

# **ANALIZA AKUSTYCZNA ODDZIAŁYWANIA NA ŚRODOWISKO W ZAKRESIE EMISJI HAŁASU ZEWNĘTRZNEGO URZĄDZEŃ NA DACHU GARAŻU**

## **EKSPERTYZA AKUSTYCZNA ZABEZPIECZENIA SALI WYKŁADOWEJ PRZED HAŁASEM Z POMIESZCZENIA TECHNICZNEGO W PRZYZIEMIU**

**DLA**

**BUDYNKU „A” UNIWERSYTETU EKONOMICZNEGO  
PRZY UL. NIEPODLEGŁOŚCI 10 W POZNANIU**

**Wykonał:**

*mgr inż. Joachim Migda*

**Joachim Migda Acoustics**  
ul. Anielin 1/1; 05-800 Pruszków  
mobile: +48 660 472 030  
e-mail: biuro@jmacoustics.pl  
NIP 622-238-46-42

**Zleceniodawca:**

*Biproinstal Rafał Marciniak*

*ul. Brużycy 38*

*95-070 Aleksandrów Łódzki*

**ŁÓDŹ, SIERPIEŃ 2023**

*Sure we can!*

# **Spis treści**

## **I. OPIS**

1.	Wstęp .....	3
1.1	Przedmiot opracowania .....	3
1.2	Podstawa opracowania .....	3
1.3	Zakres opracowania .....	4
2.	Lokalizacja i charakterystyka pomieszczenia technicznego oraz garażu .....	4
3.	Wymagania akustyczne .....	4
3.1	Dopuszczalne wartości poziomu hałasu w środowisku .....	4
3.2	Dopuszczalne wartości poziomu hałasu w pomieszczeniach .....	8
3.3	Wymagane parametry akustyczne przegród budowlanych wewnętrznych .....	9
3.4	Wymagania w zakresie ochrony przed zagrożeniami wibracyjnymi .....	11
4.	Określenie i ocena parametrów akustycznych przegród budowlanych pom. technicznego .....	11
5.	Analiza akustyczna oddziaływania na środowisko w zakresie emisji hałasu z dachu garażu .....	13
5.1	Model komputerowy hałasu instalacyjnego .....	13
4.3	Wyniki symulacji komputerowej hałasu zewnętrznego z dachu garażu .....	14
6.	Podsumowanie .....	20

## **II. RYSUNKI**

1. Rys.1 – Pomieszczenie techniczne zlokalizowane w przyziemiu budynku „A” Uniwersytetu Ekonomicznego przy ul. Niepodległości w Poznaniu.
2. Rys.2 – Lokalizacja garażu z urządzeniami instalacyjnymi na dziedzińcu między budynkami Uniwersytetu Ekonomicznego przy ul. Niepodległości w Poznaniu.
3. Rys.3 Lokalizacja receptorów na sąsiadujących budynkach.
4. Rys.4 Mapa hałasu pochodzącego z dachu garażu na wysokości 4 metrów w porze dziennej.
5. Rys.5 Mapa hałasu pochodzącego z dachu garażu na wysokości 4 metrów w porze dziennej przy obniżonej emisji poziomu dźwięku z agregatów wody lodowej.
6. Rys.6 Wymiary żaluzji akustycznych na dachu garażu.
7. Rys.7 Mapa hałasu pochodzącego z dachu garażu na wysokości 4 metrów w porze dziennej przy zastosowaniu żaluzji akustycznych.

# 1. Wstęp

## 1.1 Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest pomieszczenie techniczne zlokalizowane w przyziemiu budynku „A” Uniwersytetu Ekonomicznego przy ul. Niepodległości 10 w Poznaniu i jego wpływ na sąsiadującą salę wykładową oraz dach garażu z urządzeniami instalacyjnymi i jego wpływ na sąsiadującą zabudowę chronioną akustycznie.

## 1.2 Podstawa opracowania

1. Umowa zlecenie z dn. 17.07.2023r.
2. Rysunki architektoniczne otrzymane od Zlecniodawcy.
3. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku (Dz. U. 2007 r. Nr 120, poz. 826).
4. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 1 października 2012 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku (Dz. U. 2012 r. Nr 0, poz. 1109).
5. PN-B-02151-03:2015: Akustyka budowlana. Ochrona przed hałasem w budynkach – Wymagania dotyczące izolacyjności akustycznej przegród w budynkach i elementów budowlanych
6. PN-87-B-02151/02: Akustyka budowlana. Ochrona przed hałasem pomieszczeń w budynkach. Dopuszczalne wartości poziomu dźwięku w pomieszczeniach.
7. PN-ISO 9613-2:2002: Akustyka. Tłumienie dźwięku podczas propagacji w przestrzeni otwartej. Ogólna metoda obliczania.
8. PN-EN ISO 717-1: Akustyka. Ocena izolacyjności akustycznej w budynkach izolacyjności akustycznej elementów budowlanych. Izolacyjność od dźwięków powietrznych.
9. PN-EN ISO 717-2: Akustyka. Ocena izolacyjności akustycznej w budynkach izolacyjności akustycznej elementów budowlanych. Izolacyjność od dźwięków uderzeniowych.
10. PN-EN 12354-1: Akustyka budowlana. Określanie właściwości akustycznych budynków na podstawie właściwości elementów. Część 1 – Izolacyjność od dźwięków powietrznych między pomieszczeniami.
11. PN-EN 12354-2: Akustyka budowlana. Określanie właściwości akustycznych budynków na podstawie właściwości elementów. Część 2 – Izolacyjność od dźwięków uderzeniowych między pomieszczeniami.
12. PN-EN 12354-3: Akustyka budowlana. Określanie właściwości akustycznych budynków na podstawie właściwości elementów. Część 3 – Izolacyjność od dźwięków powietrznych przenikających z zewnątrz.
13. PN-B-02170:2016 – Ocena szkodliwości drgań przekazywanych przez podłogę na budynki.
14. PN-B-02171:2017 – Ocena wpływu drgań na ludzi w budynkach.
15. Instrukcja techniczna ITB 448/2015.
16. Instrukcja techniczna ITB 406/2016.

## 1.3 Zakres opracowania

- Określenie i ocena zgodności z wymaganiami normowymi parametrów akustycznych przegród budowlanych wewnętrznych otaczających pomieszczenie techniczne z urządzeniami instalacyjnymi.
- Określenie wymagań akustycznych dopuszczalnego poziomu dźwięku dla terenów sąsiadujących z garażem.
- Określenie źródeł hałasu zewnętrznego na dachu garażu.
- Wykonanie modelu komputerowego hałasu zewnętrznego pochodzącego z dachu garażu.
- Analiza rozprzestrzeniania się hałasu z dachu garażu do środowiska.
- Określenie warunków akustycznych przy elewacjach istniejących budynków.
- Określenie wpływu hałasu z dachu garażu na sąsiadującą zabudowę chronioną akustycznie.

## 2. Lokalizacja i charakterystyka pomieszczenia technicznego oraz garażu

Pomieszczenie techniczne zlokalizowane jest w przyziemiu budynku „A” Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu. Powierzchnia pomieszczenia to ok. 49,1m<sup>2</sup>, a wysokość 2,87m. Pomieszczenie sąsiaduje bezpośrednio z salą wykładową, która jest chroniona akustycznie w zakresie dopuszczalnego poziomu dźwięku przenikającego do niego.

Pomieszczenie techniczne będące przedmiotem opracowania widoczne jest na rysunku – Rys. 1.

Garaż z urządzeniami instalacyjnymi zlokalizowany jest na dziedzińcu pomiędzy budynkami Uniwersytetu Ekonomicznego, które są chronione w zakresie dopuszczalnego poziomu dźwięku w środowisku. Jego wysokość to 4,12m. Na rysunku – Rys.2 zaznaczono lokalizację garażu.

## 3. Wymagania akustyczne

### 3.1 Dopuszczalne wartości poziomu hałasu w środowisku

Wymagania akustyczne dotyczące dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku określone są w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 1 października 2012r. zmieniającym rozporządzenie w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku (Dz. U. 2012r. Nr 0, poz. 1109).

Według tego rozporządzenia (Załącznik 1 – tabela 1), dopuszczalne poziomy hałasu w środowisku powodowanego przez poszczególne grupy źródeł hałasu, z wyłączeniem hałasu powodowanego przez starty, lądowania i przeloty statków powietrznych oraz linie elektroenergetyczne, wyrażone wskaźnikami  $L_{Aeq\ D}$  i  $L_{Aeq\ N}$ , które to wskaźniki mają zastosowanie do ustalania i kontroli warunków korzystania ze środowiska, w odniesieniu do jednej doby wynoszą (Tab. 1):

Lp.	Rodzaj terenu	Dopuszczalne poziomy hałas [dB]			
		Drogi lub linie kolejowe <sup>1)</sup>		Pozostałe obiekty i działalność będąca źródłem hałasu	
		LA eq D Pora dnia – przedział czasu odniesienia równy 16 godzinom	LA eq N Pora nocy – przedział czasu odniesienia równy 8 godzinom	LA eq D Pora dnia – przedział czasu odniesienia równy 8 najmniej korzystnym godzinom dnia	LA eq N Pora nocy – przedział czasu odniesienia równy 1 najmniej korzystnej godzinie nocy
1	a) Strefa ochronna „A” uzdrowiskowa b) Tereny szpitali poza miastem	<b>50</b>	<b>45</b>	<b>45</b>	<b>40</b>
2	a) Tereny zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej b) Tereny zabudowy związanej ze stałym lub czasowym pobytem dzieci <sup>2)</sup> c) Tereny domów opieki społecznej d) Tereny szpitali w miastach	<b>61</b>	<b>56</b>	<b>50</b>	<b>40</b>
3	a) Tereny zabudowy mieszkaniowej wielorodzinnej i zamieszkania zbiorowego b) Tereny zabudowy zagrodowej c) Tereny rekreacyjno-wypoczynkowe <sup>2)</sup> d) Tereny mieszkaniowo-usługowe	<b>65</b>	<b>56</b>	<b>55</b>	<b>45</b>
4	Tereny w strefie śródmiejskiej miast powyżej 100 tys. mieszkańców <sup>3)</sup>	<b>68</b>	<b>60</b>	<b>55</b>	<b>45</b>
<p>Objaśnienia:</p> <p>1) Wartości określone dla dróg i linii kolejowych stosuje się także dla torowisk tramwajowych poza pasem drogowym i kolei linowych.</p> <p>2) W przypadku niewykorzystywania tych terenów, zgodnie z ich funkcją, w porze nocy, nie obowiązuje na nich dopuszczalny poziom hałasu w porze nocy.</p> <p>3) Strefa śródmiejska miast powyżej 100 tys. mieszkańców to teren zwartej zabudowy mieszkaniowej z koncentracją obiektów administracyjnych, handlowych i usługowych. W przypadku miast, w których występują dzielnice o liczbie mieszkańców powyżej 100 tys., można wyznaczyć w tych dzielnicach strefę śródmiejską, jeżeli charakteryzuje się ona zwartą zabudową mieszkaniową z koncentracją obiektów administracyjnych, handlowych i usługowych.</p>					

Tab. 1.

Według tego rozporządzenia (Załącznik 2 – tabela 3), dopuszczalne poziomy hałas w środowisku powodowanego przez poszczególne grupy źródeł hałasu, z wyłączeniem hałasu powodowanego przez starty, lądowania i przeloty statków powietrznych oraz linie elektroenergetyczne, wyrażone wskaźnikami  $L_{DWN}$  i  $L_N$ , które to wskaźniki mają zastosowanie do prowadzenia długookresowej polityki w zakresie ochrony przed hałasem wynoszą (Tab. 2):

Lp.	Rodzaj terenu	Dopuszczalny długookresowy średni poziom dźwięku A [dB]			
		Drogi lub linie kolejowe <sup>1)</sup>		Pozostałe obiekty i działalność będąca źródłem hałasu	
		$L_{DWN}$	$L_N$	$L_{DWN}$	$L_N$

		Przedział czasu odniesienia równy wszystkim domom w roku	Przedział czasu odniesienia równy wszystkim porom nocy	Przedział czasu odniesienia równy wszystkim domom w roku	Przedział czasu odniesienia równy wszystkim porom nocy
1	a) Strefa ochronna „A” uzdrowiskowa b) Tereny szpitali poza miastem	<b>50</b>	<b>45</b>	<b>45</b>	<b>40</b>
2	a) Tereny zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej b) Tereny zabudowy związanej ze stałym lub czasowym pobytem dzieci <sup>2)</sup> c) Tereny domów opieki społecznej d) Tereny szpitali w miastach	<b>64</b>	<b>59</b>	<b>50</b>	<b>40</b>
3	a) Tereny zabudowy mieszkaniowej wielorodzinnej i zamieszkania zbiorowego b) Tereny zabudowy zagrodowej c) Tereny rekreacyjno-wypoczynkowe d) Tereny mieszkaniowo-usługowe	<b>68</b>	<b>59</b>	<b>55</b>	<b>45</b>
4	Tereny w strefie śródmiejskiej miast powyżej 100 tys. mieszkańców <sup>2)</sup>	<b>70</b>	<b>65</b>	<b>55</b>	<b>45</b>
<p>Objaśnienia:</p> <p>1) Wartości określone dla dróg i linii kolejowych stosuje się także dla torowisk tramwajowych poza pasem drogowym i kolei linowych.</p> <p>2) Strefa śródmiejska miast powyżej 100 tys. mieszkańców to teren zwartej zabudowy mieszkaniowej z koncentracją obiektów administracyjnych, handlowych i usługowych. W przypadku miast, w których występują dzielnice o liczbie mieszkańców powyżej 100 tys., można wyznaczyć w tych dzielnicach strefę śródmiejską, jeżeli charakteryzuje się ona zwartą zabudową mieszkaniową z koncentracją obiektów administracyjnych, handlowych i usługowych.</p>					

Tab. 2.

Dodatkowo wymagania akustyczne dotyczące dopuszczalnych poziomów hałasu lotniczego w środowisku określone są w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007 (Dz.U. 2007r., Nr 120, poz.826).

Według tego rozporządzenia (tabela 2), dopuszczalne poziomy hałasu w środowisku powodowanego przez starty, lądowania i przeloty statków powietrznych wyrażone wskaźnikami  $L_{Aeq D}$  i  $L_{Aeq N}$ , które to wskaźniki mają zastosowanie do ustalania i kontroli warunków korzystania ze środowiska, w odniesieniu do jednej doby wynoszą (Tab. 3):

Lp.	Rodzaj terenu	Dopuszczalne poziomy hałasu [dB]			
		Starty, lądowania i przeloty statków powietrznych		Linie elektroenergetyczne	
		$L_{Aeq D}$ Pora dnia – przedział czasu odniesienia równy 16 godzinom	$L_{Aeq N}$ Pora nocy – przedział czasu odniesienia równy 8 godzinom	$L_{Aeq D}$ Pora dnia – przedział czasu odniesienia równy 16 godzinom	$L_{Aeq N}$ Pora nocy – przedział czasu odniesienia równy 8 godzinom

1	a) Strefa ochronna „A” uzdrowiskowa b) Tereny domów opieki społecznej, szpitali c) Tereny zabudowy związanej ze stałym lub czasowym pobytem dzieci <sup>1)</sup>	<b>55</b>	<b>45</b>	<b>45</b>	<b>40</b>
2	a) Tereny zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej, wielorodzinnej oraz zabudowy zagrodowej i zamieszkania zbiorowego b) Tereny w strefie śródmiejskiej miast powyżej 100 tys. Mieszkańców <sup>2)</sup> c) Tereny rekreacyjno-wypoczynkowe d) Tereny mieszkaniowo-usługowe	<b>60</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>45</b>

Objaśnienia:

1) W przypadku niewykorzystywania tych terenów, zgodnie z ich funkcją, w porze nocy, nie obowiązuje na nich dopuszczalny poziom hałasu w porze nocy.

2) Strefa śródmiejska miast powyżej 100 tys. mieszkańców to teren zwartej zabudowy mieszkaniowej z koncentracją obiektów administracyjnych, handlowych i usługowych. W przypadku miast, w których występują dzielnice o liczbie mieszkańców powyżej 100 tys., można wyznaczyć w tych dzielnicach strefę śródmiejską, jeżeli charakteryzuje się ona zwartą zabudową mieszkaniową z koncentracją obiektów administracyjnych, handlowych i usługowych.

Tab. 3.

Według tego rozporządzenia (tabela 4), dopuszczalne poziomy hałasu w środowisku powodowanego przez starty, lądowania i przeloty statków powietrznych wyrażone wskaźnikami  $L_{dwn}$  i  $L_N$ , które to wskaźniki mają zastosowanie do prowadzenia długookresowej polityki w zakresie ochrony przed hałasem wynoszą (Tab. 4):

Lp.	Rodzaj terenu	Dopuszczalne poziomy hałasu [dB]			
		Starty, lądowania i przeloty statków powietrznych		Linie elektroenergetyczne	
		$L_{dwn}$ Przedział czasu odniesienia równy wszystkim dobom w roku	$L_N$ Przedział czasu odniesienia równy wszystkim porom nocy	$L_{dwn}$ Przedział czasu odniesienia równy wszystkim dobom w roku	$L_N$ Przedział czasu odniesienia równy wszystkim porom nocy
1	a) Strefa ochronna „A” uzdrowiskowa b) Tereny domów opieki społecznej, szpitali c) Tereny zabudowy związanej ze stałym lub czasowym pobytem dzieci	<b>55</b>	<b>45</b>	<b>45</b>	<b>40</b>
2	a) Tereny zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej, wielorodzinnej oraz zabudowy zagrodowej i zamieszkania zbiorowego b) Tereny w strefie śródmiejskiej miast powyżej 100 tys. Mieszkańców <sup>1)</sup> c) Tereny rekreacyjno-wypoczynkowe d) Tereny mieszkaniowo-usługowe	<b>60</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>45</b>

Objaśnienia:



1) Strefa śródmiejska miast powyżej 100 tys. mieszkańców to teren zwartej zabudowy mieszkaniowej z koncentracją obiektów administracyjnych, handlowych i usługowych. W przypadku miast, w których występują dzielnice o liczbie mieszkańców powyżej 100 tys., można wyznaczyć w tych dzielnicach strefę śródmiejską, jeżeli charakteryzuje się ona zwartą zabudową mieszkaniową z koncentracją obiektów administracyjnych, handlowych i usługowych.

Tab. 4.

Teren, na którym znajduje się garaż z urządzeniami instalacyjnymi oraz sąsiadujące budynki zakwalifikowano jako – teren w strefie śródmiejskiej miast powyżej 100 tys. mieszkańców.

Dopuszczalne wartości poziomu hałasu w środowisku – wyrażone równoważnym poziomem dźwięku A – dla tego typu terenów chronionych wynoszą:

- hałas komunikacyjny:
  - w porze dziennej tj. w godzinach 6:00 ÷ 22:00 -  $L_{A\ eq\ D} = 68\ dB$
  - w porze nocnej tj. w godzinach 22:00 ÷ 6:00 -  $L_{A\ eq\ N} = 60\ dB$
  - w porze dziennej tj. w godzinach 6:00 ÷ 22:00 -  $L_{DWN} = 70\ dB$
  - w porze nocnej tj. w godzinach 22:00 ÷ 6:00 -  $L_N = 65\ dB$
- instalacje i pozostałe obiekty i grupy źródeł hałasu:
  - w porze dziennej tj. w godzinach 6:00 ÷ 22:00 -  $L_{A\ eq\ D} = 55\ dB$
  - w porze nocnej tj. w godzinach 22:00 ÷ 6:00 -  $L_{A\ eq\ N} = 45\ dB$
  - w porze dziennej tj. w godzinach 6:00 ÷ 22:00 -  $L_{DWN} = 55\ dB$
  - w porze nocnej tj. w godzinach 22:00 ÷ 6:00 -  $L_N = 45\ dB$
- starty, lądowania i przeloty statków powietrznych:
  - w porze dziennej tj. w godzinach 6:00 ÷ 22:00 -  $L_{A\ eq\ D} = 60\ dB$
  - w porze nocnej tj. w godzinach 22:00 ÷ 6:00 -  $L_{A\ eq\ N} = 50\ dB$
  - w porze dziennej tj. w godzinach 6:00 ÷ 22:00 -  $L_{DWN} = 60\ dB$
  - w porze nocnej tj. w godzinach 22:00 ÷ 6:00 -  $L_N = 50\ dB$

Dopuszczalne wartości równoważnego poziomu dźwięku A dotyczą:

- dla hałasu komunikacyjnego:
  - 16 godzin w porze dziennej tj. w godzinach 6:00 ÷ 22:00
  - 8 godzin w porze nocnej tj. w godzinach 22:00 ÷ 6:00
- dla pozostałych źródeł hałasu:
  - 8 najmniej korzystnych godzin w ciągu dnia tj. w godzinach 6:00 ÷ 22:00
  - 1 najmniej korzystnej godziny w ciągu nocy tj. w godzinach 22:00 ÷ 6:00
- dla hałasu lotniczego:
  - 16 godzin w porze dziennej tj. w godzinach 6:00 ÷ 22:00
  - 8 godzin w porze nocnej tj. w godzinach 22:00 ÷ 6:00

### 3.2 Dopuszczalne wartości poziomu hałasu w pomieszczeniach

Wymagania dotyczące dopuszczalnych poziomów dźwięku A w pomieszczeniach do przebywania ludzi w budynkach mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego i użyteczności

publicznej, określone są w normie PN-87-B-02151/02: „Akustyka budowlana. Ochrona przed hałasem pomieszczeń w budynkach. Dopuszczalne wartości poziomu dźwięku w pomieszczeniach”.

Według tej normy (Tablica 1), dopuszczalne poziomy dźwięku A w pomieszczeniach do przebywania ludzi w budynkach mieszkalnych z funkcją biurowo-handlowo-usługową wynoszą (Tab. 5):

Lp.	Przeznaczenie pomieszczenia	Dopuszczalny równoważny poziom dźwięku A hałasu przenikającego do pomieszczenia od wszystkich źródeł hałasu łącznie		Dopuszczalny maksymalny poziom dźwięku A hałasu przenikającego do pomieszczenia od wyposażenia technicznego budynku oraz innych urządzeń w budynku i poza nim			
		LA eq [dB]		LA eq [dB]		LA max [dB]	
		w dzień	w nocy	w dzień	w nocy	w dzień	w nocy
1.	- Sale wykładowe	40	-	35	-	40	-

Tab. 5.

Powyższe dopuszczalne wartości poziomu dźwięku A dotyczą pomieszczeń:

- przy zamkniętych oknach i drzwiach, lecz przy zapewnieniu wymiany powietrza w pomieszczeniu zgodnie z wymaganiami określonymi przez odrębne przepisy,
- umeblowanych i zagospodarowanych zgodnie z ich przeznaczeniem,
- dopuszczalny poziom dźwięku A dotyczy przedziału czasu równego czasowi oceny T, wynoszącemu:
  - 8 najmniej korzystnych godzin w ciągu dnia tj. w godzinach 6:00 ÷ 22:00
  - ½ najmniej korzystnej godziny w ciągu nocy tj. w godzinach 22:00 ÷ 6:00

### 3.3 Wymagane parametry akustyczne przegród budowlanych wewnętrznych

Wymagania akustyczne dotyczące przegród budowlanych, określone są w normie PN-B-02151-03:2015 „Akustyka budowlana. Ochrona przed hałasem w budynkach. Wymagania dotyczące izolacyjności akustycznej przegród w budynkach i elementów budowlanych”.

Definicje parametrów akustycznych przegród budowlanych wewnętrznych:

- $R_{A1}$  – wskaźnik oceny izolacyjności akustycznej właściwej,
- $R'_{A1}$  – wskaźnik oceny izolacyjności akustycznej właściwej przybliżonej,
- $R_w$  – ważony wskaźnik izolacyjności akustycznej właściwej,
- $R'_w$  – ważony wskaźnik izolacyjności akustycznej właściwej przybliżonej,
- $D_{nT,A1}$  – wskaźnik oceny wzorcowej różnicy poziomów,
- $D_{nT,w}$  – ważony wskaźnik wzorcowej różnicy poziomów,
- $L'_{n,w}$  – ważony wskaźnik poziomu uderzeniowego znormalizowanego przybliżonego,
- $L_{n,w}$  – ważony wskaźnik poziomu uderzeniowego znormalizowanego.

Zależności między ww. parametrami opisują wzory:

- izolacyjność akustyczna od dźwięków powietrznych

- wskaźnik oceny izolacyjności akustycznej właściwej  $R_{A1}$ :

$$R_{A1} = R_w + C,$$

C – widmowy wskaźnik adaptacyjny

- wskaźnik oceny izolacyjności akustycznej przybliżonej  $R'_{A1}$ :

$$R'_{A1} = R'_w + C = R_w + C - K,$$

K – poprawka określająca wpływ przenoszenia bocznego w budynku na wartość  $R'_{A1}$  przegrody.

- izolacyjność akustyczna od dźwięków uderzeniowych

- ważony wskaźnik poziomu uderzeniowego znormalizowanego przybliżonego  $L'_{n,w}$

$$L'_{n,w} = L_{n,w} + K,$$

K – poprawka wynikająca z bocznego przenoszenia dźwięku między pomieszczeniami rozdzielonymi danym stropem.

➤ Izolacyjność akustyczna od dźwięków powietrznych w budynkach mieszkalnych i użyteczności publicznej

Wg tej normy (Tablica 3) wymagane wartości wskaźników  $R'_{A1}$  lub  $D_{nT,A1}$  nie powinny być mniejsze od wartości podanych poniżej (Tab. 6):

Lp.	Rodzaj przegrody	Rodzaj wskaźnika	Wartość wskaźnika [dB]
I	<b>Budynki szkół wyższych i placówek badawczych</b>		
	<b>Ściany i drzwi</b>		
I.1	Ściana między salami wykładowymi, audytoriami, salami konferencyjnymi	$R'_{A1}$	$\geq 48$
I.2	Ściana i drzwi między pomieszczeniami wyszczególnionymi w I.1, a obszarem komunikacji ogólnej		
I.2.1	- ściana bez drzwi oraz część pełna ściany z drzwiami	$R'_{A1}$	$\geq 48$
I.2.2	- drzwi	$R_{A1R}$	$\geq 35$
I.3	Ściana między salami wykładowymi, a ogólnodostępnymi pomieszczeniami sanitarnymi	$R'_{A1}$	$\geq 50$
I.4	Ściana między salami wykładowymi, a pomieszczeniami ze źródłami hałasu (laboratoria, pomieszczenia techniczne)	$R'_{A1}$	Określić indywidualnie <sup>a</sup> , przy zachowaniu warunku $\geq 55$ <sup>b</sup>
	<b>Stropy</b>		
I.5	Strop między pomieszczeniami wyszczególnionymi w I.1 w dowolnym układzie	$R'_{A1}$	$\geq 50$
I.6	Strop między pomieszczeniami wyszczególnionymi w I.1, a pomieszczeniem ze źródłami hałasu wyszczególnionymi w I.4	$R'_{A1}$	Jak I.4

<sup>a</sup> Przy indywidualnym określaniu wymagań należy uwzględnić przewidywane maksymalne poziomy hałasu w pomieszczeniu ze źródłami zakłóceń.

<sup>b</sup> Równocześnie należy spełnić wymaganie wg PN-B-02151-02 dotyczące dopuszczalnego poziomu hałasu przenikającego do pomieszczenia chronionego z pomieszczeń ze źródłami hałasu.

Tab. 6.

➤ Izolacyjność akustyczna od dźwięków uderzeniowych w budynkach mieszkalnych i użyteczności publicznej

Wg tej normy (Tablica 4) wymagane wartości wskaźnika  $L'_{n,w}$  nie powinny być większe od wartości podanych poniżej (Tab. 7):

Lp.	Rodzaj przegrody	Rodzaj wskaźnika	Wartość wskaźnika [dB]
I	<b>Budynki szkół wyższych i placówek badawczych</b>		
I.1	Poziom dźwięków uderzeniowych przenikających między salami wykładowymi, dydaktycznymi, audytoriami	$L'_{n,w}$	$\leq 58$
I.2	Poziom dźwięków uderzeniowych przenikających do pomieszczeń wyszczególnionych w I.1 z pomieszczeń o innym przeznaczeniu		
I.2.1	- z obszarów komunikacji ogólnej oraz pomieszczeń administracyjnych	$L'_{n,w}$	$\leq 58$
I.2.2	- z pomieszczeń ze źródłami zakłóceń akustycznych (laboratoria, pomieszczenia techniczne z urządzeniami instalacyjnymi wyposażenia budynku)	$L'_{n,w}$	Określić indywidualnie <sup>a</sup> , przy zachowaniu warunku $\geq 48$ <sup>b</sup>
<sup>a</sup> Przy indywidualnym określaniu wymagań należy uwzględnić przewidywane maksymalne poziomy hałasu w pomieszczeniu ze źródłami zakłóceń.			
<sup>b</sup> Równocześnie należy spełnić wymaganie wg PN-B-02151-02 dotyczące dopuszczalnego poziomu hałasu przenikającego do pomieszczenia chronionego z pomieszczeń ze źródłami hałasu.			

Tab. 7.

### 3.4 Wymagania w zakresie ochrony przed zagrożeniami wibracyjnymi

Głównym źródłem drgań w pomieszczeniach technicznych są różnego rodzaju urządzenia instalacyjne np. centrale wentylacyjne, transformatory itp. Urządzenia ze względu na swoją budowę oraz zasadę działania powodują występowanie w ich obrębie drgań.

Drgania przenoszone przez konstrukcję budynku mogą być źródłem tzw. hałasu materiałowego. Hałas materiałowy to dźwięki, które powstają jako dźwięki wtórne poprzez wzbudzenie powietrza do drgań przez drgające struktury np. ściany, stropy.

W Polsce istnieją dwie główne normy oceniające wpływ drgań na budynki oraz ludzi w budynkach tj:

- PN-B-02170:2016 – Ocena szkodliwości drgań przekazywanych przez podłoże na budynki.
- PN-B-02171:2017 – Ocena wpływu drgań na ludzi w budynkach.

W obu normach drgania ocenia się w tzw. pasmach 1/3 oktaowych.

W przypadku normy dotyczącej budynków, drgania ocenia się w pasmach 1/3 oktaowych o częstotliwościach środkowych 1-100 Hz.

W przypadku normy dotyczącej ludzi w budynkach, drgania ocenia się w pasmach 1/3 oktaowych o częstotliwościach środkowych 1-80 Hz.

## 4. Określenie i ocena parametrów akustycznych przegród budowlanych pomieszczenia technicznego

W pomieszczeniu technicznym sąsiadującym z salą wykładową będą się znajdować i pracować następujące urządzenia:

- Agregat wody lodowej EWWH120J-SS firmy Daikin o poziomie ciśnienia akustycznego w odległości 1m  $L_{pA} = 79$  dBA – 2 szt.
- Centrala wentylacyjna CNW1o mocy akustycznej  $L_W = 52$  dBA
- Wentylator kanałowy DRBI 80/50/8500TEC firmy Harmann o poziomie ciśnienia akustycznego w odległości 1m  $L_{pA} = 50$  dBA

Dla potrzeb analizy akustycznej przyjęto konkretne typy urządzeń, dopuszcza się ich zamianę na urządzenia równoważne. Jeżeli parametry akustyczne nowych urządzeń będą różnić się od urządzeń wzorcowych należy ponownie wykonać analizę akustyczną na koszt Wykonawcy.

➤ Ochrona sali wykładowej przed hałasem powietrznym

Sumaryczny poziom dźwięku od wszystkich zainstalowanych źródeł dźwięku w pomieszczeniu technicznym będzie wynosił 82 dBA.

Dopuszczalny poziom hałasu od urządzeń technicznych w sali wykładowej wynosi  $L_{Aeq} = 35$  dBA. Minimalna wymagana izolacyjność akustyczna przegrody pomiędzy salą wykładową i pomieszczeniem technicznym wynosi  $R'A1 = 55$  dB.

Biorąc pod uwagę wszystkie powyższe wartości należy przyjąć, że minimalna wymagana izolacyjność przegrody, tj.  $R'A1 = 55$  dB będzie wystarczająca do spełnienia wymagań w zakresie stopnia przenikania dźwięku z pomieszczenia technicznego do sali wykładowej.

Ściana między pomieszczeniem technicznym i salą wykładową wykonana jest cegły pełnej obustronnie otynkowanej. Całkowita grubość przegrody to ok. 67 cm.

Punktem wyjścia do wykonania obliczeń akustycznych jest wskaźnik izolacyjności akustycznej ściany z cegły pełnej. Zgodnie z danymi literaturowymi [15] jej wskaźnik izolacyjności akustycznej właściwej wynosi  $R_w = 57$  dB dla grubości 51 cm co oznacza że przy grubości ściany 67 cm wartość ta wzrośnie do 67 dB.

➤ ściana między pomieszczeniem technicznym i salą wykładową:

- tynk - 1,0 cm,
- cegła pełna - 67,0 cm,
- tynk - 1,0 cm:
- ważony wskaźnik izolacyjności akustycznej właściwej –  
 **$R_w = 67$  dB,**
- wskaźnik oceny izolacyjności akustycznej właściwej –  
 **$R_{A1} = 66$  dB ( $C = -1$  dB),**
- projektowy wskaźnik oceny izolacyjności akustycznej właściwej –  
 **$R_{A1R} = 64$  dB,**
- wskaźnik oceny izolacyjności akustycznej właściwej przybliżonej –  
 **$R'A1 = 61$  dB ( $K = 3$  dB),**
- *wartość wskaźnika  $R'A1$  wyższa od wymaganego o 6 dB – zgodna z normą;*

➤ Ochrona sali wykładowej przed hałasem uderzeniowym (materiałowym)

Wszelkie rodzaje instalacji technicznych powinny być montowane w sposób elastyczny do elementów konstrukcyjnych budynku, których praca może przenosić drgania na sąsiadujące pomieszczenia chronione przed hałasem. Wszystkie elementy instalacji, tj. rury itp. mocować za pomocą wieszaków i uchwytów z przekładkami wibroakustycznymi. W przepustach przewodów instalacyjnych przez stropy i ściany należy stosować trwale sprężyste przekładki, pianę akustyczną np. Soudal Flexi Foam lub wełnę mineralną. Otwarte elementy instalacji np. kanały wentylacyjne należy zabezpieczyć otulinami izolacyjnymi np. K-Flex K-Fonik ST GK 072, Armacell ArmaComfort AB Alu Plus.

Podłogę w pomieszczeniu technicznym należy wykonać jako podłogę pływającą z warstwą wibroakustyczną pod wylewką (styropian akustyczny lub wełna mineralna o sztywności dynamicznej  $SD < 15 \text{ MN/m}^3$ ). Zamiennie można wykonać dedykowany pływający fundament dla każdego z urządzeń oddzielnie lub grupy urządzeń. Warstwą wibroakustyczną może być wełna mineralna lub specjalistyczna mata akustyczna np. Isolgomma Megamat. Trzecią opcją jest posadowienie urządzeń na dedykowanych wibroizolatorach. Doboru ich powinna dokonać firma specjalizująca się w wibroakustyce.

Ogólne wytyczne dla podłóg pływających:

- masa wylewki lub fundamentu powinna być równa lub większa 2,5-krotności ciężaru urządzenia lub urządzeń na nich stojących. Ciężar urządzenia liczyć razem ze wszystkimi płynami i wyposażeniem,
- grubość wylewki lub fundamentu nie powinna być mniejsza niż 10 cm,
- wylewka powinna być wykonana z betonu z siatką zbrojeniową,
- częstotliwość rezonansowa warstwy wibroakustycznej powinna być tak dobrana by zapewnić minimum 85% tłumienia danego urządzenia.

Jeżeli producent urządzeń posiada swoje wytyczne w zakresie ich posadowienia, mocowania i ochrony przed drganiami, stosować je należy w pierwszej kolejności.

Wszystkie wymienione wyżej materiały podano jako referencyjne i dopuszcza się rozwiązania równoważne spełniające wymogi opracowanej dokumentacji projektowej.

## **5. Analiza akustyczna oddziaływania na środowisko w zakresie emisji hałasu z dachu garażu**

Hałas powodowany przez eksploatację urządzeń na dachu garażu można zakwalifikować jako „Pozostałe obiekty i działalność będąca źródłem hałasu”. Emisja będzie odbywała się wyłącznie w porze dziennej. W związku z tym wykonano symulację rozchodzenia się hałasu pochodzącego wraz z analizą jego wpływu na okoliczne budynki w porze dziennej. Zgodnie z pkt. 3.1 dopuszczalne wartości poziomu dźwięku w okolicy garażu wynoszą:

- teren w strefie śródmiejskiej miast powyżej 100 tys. mieszkańców. Dla tej kategorii terenu dopuszczalna wartość poziomu hałasu wynosi 55 dB w porze dziennej.

### **5.1 Model komputerowy hałasu instalacyjnego**

Na dachu garażu przewiduje się występowanie powierzchniowych, stacjonarnych źródeł hałasu instalacyjnego. Źródła te zostały rozmieszczone w modelu komputerowym na dachu garażu zgodnie z danymi otrzymanymi od Zleceniodawcy.

Zestawienie źródeł stacjonarnych wraz z poziomami dźwięku w odległości 1 metra od urządzeń przedstawione jest w tabeli – Tab.8.

Źródło dźwięku	Poziom dźwięku w odl. 1m - pora dzienna [dBA]	Ilość – szt.
Jednostka zewnętrzna agregatu wody lodowej	78	2

Tab. 8.

### 4.3 Wyniki symulacji komputerowej hałasu zewnętrznego z dachu garażu

Poniżej w tabeli – Tab. 9 przedstawiono wyniki symulacji komputerowej - obliczone wartości hałasu powodowanego przez urządzenia na dachu garażu, dopuszczalne wartości hałasu w środowisku powodowanego przez pozostałe obiekty i działalność będącą źródłem hałasu, do których zalicza się hałas pochodzący z dachu garażu oraz ewentualne przekroczenia.

Na rysunku – Rys.3 przedstawiono lokalizację receptorów na sąsiadujących budynkach.

Receptor	Kondygnacja	Hałas pochodzący z planowanej inwestycji		Dopuszczalny poziom hałasu		Przekroczenie	
		Dzień	Noc	Dzień	Noc	Dzień	Noc
1	1	53,7	-	55	-	0	-
	2	55,0	-	55	-	0	-
	3	55,0	-	55	-	0	-
	4	54,9	-	55	-	0	-
	5	54,7	-	55	-	0	-
2	1	52,8	-	55	-	0	-
	2	53,9	-	55	-	0	-
	3	53,9	-	55	-	0	-
	4	53,7	-	55	-	0	-
	5	53,5	-	55	-	0	-
3	1	50,9	-	55	-	0	-
	2	52	-	55	-	0	-
	3	51,9	-	55	-	0	-
	4	51,8	-	55	-	0	-
4	1	50,6	-	55	-	0	-
	2	52,6	-	55	-	0	-
	3	52,6	-	55	-	0	-
	4	52,5	-	55	-	0	-
5	1	49,6	-	55	-	0	-

	2	51,7	-	55	-	0	-
	3	51,6	-	55	-	0	-
	4	51,6	-	55	-	0	-
	5	51,5	-	55	-	0	-
6	1	50	-	55	-	0	-
	2	53,5	-	55	-	0	-
	3	53,5	-	55	-	0	-
	4	53,4	-	55	-	0	-
	5	53,2	-	55	-	0	-
7	1	50,3	-	55	-	0	-
	2	54,6	-	55	-	0	-
	3	54,6	-	55	-	0	-
	4	54,4	-	55	-	0	-
	5	54,2	-	55	-	0	-
8	1	48,8	-	55	-	0	-
	2	52,7	-	55	-	0	-
	3	52,7	-	55	-	0	-
	4	52,6	-	55	-	0	-
	5	52,4	-	55	-	0	-
9	1	52,3	-	55	-	0	-
	2	54,1	-	55	-	0	-
	3	54,1	-	55	-	0	-
	4	54	-	55	-	0	-
	5	53,9	-	55	-	0	-
10	1	50,6	-	55	-	0	-
	2	51,7	-	55	-	0	-
	3	51,9	-	55	-	0	-
	4	51,8	-	55	-	0	-
	5	51,7	-	55	-	0	-
11	1	53	-	55	-	0	-
	2	53,5	-	55	-	0	-
	3	53,6	-	55	-	0	-
	4	53,5	-	55	-	0	-
	5	53,3	-	55	-	0	-
12	1	53,6	-	55	-	0	-
	2	53,9	-	55	-	0	-
	3	53,9	-	55	-	0	-
	4	53,8	-	55	-	0	-
	5	53,6	-	55	-	0	-
13	1	53,9	-	55	-	0	-
	2	54,7	-	55	-	0	-
	3	54,7	-	55	-	0	-
	4	54,6	-	55	-	0	-
	5	54,4	-	55	-	0	-
14	1	52,7	-	55	-	0	-
	2	54,2	-	55	-	0	-
	3	54,2	-	55	-	0	-
	4	54,1	-	55	-	0	-
	5	54	-	55	-	0	-
15	1	54,7	-	55	-	0	-
	2	58,2	-	55	-	3,2	-
	3	58,1	-	55	-	3,1	-
	4	57,7	-	55	-	2,7	-
	5	57,1	-	55	-	2,1	-
16	1	52,8	-	55	-	0	-



	2	55,4	-	55	-	0	-
	3	55,4	-	55	-	0,4	-
	4	55,2	-	55	-	0,2	-
	5	54,8	-	55	-	0	-
17	1	51,2	-	55	-	0	-
	2	54,2	-	55	-	0	-
	3	54,2	-	55	-	0	-
	4	54,1	-	55	-	0	-
	5	53,9	-	55	-	0	-

Tab. 9.

Na rysunku – Rys.4 przedstawiono mapę rozchodzenia się hałasu pochodzącego z dachu garażu w porze dziennej na wysokości 4 metrów wykonaną w programie SoundPLAN Essential 5.1.

Powyższy wynik symulacji pokazuje, że występują przekroczenia dopuszczalnego poziomu dźwięku na elewacji jednego z sąsiadujących budynków. Aby spełnić wymagania zawarte w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 1 października 2012r. zmieniającym rozporządzenie w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku (Dz. U. 2012r. Nr 0, poz. 1109) należy zastosować jedno z dwóch rozwiązań:

- Obniżyć emitowany poziom dźwięku z każdego z agregatów wody lodowej z 78 dBA do 74 dBA w odległości 1 metra.
- Przesłonić od strony zachodniej i południowej (w kształt litery L) agregaty żaluzjami akustycznymi o wskaźniku izolacyjności akustycznej  $R_w = 13$  dB i wysokości większej od 1 metr od górnej krawędzi agregatu. Wymiary żaluzji przedstawiono na rysunku – Rys. 6.

- Symulacja komputerowa hałasu zewnętrznego z dachu garażu dla agregatów z obniżoną mocą akustyczną

Poniżej w tabeli – Tab. 10 przedstawiono wyniki symulacji komputerowej - obliczone wartości hałasu powodowanego przez urządzenia na dachu garażu, dopuszczalne wartości hałasu w środowisku powodowanego przez pozostałe obiekty i działalność będącą źródłem hałasu, do których zalicza się hałas pochodzący z dachu garażu oraz ewentualne przekroczenia.

Receptor	Kondygnacja	Hałas pochodzący z planowanej inwestycji		Dopuszczalny poziom hałasu		Przekroczenie	
		Dzień	Noc	Dzień	Noc	Dzień	Noc
1	1	49,7	-	55	-	0	-
	2	51,1	-	55	-	0	-
	3	51,1	-	55	-	0	-
	4	50,9	-	55	-	0	-
	5	50,7	-	55	-	0	-
2	1	48,8	-	55	-	0	-
	2	49,9	-	55	-	0	-
	3	49,9	-	55	-	0	-
	4	49,7	-	55	-	0	-
	5	49,5	-	55	-	0	-

3	1	46,9	-	55	-	0	-
	2	48	-	55	-	0	-
	3	47,9	-	55	-	0	-
	4	47,8	-	55	-	0	-
4	1	46,6	-	55	-	0	-
	2	48,6	-	55	-	0	-
	3	48,6	-	55	-	0	-
	4	48,5	-	55	-	0	-
5	1	45,6	-	55	-	0	-
	2	47,7	-	55	-	0	-
	3	47,6	-	55	-	0	-
	4	47,6	-	55	-	0	-
	5	47,5	-	55	-	0	-
6	1	46	-	55	-	0	-
	2	49,5	-	55	-	0	-
	3	49,5	-	55	-	0	-
	4	49,4	-	55	-	0	-
	5	49,2	-	55	-	0	-
7	1	46,3	-	55	-	0	-
	2	50,6	-	55	-	0	-
	3	50,6	-	55	-	0	-
	4	50,4	-	55	-	0	-
	5	50,2	-	55	-	0	-
8	1	44,8	-	55	-	0	-
	2	48,7	-	55	-	0	-
	3	48,7	-	55	-	0	-
	4	48,6	-	55	-	0	-
	5	48,4	-	55	-	0	-
9	1	48,3	-	55	-	0	-
	2	50,1	-	55	-	0	-
	3	50,1	-	55	-	0	-
	4	50	-	55	-	0	-
	5	49,9	-	55	-	0	-
10	1	46,6	-	55	-	0	-
	2	47,7	-	55	-	0	-
	3	47,9	-	55	-	0	-
	4	47,8	-	55	-	0	-
	5	47,7	-	55	-	0	-
11	1	49	-	55	-	0	-
	2	49,5	-	55	-	0	-
	3	49,6	-	55	-	0	-
	4	49,5	-	55	-	0	-
	5	49,3	-	55	-	0	-
12	1	49,6	-	55	-	0	-
	2	49,9	-	55	-	0	-
	3	49,9	-	55	-	0	-
	4	49,8	-	55	-	0	-
	5	49,6	-	55	-	0	-
13	1	49,9	-	55	-	0	-
	2	50,7	-	55	-	0	-
	3	50,7	-	55	-	0	-
	4	50,6	-	55	-	0	-
	5	50,4	-	55	-	0	-
14	1	48,7	-	55	-	0	-
	2	50,2	-	55	-	0	-

	3	50,2	-	55	-	0	-
	4	50,1	-	55	-	0	-
	5	50	-	55	-	0	-
15	1	50,7	-	55	-	0	-
	2	54,2	-	55	-	0	-
	3	54,1	-	55	-	0	-
	4	53,7	-	55	-	0	-
	5	53,1	-	55	-	0	-
16	1	48,8	-	55	-	0	-
	2	51,4	-	55	-	0	-
	3	51,4	-	55	-	0	-
	4	51,2	-	55	-	0	-
	5	50,8	-	55	-	0	-
17	1	47,2	-	55	-	0	-
	2	50,2	-	55	-	0	-
	3	50,2	-	55	-	0	-
	4	50,1	-	55	-	0	-
	5	49,9	-	55	-	0	-

Tab. 10.

Na rysunkach – Rys.5 przedstawiono mapę rozchodzenia się hałasu pochodzącego z dachu garażu w porze dziennej na wysokości 4 metrów wykonaną w programie SoundPLAN Essential 5.1.

- Symulacja komputerowa hałasu zewnętrznego z dachu garażu po zastosowaniu żaluzji akustycznych

Poniżej w tabeli – Tab. 11 przedstawiono wyniki symulacji komputerowej - obliczone wartości hałasu powodowanego przez urządzenia na dachu garażu, dopuszczalne wartości hałasu w środowisku powodowanego przez pozostałe obiekty i działalność będącą źródłem hałasu, do których zalicza się hałas pochodzący z dachu garażu oraz ewentualne przekroczenia.

Receptor	Kondygnacja	Hałas pochodzący z planowanej inwestycji		Dopuszczalny poziom hałasu		Przekroczenie	
		Dzień	Noc	Dzień	Noc	Dzień	Noc
1	1	42,7	-	55	-	0	-
	2	44,8	-	55	-	0	-
	3	46,7	-	55	-	0	-
	4	48,3	-	55	-	0	-
	5	50,1	-	55	-	0	-
2	1	46,8	-	55	-	0	-
	2	49,3	-	55	-	0	-
	3	49,7	-	55	-	0	-
	4	50	-	55	-	0	-
	5	50,7	-	55	-	0	-
3	1	47,1	-	55	-	0	-
	2	48,8	-	55	-	0	-
	3	48,9	-	55	-	0	-
	4	49,1	-	55	-	0	-
4	1	48,2	-	55	-	0	-

	2	50,8	-	55	-	0	-
	3	50,8	-	55	-	0	-
	4	50,8	-	55	-	0	-
5	1	48	-	55	-	0	-
	2	50,4	-	55	-	0	-
	3	50,4	-	55	-	0	-
	4	50,3	-	55	-	0	-
	5	50,2	-	55	-	0	-
6	1	48,1	-	55	-	0	-
	2	52,3	-	55	-	0	-
	3	52,2	-	55	-	0	-
	4	52,1	-	55	-	0	-
	5	51,9	-	55	-	0	-
7	1	48,8	-	55	-	0	-
	2	53,5	-	55	-	0	-
	3	53,5	-	55	-	0	-
	4	53,3	-	55	-	0	-
	5	53,1	-	55	-	0	-
8	1	47,1	-	55	-	0	-
	2	51,6	-	55	-	0	-
	3	51,6	-	55	-	0	-
	4	51,4	-	55	-	0	-
	5	51,3	-	55	-	0	-
9	1	51,4	-	55	-	0	-
	2	53,1	-	55	-	0	-
	3	53,1	-	55	-	0	-
	4	53	-	55	-	0	-
	5	52,8	-	55	-	0	-
10	1	49,6	-	55	-	0	-
	2	50,8	-	55	-	0	-
	3	50,8	-	55	-	0	-
	4	50,7	-	55	-	0	-
	5	50,5	-	55	-	0	-
11	1	52,1	-	55	-	0	-
	2	52,8	-	55	-	0	-
	3	52,8	-	55	-	0	-
	4	52,6	-	55	-	0	-
	5	52,4	-	55	-	0	-
12	1	52,7	-	55	-	0	-
	2	53,3	-	55	-	0	-
	3	53,3	-	55	-	0	-
	4	53	-	55	-	0	-
	5	52,8	-	55	-	0	-
13	1	52,8	-	55	-	0	-
	2	53,3	-	55	-	0	-
	3	53,3	-	55	-	0	-
	4	53,2	-	55	-	0	-
	5	53	-	55	-	0	-
14	1	51,6	-	55	-	0	-
	2	52,4	-	55	-	0	-
	3	52,4	-	55	-	0	-
	4	52,4	-	55	-	0	-
	5	52,3	-	55	-	0	-
15	1	45,1	-	55	-	0	-
	2	49,9	-	55	-	0	-

	3	51,5	-	55	-	0	-
	4	53,6	-	55	-	0	-
	5	54,6	-	55	-	0	-
16	1	46,4	-	55	-	0	-
	2	51,4	-	55	-	0	-
	3	51,6	-	55	-	0	-
	4	51,7	-	55	-	0	-
	5	51,8	-	55	-	0	-
17	1	45,4	-	55	-	0	-
	2	50,4	-	55	-	0	-
	3	50,6	-	55	-	0	-
	4	50,6	-	55	-	0	-
	5	50,7	-	55	-	0	-

Tab. 11.

Na rysunku – Rys.7 przedstawiono mapę rozchodzenia się hałasu pochodzącego z dachu garażu w porze dziennej na wysokości 4 metrów wykonaną w programie SoundPLAN Essential 5.1.

## 6. Podsumowanie

Obecna ściana między pomieszczeniem technicznym i salą wykładową jest wystarczająca pod względem ochrony przed hałasem powietrznym.

Posadowienie i mocowanie urządzeń oraz innych elementów instalacji zgodnie z wytycznymi z punktu 4 niniejszego opracowania zapewni dodatkowo ochronę sali wykładowej przed hałasem materiałowym.

Wykonana symulacja emisji hałasu z urządzeń zlokalizowanych na dachu garażu wykazała występowanie przekroczeń w zakresie dopuszczalnego poziomu dźwięku na elewacji jednego z sąsiadujących budynków. Zastosowanie jednego z dwóch zaproponowanych zabezpieczeń przeciwhałasowych (obniżona moc akustyczna lub żaluzje akustyczne) spowoduje spadek emitowanego hałasu i tym samym niwelację przekroczeń.

Obliczone poziomy hałasu emitowanego z dachu garażu po zastosowaniu każdego z dwóch zabezpieczeń nie przekraczają wartości dopuszczalnych poziomów dźwięku na sąsiadujących budynkach w porze dziennej.

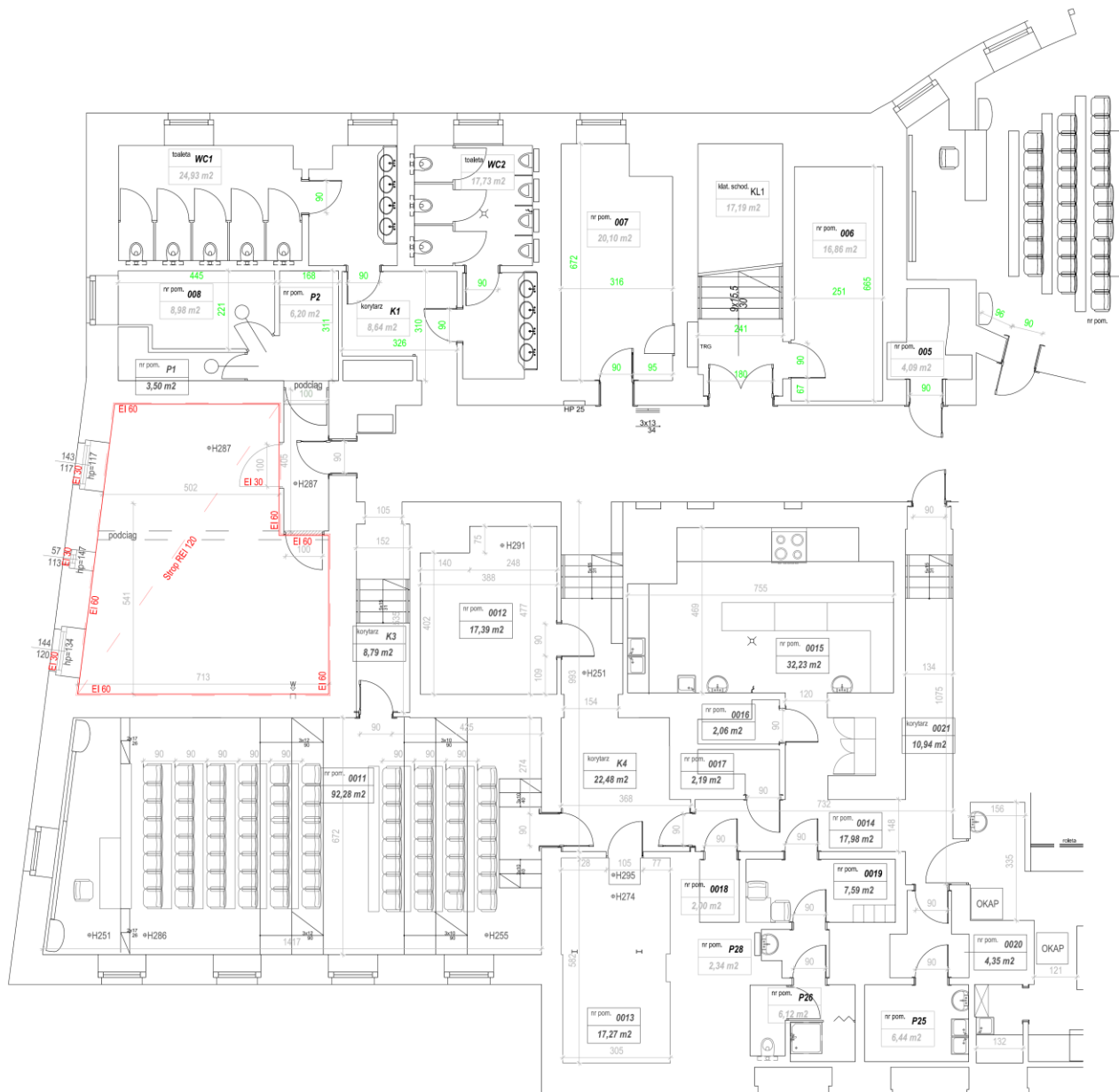
Przeprowadzona symulacja rozchodzenia się hałasu z dachu garażu pokazuje, że Inwestycja po zastosowaniu zabezpieczeń przeciwhałasowych będzie spełniać wymagania zawarte w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 1 października 2012r. zmieniającym rozporządzenie w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku (Dz. U. 2012r. Nr 0, poz. 1109), a tym samym że nie będzie negatywnie wpływać na środowisko i najbliższą chronioną zabudowę.

Dokumentację przygotował mgr inż. Joachim Migda

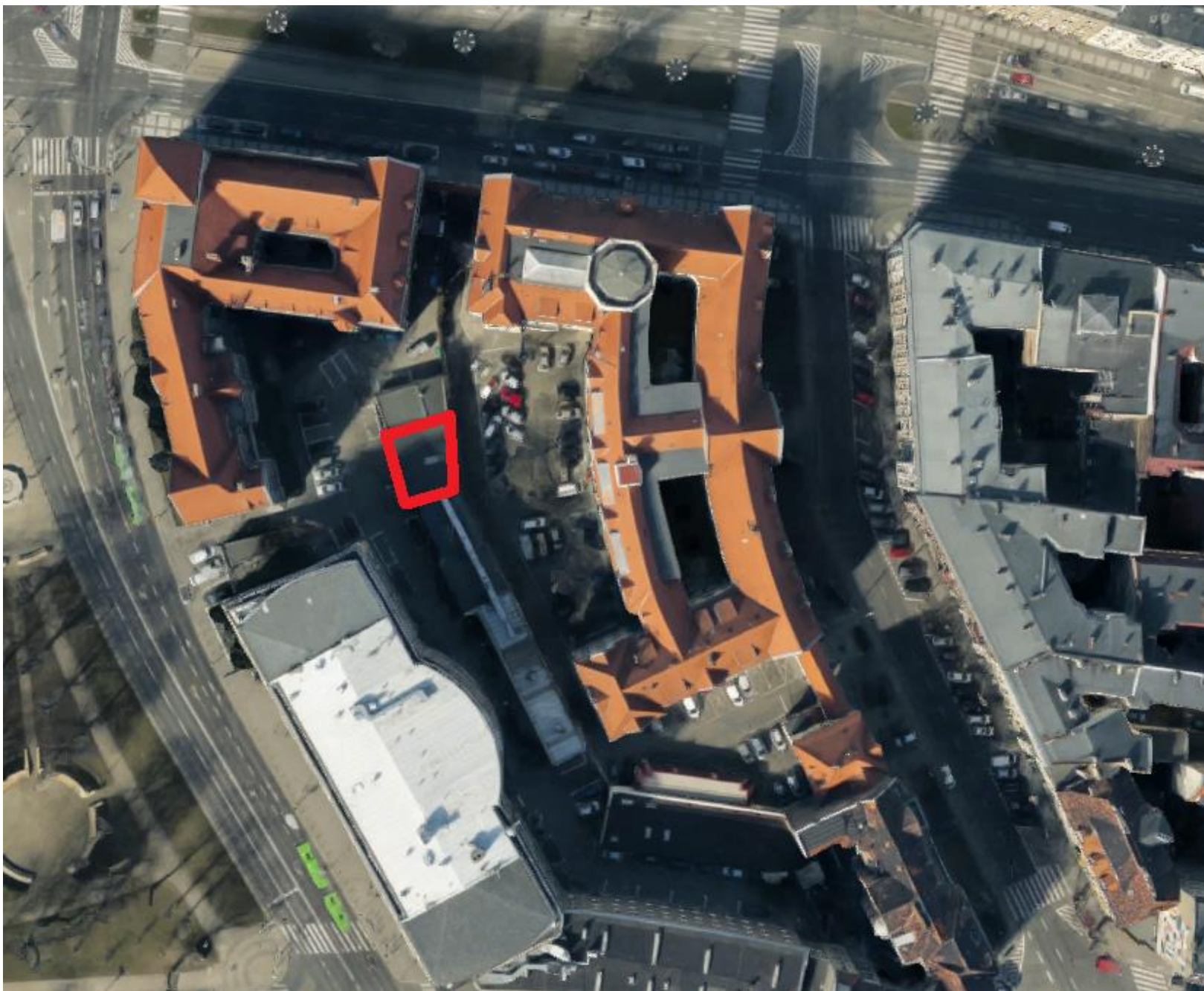
**Joachim Migda Acoustics**  
 ul. Anielin 1/1; 05-800 Pruszków  
 mobile: +48 660 472 030  
 e-mail: biuro@jmacoustics.pl  
 NIP 622-238-46-42



## II. RYSUNKI

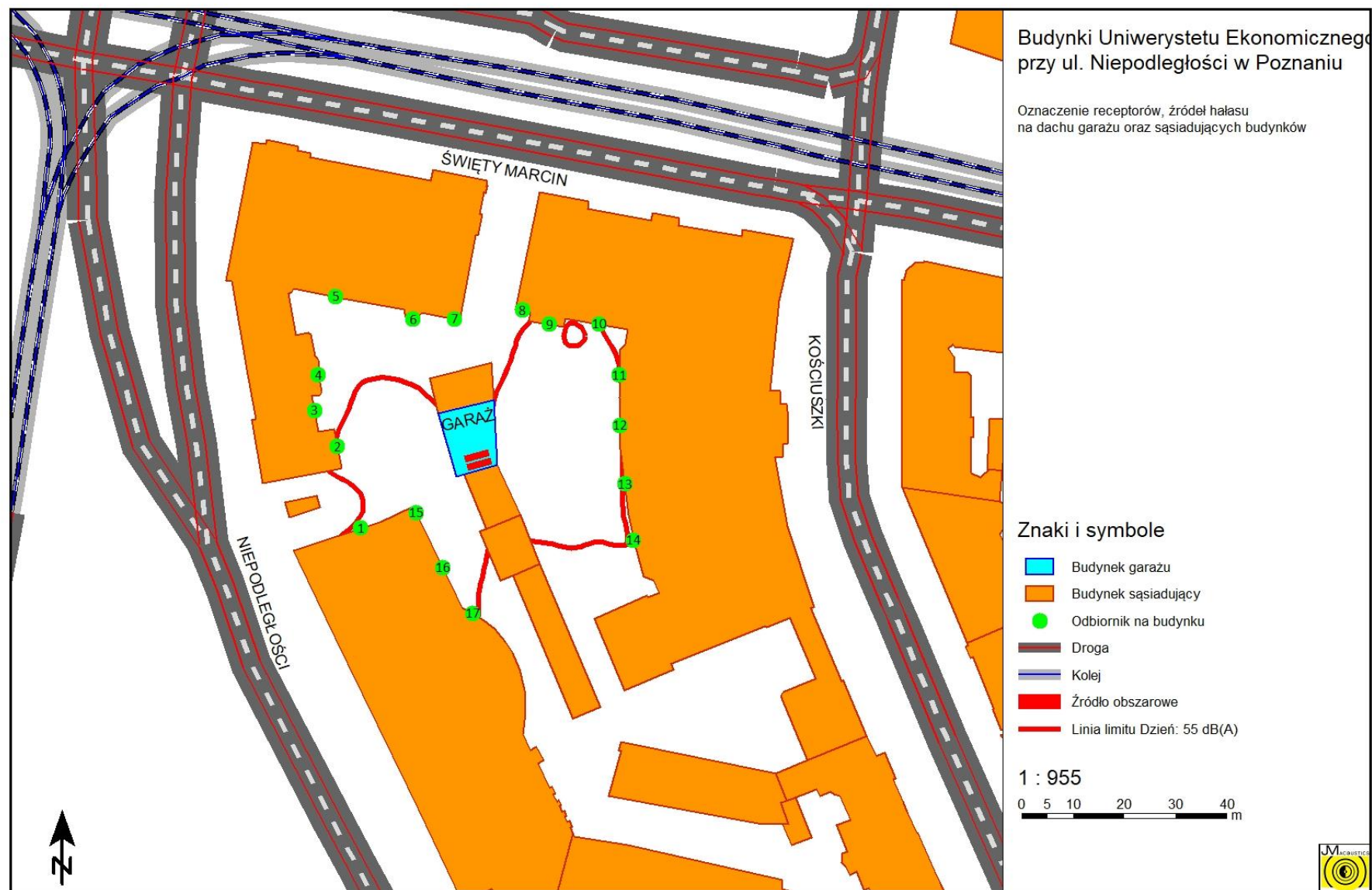


**Rys. 1** Pomieszczenie techniczne zlokalizowane w przyziemiu budynku „A” Uniwersytetu Ekonomicznego przy ul. Niepodległości w Poznaniu.

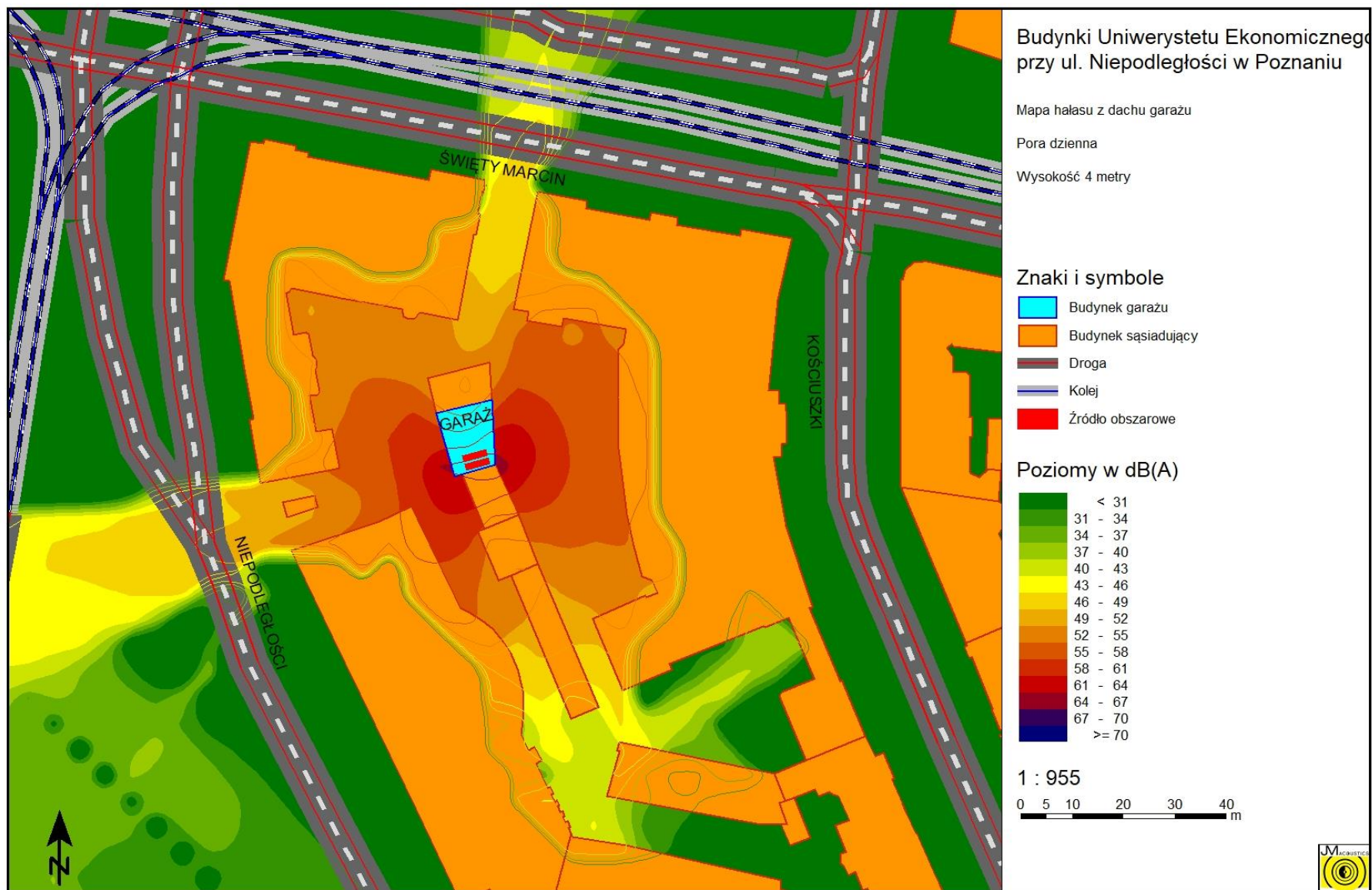


Rys. 2 Lokalizacja garażu z urządzeniami instalacyjnymi na dziedzińcu między budynkami Uniwersytetu Ekonomicznego przy ul. Niepodległości w Poznaniu.



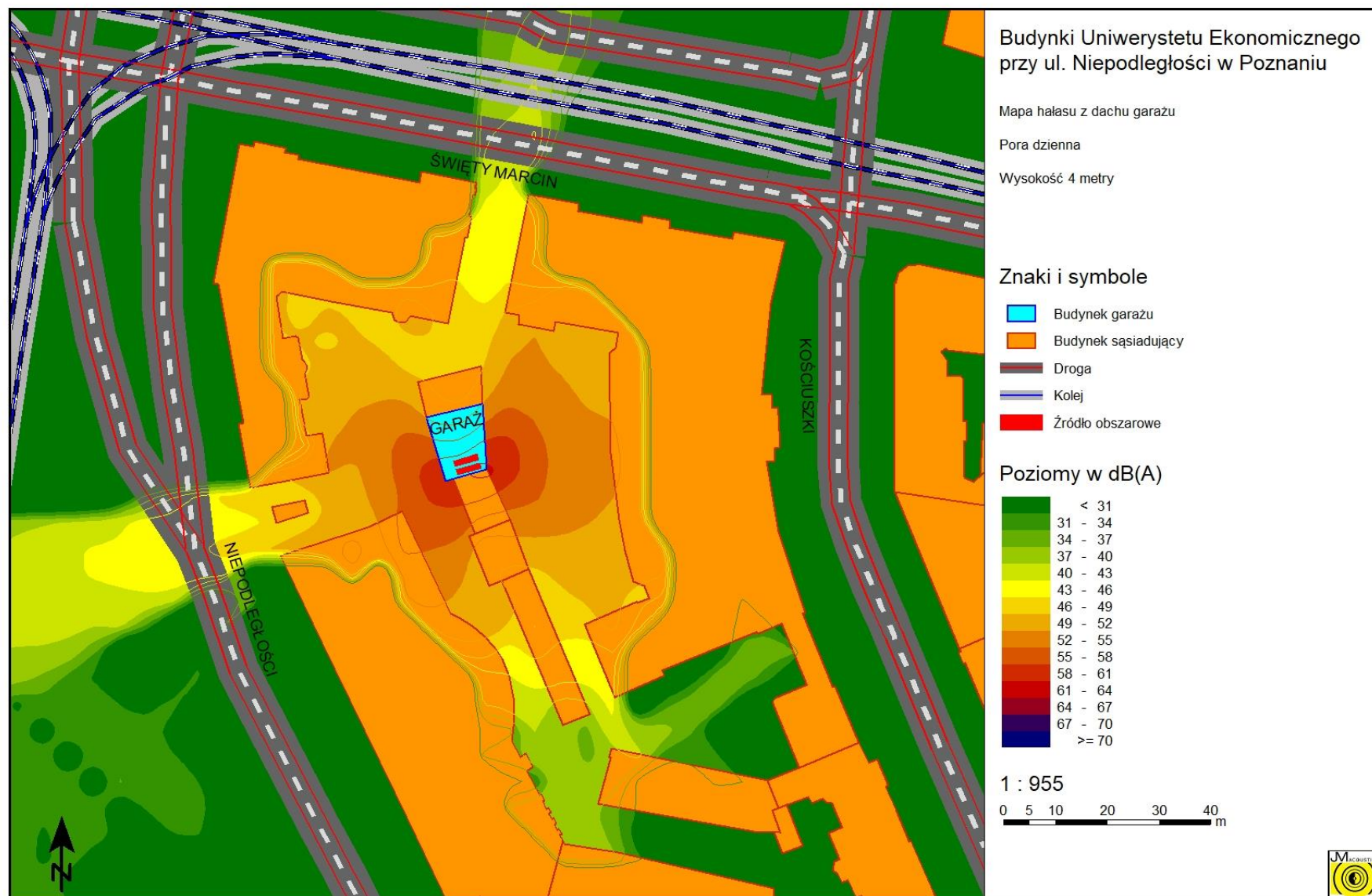


Rys. 3 Lokalizacja receptorów na sąsiadujących budynkach.

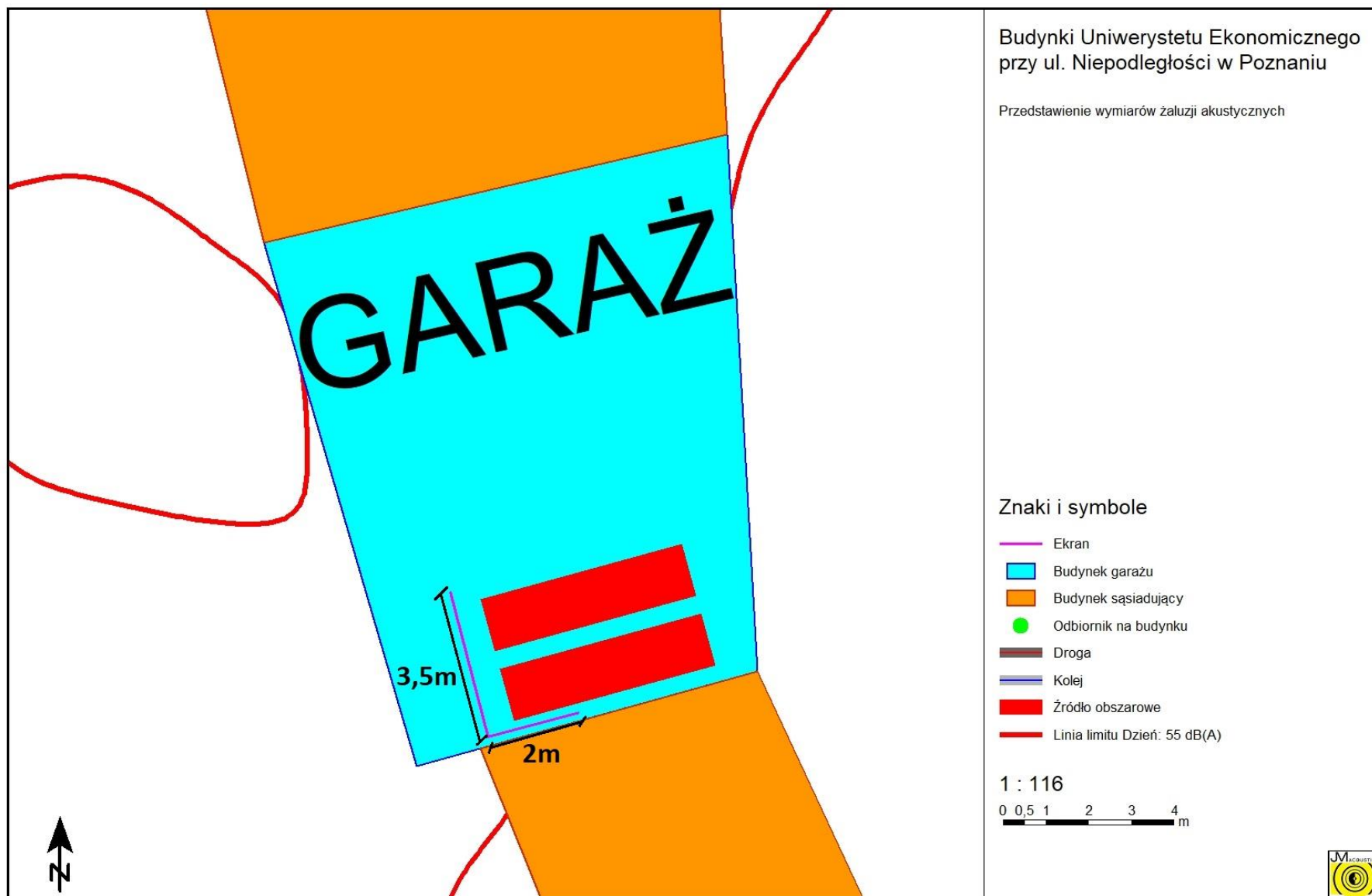


Rys. 4 Mapa hałasu pochodzącego z dachu garażu na wysokości 4 metrów w porze dziennej.

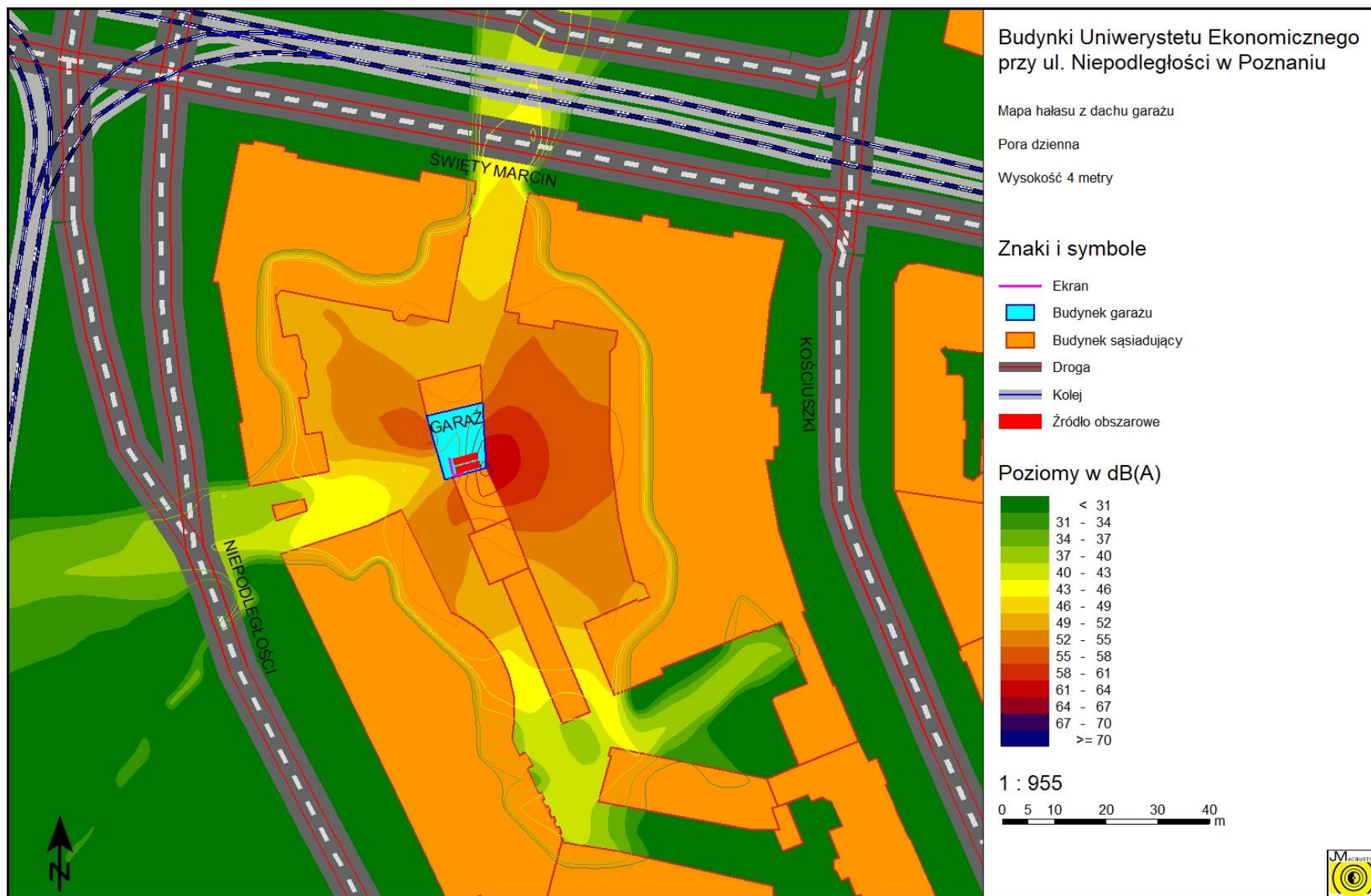




Rys. 5 Mapa hałasu pochodzącego z dachu garażu na wysokości 4 metrów w porze dziennej przy obniżonej emisji poziomu dźwięku z agregatów wody lodowej.



Rys. 6 Wymiary żaluzji akustycznych na dachu garażu.



**Rys. 7** Mapa hałasu pochodzącego z dachu garażu na wysokości 4 metrów w porze dziennej przy zastosowaniu żaluzji akustycznych.