomieszczenia biurowe, komunikacja	≥ 50	≥ 40	-	-
	sala wielofunkcyjna	-	-	≤ 40	≥ 65
Pracownia artystyczna	pracownia artystyczna, przestrzeń wystawiennicza	≥ 48	≥ 35	≤ 58	≥ 50
	zaplecze pracowni	≥ 40	≥ 30	-	-
	sala wielofunkcyjna	-	-	≤ 40	≥ 65

Dla przegród sąsiadujących z pomieszczeniami o różnych wymaganiach należy zastosować rozwiązanie o wyższych parametrach izolacyjności.

Ściany należy stawiać strop-strop. Konieczne jest odpowiednie wykonanie instalacji technicznych w sposób nieobniżający parametrów izolacyjności akustycznej. Wszelkie przepusty i otworowania w ścianach należy uszczelnić masą trwale elastyczną.

We wszystkich pomieszczeniach (z wyjątkiem pomieszczeń sanitarnych) konieczne jest zastosowanie podłogi pływającej wykonanej na podjastrychowej wełnie mineralnej. Podłogi poszczególnych pomieszczeń (np. między korytarzem a salą konferencyjną) nie mogą się ze sobą łączyć.

7.2.1. Sala wielofunkcyjna (duża)

Ze względu na wysokie wymagania izolacyjności akustycznej dla sali wielofunkcyjnej, jej ściany zostały zaprojektowane jako podwójne, gdzie przegrody wewnętrzne zostaną wykonane w technologii żelbetowej, a zewnętrzne z bloczków silikatowych.

7.2.2. Studio nagrań, operator

Aby zapewnić odpowiednio wysoką ochronę przeciwdźwiękową w studiu nagrań oraz pomieszczeniu operatora, ściany tych pomieszczeń zostały zaprojektowane jako podwójne. Obie przegrody wykonane zostaną z bloczków silikatowych, a w odstępie między nimi umieszczona zostanie warstwa 2 cm wełny mineralnej.

7.3. Dopuszczalne poziomy hałasu

W budynku Powiatowej Instytucji Kultury w Legionowie zaprojektowano pomieszczenia, w których warunki akustyczne pełnią szczególną rolę. Dla takich pomieszczeń wymagane poziomy hałasu określone są za pomocą krzywych oceny hałasu NR, które określają dopuszczalne poziomy ciśnienia akustycznego w poszczególnych pasmach oktaowych od wszystkich źródeł łącznie. Wymagania przedstawiono w tabeli 5.

Tabela 5. Dopuszczalne poziomy hałasu określone za pomocą krzywych NR

Rodzaj pomieszczenia	Dopuszczalne całkowite tło akustyczne
Sala wielofunkcyjna (duża)	NR20
Sala wielofunkcyjna (mała)	NR30
Studio nagrań	NR15
Operator	NR15
Garderoby	NR25
Stanowisko realizatora dźwięku/oświetlenia	NR20
Przedsionki	NR30
Przestrzeń wystawiennicza	NR35

W tabeli 6 zestawiono dopuszczalne wartości poziomów hałasu w pasmach oktafowych dla przywołanych krzywych hałasowych NR.

Tabela 6. Wartości poziomu hałasu w poszczególnych pasmach oktafowych dla wybranych krzywych NR

Krzywa NR	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
15	47,3	35	25,9	19,4	15	11,7	9,3	7,4
20	51,3	39,4	30,6	24,3	20	16,8	14,4	12,6
25	55,2	43,7	35,2	29,2	25	21,9	19,5	17,7
30	59,2	48,1	39,9	34	30	26,9	24,7	22,9
35	63,1	52,4	44,5	38,9	35	32	29,8	28

W pomieszczeniach podlegających ochronie przeciwdźwiękowej na podstawie przepisów ogólnych dopuszczalny poziom hałasu określany jest za pomocą wskaźnika równoważnego poziomu dźwięku A przenikającego do pomieszczenia od wyposażenia technicznego oraz innych urządzeń w budynku i poza nim, a także od wszystkich źródeł łącznie. Wymagane wartości określa norma [7], przedstawiono je w tabeli 7.

Tabela 7. Dopuszczalne poziomy hałasu, określonego za pomocą równoważnego poziomu dźwięku A

Rodzaj pomieszczenia	Dopuszczalne całkowite tło akustyczne	Dopuszczalny hałas od wyposażenia technicznego
Biblioteka/czytelnia	35 dB A	30 dB A
Sale konferencyjne, sale spotkań	40 dB A	35 dB A
Przestrzeń coworkingowa	45 dB A	40 dB A
Recepcja	40 dB A	35 dB A
Pomieszczenia biurowe, gabinet	40 dB A	35 dB A
Pomieszczenie spotkań mieszkańców	40 dB A	35 dB A
Pracownie artystyczne	40 dB A	35 dB A

7.4. Wytyczne dla branż

Ważnym aspektem projektowania ochrony przeciwdźwiękowej są również poziomy hałasu generowane przez urządzenia wyposażenia budynku, w tym

urządzenia wentylacyjne. Poniżej zestawiono wytyczne dla branż, których instalacje muszą spełniać określone wymagania w zakresie poziomu hałasu. Wszelkie pomieszczenia techniczne, w których znajdują się urządzenia generujące hałas, powinny zostać wytłumione za pomocą wełny mineralnej o grubości 10 cm z welonem szklanym, zabezpieczającym przed pyleniem i montowanym do stropu.

Branża wentylacyjna:

- poziom hałasu generowany przez system wentylacji nie może przekraczać dopuszczalnych poziomów dźwięku określonych w punkcie 7.3 niniejszego opracowania,
- należy stosować kanały o wysokim współczynniku tłumienia dźwięku, a tam, gdzie to konieczne, należy zastosować tłumiki akustyczne,
- kanały powinny być montowane za pomocą łączników i zawiesi elastycznych,
- kanały wentylacyjne nie mogą mieć ostrych zmian kierunku, należy stosować łagodne kolanka,
- zaleca się ograniczenie prędkości pędu powietrza w kanałach do 3 m/s, a w nawiewnikach 1 m/s,
- nie należy prowadzić kanałów wentylacyjnych bezpośrednio pomiędzy studiem nagrań a pomieszczeniem operatora oraz salą wielofunkcyjną i stanowiskami realizatora dźwięku i oświetlenia,
- przejścia kanałów przez przegrody nie mogą pogarszać ich izolacyjności akustycznej,
- nie zaleca się stosowania kanałów transferowych pomiędzy pomieszczeniami, a jeżeli są konieczne, to muszą być one odpowiednio wytłumione,
- urządzenia generujące hałas i drgania muszą być posadowione na wibroizolatorach.

Branża wodociągowo-kanalizacyjna:

- nie zaleca się prowadzenia rur na ścianach sal wielofunkcyjnych, pomieszczenia operatora oraz studia nagrań,

- należy stosować rury niskoszumowe z izolacją akustyczną, ograniczającą hałas materiałowy i powietrzny,
- instalacje powinny być montowane za pomocą łączników i zawiesi elastycznych,
- przejścia kanałów w przegrodach nie mogą pogarszać ich izolacyjności akustycznej,
- bruzdowanie w przegrodach ciężkich nie powinno być głębsze niż 1/10 grubości przegrody,
- urządzenia generujące hałas i drgania muszą być posadowione na wibroizolatorach.

Branża elektryczna:

- nie zaleca się montażu gniazd elektrycznych na ścianach między studiem nagrań a operatorem, a tam, gdzie to możliwe, należy stosować gniazda natynkowe,
- bruzdowanie w przegrodach ciężkich nie powinno być głębsze niż 1/10 grubości przegrody,
- należy unikać prowadzenia kabli i drążeni w ścianach między salami o akustyce kwalifikowanej, wszelkie transfery należy starannie izolować.

Windy:

- napęd oraz prowadnice windy należy zamocować do konstrukcji za pomocą wibroizolatorów.

8. Akustyka wewnątrz

Wymagania projektowe, dotyczące warunków pogłosowych, określa się na podstawie normy PN-B-02151-4:2015-06 [5] oraz specjalistycznych publikacji z zakresu akustyki wewnątrz. Szczegółowe rozwiązania materiałowe zostaną przytoczone na dalszym etapie projektowania.

8.1. Sala wielofunkcyjna (duża)

Najważniejszym pomieszczeniem w budynku Powiatowej Instytucji Kultury w Legionowej będzie sala wielofunkcyjna z miejscami dla ok. 176 osób na widowni, sceną, zasceniem oraz kieszeniami bocznymi. Kubatura pomieszczenia to ok. 3187 m³. Ze względu na kubaturę i funkcję pomieszczenia

czas pogłosu powinien oscylować wokół wartości 1,1 s. Dopuszczalna odchyłka charakterystyki T względem wartości zalecanej nie będzie większa niż:

- +40/-20 % dla częstotliwości 125 Hz,
- +20/-20 % dla częstotliwości 250 - 2 000 Hz,
- +20/-20 % dla częstotliwości 4 000 Hz.

Współczynnik zrozumiałości mowy STI powinien być wyższy niż 0,65.

Aby osiągnąć założone wartości, w pomieszczeniu przewiduje się zastosowanie materiałów pochłaniających na suficie, perforowanych paneli pochłaniających na ścianach, elementów rozpraszających dźwięk, podwieszanych pod stropem, oraz foteli o średnim stopniu tapicerowania.

8.2. Sala wielofunkcyjna (mała)

Czas pogłosu w mniejszej sali wielofunkcyjnej powinien wynosić ok. 0,5-0,7 s, w zależności od potrzebnej funkcji pomieszczenia. Dopuszcza się odchyłki charakterystyki T względem wartości zalecanej w granicach:

- +40/-20 % dla częstotliwości 125 Hz,
- +20/-20 % dla częstotliwości 250 - 2 000 Hz,
- +20/-20 % dla częstotliwości 4 000 Hz.

Współczynnik zrozumiałości mowy STI powinien być wyższy niż 0,65.

Aby osiągnąć założone wartości, w pomieszczeniu przewiduje się zastosowanie materiałów pochłaniających na suficie, paneli akustycznych pochłaniających i rozpraszających dźwięk na ścianach, zasłon (dzięki którym możliwa będzie regulacja czasu pogłosu w zależności od wykorzystywanej funkcji pomieszczenia) oraz – w razie potrzeby – foteli o średnim stopniu tapicerowania.

8.3. Studio nagrań

Czas pogłosu w studiu nagrań o kubaturze ok. 100 m³ powinien wynosić ok. 0,5 s. Nierównomierność częstotliwościowej charakterystyki T₆₀ względem wartości zalecanej nie będzie większa niż:

- +25/0 % dla częstotliwości 125 Hz,
- ±15 % dla częstotliwości 250 - 2 000 Hz,
- +15/-25 % dla częstotliwości 4 000 Hz.

Aby osiągnąć powyższe wartości, w studiu nagrań przewiduje się zastosowanie materiałów pochłaniających na suficie, paneli pochłaniających i rozpraszających dźwięk na ścianach oraz wykładziny dywanowej na podłodze.

8.4. Operator

Czas pogłosu w pomieszczeniu operatora powinien wynosić ok. 0,25 s. Nierównomierność częstotliwościowej charakterystyki T₆₀ względem wartości zalecanej nie będzie większa niż:

- +25/0 % dla częstotliwości 125 Hz,
- ±15 % dla częstotliwości 250 - 2 000 Hz,
- +15/-25 % dla częstotliwości 4 000 Hz.

Aby osiągnąć powyższe wartości, w pomieszczeniu operatora przewiduje się zastosowanie sufitu dźwiękochłonnego, paneli pochłaniających i rozpraszających dźwięk na ścianach oraz wykładziny dywanowej na podłodze.

8.5. Garderoby

Wartość projektowa czasu pogłosu w garderobach powinna wynieść około T_m = 0,5 s. Nierównomierność częstotliwościowej charakterystyki T₆₀ względem wartości zalecanej nie powinna być większa niż:

- +45/0 % dla częstotliwości 125 Hz,
- ±20 % dla częstotliwości 250 - 2 000 Hz,

- +20/-35 % dla częstotliwości 4 000 Hz.

Osiągnięcie powyższych założeń będzie możliwe dzięki zastosowaniu sufitu akustycznego oraz wykładziny dywanowej.

8.6. Stanowisko realizatora dźwięku/oświetlenia

Czas pogłosu w pomieszczeniach realizatorów dźwięku i oświetlenia powinien wynosić ok. 0,15 s. Nierównomierność częstotliwościowej charakterystyki T60 względem wartości zalecanej nie będzie większa niż:

- +25/0 % dla częstotliwości 125 Hz,
- ± 15 % dla częstotliwości 250 - 2 000 Hz,
- +15/-25 % dla częstotliwości 4 000 Hz.

Aby osiągnąć powyższe wartości, w pomieszczeniu operatora przewiduje się zastosowanie sufitu dźwiękochłonnego, paneli pochłaniających i rozpraszających dźwięk na ścianach oraz wykładziny dywanowej na podłodze.

8.7. Sale konferencyjne, sale spotkań, pomieszczenie spotkań mieszkańców

Czas pogłosu w salach konferencyjnych jest określony w normie [5] i dla pomieszczeń tego typu o kubaturze mniejszej niż 500 m³ powinien być krótszy niż 0,8 s. Wymaganie zostanie spełnione poprzez zastosowanie sufitu dźwiękochłonnego i wykładziny dywanowej.

8.8. Pomieszczenia biurowe

Czas pogłosu w zamkniętych pomieszczeniach biurowych jest określony w normie [5] i powinien być krótszy niż 0,6 s. Wymaganie zostanie spełnione poprzez zastosowanie sufitu dźwiękochłonnego i wykładziny dywanowej.

8.9. Przestrzeń coworkingowa

Zgodnie z normą [5] biura typu open space powinny osiągać minimalną chłonność akustyczną, zgodnie ze wzorem: $A \geq 1,1 \times S$, gdzie S – powierzchnia rzutu pomieszczenia. Aby spełnić to wymaganie, w przestrzeni coworkingowej

przewiduje się zastosowanie sufitu dźwiękochłonnego, paneli naściennych oraz wykładziny dywanowej.

8.10. Przestrzeń wystawiennicza

Pomieszczenia wystawowe o wysokości mniejszej niż 4 m według normy [5] powinny charakteryzować się czasem pogłosu krótszym niż 1,5 s. Aby spełnić to wymaganie, w tego typu pomieszczeniach przewiduje się zastosowanie sufitu dźwiękochłonnego.

8.11. Pracownie artystyczne

Czas pogłosu w pracowniach artystycznych o kubaturze mniejszej niż 120 m³ nie powinien przekraczać 0,6 s, a w pomieszczeniach o kubaturze w przedziale 250 – 500 m³ powinien być krótszy niż 0,8 s. Żeby spełnić to wymaganie, w pracowniach przewidziano sufit dźwiękochłonny.

8.12. Biblioteki

Biblioteki o wysokości mniejszej niż 4 m powinny cechować się czasem pogłosu krótszym niż 0,6 s. Aby nie przekroczyć tej wartości, w tego typu pomieszczeniach przewiduje się zastosowanie sufitu dźwiękochłonnego.

Załącznik A

W tabeli A.1 zamieszczono wyniki obliczeń poziomu dźwięku A na fasadzie projektowanego budynku.

Tabela A.1. Wartości poziomów dźwięku na fasadzie projektowanego budynku

Nr receptora	Kondygn.	L _{Aeq,D} [dB]
1	GF	67,9
1	F 1	68,4
2	GF	61,7
2	F 1	62,8
3	GF	47,2
3	F 1	48,1
4	GF	47,1
4	F 1	47,6
5	GF	46,9
5	F 1	47,2
6	GF	47
6	F 1	47,7
7	GF	46,7
7	F 1	46,8
8	GF	59,7
8	F 1	61,2
9	GF	67,8
10	GF	65,3
11	GF	68,7
12	GF	66,5
13	GF	65,8
13	F 1	66,9
14	GF	63,8

14	F 1	64,6
15	GF	66,1
15	F 1	67,1