



Katalog danych dotyczących infrastruktury przemysłowej

Opracował:
Tomasz Malec

06.12.2023

www.kfb-acoustics.com

KATALOG DANYCH DOTYCZĄCYCH DZIAŁALNOŚCI PRZEMYSŁOWEJ W POLSCE W ODNIESIENIU DO WYMAGAŃ DYREKTYWY 2015/996

Zamawiający:

Główny Inspektorat Ochrony Środowiska
ul. Wawelska 52/54
00-922 Warszawa

Wykonujący

KFB Acoustics Sp. z o.o.
ul. Mydlana 7
51-502 Wrocław

Autor wiodący

dr inż. Tomasz Malec – kierownik zespołu

Współautorzy

dr inż. Barbara Rudno-Rudzińska
mgr inż. Justyna Chojnacka
mgr inż. Aleksandra Klimek

Recenzenci wewnętrzni

dr inż. Filip Barański
dr inż. Radosław Kucharski
mgr inż. Patrycja Chacińska
mgr inż. Bartosz Chmielewski

Recenzenci

mgr inż. Marek Jucewicz
dr hab. inż. Tadeusz Wszolek

Nadzór merytoryczny GIOŚ

Katarzyna Kaczorowska
Paulina Piłaszek
Anna Taras

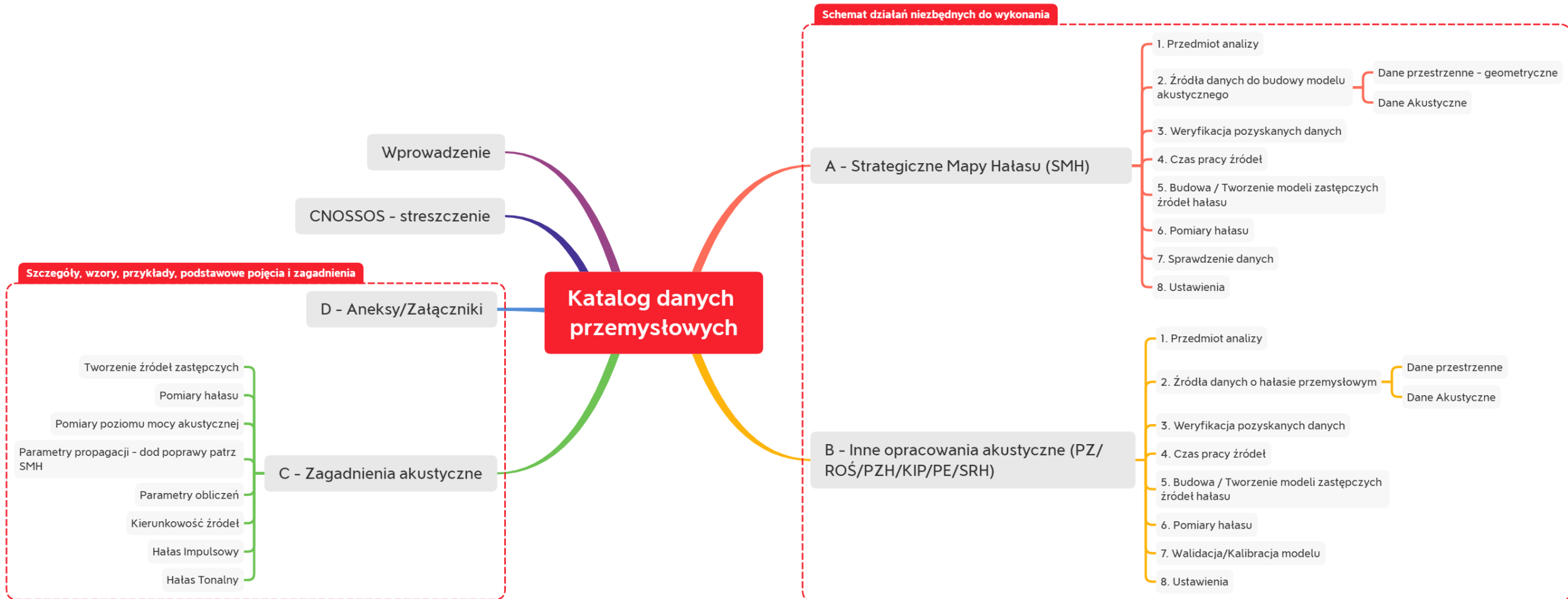
Nr projektu **842-20P-LBA-1**
Wersja dokumentu **3.1**
Wrocław, 18 maja 2021



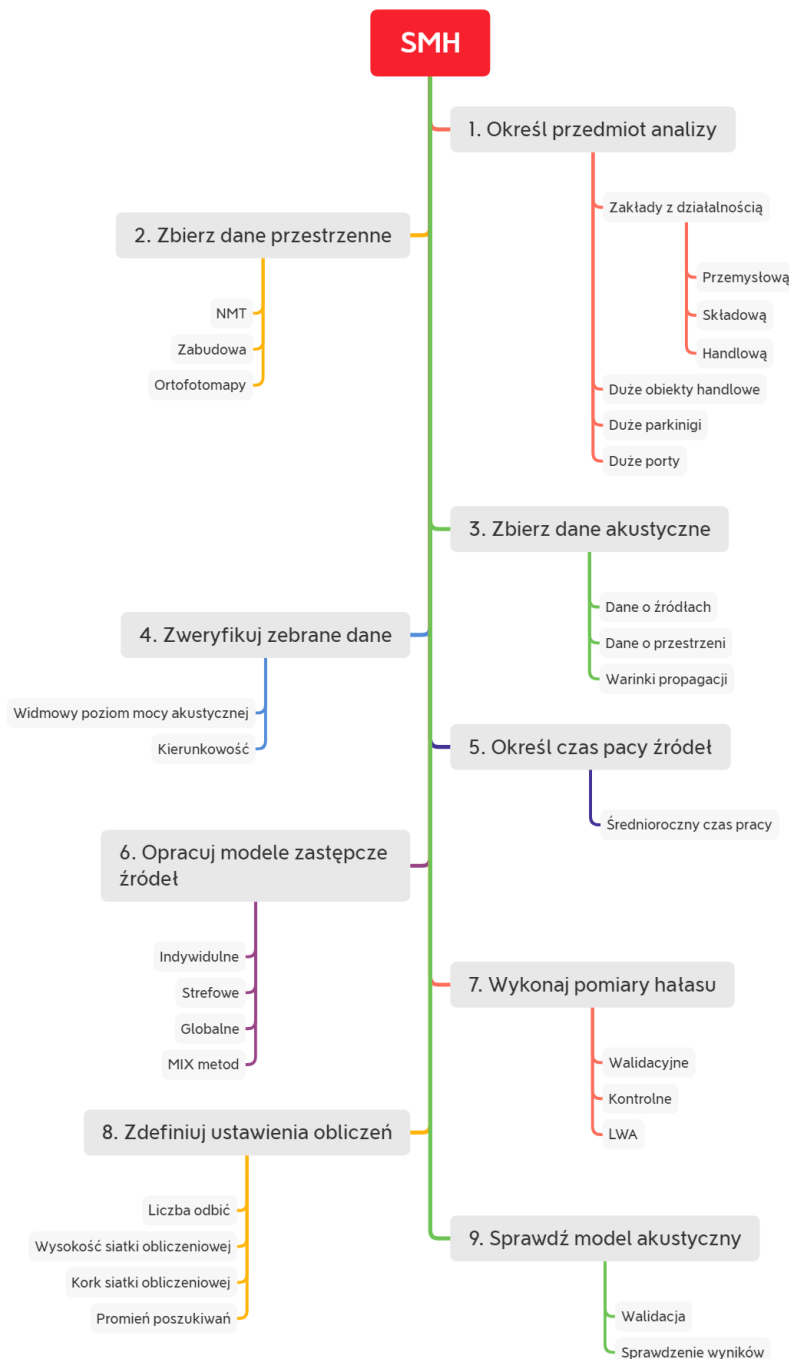
KATALOG DANYCH PRZEMYSŁOWYCH



- Data opracowania: 18.05.2021
- Czas realizacji projektu: 6 miesięcy
- Materiał recenzowany zewnętrznie i wewnętrznie
- Opracowanie dostępne publicznie na stronach GIOŚ - <https://www.gov.pl/web/gios/opracowania>



STRATEGICZNE MAPY HAŁASU

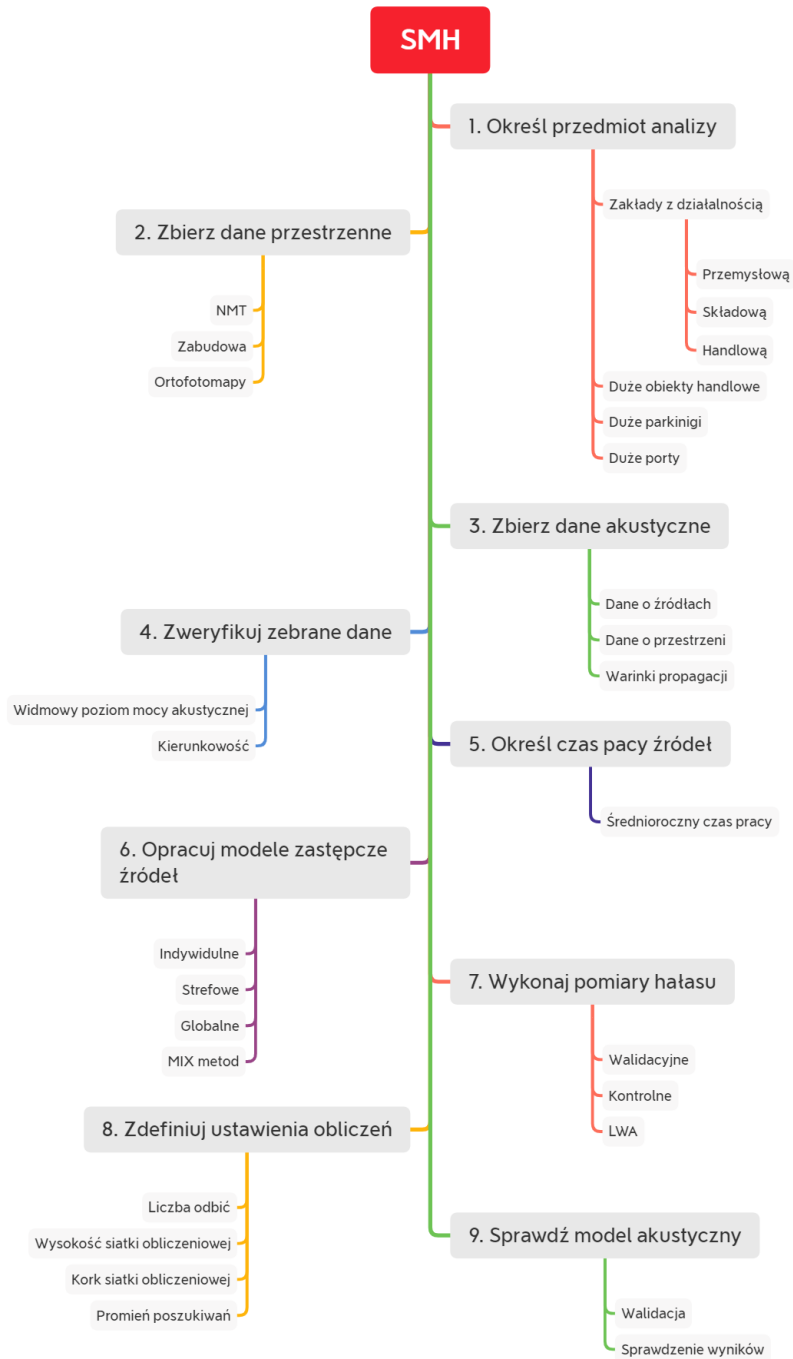


A.1 Przedmiot analizy

Przedmiotem analiz Strategicznych Map Hałasu [SMH] w zakresie hałasu przemysłowego są:

- zakłady z działalnością przemysłową, składową lub transportową,
- obiekty handlowe o powierzchni sprzedaży powyżej 5000 m²,
- parkingi powyżej 300 miejsc parkingowych przy obiektach użyteczności publicznej oraz działające w systemie Parkuj i Jedź,
- porty do obsługi statków o nośności większej niż 1350 t, z wyłączeniem przystani dla promów.

Stopień szczegółowości SMH jest ściśle powiązany z celem map i musi odzwierciedlać ten sam poziom istotności. Sposoby wyboru obiektów objętych mapowaniem w ramach SMH szczegółowo opisano *Dobrych praktykach wykonywania strategicznych map hałasu* [20]

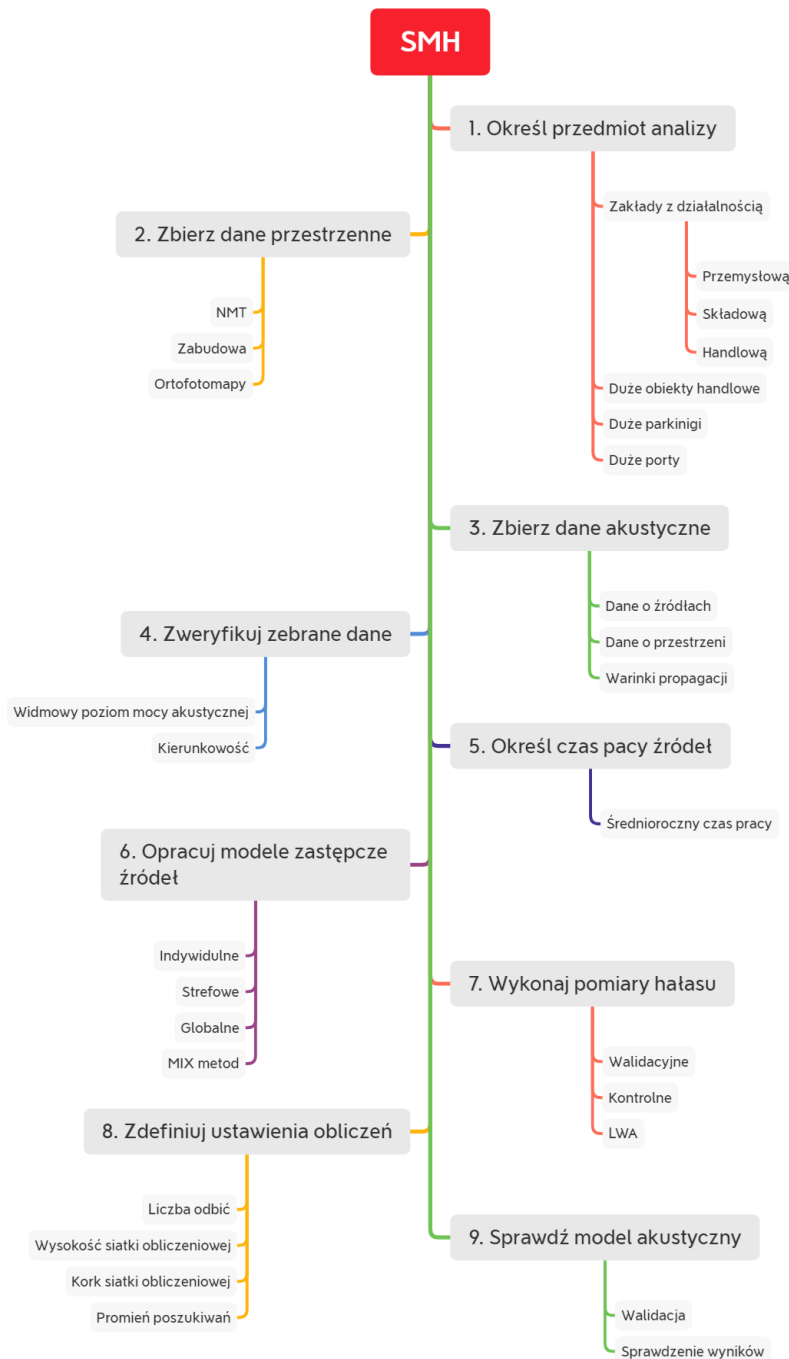


STRATEGICZNE MAPY HAŁASU



Rysunek A.2 Główne elementy składowe pełnej inwentaryzacji danych o źródłach hałasu przemysłowego [źródło: <https://aci.acoucou.org>]

STRATEGICZNE MAPY HAŁASU



A.2.2.1 Dane o źródłach - inwentaryzacja i parametry emisji

Proces zbierania danych o źródłach podzielić można na **dwa etapy**. Pierwszym jest **inwentaryzacja źródeł**, w ramach której identyfikowane są obiekty emitujące hałas do środowiska. Drugim jest **określenie poziomu emisji** od zidentyfikowanych źródeł.

Pozyskiwanie pełnych i kompletnych informacji o źródłach hałasu obiektów przemysłowych jest procesem wieloetapowym. W tym celu konieczne jest nawiązanie współpracy z Zarządzającym źródłami, którymi są podmioty gospodarcze niezależne od Zlecającego wykonanie mapy.

Komentarz:

W obecnym porządku prawnym brak przepisów stwierdzających konieczność przekazywania danych przez Zarządców zakładów przemysłowych, co utrudnia ich pozyskiwanie.

STRATEGICZNE MAPY HAŁASU



SMH

1. Określ przedmiot analizy

- Zakłady z działalnością
 - Przemysłową
 - Składową
 - Handlową
- Duże obiekty handlowe
- Duże parkingi
- Duże porty

2. Zbierz dane przestrzenne

- NMT
- Zabudowa
- Ortofotomapy

3. Zbierz dane akustyczne

- Dane o źródłach
- Dane o przestrzeni
- Warunki propagacji

4. Zweryfikuj zebrane dane

- Widmowy poziom mocy akustycznej
- Kierunkowość

5. Określ czas pracy źródeł

- Średnioroczny czas pracy

6. Opracuj modele zastępcze źródeł

- Indywidualne
- Strefowe
- Globalne
- MIX metod

7. Wykonaj pomiary hałasu

- Walidacyjne
- Kontrolne
- LWA

8. Zdefiniuj ustawienia obliczeń

- Liczba odbić
- Wysokość siatki obliczeniowej
- Kork siatki obliczeniowej
- Promień poszukiwań

9. Sprawdź model akustyczny

- Walidacja
- Sprawdzenie wyników

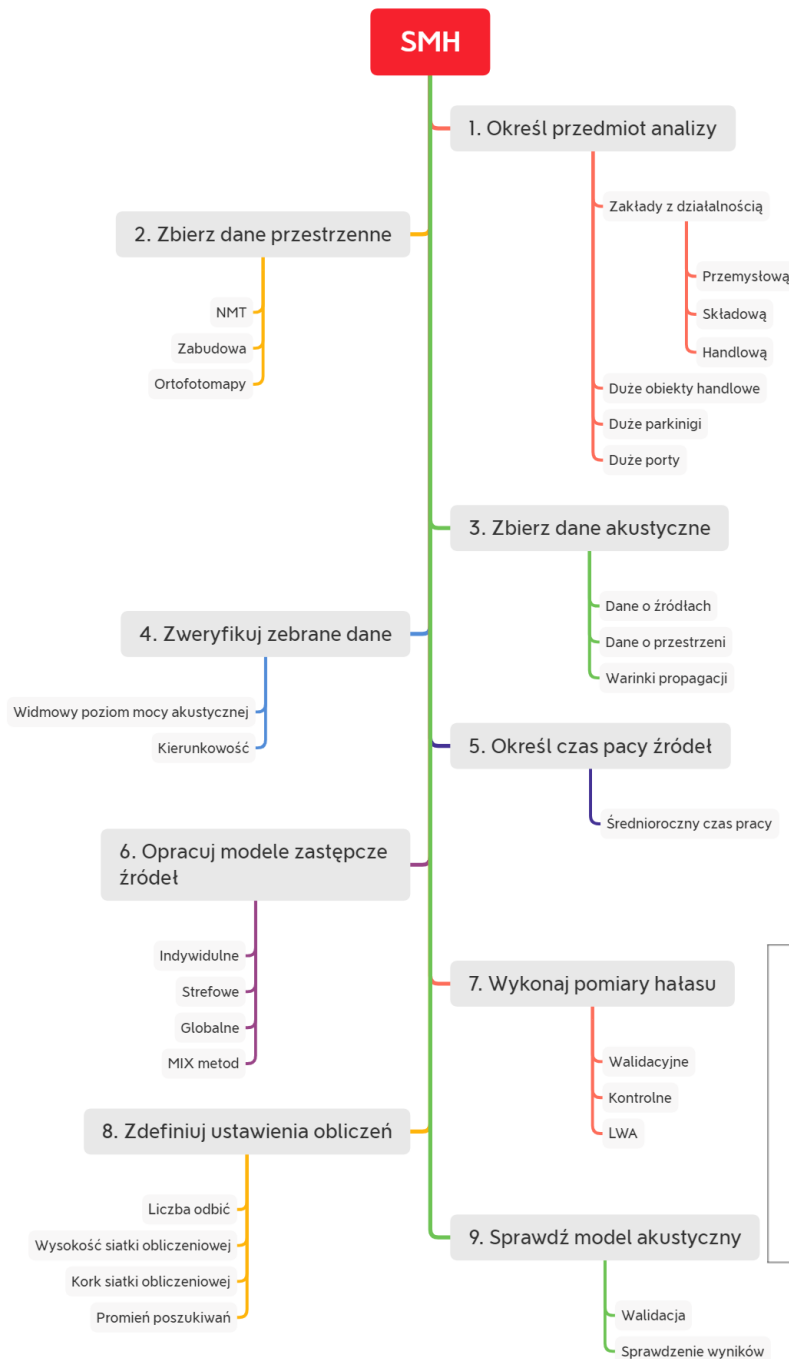
W celu zebrania danych, można przeprowadzić z zakładem ankietę umożliwiającą zebranie danych już dostępnych. W tym celu, Zamawiający może zapewnić Wykonawcy wsparcie w gromadzeniu takich danych (np. list intencyjny, oficjalna korespondencja urzędowa, itp.)⁴. Pozyskiwane informacje powinny odzwierciedlać stan za rok poprzedzający sporządzenie mapy. Przykład ankiety podano w Rozdziale D.4. Wszelkie informacje wypełnia się w zależności od ich dostępności. W przypadku posiadania danych bardziej ogólnych należy również je zgromadzić i skatalogować (np. średnia liczba pojazdów na 24h, bez podziału na porę dnia, wieczora i nocy).

⁴ Ponieważ zbieranie tego typu danych jest procesem czasochłonnym, dobrą praktyką jest przeprowadzenia takich badań ankietowych w odrębnym procesie, przed przystąpieniem do właściwej realizacji Strategicznej Mapy Hałasu.

D.4 Ankieta – przykład

Tabela D.2 Przykładowa ankieta zbierania danych akustycznych

1A	Osoba kontaktowa ze strony Wykonawcy mapy hałasu:	Imię Nazwisko: Telefon: E-mail:		
1B	Osoba kontaktowa ze strony zakładu:	Imię Nazwisko: Telefon: E-mail:		
2	Czy zakład posiada Pozwolenie zintegrowane		TAK	NIE
2A	Jeżeli TAK, proszę o przygotowanie i przekazanie: Część akustyczna z wniosku o pozwolenie (część tekstowa, załączniki graficzne, załączniki z danymi wprowadzonymi do modelu akustycznego):			
				<input type="checkbox"/>
	Część akustycznej pozwolenia (informacje o źródłach, punktach/obszarach kontrolnych, standardach akustycznych):			
				<input type="checkbox"/>
3	Czy w ramach budowy/rozbudowy zakładu opracowywany był Raport Oddziaływania na Środowisko		TAK	NIE
3A	Jeżeli TAK, proszę o przygotowanie i przekazanie: Część akustycznej raportu (część tekstowa, załączniki graficzne, załączniki z danymi wprowadzonymi do modelu akustycznego):			
				<input type="checkbox"/>
4	Czy zakład posiada Plan Zarządzania Hałasem		TAK	NIE
4A	Jeżeli TAK, proszę o przygotowanie i przekazanie: Kompletnej treści planu:			
				<input type="checkbox"/>
	Osobę kontaktową odpowiedzialną za zarządzanie:			
				<input type="checkbox"/>
5	Czy zakład posiada Decyzję o dopuszczalnym poziomie hałasu		TAK	NIE
5A	Jeżeli TAK, proszę o przygotowanie i przekazanie: Treści decyzji:			
				<input type="checkbox"/>
	Wyników ostatnich akredytowanych pomiarów poziomu hałasu:			
				<input type="checkbox"/>
	Wyników wcześniejszych akredytowanych pomiarów poziomu hałasu:			
				<input type="checkbox"/>
6	Dane przestrzenne			
	Plan Zagospodarowania Terenu			<input type="checkbox"/>
	Karty działów wraz z lokalizacją i nazwą urządzeń (szczegółowość danych zależy od dostępności danych)			<input type="checkbox"/>
	Siatki komunikacyjne na terenie zakładu (główne drogi transportowe, miejsca postojów, miejsca rozładunków/załadunków parkingi)			<input type="checkbox"/>
7	Dane o ruchu (kolej, drogi, parkingi)			
7A	Czy na terenie zakładu odbywa się transport kolejowy		TAK	NIE
	Jeżeli TAK, proszę o przygotowanie i przekazanie: Średniej liczby składów kolejowych w porze dnia (6-18)			
				szt.
	Średniej liczby wagonów jednego składu w porze dnia (6-18)			
				szt.
	Średniej liczby składów kolejowych w porze wieczoru (18-22)			
				szt.



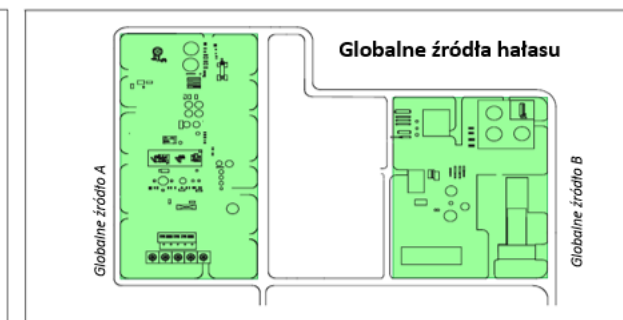
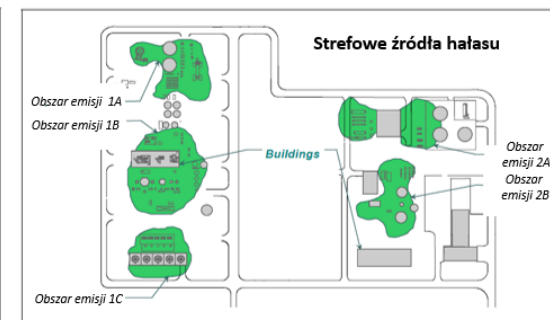
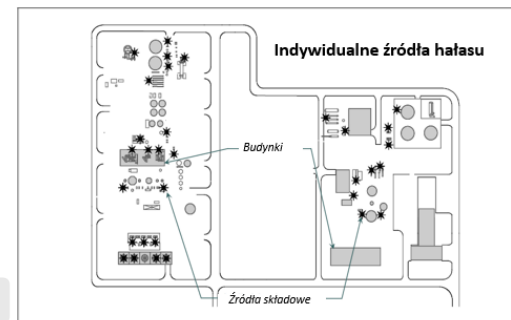
A.5 Tworzenie modeli zastępczych źródeł

Tworzenie modeli zastępczych źródeł hałasu stanowi najważniejszy element budowy modelu akustycznego źródeł hałasu przemysłowego. Proces ten polega na zastąpieniu realnych miejsc emisji hałasu (elementów urządzeń, całych urządzeń, obszarów, instalacji, zakładów) jednym z trzech typów zastępczych źródeł (punktowe, liniowe, powierzchniowe). Równoważne źródło zastępcze może składać z jednego lub wielu typów źródeł zastępczych.

Zagadnienie związane z tworzeniem modelu zastępczych źródeł bardziej szczegółowo zostało opisane w Rozdziale C.1.

W zależności od wymagań dotyczących szczegółowości danych wejściowych oraz istotności oddziaływania danego źródła, grupy źródeł czy obszaru, w tworzeniu modeli zastępczych źródeł wyróżnić można trzy podejścia:

- Indywidualne źródła hałasu,
- Strefowe źródła hałasu,
- Globalne źródła hałasu.



A.8 Sprawdzenie modelu akustycznego

Sprawdzenie modelu akustycznego opracowanego na potrzeby SMH jest procesem dwu etapowym, składającym się z walidacji całego modelu i sprawdzenia wyników obliczeń.

Etap 1 – Walidacja model akustycznego

Sprawdzenie modelu powinno się odbywać poprzez:

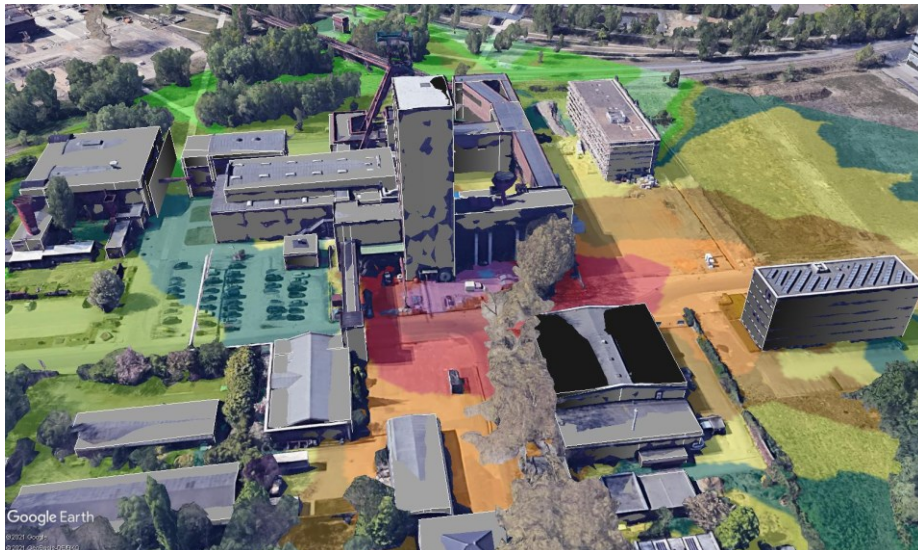
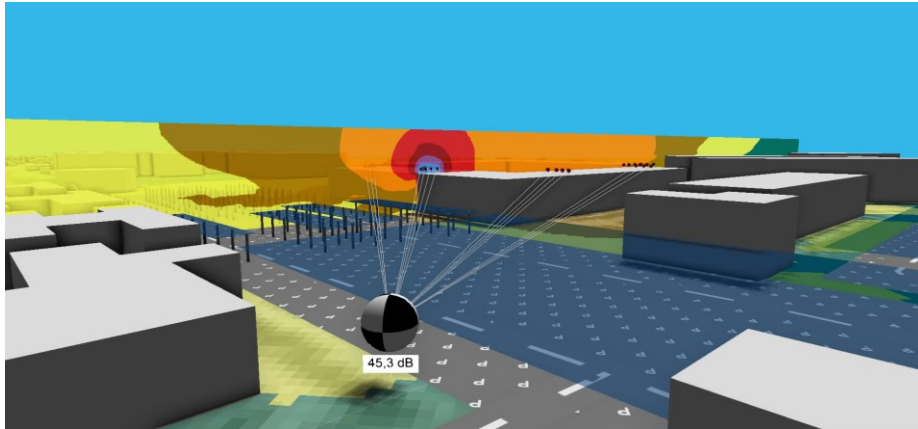
- Kontrolę wizualną modelu 3D (Rysunek A.15, Rysunek A.14), w tym:
 - geometrię terenu (brak wystrzelonych w górę punktów, dziwnych załamań, itp),
 - geometrię budynków (brak budynków „do nieba”, zbyt uproszczona geometria, budynki „pod powierzchnią ziemi”),
 - lokalizację źródeł (lokalizacja źródeł na dachach i przy ścianach, przebieg źródeł liniowych).
- Przegląd tabel z danymi wprowadzonymi do modelu, poprzez ich przesortowanie po wartościach max/min, sprawdzając:
 - poziom mocy akustycznej,
 - wysokość usytuowania,
 - chłonność akustyczną budynków (współczynnik α),
 - współczynnik gruntu G ,
 - pozostałe, inne istotne współczynniki dla danego obiektu,
- Weryfikacja parametrów i ustawień obliczeń.
- Przegląd ankiet i danych zgromadzonych w trakcie wywiadu oraz wybiórcze sprawdzenie tych danych z wprowadzonymi do modelu akustycznego.

Etap 2 – sprawdzenie wyników obliczeń

W przypadku SMH przeprowadzanie pełnej kalibracji wszystkich elementów modelu akustycznego (poziomu mocy akustycznej, kierunkowości źródeł i propagacji fali akustycznej) jest praktycznie nie wykonalne. Przy SMH mówić można jedynie o sprawdzeniu wyników pomiarów w oparciu o własne pomiary walidacyjne. Do oceny jakości danych wejściowych poziomu emisji hałasu ze źródeł zaleca się używanie 2,0 dB dB kryterium oceny⁹. Do oceny wyników pomiarów wokół zakładu zaleca się używanie kryterium 2,5 dB¹⁰ (parz: Rozdział B.8 – wzór B.1).

Dodatkowo, jeżeli przeprowadzono pomiary poziomu mocy akustycznej, to możliwe jest przeprowadzanie kalibracji przy użyciu metod opisanych w Rozdziale C.2.2.

W kolejnych iteracjach mapowania akustycznego, kiedy dostępne będą pomiary dla długookresowych wskaźników L_{DWN} i L_N , możliwe będzie przeprowadzanie pełniejszej kalibracji.



C. ZAGADNIENIA AKUSTYCZNE	58
C.1 TWORZENIE ŹRÓDEŁ ZASTĘPCZYCH	58
C.1.1 ZASADY OGÓLNE.....	58
C.1.2 ŹRÓDŁA NIERUCHOME / STACJONARNE.....	59
C.1.3 ŹRÓDŁA RUCHOME / NIESTACJONARNE.....	68
C.1.4 KIERUNKOWOŚĆ ŹRÓDEŁ.....	82
C.1.5 SYTUOWANIE ŹRÓDEŁ PRZY OBIEKTACH.....	88
C.1.6 REALIZACJA NUMERYCZNA ZASTĘPCZYCH ŹRÓDEŁ HAŁASU	90
C.2 POMIARY HAŁASU W ŚRODOWISKU	91
C.2.1 KONTROLNE	91
C.2.2 KALIBRACYJNE I WERYFIKACYJNE.....	101
C.2.3 WALIDACYJNE.....	103
C.2.4 RAPORTOWANIE POMIARÓW	104
C.2.5 WYBRANE ZAGADNIENIA PRAKTYCZNE	105
C.2.6 POMIARY NIETYPOWYCH ŹRÓDEŁ HAŁASU	117
C.2.7 NAJCZĘSTSZE BŁĘDY I PROBLEMY	124
C.3 POMIAR POZIOMU MOCY AKUSTYCZNEJ	124
C.3.1 ZASADY OGÓLNE.....	124
C.3.2 ZALECANE METODY	125
C.3.2.1 PN-EN ISO374x.....	128
C.3.2.2 PN-EN ISO 9614.....	130
C.3.2.3 PN-ISO 8297	130
C.3.2.4 PN-EN ISO 12354-4.....	131
C.3.3 PRZYDATNE METODY	132
C.3.3.1 DIN 45635-47	133
C.3.4 INŻYNIERSKIE METODY	133
C.3.5 NAJCZĘSTSZE BŁĘDY I PROBLEMY	140
C.4 WPLYW PARAMETRÓW MODELU AKUSTYCZNEGO NA WYNIKI.....	141
C.4.1 PARAMETRY AKUSTYCZNE.....	141
C.4.2 PARAMETRY OBLICZEŃ	150
C.5 RODZAJE HAŁASU O WIĘKSZEJ UCIAŻLIWOŚCI	157
C.5.1 HAŁAS IMPULSOWY.....	157
C.5.2 HAŁAS TONALNY.....	163
D. ANEKSY	167
D.1 TEORETYCZNE MODELE ŹRÓDEŁ	167
D.1.1 WPROWADZENIE.....	167
D.1.2 ŹRÓDŁO PUNKTOWE	167
D.1.3 ŹRÓDŁO LINIOWE	169

D.1.4 ŹRÓDŁO POWIERZCHNIOWE.....	171
D.2 PROPAGACJA DŹWIĘKU	174
D.3 PRZEGLĄD METOD OCENY HAŁASU TONALNEGO	178
D.4 ANKIETA – PRZYKŁAD.....	179
D.5 SKORYGOWANE WIDMO HAŁASU – KRZYWA A	181
D.6 KOMPETENCJE ZAWODOWE.....	183

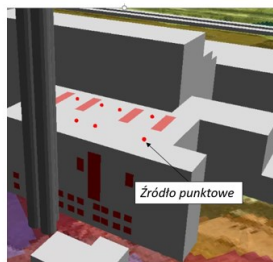
- Ponad 100 stron praktycznych opisów zasad prowadzenia pomiarów i modelowania akustycznego obiektów przemysłowych
- Wiele przykładów obliczeń dla rzeczywistych obiektów
- Kompendium wiedzy dla inżynierów

C1 TWORZENIE ŹRÓDEŁ ZASTĘPCZYCH

Rodzaje źródeł



Zdjęcie wentylatora - źródła hałasu



Widok z modelu - punktowe źródło zastępcze

Rysunek C.1. Rzeczywiste źródło hałasu przemysłowego i jego model zastępczy w programie obliczeniowym - źródło punktowe

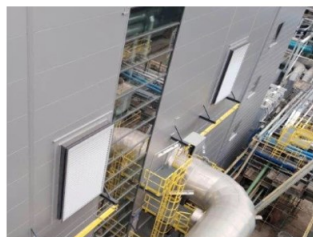


Zdjęcie taśmociągu - źródło hałasu

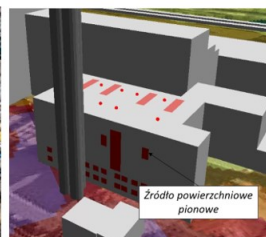


Widok z modelu - liniowe źródło zastępcze

Rysunek C.2. Rzeczywiste źródło hałasu przemysłowego i jego model zastępczy w programie obliczeniowym - źródło liniowe



Zdjęcie czepnia - źródła hałasu



Widok z modelu - powierzchniowe pionowe źródło zastępcze

Rysunek C.3. Rzeczywiste źródło hałasu przemysłowego i jego model zastępczy w programie obliczeniowym - źródło powierzchniowe pionowe

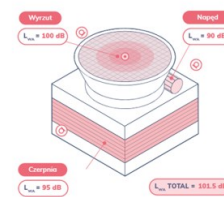
Źródła nieruchome:

- punktowe,
- liniowe,
- powierzchniowe.

Źródła złożone



Zdjęcie chłodni wentylatorowej modkrej - źródła hałasu

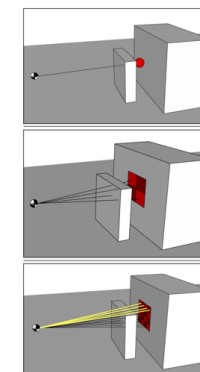


Widok z modelu - 1 powierzchniowe źródło pionowe (czepnia) i 2 punktowe źródła zastępcze (wyrzut i napęd)

Rysunek C.5. Model zastępczy złożonego (opracowanie własne i acf.acoucou.org.)

Obliczenie równoważnego poziomu mocy akustycznej źródła powierzchniowego	
Dane wejściowe:	
$N = 15$	(liczba źródeł na obszarze)
$L_{WA} = 95,0 \text{ dB}$	(poziom mocy akustycznej pojedynczej centrali wentylacyjnej)
$S = 5569,7 \text{ m}^2$	(pole powierzchni analizowanego obszaru)
$t_p = 4,024 \text{ h}$	(czas pracy w ciągu jednej doby - tylko pora dnia)
$t_r = 180 \text{ dni}$	(liczba dni pracujących w roku)
$t_{r_0} = [365 \text{ dni roku} - 113 \text{ dni wolnych w roku}] \times [5 \text{ dni pracy} / 7 \text{ dni tygodnia}] = 180 \text{ dni}$	
↓	
Dane dla modelu akustycznego:	
$L_{WA,eq,T} = 69,3 \text{ dB}$	(poziom mocy akustycznej na jednostkę powierzchni 1 m^2)
$L_{WA,eq,T} = L_{WA} + 10 \log_{10}(N) - 10 \log_{10}(S) = 95,0 + 11,8 - 37,5 = 69,3 \text{ dB/m}^2$	
$C_{wp} = -7,8 \text{ dB}$	(poprawka korekcyjna, uwzględniająca dobowy i roczny czas pracy)
$C_{pr} = 10 \cdot \log_{10}\left(\frac{t_p}{24}\right) - \frac{t_r}{365} = 10 \cdot \log_{10}\left(\frac{4,024}{24}\right) - \frac{180}{365} = -7,8 \text{ dB}$	
Ceny odniesienia: $t_r = 12 \text{ h}$, $t_r = 365 \text{ dni}$	
$L_{WA,eq,T} = L_{WA,eq,T} + C_{wp} + C_{pr} = 69,3 - 7,8 + 61,5 \text{ dB/m}^2$	(równoważny poziom mocy akustycznej na jednostkę powierzchni 1 m^2 w czasie odniesienia T równym średniorocznemu pora dnia)
W praktyce w programie obliczeniowym definiuje czas pracy źródła można wstawić dla porównania $t = 1,97 \text{ h}$ (średnioroczny czas pracy źródła). Przy poprawianiu zdefiniowanym czasie odniesienia dla porównania $T = 12 \text{ h}$, program sam obliczy poprawkę korekcyjną C_{wp} i do modelu akustycznego można wprowadzić obliczony wartość $L_{WA,eq,T}$	

Zasady modelowania



A. Źródło powierzchniowe reprezentowane przez pojedyncze źródło punktowe

$$L_{pA} = 42,0 \text{ dB}$$

B. Źródło powierzchniowe reprezentowane przez 4 segmenty

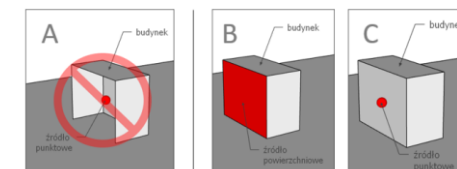
$$L_{pA} = 42,0 \text{ dB}$$

C. Źródło powierzchniowe reprezentowane przez 16 segmentów

$$L_{pA} = 44,5 \text{ dB}$$

4 promienie docierają bezpośrednio do receptora

Rysunek C.6 Reprezentacja źródła powierzchniowego w modelu akustycznym

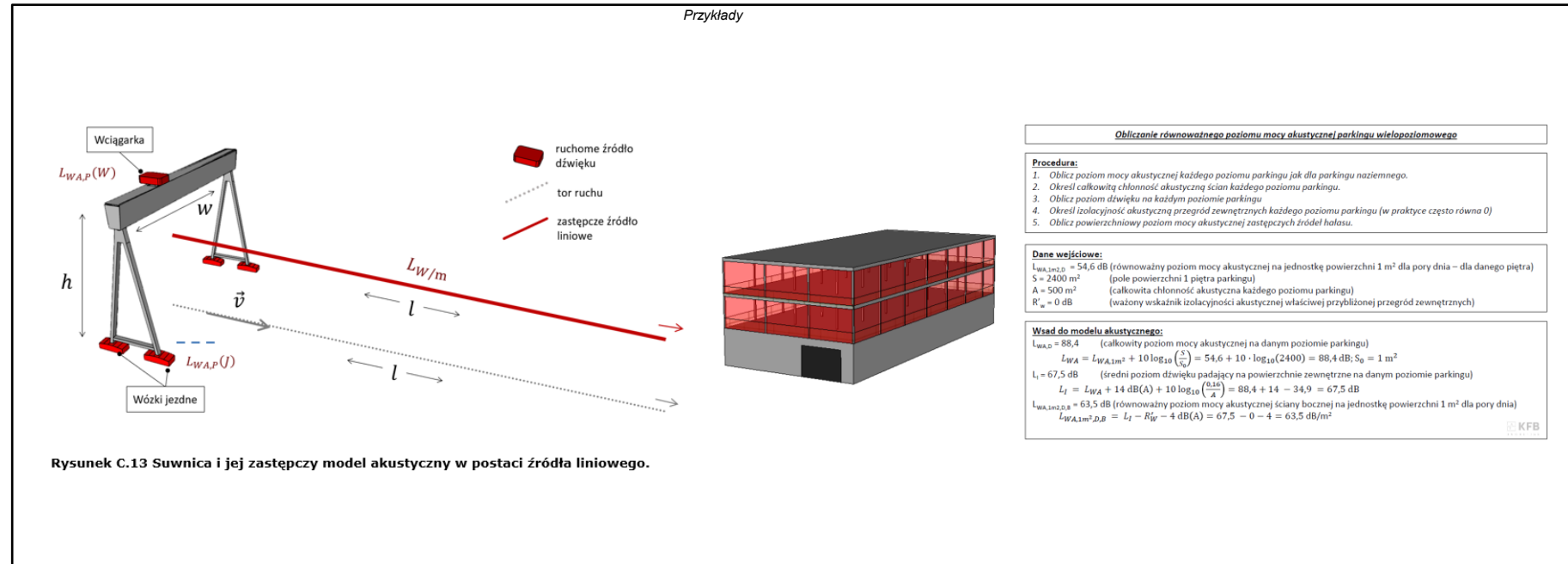
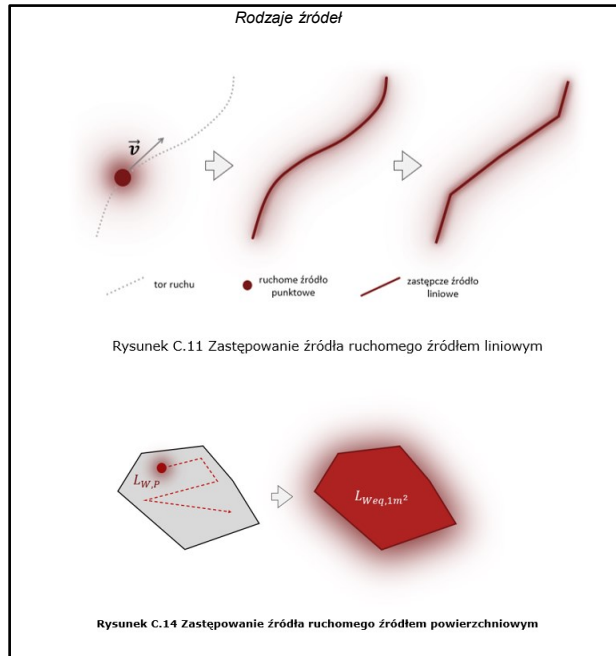


Rysunek C.9 Źródło w budynku otwartym w podziemiu: Przykład A - odwzorowanie niepoprawne, przykłady B i C - odwzorowanie poprawne. (opracowane na podstawie: [5])

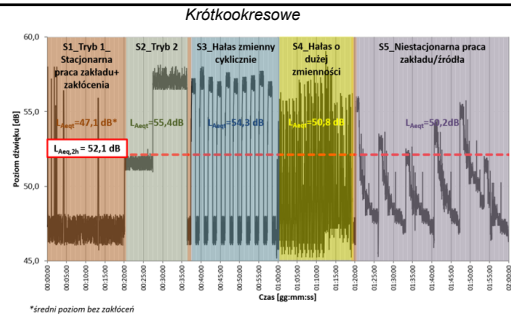
C1 TWORZENIE ŹRÓDEŁ ZASTĘPCZYCH

Źródła ruchome:

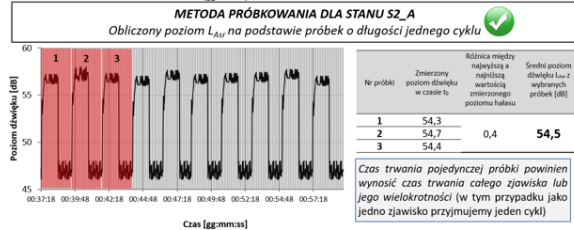
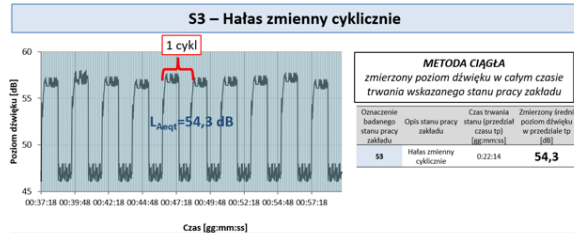
- o liniowe,
- o powierzchniowe.



C2 POMIARY HAŁASU W ŚRODOWISKU

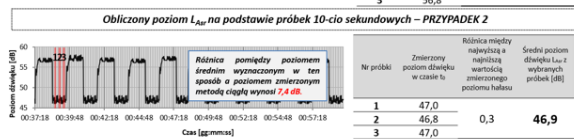
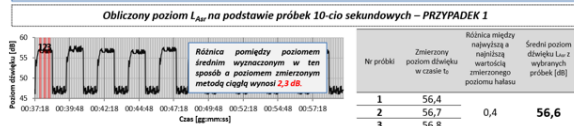


Rysunek C.33 Przebieg zmian poziomu hałasu zakładu o dużej zmienności emisji wraz z określeniem typowych stanów pracy oraz równoważnego poziomu dźwięku



NIEPOPRAWNE ZASTOSOWANIE METODY PRÓBKOWANIA

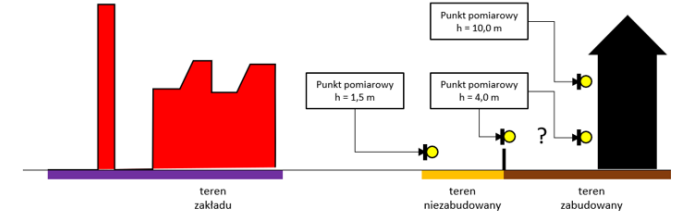
W przypadku braku wiedzy o cyklicznej pracy zakładu bardzo łatwo jest popełnić błąd i zakwalifikować hałas jako stacjonarny. Ryzyko takie będzie występować szczególnie w przypadku, gdy okresy są na tyle długie, że osoba wykonująca pomiar nie będzie w stanie go zidentyfikować w momencie ich przeprowadzania.



Rysunek C.36 Metody określania wyniku pomiaru dla stanu pracy S3.

Podział ze względu na czas obserwacji

- krótkookresowe,
- długookresowe.



Rysunek C.30 Schemat usytuowania punktów pomiarowych zgodnie z referencyjną metodyką pomiarową.

Długookresowe

Tabela C.6 Minimalne odstępy czasowe pomiędzy kolejnymi niezależnymi seriami pomiarowymi (opracowano na podstawie normy ISO 1996-2:2017)

Odległość punktu pomiarowego od źródła	< 100 m		od 100 m do 300 m		> 300 m	
	Dzień	Noc	Dzień	Noc	Dzień	Noc
Minimalny odstęp czasu pomiędzy kolejnymi pomiarami	zależny od pracy źródeł		48 h	48 h	72 h	72 h

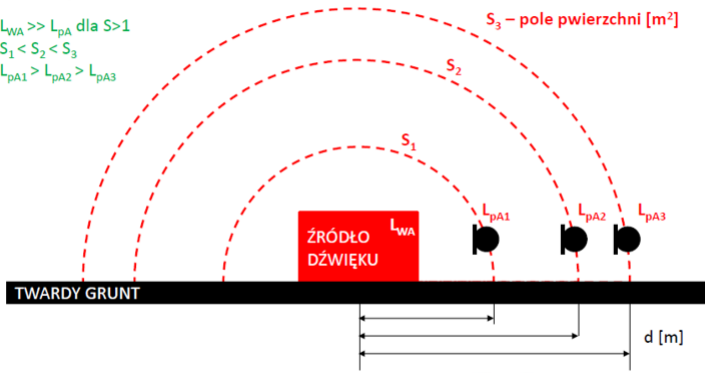
Tabela C.7 Określenie średniorocznego poziomu dźwięku L_{DWN} na podstawie serii niezależnych pomiarów wykonanych dla różnych okien warunków meteorologicznych.

Doba	Poziom dźwięku w porze dnia - L _d [dB]				Poziom dźwięku w porze wieczoru - L _v [dB]				Poziom dźwięku w porze nocy - L _n [dB]			
	Okno meteorologiczne				Okno meteorologiczne				Okno meteorologiczne			
	M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	M4
	niekorzystne	obojętne	korzystne	bardzo korzystne	niekorzystne	obojętne	korzystne	bardzo korzystne	niekorzystne	obojętne	korzystne	bardzo korzystne
1	36,1	45,1	48,1	-	33,1	42,1	45,1	47,1	31,1	40,1	43,1	45,1
2	38,8	48	50,2	-	35,6	44,8	47	48,8	33,6	42,8	45	46,8
3	38,6	47,4	51,2	-	36,1	44,9	48,7	50,9	34,1	42,9	46,7	48,9
4	36,4	42,7	46,9	-	33,7	40	44,2	46,3	31,7	38	42,2	44,3
5	36,2	47,9	49,7	-	33,4	45,1	46,9	48,8	31,4	43,1	44,9	46,8
	37,4	46,6	49,5	-	34,6	43,8	46,7	48,7	44,7	41,8	44,7	46,7
Średni poziom dźwięku, [dB]												
Procent występowania warunków meteorologicznych w przeciągu roku												
	20%	40%	40%	0%	10%	30%	30%	30%	10%	20%	20%	50%
Średniorocznym poziom dźwięku, [dB] – zgodnie z wzorem (5) z normy ISO 1996-2:2017												
	47,4				46,4				45,4			
Poprawka dla L _{DWN} , [dB]												
	0				5				10			
Średniorocznym poziom dźwięku + poprawka dla L _{DWN} , [dB]												
	47,4				51,4				55,4			
Czas odniesienia t względem T=24h, [h]												
	12				4				8			
Średniorocznym poziom dźwięku + poprawka dla L _{DWN} + ważenie czasem (t/T), [dB]												
	44,4				43,6				50,7			
L_{DWN}, [dB]												
52,2												

C3 POMIARY POZIOMU MOCY AKUSTYCZNEJ

$$L_{WA} = L_{pA} + 10 \log(S/S_0)$$

$L_{WA} \gg L_{pA}$ dla $S > 1$
 $S_1 < S_2 < S_3$
 $L_{pA1} > L_{pA2} > L_{pA3}$



Rysunek C.43 Poziom mocy akustycznej – podstawowe zależności.

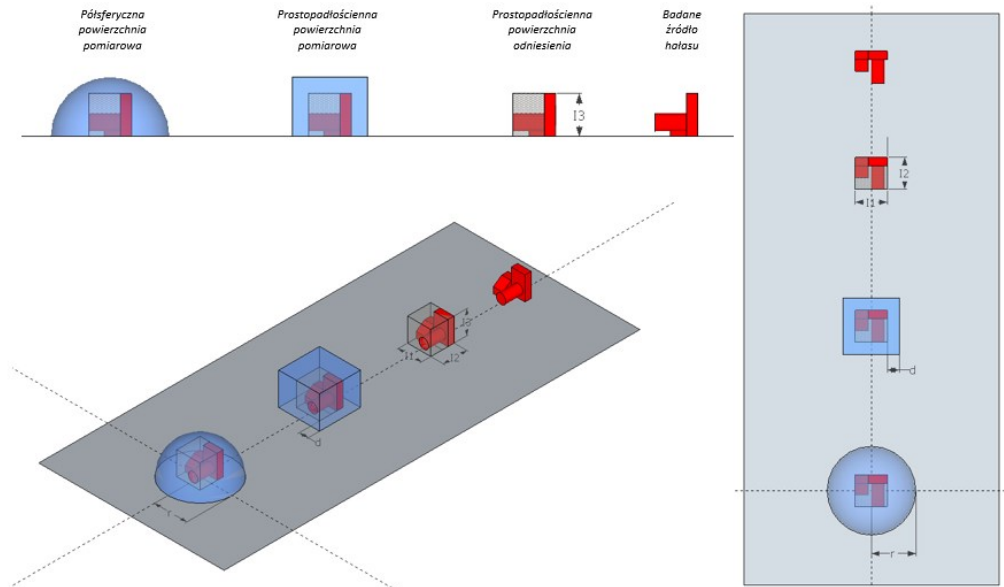


Tabela C.14. Spis zalecanych norm do wyznaczenia poziomów mocy akustycznej.

Norma	Tytuł	Opis	OGROaniczenia:	Zalecenia do stosowania
PN-EN ISO 3744:2011	Akustyka – Wyznaczanie poziomów mocy akustycznej i poziomów energii akustycznej źródeł hałasu na podstawie pomiarów ciśnienia akustycznego - Metody techniczne stosowane w warunkach zbliżonych do pola swobodnego nad płaszczyzną odbijającą dźwięk	Wyznaczenie poziomu mocy akustycznej na podstawie pomiaru ciśnienia akustycznego na powierzchni pomiarowej otaczającej źródło hałasu w środowisku o warunkach zbliżonych do pola akustycznego swobodnego w pobliżu jednej lub kilku płaszczyzn odbijających dźwięk.	1) spełnienie kryterium dotyczącego poziomu hałasu tła, oraz wyznaczenie poziomu tła 2) niepraktyczność do stosowania przy wysokich, długich źródłach	NORMA PODSTAWOWA 1) Wyznaczenie widmowego rozkładu poziomu mocy akustycznej
PN-EN ISO 3746:2011	Akustyka – Wyznaczanie poziomów mocy akustycznej i poziomów energii akustycznej źródeł hałasu na podstawie pomiarów ciśnienia akustycznego – Metoda orientacyjna z zastosowaniem otaczającej powierzchni pomiarowej nad płaszczyzną odbijającą dźwięk	Wyznaczenie poziomu mocy akustycznej ciśnienia akustycznego, zmierzonego na powierzchni otaczającej źródło hałasu w środowisku badawczym o podanych wymaganiach. Poziom mocy akustycznej wyznaczony przez źródło hałasu oblicza się na podstawie pomiarów poziomu ciśnienia akustycznego z zastosowaniem charakterystyki częstotliwościowej Δ	1) Wynikiem jest jednolity poziom mocy akustycznej 2) spełnienie kryterium dotyczącego poziomu hałasu tła, oraz wyznaczenie poziomu tła 3) niepraktyczność do stosowania przy wysokich, długich źródłach	NORMA PODSTAWOWA 1) Jedna z najprostszycy metod
PN-EN ISO 9614-1:2010 PN-EN ISO 9614-2:2000 PN-EN ISO 9614-3: 2010	1) Akustyka – Wyznaczanie poziomów mocy akustycznej źródeł hałasu na podstawie pomiarów natężenia dźwięku – Część 1: Metoda stałych punktów pomiarowych 2) Akustyka – Wyznaczanie poziomów mocy akustycznej źródeł hałasu na podstawie pomiarów natężenia dźwięku – Metoda omiatania 3) Akustyka – Wyznaczanie poziomów mocy akustycznej źródeł hałasu na podstawie pomiarów natężenia dźwięku – Część 3: Dokładna metoda omiatania	Opis metod służących wyznaczeniu poziomu mocy akustycznej bazujących na pomiarach składowej natężenia dźwięku, prostopadłej do powierzchni pomiarowej otaczającej źródło hałasu.	1) ograniczenia sprzętowe (wymagana sonda natężeniowa) 2) ograniczenia wynikające ze znajomości obsługi sprzętu (pomiar wymaga wykwalifikowanego personelu) 3) możliwość stosowania dla źródeł o stacjonarnej emisji podczas pomiarów	1) Możliwość stosowania metody przy wysokich poziomach zakłóceń 2) Możliwość pomiarów emisji hałasu z elementów budowlanych typu ściana, dach, okno, brama.
PN-ISO 8297:2003	Akustyka – Wyznaczanie poziomów mocy akustycznej zakładów przemysłowych z wieloma źródłami hałasu w celu oszacowania wartości poziomu ciśnienia akustycznego w środowisku – Metoda techniczna	Metodyka przedstawiona w normie opiera się na pomiarze poziomu ciśnienia akustycznego w konturze pomiarowym otaczającym zakład/źródło. Metoda jest przeznaczona do stosowania w odniesieniu do wielkich zakładów przemysłowych, w których największy wymiar liniowy zawiera się w przedziale od 16 m do około 320 m, z wieloma źródłami hałasu o dowolnie określonych warunkach funkcjonowania oraz do innych dużych źródeł pod warunkiem, że można	1) Źródła hałasu na zakładach przemysłowych najczęściej nie promieniują równomiernie we wszystkich kierunkach, w związku z czym zastosowanie jedynie tej metody może nie odzwierciedlać rzeczywistej emisji hałasu przez zakład 2) równoczesna praca wielu źródeł hałasu, duże wymiary urządzeń i małe odległości między nimi, występowania dużych powierzchni odbijających w pobliżu urządzeń.	1) Odpowiednia do wyznaczenia mocy akustycznej części obszarów przemysłowych 2) zastosowanie szczególnie dla obszarów, gdzie większość urządzeń znajduje się na zewnątrz budynków. 3) Odpowiednie do zastosowania przy oszacowaniu poziomu mocy akustycznej dla obszarów z kilkoma źródłami hałasu blisko siebie

C4 WPŁYW PARAMETRÓW MODELU AKUSTYCZNEGO NA WYNIKI

Tabela C.18 Klasy warunków propagacji – opis i wpływ na poziom dźwięku [11].

Klasy warunków meteorologicznych	Warunki propagacji	Wpływa na poziom dźwięku
M0	Bardzo duża refrakcja fali dźwiękowej ku górze	Bardzo duże tłumienie i rozproszenie fali dźwiękowej
M1	Normalna refrakcja fali dźwiękowej ku górze	Duże tłumienie i rozproszenie fali dźwiękowej
M2	Jednorodne	Normalna propagacja i rozproszenie fali dźwiękowej (bez istotnego wpływu warunków meteorologicznych)
M3	Normalna refrakcja fali dźwiękowej ku dołowi	Duże zwiększenie oddziaływania i średnie rozproszenie fali dźwiękowej
M4	Bardzo duża refrakcja fali dźwiękowej ku dołowi	Bardzo duże zwiększenie oddziaływania i duże rozproszenie fali dźwiękowej

Tabela C.19 Klasyfikacja klas warunków propagacji oparta o klasy warunków aerodynamicznych (U) i termicznych (T)[11].

	U1	U2	U3	U4	U5
T1	-	M0	M1		-
T2	M0	M1		M2	M3
T3	M1		M2	M3	
T4	M1	M2	M3		M4
T5	-	M3		M4	-

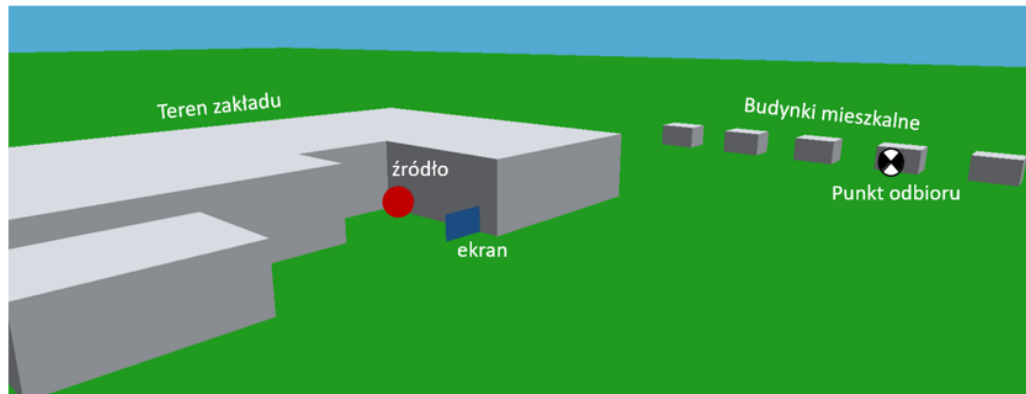
Tabela C.20 Klasy warunków aerodynamicznych (U) i termicznych (T) wraz opisem warunków meteorologicznych im odpowiadającym

Wpływ wiatru		Wpływ temperatury	
Klasa	Opis	Klasa	Opis
U1	Silny wiatr od punktu oceny do źródła	T1	Dzień i silne nasłonecznienie i suchy grunt i brak lub słaby wiatr
U2	Lekki wiatr od punktu oceny do źródła lub Bardzo lekki wiatr od punktu oceny do źródła	T2	Dzień i [średnie nasłonecznienie lub wilgotny grunt lub silny wiatr]
U3	Brak wiatru	T3	[Godzina przed i po zachodzie i wschodzie słońca] lub [pochmurny dzień i lekki wiatr i wilgotny grunt]
U4	Lekki wiatr od źródła do punktu oceny lub Bardzo lekki wiatr od źródła do punktu oceny	T4	Noc i [pochmurnie lub bez wiatru]
U5	Silny wiatr od źródła do punktu oceny	T5	Noc i czyste niebo i [lekki wiatr lub brak]

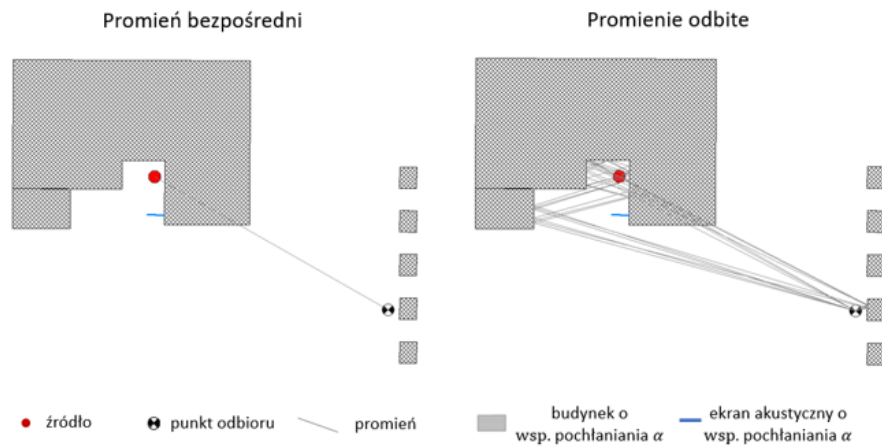
W zależności od układu warunków meteorologicznych wyróżnić można od czterech do pięciu klas warunków propagacji [25; 11]:

- M0 – warunki bardzo niekorzystnej propagacji,
- M1 – warunki niekorzystnej propagacji,
- M2 – warunki obojętnej (jednorodnej) propagacji,
- M3 – warunki korzystnej propagacji,
- M4 – warunki bardzo korzystnej propagacji.

C4 WPŁYW PARAMETRÓW MODELU AKUSTYCZNEGO NA WYNIKI



Rysunek C.63 Usytuowanie źródła i punktu odbioru względem budynków – przypadek złożonej geometrii przy źródle



Rysunek C.64 Trasy promieni dźwiękowych dla liczby odbić od 0 do 5 – przypadek złożonej geometrii przy źródle

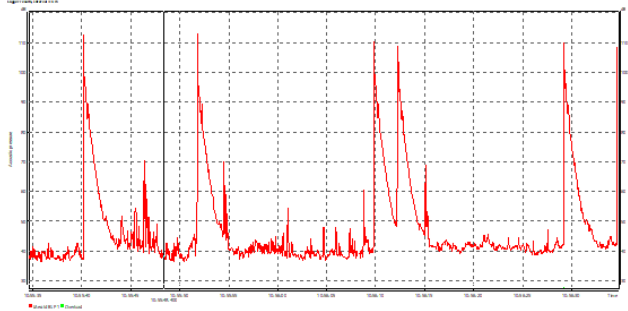
Tabela C.24 Poziom dźwięku L_A w zależności od maksymalnego rzędu odbić i wartości wybranych danych wejściowych modelu – przypadek złożonej geometrii przy źródle

Wartości danych wejściowych		Liczba odbić	L_A [dB(A)]
Poziom mocy akustycznej źródła L_{WA}	100 dB(A)	0	22,3
Współczynnik pochłaniania budynków α	0,2	1	23,7
Współczynnik pochłaniania ekranu akustycznego α	0,6	2	36,7
Wysokość źródła i punktu odbioru	4 m	3	40,2
Wysokość budynków mieszkalnych	9 m	4	40,9
Wysokość budynków zakładu	20 m	5	41,4
Wysokość ekranu	15 m		
	7 m		

C5 RODZAJE HAŁASU O WIĘKSZEJ UCIAŹLIWOŚCI

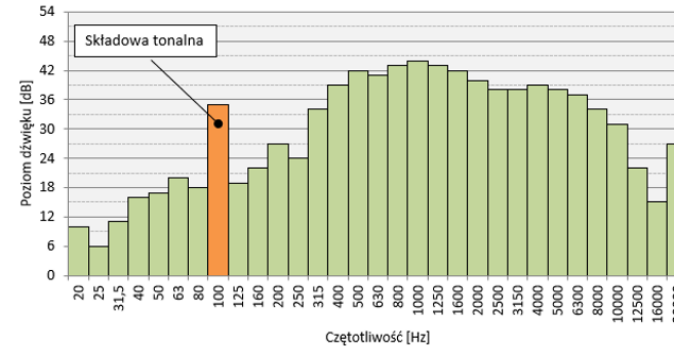
C.5 Rodzaje hałasu o większej uciążliwości

C.5.1 Hałas impulsowy



Rysunek C.69. Przykładowe przebiegi czasowe hałasu impulsowego

C.5.2 Hałas tonalny

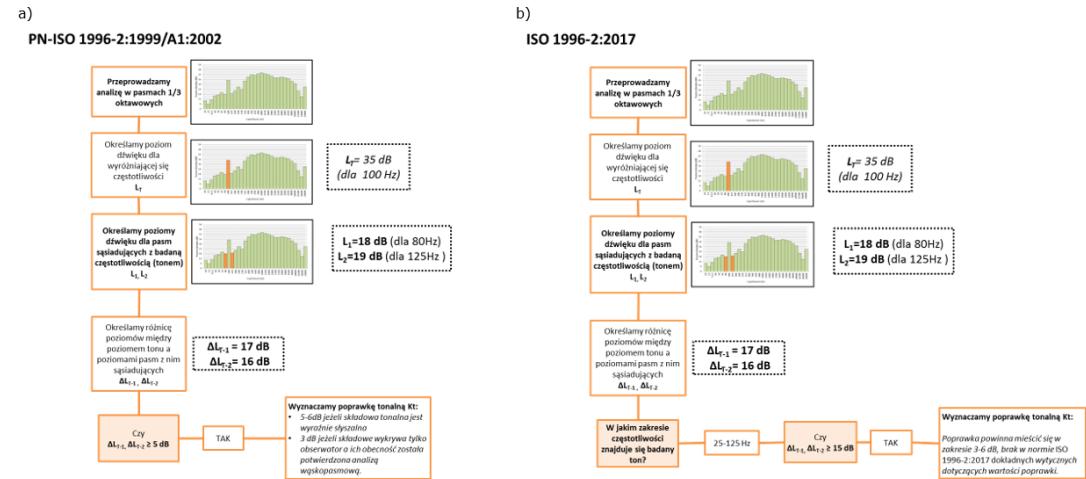


Rysunek C.71. Przykładowe widmo zmierzonego sygnału do analizy tonalności

Tabela C.26. Rodzaje dźwięków impulsowych oraz zalecane wartości poprawek K_T

Rodzaj dźwięku	DEFINICJA	PRZYKŁADY	POPRAWKA wg PN-EN ISO 1996-1:2006	Poprawka wg Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 30 października 2014 r.
Dźwięk impulsowy o dużej energii	<p>PN-ISO 1996-2:1999/A1:2002: dźwięk wytwarzany przez źródło należące do kategorii podanej w przykładach lub dźwięk o porównywalnej charakterystyce i stopniu uciążliwości</p> <p>ISO 1996-1:2006 (oraz ISO 1996-1:2016): Źródło dźwięku pochodzące od wybuchu, odpowiadającego równoważnej masie trotylu większej niż 50 g, lub źródła o porównywalnej charakterystyce i stopniu dźwięku</p>	<ul style="list-style-type: none"> wybuchy w kamieniołomach, kopalniach dźwiękowe fale uderzeniowe (samoloty*, statki powietrzne, rakiety, pociski artyleryjskie, pociski odpalane wybuchowo*, pociski przeciwpancerne) wyburzanie lub procesy przemysłowe wykorzystujące burzące materiały wybuchowe o dużej sile kruszącej, przemysłowe wyłączniki wybuchowe uzbrojenie wojskowe (np. ogień broni pancernej, artylerii lub moździerzy, bomby, wybuchowe zapalony w rakietach i pociskach, każde inne źródło wybuchu gdzie równoważna masa dynamitu przekracza 25 g)** wojskowy sprzęt bojowy (broń pancerna, artyleria, moździerze, bomby, rakiety i pociski odpalane wybuchowo)* 	<p>Wyznaczona wg Załącznika B do normy (zazwyczaj znacznie większa od 12)</p>	<p>12 [przy pomiarach ekspozycyjnych poziomów dźwięku w odniesieniu do pojedynczych impulsów]</p> <p>12 [przy pomiarach równoważnego poziomu dźwięku impulsowego z zawartością impulsów]</p>
Dźwięk o dużej impulsowości	<p>PN-ISO 1996-2:1999/A1:2002: dźwięk wytwarzany przez źródło należące do kategorii podanej w przykładach bądź dźwięk o porównywalnej charakterystyce oraz stopniu uciążliwości</p> <p>ISO 1996-1:2006 (oraz ISO 1996-1:2016): Źródło dźwięku o charakterystyce impulsowej i dużym stopniu dźwięku</p>	<ul style="list-style-type: none"> wystrzały z broni strzeleckiej młotkowanie metalu lub drewna kafer z młotem wojskowy pistolety do wojny gwałtownej* młot spadowy* maszyna do wbijania pali* kucie matrycowe dziurkarka* młotkowanie pneumatyczne rozbijanie nawierzchni uderzenia o metal podczas kolejowych operacji rozrządowych 	<p>12</p>	<p>12 [przy pomiarach ekspozycyjnych poziomów dźwięku w odniesieniu do pojedynczych impulsów]</p> <p>11,7 [przy pomiarach równoważnego poziomu dźwięku impulsowego z zawartością impulsów]</p>
Typowy dźwięk impulsowy	<p>PN-ISO 1996-2:1999/A1:2002: dźwięk impulsowy, który nie jest ani dźwiękiem o dużej impulsowości, ani dźwiękiem impulsowym o dużej energii</p> <p>ISO 1996-1:2006 (oraz ISO 1996-1:2016): Źródła dźwięku impulsowego, które nie są źródłami dźwięku wysokoenergetycznego dźwięku impulsowego</p>	<ul style="list-style-type: none"> trzaskanie drzwiami samochodowymi, gry w piłkę na terenie otwartym (piłka nożna, koszykówka) bicie dzwonów kościelnych szybkie przeloty nisko latających samolotów wojskowych śpiew ptaków (w zależności od kontekstu, w jakim są one słyszane)** 	<p>5</p>	<p>5 [przy pomiarach ekspozycyjnych poziomów dźwięku w odniesieniu do pojedynczych impulsów]</p> <p>3 [przy pomiarach równoważnego poziomu dźwięku z zawartością impulsów]</p>

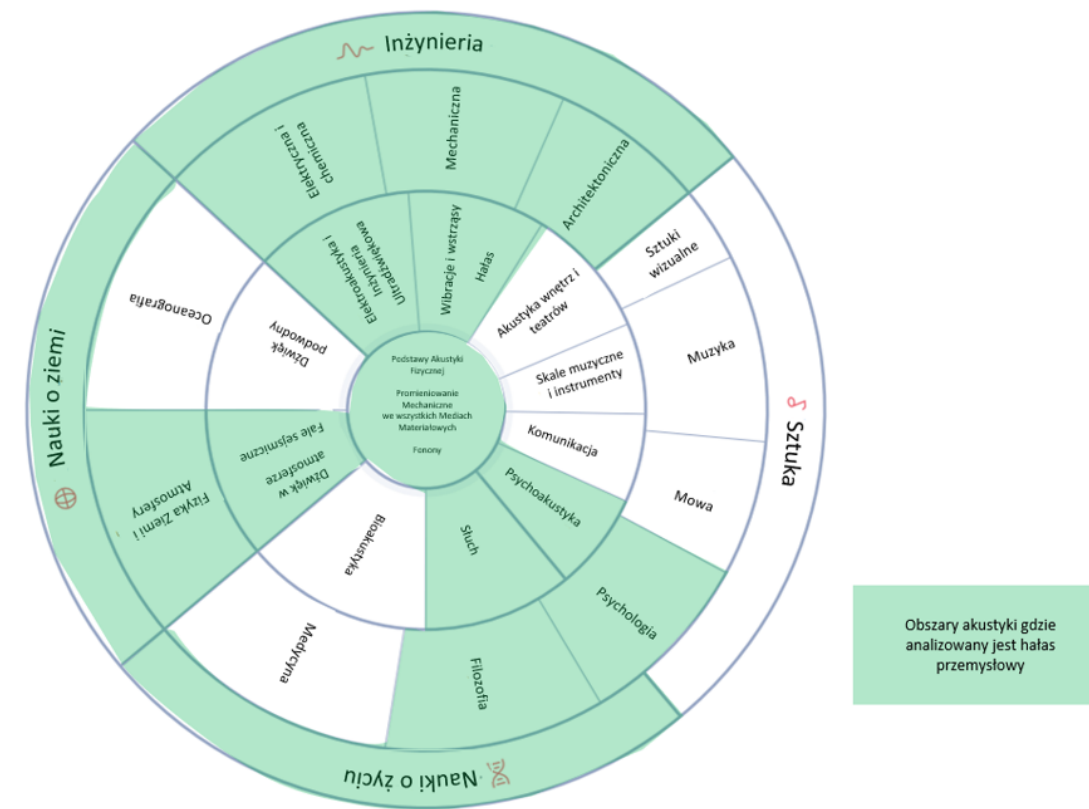
* przykład podawany tylko w normach PN ISO 1996-1:2006 oraz ISO 1996-1:2016
 ** przykład podawany tylko w normie PN-ISO 1996-2:1999/A1:2002



Rysunek C.72. Schemat określenia poprawki K_T na tonalność dźwięku w oparciu o różne edycje normy ISO 1996-2

D.6 Kompetencje zawodowe

Opracowania akustyczne w zakresie hałasu przemysłowego wymagają szerokiego spojrzenia i łączenia wiedzy z wielu obszarów akustyki, geoinformatyki, mechaniki i budowy maszyn oraz prawa. Aby uzmysłowić sobie jak szerokie jest spektrum dziedzin nauk badających hałas przemysłowy na Rysunek D.13 przedstawiono obszary w których prowadzone są badania związane z tym tematem.



Rysunek D.13 Obszary akustyki badające hałas przemysłowy w środowisku (opracowanie własne na podstawie Lindsay's Wheel Acoustics - <https://acoucou.org/about>)



THANK YOU FOR YOUR ATTENTION.