

**AKUSTYKA**

POMIARY

PROJEKTY

ANALIZY

**STRATEGICZNA MAPA HAŁASU  
DLA GŁÓWNYCH DRÓG NA TERENIE POWIATU OBORNICKIEGO**

BAASA Acoustics sp. j.

ul. Gdyńska 25, 58-100 Świdnica; NIP: 884 274 60 46  
tel. 600 832 253; 600 560 540 [biuro@baasa.pl](mailto:biuro@baasa.pl) [www.baasa.pl](http://www.baasa.pl)

Świdnica, czerwiec 2022

## Spis treści

### Część opisowa

1	Dane podmiotu lub organu odpowiedzialnego za sporządzenie mapy i wykonawcy mapy .....	6
2	Charakterystyka obszaru podlegającego ocenie .....	7
3	Charakterystyka i identyfikacja głównych dróg.....	9
4	Uwarunkowania akustyczne wynikające z dokumentów planistycznych .....	11
5	Metody i dane wykorzystane do wykonania obliczeń akustycznych .....	13
5.1	Numeryczny model terenu NMT .....	13
5.2	Budynki .....	14
5.3	Ekrany akustyczne .....	19
5.4	Szacowanie liczby osób narażonych na hałas.....	19
5.5	Skutki zdrowotne.....	20
5.6	Wpływ gruntu.....	21
5.7	Konfiguracja modelu akustycznego.....	22
5.8	Parametry obiektów.....	23
5.9	Warunki meteorologiczne .....	23
5.10	Geometria drogi, niweleta .....	23
5.11	Natężenie ruchu pojazdów.....	25
5.12	Prędkość ruchu pojazdów .....	26
5.13	Płynność ruchu pojazdów.....	26
5.14	Rodzaj nawierzchni.....	26
6	Wyniki pomiarów oraz kalibracji modelu obliczeniowego.....	27
6.1	Pomiary hałasu .....	27
6.2	Kalibracja modelu obliczeniowego.....	28
7	Tereny zagrożone hałasem.....	30
8	Dane liczbowe dotyczące ludności narażonej na hałas.....	31
8.1	Przekroczenia dopuszczalnych poziomów hałasu wyrażonych wskaźnikami $L_{DWN}$ i $L_N$ .....	31
8.2	Zagrożenia hałasem wyrażonym wskaźnikiem $L_{DWN}$ .....	33
8.3	Zagrożenia hałasem wyrażonym wskaźnikiem $L_N$ .....	34
8.4	Powierzchnia obszarów przekroczeń oraz zagrożeń wyrażonych wskaźnikiem $L_{DWN}$ .....	35
8.5	Powierzchnia obszarów przekroczeń oraz zagrożeń wyrażonych wskaźnikiem $L_N$ .....	36
8.6	Szkodliwe skutki hałasu.....	37

9	Analiza kierunków zmian stanu akustycznego środowiska .....	38
10	Wyniki analiz rozkładu hałasu .....	38
11	Aktualne i planowane zamierzenia inwestycyjne .....	38
12	Szacowanie efektów działań .....	39
13	Informacje na temat uprzednio uchwalonych Programów Ochrony Środowiska przed Hałasem .....	39
14	Streszczenie części opisowej w języku niespecjalistycznym .....	40
	Część graficzna .....	42

Mapy granic i zaludnienia

Mapy emisyjne hałasu dla wskaźnika  $L_{DWN}$

Mapy emisyjne hałasu dla wskaźnika  $L_N$

Mapy imisyjne hałasu dla wskaźnika  $L_{DWN}$

Mapy imisyjne hałasu dla wskaźnika  $L_N$

Mapy terenów objętych ochroną akustyczną dla wskaźnika  $L_{DWN}$  oraz  $L_N$

Mapy terenów zagrożonych hałasem dla wskaźnika  $L_{DWN}$

Mapy terenów zagrożonych hałasem dla wskaźnika  $L_N$

Mapy terenów zagrożonych hałasem dla wskaźnika  $L_{DWN}$  przedstawiająca rezultaty działań planowanych do realizacji w ciągu 5 lat

Mapy terenów zagrożonych hałasem dla wskaźnika  $L_N$  przedstawiająca rezultaty działań planowanych do realizacji w ciągu 5 lat

**Spis tabel:**

Tabela 2.1 Charakterystyka obszaru podlegającego ocenie .....	8
Tabela 3.1 Zestawienie odcinków dróg objętych Strategiczną Mapą Hałasu .....	10
Tabela 4.1 Dopuszczalne poziomy hałasu w środowisku (wg rozp. MŚ z dnia 14.06.2007 r. z późn. zmianami) .....	11
Tabela 5.1 Wartości współczynnika pochłaniania i tłumienia w przypadku budynków .....	16
Tabela 5.2 Dane zawarte w BDOT10k w atrybucie 'funSzczegolowaBudynku' - budynki chronione akustycznie .....	16
Tabela 5.3 Wartości współczynnika absorpcji $\alpha$ przyjęte w modelu akustycznym.....	19
Tabela 5.4 Wartości współczynnika gruntu G .....	22
Tabela 6.1 Wyniki pomiarów hałasu wykonanych w ramach opracowywania Strategicznej Mapy Hałasu .....	27
Tabela 6.2 Wyniki kalibracji modelu obliczeniowego .....	29
Tabela 7.1 Szacunkowa powierzchnia obszarów, na których występują przekroczenia dopuszczalnych poziomów hałasu wyrażonych wskaźnikiem $L_{DWN}$ w podziale na powiaty [ $km^2$ ] .....	30
Tabela 7.2 Szacunkowa powierzchnia obszarów, na których występują przekroczenia dopuszczalnych poziomów hałasu wyrażonych wskaźnikiem $L_N$ w podziale na powiaty [ $km^2$ ].....	30
Tabela 8.1 Szacunkowa liczba lokali mieszkalnych. Wskaźnik $L_{DWN}$ .....	31
Tabela 8.2 Szacunkowa liczba osób zamieszkujących lokale mieszkalne. Wskaźnik $L_{DWN}$ .....	31
Tabela 8.3 Szacunkowa liczba obiektów związanych z pobytem dzieci i młodzieży. Wskaźnik $L_{DWN}$ .....	31
Tabela 8.4 Szacunkowa liczba szpitali i domów pomocy społecznej. Wskaźnik $L_{DWN}$ .....	31
Tabela 8.5 Szacunkowa liczba lokali mieszkalnych. Wskaźnik $L_N$ .....	32
Tabela 8.6 Szacunkowa liczba osób zamieszkujących lokale mieszkalne. Wskaźnik $L_N$ .....	32
Tabela 8.7 Szacunkowa liczba obiektów związanych z pobytem dzieci i młodzieży. Wskaźnik $L_N$ .....	32
Tabela 8.8 Szacunkowa liczba szpitali i domów pomocy społecznej. Wskaźnik $L_N$ .....	32
Tabela 8.9 Zagrożenia hałasem. Szacunkowa liczba lokali mieszkalnych Wskaźnik $L_{DWN}$ .....	33
Tabela 8.10 Zagrożenia hałasem. Szacunkowa liczba osób zamieszkujących lokale mieszkalne. Wskaźnik $L_{DWN}$ .....	33
Tabela 8.11 Zagrożenia hałasem. Szacunkowa liczba obiektów związanych z pobytem dzieci i młodzieży. Wskaźnik $L_{DWN}$ .....	33
Tabela 8.12 Zagrożenia hałasem. Szacunkowa liczba szpitali i domów pomocy społecznej. Wskaźnik $L_{DWN}$ ....	33

Tabela 8.13 Zagrożenia hałasem. Szacunkowa liczba lokali mieszkalnych Wskaźnik $L_N$ .....	34
Tabela 8.14 Zagrożenia hałasem. Szacunkowa liczba osób zamieszkujących lokale mieszkalne. Wskaźnik $L_N$ .	34
Tabela 8.15 Zagrożenia hałasem. Szacunkowa liczba obiektów związanych z pobytem dzieci i młodzieży. Wskaźnik $L_N$ .....	34
Tabela 8.16 Zagrożenia hałasem. Szacunkowa liczba szpitali i domów pomocy społecznej. Wskaźnik $L_N$ .....	34
Tabela 8.17 Szacunkowa powierzchnia obszarów [ $\text{km}^2$ ] z przekroczeniami poziomów dopuszczalnych. Wskaźnik $L_{\text{DWN}}$ .....	35
Tabela 8.18 Szacunkowa powierzchnia obszarów [ $\text{km}^2$ ] zagrożonych hałasem. Wskaźnik $L_{\text{DWN}}$ .....	35
Tabela 8.19 Szacunkowa powierzchnia obszarów [ $\text{km}^2$ ] z przekroczeniami poziomów dopuszczalnych. Wskaźnik $L_N$ .....	36
Tabela 8.20 Szacunkowa powierzchnia obszarów [ $\text{km}^2$ ] zagrożonych hałasem. Wskaźnik $L_N$ .....	36
Tabela 8.21 Szacunkowa liczba osób dotknięta szkodliwym skutkiem hałasu HA.....	37
Tabela 8.22 Szacunkowa liczba osób dotknięta szkodliwym skutkiem hałasu HSD.....	37
Tabela 14.1 Zestawienie odcinków dróg objętych Strategiczną Mapą Hałasu .....	41
Tabela 14.2 Szacunkowa liczba osób zamieszkująca na terenach dla których występują przekroczenia. Wskaźnik $L_{\text{DWN}}$ .....	41
Tabela 14.3 Szacunkowa liczba osób zamieszkująca na terenach dla których występują przekroczenia. Wskaźnik $L_N$ .....	41

## **1 Dane podmiotu lub organu odpowiedzialnego za sporządzenie mapy i wykonawcy mapy**

Niniejszy dokument stanowi część opisową dla opracowania strategicznej mapy hałasu dla odcinka drogi zlokalizowanej na terenie powiatu obornickiego. Zakres niniejszego opracowania obejmuje łącznie 1 odcinek drogi.

Podmiot odpowiedzialny za sporządzenie mapy:

**Zarząd Dróg Powiatowych w Obornikach,**

**ul. Rolna 17, 64-610 Rogoźno**

**Adres e-mail: [biuro@zdpoborniki.com](mailto:biuro@zdpoborniki.com)**

**Tel. +48 67 26 19 307**

Wykonawca:

**BAASA Acoustics sp. j.**

**ul. Gdyńska 25, 58-100 Świdnica**

**Adres e-mail: [biuro@baasa.pl](mailto:biuro@baasa.pl)**

**Tel. 600 83 22 53, 600 560 540**

Zespół opracowujący:

mgr inż. Łukasz Sawa

mgr inż. Damian Baran

mgr inż. Katarzyna Sroka

mgr inż. Sylwia Mioduszevska

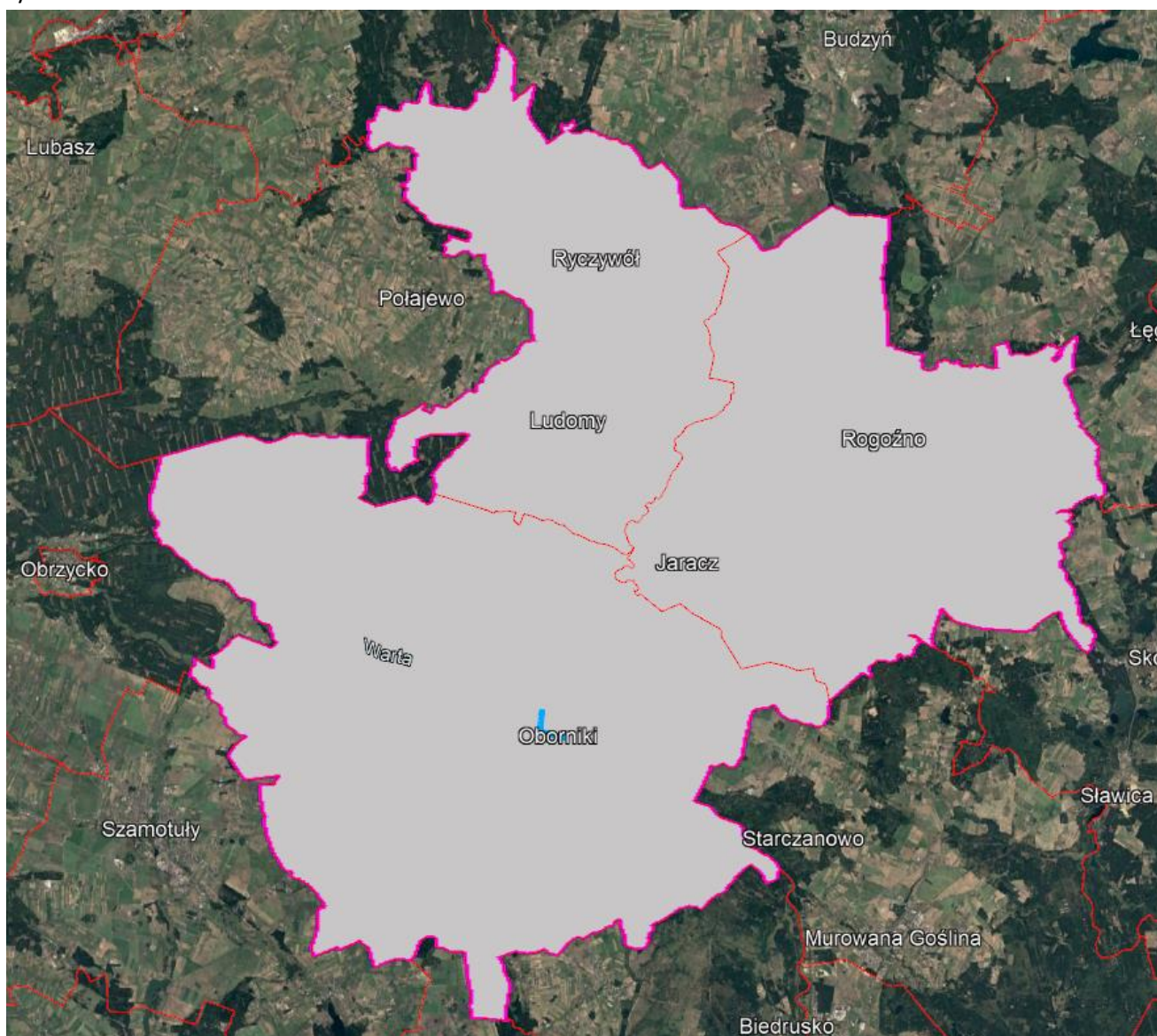
mgr inż. Liliana Smolarska

Jan Zadziorski

Alicja Nowak

## 2 Charakterystyka obszaru podlegającego ocenie

Niniejsze opracowanie wykonano zostało w ramach zadania polegającego na sporządzeniu strategicznych map hałasu dla głównych dróg o ruchu powyżej 3 000 000 pojazdów rocznie na terenie powiatu obornickiego i dotyczy wybranych odcinków dróg powiatowych na terenie powiatu. Analizą objęto w sumie 1 odcinek drogi o łącznej długości ok. 1,95 km co przekłada się na analizowany obszar o powierzchni ok. 2,73 km<sup>2</sup>. Ponadto lokalizację odcinka (kolorem niebieskim) w skali powiatu, poglądowo przedstawiono na poniższym rysunku.



Rysunek 2.1 Lokalizacja odcinków dróg objętych opracowaniem Strategiczna Mapa Hałasu  
(źródło: Google Earth/opracowanie własne)

Powiat obornicki położony jest w środkowej części kraju w województwie wielkopolskim. Powiat sąsiaduje z powiatami: chodzieskim, wągrowieckim, poznańskim, szamotulskim i czarnkowsko-trzcianeckim. Łączna powierzchnia powiatu wynosi 711 km<sup>2</sup> (2020 r.)

Analizowany obszar został określony jako pas terenu o szerokości po 700 m po obu stronach drogi (2x700m). Łącznie analizie poddano obszar 2,73 km<sup>2</sup>.

Przedmiotowe odcinki dróg przebiegają w większości przez tereny o znacznym stopniu zurbanizowania, (obszar miejski) ze zwartą zabudową mieszkaniową oraz zabudową przemysłowo – usługową. W części przypadków, droga przebiega przez tereny mniej zurbanizowane.

Poniżej w tabeli przedstawiono także krótką charakterystykę w ujęciu liczbowym, obszaru objętego analizą. Dane statystyczne odnośnie powierzchni oraz liczby mieszkańców przyjęto na podstawie danych prezentowanych na stronach bdl.stat.gov.pl Głównego Urzędu Statystycznego (stan na dzień 30.12.2021).

Natomiast liczba obiektów została opracowana na podstawie danych kartograficznych pozyskanych z Głównego Urzędu Geodezji i Kartografii.

W dalszej części, w kolejnych punktach przedstawiono krótki opis obszarów objętych opracowaniem, również w podziale na poszczególne powiaty, na których zlokalizowane są przedmiotowe odcinki dróg.

**Tabela 2.1 Charakterystyka obszaru podlegającego ocenie**

Lp.	Kod jednostki terytorialnej	Powiat	Szacunkowa łączna długość odcinków dróg podlegających analizie w ramach SMH2022 [km]	Powierzchnia powiatu [km <sup>2</sup> ]	Liczba mieszkańców powiatu	Liczba obiektów	
						związanych ze stałym lub czasowym pobytem dzieci i młodzieży,	szpitali i domów pomocy społecznej
1	3016	powiat obornicki	1,95	711	57 799	81	35



**Rysunek 2.2 Materiał fotograficzny wybranych odcinków dróg**



### 3 Charakterystyka i identyfikacja głównych dróg

W ramach niniejszego opracowania, analizą objęto łącznie 1 wymieniony poniżej odcinek drogi powiatowej, leżących w granicach powiatu obornickiego. Poniżej w tabeli zestawiono podstawowe parametry identyfikujące i charakteryzujące odcinek objęty Strategiczną Mapą Hałasu.

Głównym czynnikiem charakteryzującym dany odcinek drogi jest natężenie ruchu. Prezentowane w poniższej tabeli wartości przyjęto zgodnie z danymi zebranymi w trakcie wykonywania pomiarów w ramach niniejszego opracowania. Przyjęto podział struktury ruchu na 4 kategorie (zgodnie z późniejszą metodyką obliczeniową CNOSSOS-EU):

- Kategoria 1 - lekkie pojazdy silnikowe,
- Kategoria 2 - średnie pojazdy ciężarowe,
- Kategoria 3 – pojazdy ciężarowe,
- Kategoria 4a – motorowery,
- Kategoria 4b – motocykle.

W zestawieniu uwzględniono także udział poszczególnych kategorii w zależności od pory doby, z rozróżnieniem pory dnia (12h), wieczoru (4h) oraz pory nocy (8h).

Tabela 3.1 Zestawienie odcinków dróg objętych Strategiczną Mapą Hałasu

Lp.	Numer drogi	Długość [m]	Nazwa	SRD	Rodzajowa struktura ruchu pojazdów silnikowych				SRW	Rodzajowa struktura ruchu pojazdów silnikowych				SRN	Rodzajowa struktura ruchu pojazdów silnikowych						
					1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4			
				poj./12 godz.				poj./4 godz.				poj./8 godz.									
				4a	4b	4a	4b	4a	4b	4a	4b										
1	2041P	1,95	DW178 – Oborniki – DW 187 w m. Oborniki	7334	7098	104	74	30	28	2076	2026	18	8	10	14	578	552	16	6	1	3

Ponadto innym istotnym elementem charakteryzującym drogi są prędkości pojazdów. W niniejszym opracowaniu uwzględniono dane dotyczące prędkości pojazdów, przyjmując dopuszczalne wartości prędkości wynikające z istniejącej organizacji ruchu.

#### 4 Uwarunkowania akustyczne wynikające z dokumentów planistycznych

Kwalifikacji terenów w celu wykonania mapy akustycznej dokonano na podstawie zapisów miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego a w przypadku ich braku w oparciu o kwalifikację zgodnie z Art. 115 Ustawy Prawo ochrony Środowiska, dokonanej przez właściwy organ.

Ochronie przed hałasem podlegają przede wszystkim tereny zabudowy mieszkaniowej jedno- i wielorodzinnej, tereny związane ze stałym pobytem dzieci i młodzieży, tereny szpitali, domów opieki, a także tereny o charakterze wypoczynkowo-rekreacyjnym.

W obowiązującym obecnie prawodawstwie krajowym w zakresie hałasu wprowadzony został podwójny system ocen, który wprowadza rozróżnienie (art.112a ustawy Prawo ochrony środowiska):

- prowadzenie długookresowej polityki w zakresie ochrony środowiska przed hałasem, w szczególności do sporządzania strategicznych map hałasu,
- ustalanie i kontrola warunków korzystania ze środowiska.

Dla obu tych obszarów działań stosowane są inne wskaźniki oceny hałasu. Do celów prowadzenia długookresowej polityki w zakresie ochrony środowiska przed hałasem, w tym do opracowania map akustycznych, zastosowanie znajdują wskaźniki  $L_{DWN}$  oraz  $L_N$ .

Standardy jakości środowiska w zakresie emisji hałasu określają dopuszczalne poziomy hałasu zawarte w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku z późniejszymi zmianami /tekst jednolity Dz. U. z 2014 r., poz. 112/. Poniżej w tabeli zestawiono wartości dopuszczalnych poziomów dla wskaźników wykorzystywanych przy sporządzaniu map akustycznych.

**Tabela 4.1 Dopuszczalne poziomy hałasu w środowisku (wg rozp. MŚ z dnia 14.06.2007 r. z późn. zmianami)**

Lp.	Przeznaczenie terenu	Drogi lub linie kolejowe <sup>1</sup>	
		Przedział czasu odniesienia równy wszystkim dobom w roku	Przedział czasu odniesienia równy wszystkim nocom w roku
		$L_{DWN}$ [dB]	$L_N$ [dB]
1	a) Strefa ochronna A ochrony uzdrowiskowej b) Tereny szpitali poza miastem	50	45
2	a) Tereny zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej b) Tereny zabudowy związanej ze stałym lub czasowym pobytem dzieci i młodzieży c) Tereny domów opieki społecznej d) Tereny szpitali w miastach	64	59
3	a) Tereny zabudowy mieszkaniowej wielorodzinnej i zamieszkania zbiorowego b) Tereny zabudowy zagrodowej c) Tereny rekreacyjno-wypoczynkowe <sup>1</sup> b) Tereny zabudowy mieszkaniowo-usługowe	68	59
4	a) Tereny w strefie śródmiejskiej miast powyżej 100 tys. mieszkańców <sup>2</sup>	70	65

Wartości określone dla dróg i linii kolejowych stosuje się także dla torowisk tramwajowych poza pasem drogowym i kolei linowych

<sup>2</sup> 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 pow. 100 tys., można wyznaczyć w tych dzielnicach strefę śródmiejską, jeżeli charakteryzuje się ona zwartą zabudową mieszkaniową z koncentracją obiektów administracyjnych, handlowych i usługowych.

Zgodnie z zapisami uchwał zamieszczonych poniżej, a także w odniesieniu do informacji przekazanych przez właściwe organy dokonano podziału terenów na kategorie przedstawione w powyższej tabeli.

Zestawienie (w podziale na powiaty) obowiązujących aktów prawa miejscowego warunkujących występowanie terenów wrażliwych akustycznie oraz pism właściwych organów pozyskanych na potrzeby realizacji niniejszego opracowania zestawiono poniżej.

Ponadto wykonawca opracowania zwrócił się także do właściwych organów (Urzędów Miast i Gmin) z wnioskiem o udzielenie informacji odnośnie obowiązywania innych aktów prawa miejscowego wydanych na podstawie art. 118b i art. 135 Ustawy Prawo Ochrony Środowiska, jednak nie otrzymał żadnej odpowiedzi w tej sprawie, zatem do dalszych analiz przyjęto, iż na analizowanym terenie brak jest obszarów skazanych w art. 118b i art. 135.

#### Gmina Oborniki

- II/31/18 z dnia 10 grudnia 2018 r
- III/38/18 z dnia 28 grudnia 2018 r.
- Uchwała II/27/18 z dnia 2018-12-10
- Uchwała II/29/18 z dnia 2018-12-10
- Uchwała LII/382/05 z dnia 2005-12-09
- Uchwała XI/83/11 z dnia 2011-06-27
- Uchwała XII/166/19 z dnia 2019-08-28
- Uchwała XIX/286/16 z dnia 2016-01-27
- Uchwała XLII/625/17 z dnia 2017-09-20
- Uchwała XXIII/199/96 z dnia 1996-06-20
- Uchwała XXXVIII/468/13 z dnia 2013-08-30

#### Pisma właściwych organów (gmin):

- Oborniki            ROS.6254.1.2022

## 5 Metody i dane wykorzystane do wykonania obliczeń akustycznych

Obliczenia akustyczne wykonano w oprogramowaniu CadnaA wersja BMP L PRO firmy DataKustik nr licencji L44876 wydanej dla BAASA Acoustics sp. j. przy wykorzystaniu metody CNOSOSS-EU.

W celu sporządzenia mapy wykorzystano obiekty przestrzenne oraz dane przestrzenne gromadzone oraz udostępniane przez Główny Urząd Geodezji i Katastru przekazane przez Zamawiającego.

Poniżej w tabeli zestawiono aktualność wykorzystanych danych.

**Tabela 5.1 Dokładność i aktualność danych wykorzystanych przy sporządzaniu Strategicznej Mapy Hałasu**

Obiekt	Dokładność	Data aktualizacji
BDOT10k	10k	30.03.2022 r.
LIDAR	4 p/m <sup>2</sup>	10.01.2022 r.
NMT	1,0 m	11.04.2012 r.
Ortofotomapa	0,05 px	06.04.2022 r.

### 5.1 Numeryczny model terenu NMT

Numeryczny model terenu (NMT) z punktu widzenia sporządzania strategicznej mapy hałasu i tworzonego do tego celu modelu akustycznego ma znaczenie dla:

- Usytuowania na określonej wysokości źródeł hałasu (np. dróg, linii kolejowych, torowisk tramwajowych czy źródeł przemysłowych), w tym odwzorowanie nasypów, wykopów, skarp;
- Parametrów źródeł hałasu – niweleta dróg i linii kolejowych i ich wpływ na emisję hałasu;
- Usytuowania na określonej wysokości punktów siatki obliczeniowej (receptorów/odbiorników), na podstawie których finalnie będą liczone mapy imisyjne;
- Usytuowania na określonej wysokości budynków (a więc i siatki receptorów przypisanych do tych budynków);
- Usytuowania na określonej wysokości przeszkód na drodze propagacji hałasu, w tym przede wszystkim ekranów akustycznych;
- Ukształtowanie terenu może także samo w sobie stanowić krawędź dyfrakcji (przeszkodę na drodze propagacji hałasu) np. wały ziemne, krawędzie nasypów, wykopów, skarp.

Podczas wykonywania mapy akustycznej wykorzystano dane NMT1 lub NMT2 w zależności od dostępności danych dla danego obszaru.

Wstępne przetworzenie danych NMT polega w ogólności na odfiltrowaniu (odrzuconiu) z pełnej siatki punktów tych, które nie będą miały istotnego wpływu na ostateczny kształt siatki triangulacyjnej. Istnieje wiele gotowych algorytmów GIS (w tym również te wbudowane w programy akustyczne) dokonujące takiej filtracji. W uproszczeniu ich działanie polega na iteracyjnym odrzucaniu poszczególnych punktów oryginalnej siatki i obliczaniu różnicy pomiędzy modelem terenu wynikającym z oryginalnej siatki punktów i siatki przetworzonej. Parametrami algorytmów są maksymalny możliwy błąd (maksymalna możliwa różnica wysokości – zalecana wartość 0,5 m) oraz maksymalna rozdzielczość przetworzonej siatki (w przypadku obszaru o płaskim ukształtowaniu terenu można przyjąć nawet 50 x 50 m). Innym sposobem przetwarzania danych NMT w celu ich ograniczenia do niezbędnego minimum jest ich konwersja do poziomic (warstwic) o zadanej rozdzielczości (np. 0,5 m). W tym wypadku oryginalne dane NMT tworzące warstwę rastrową

przetwarzane są przez liczne i popularne algorytmy GIS (służące w wielu różnych dziedzinach do odwzorowywania ukształtowania terenu) na drodze interpolacji, dając na wyjściu wektorową reprezentację poziomice. Oprócz wspomnianej rozdzielczości, ważnym parametrem jest tu także stopień „wygładzenia” poziomice. O ile w przypadku prezentacji graficznej (na mapach) z uwagi na estetykę i czytelność ważne jest, aby poziomice prezentowane były w postaci „wygładzonych” krzywych (geometrie takie składają się z większej ilości węzłów – połączonych liniami punktów/wierzchołków) o tyle w modelu akustycznym liczy się optymalizacja objętości danych i czasu obliczeń z ich wykorzystaniem, co z kolei nie skłania do stosowania zbyt dużego ich „wygładzania”. Uzyskane na większych obszarach za pomocą algorytmów GIS poziomice można na ogół dodatkowo przefiltrować, usuwając te o niewielkiej powierzchni (mniejszej niż 50 m<sup>2</sup> w przypadku poligonów) lub długości (mniejszej niż 70-100 m w przypadku linii). Taki zabieg dodatkowo ograniczy ilość danych o niewielkie powierzchniowo deniwelacje terenu nieistotne z punktu widzenia rozdzielczości siatki obliczeniowej wykorzystywanej do obliczeń akustycznych.

Przetworzenie NMT z dokładnością do 0,5 m ograniczające ilość danych (skutkujące uśrednieniem wysokości na określonym obszarze) nie wprowadza błędów do modelu akustycznego i wyników obliczeń. Należy pamiętać, że obliczenia akustyczne i wyniki prezentowane na mapach też są wyłącznie przybliżeniem rzeczywistego klimatu akustycznego. Obliczenia przeprowadzane w siatce 20 x 20 m w przypadku hałasu drogowego, szynowego i przemysłowego (i aż 100 100 m w przypadku hałasu lotniczego) i każdy z punktów tej siatki daje nam obraz średniego poziomu hałasu przypisanego do powierzchni 400 m<sup>2</sup> (10 000 m w przypadku hałasu lotniczego). Z tego względu rekomenduje się, wykonywanie obliczeń w siatce 10 x 10 m.

Podczas wykonywania mapy akustycznej:

- punkty wysokościowe zostały przetworzone do poziomice z rozdzielczością 0,5 m,
- poziomice zostały wygładzone z parametrem 0,2 m,
- uproszczono model terenu odfiltrując poziomice o długości mniejszej niż 70 m.

## 5.2 Budynki

W analizach realizowanych w ramach strategicznych map hałasu, budynki mają podwójne znaczenie. Z jednej strony stanowią element modelu akustycznego, jako obiekty o charakterze odbijającym i ekranującym, z drugiej są nośnikiem informacji przestrzennej o dystrybucji mieszkańców w obszarze objętym analizą.

Jako obiekty modelu akustycznego muszą charakteryzować się:

- Dwuwymiarową geometrią (obrysem);
- Wysokością;
- Współczynnikiem odbicia.

Do budynków, jako nośnika informacji przestrzennej przypisywane są cechy:

- Rodzaj budynku: mieszkalny/niemieszkalny/szkoła/przedszkole/szpital itp.;
- Liczbę kondygnacji, lokali mieszkalnych i liczbę mieszkańców;
- Specjalną izolację akustyczną.

### WYSOKOŚĆ BUDYNKÓW

Budynki z odwzorowaniem wysokości sukcesywnie opracowywane są przez GUGiK i udostępniane w formacie CityGML 2.0 118 w oparciu o bazę BDOT10k i dane LIDAR. Ich aktualność i kompletność jest różna w różnych

częściach kraju. Format CityGML 2.0 opiera się na różnych poziomach szczegółowości. Dane dot. budynków opracowywane są na poziomach: LoD1 i LoD2. Przy czym do budowy modelu akustycznego wystarczający jest bazę BDOT10k i LoD1, w którym budynki opisywane są przez proste bryły o płaskich dachach wyznaczonych, jako mediana punktów pomiarowych w obrysie budynku (format LoD2 zawiera rzeczywistą geometrię dachów oraz tekstury powierzchni budynku) (Rys. 10-7). Wykorzystanie LoD2 na potrzeby stworzenia modelu akustycznego na dużych obszarach znacznie wydłuża, czasem wręcz uniemożliwia wykonanie obliczeń akustycznych. Często należy powiązać informacji z różnych źródeł.

Przy opracowaniu modelu akustycznego wykorzystano dane wysokościowe LoD2.

W przypadku braku poszczególnych budynków w zbiorze LoD1 ich wysokość można wyznaczyć w oparciu o różnicę numerycznego modelu pokrycia terenu (NMTP, dostępnego przez platformę GEOPORTAL) i NMT. Wyznaczając różnice obu rastrów, w prosty sposób można w środowisku GIS przypisać do danego budynku z bazy BDOT10k wysokość odpowiadającą medianie punktów wypadających wewnątrz obrysu budynku (Rys. 10-8). Mediana wykorzystywana jest zamiast wartości średniej także przez GUGiK przy tworzeniu danych LoD1, co ma związek z przybliżeniem rzeczywistej geometrii budynków w BDOT10k oraz z rozdzielczością danych NMPT i NMT. Jak widać nie zawsze punkty reprezentujące wysokość budynku pokrywają się dokładnie z jego obrysem z BDOT10k. Wewnątrz obrysu wypadają także punkty reprezentujące otoczenie budynku. W takim wypadku mediana zwraca wysokość budynku z mniejszym błędem niż wartość średnia.

Gdy dane NMPT (Numeryczny Model Pokrycia Terenu) i NMT nie pozwalają na określenie budynku (np. nowopowstałego) można jego wysokość określić np. w oparciu o liczbę kondygnacji zawartą w BDOT10k. Dla większości budynków mieszkalnych czy biurowych można w dużym uproszczeniu przyjąć, że wysokość budynku ( $H_{bud}$ ) jest równa:

$$H_{bud} = \text{liczba kondygnacji} * 3 \text{ m}$$

Takie podejście zawarte zostało w rozdziale 2.8 Załącznika II Dyrektywy2002/49/WE. W przypadku pozostałych budynków np. produkcyjnych, magazynowych należy wykorzystać inne dostępne dane: ortofotomapy, zdjęcia ukośne, wizja lokalna czy usługi typu Google StreetView.

#### **WSPÓŁCZYNNIK ODBICIA**

Zgodnie z metodyką CNOSOSS-EU każdy budynek, jako przeszkoda na drodze propagacji dźwięku charakteryzuje się współczynnikiem absorpcji, który określa, jaka część energii akustycznej zostanie pochłonięta w wyniku odbicia. Zdecydowana większość programów realizujących obliczenia akustyczne pozwala przypisać do całego budynku (wszystkich jego fasad) jedną wartość współczynnika absorpcji lub odpowiadający jej współczynnik tłumienia wyrażony w dB.

Nie ma aktualnie dostępnej ewidencji budynków zawierających dane dotyczące dźwiękochłonności ich elewacji. Stąd też w kontekście wielkości obszaru podlegającego mapowaniu i ogólności analiz zawartych w strategicznych mapach hałasu można posłużyć się tu uproszczeniami. Dane literaturowe 120 wskazują, że w ogólności można zastosować poniższe reguły.

Tabela 5.2 Wartości współczynnika pochłaniania i tłumienia w przypadku budynków

Przeważający rodzaj elewacji w budynku	Współczynnik absorpcji, $\alpha$	Współczynnik tłumienia
Powierzchnie całkowicie odbijające (szkło, stal)	0,0	0,0 dB
Płaskie murowane powierzchnie	0,2	1,0 dB
Powierzchnie nierówne (balkony, wykusze)	0,4	2,2 dB

## RODZAJ BUDYNKU

Na potrzeby analiz i sprawozdawczości związanej ze strategicznymi mapami hałasu, zgodnie z Dyrektywą 2002/49/WE konieczne jest wyróżnienie spośród ogółu budynków tych, które podlegają ochronie przed hałasem. Zalicza się do nich:

- Budynki mieszkalne (w tym także budynki zamieszkania zbiorowego – internaty, bursy, akademiki, więzienia, zakłady poprawcze, domy dziecka, zakony i plebanie);
- Szkoły, przedszkola i żłobki obiekty związane ze stałym lub czasowym pobytem dzieci i młodzieży;
- Szpitale, domy opieki społecznej.

Dla pozostałych budynków, w tym budynków użyteczności publicznej niewymienionych powyżej, urzędów, biur, budynków handlowych, usługowych (w tym usług zdrowia), magazynowych, produkcyjnych, obiektów kultury i sportu, itp., nie zachodzi konieczność określania rodzaju budynku. Klasyfikacja budynków jest istotna w dwóch aspektach związanych z wymaganiami załącznika VI Dyrektywy 2002/49/WE oraz rozporządzenia ws. strategicznych map hałasu 121 :

- Budynkom mieszkalnemu przypisana zostanie liczba lokali mieszkalnych i mieszkańców, wykorzystywana w statystykach dot. narażenia na hałas i szkodliwych skutków hałasu;
- Statystykom dot. liczby szkół i szpitali, domów opieki społecznej narażonych na hałas.

Rodzaj budynku można określić w oparciu o dane zawarte w BDOT10k opisywane w atrybucie 'funSzczegolowaBudynek' 122 lub w oparciu o ewidencje budynków w przypadku miasta o liczbie mieszkańców większej niż 100 tysięcy.

Tabela 5.3 Dane zawarte w BDOT10k w atrybucie 'funSzczegolowaBudynek'- budynki chronione akustycznie

Wartość atrybutu 'funSzczegolowaBudynek'	Definicja	Klasyfikacja
1110.Dj	budynek jednorodzinny	mieszkalny
1110.Dl	dom letniskowy	mieszkalny
1110.Ls	Leśniczówka	mieszkalny
1121.Db	budynek o dwóch mieszkaniach	mieszkalny
1122.Dw	budynek wielorodzinny	mieszkalny
1130.Bs	bursa szkolna	mieszkalny
1130.Db	dom dla bezdomnych	szpital/opieka społeczna
1130.Dd	dom dziecka	mieszkalny
1130.Os	dom opieki społecznej	szpital/opieka społeczna
1130.Dp	dom parafialny	mieszkalny
1130.Ds	dom studencki	mieszkalny
1130.Dz	dom zakonny	mieszkalny
1130.Hr	hotel robotniczy	inny
1130.In	internat	mieszkalny



Wartość atrybutu 'funSzczegolowaBudynku'	Definicja	Klasyfikacja
1130.Kl	Klasztor	mieszkalny
1130.Km	Koszary	mieszkalny
1130.Po	placówka opiekuńczo wychowawcza	mieszkalny
1130.Ra	rezydencja ambasadora	mieszkalny
1130.Rb	rezydencja biskupia	mieszkalny
1130.Rp	rezydencja prezydencka	mieszkalny
1130.Zk	zakład karny	mieszkalny
1130.Zp	zakład poprawczy	mieszkalny
1263.Ps	Przedszkole	szkoła/przedszkole
1263.Sp	szkoła podstawowa	szkoła/przedszkole
1263.Sd	szkoła ponadpodstawowa	szkoła/przedszkole
1264.Hs	Hospicjum	szpital/opieka społeczna
1264.Oo	Ośrodek opieki społecznej	szpital/opieka społeczna
1264.St	Sanatorium	szpital/opieka społeczna
1264.Sz	Szpital	szpital/opieka społeczna
1264.Zb	Żłobek	szkoła/przedszkole
1274.Sc	schronisko dla nieletnich	szpital/opieka społeczna
1274.Zp	zakład karny lub poprawczy	mieszkalny

#### LICZBA KONDYGNACJI, LOKALI MIESZKALNYCH I LICZBA MIESZKAŃCÓW

Liczba kondygnacji, lokali mieszkalnych i liczba mieszkańców należy przyporządkować do warstwy budynki przekazywanej do GIOŚ.

Liczba kondygnacji budynku ( $NF$ ) jest zawarta między innymi w atrybucie 'liczbaKondygnacji' BDOT10k. Wartości te były weryfikowane.

W przypadku braku tych danych (np. dla nowopowstałych budynków) liczbę kondygnacji należy oszacować w oparciu o wysokość budynku ( $H$ ) i przeciętną wysokość kondygnacji wynoszącą 3 m:

$$NF = H_{bud}/3 \text{ m}$$

Ważnym aspektem strategicznych map hałasu są analizy statystyczne dot. liczby mieszkańców narażonych na hałas i związane z nim szkodliwe skutki. Analizy te zgodnie z pkt 2.8 załącznika II Dyrektywy 2002/49/WE wykonuje się w oparciu o obliczenia emisji hałasu na elewacjach budynków mieszkalnych. Dlatego konieczne jest powiązanie budynków mieszkalnych z liczbą lokali mieszkalnych w ich obrębie oraz z liczbą mieszkańców. Dane te nie są w bezpośredni sposób ujęte w żadnej ewidencji. Istniejące ewidencje osób zameldowanych, czy te prowadzone z uwagi na gospodarkę odpadami są często niekompletne i opracowywane w dowolnej, nieustandaryzowanej formie, którą trudno przenieść na grunt analiz GIS.

Stąd też, poza sytuacjami, gdy możemy na podstawie innych dokładniejszych danych powiązać konkretną liczbę mieszkańców i lokali mieszkalnych z budynkiem, stosujemy podejście statystyczne z wykorzystaniem danych publikowanych przez Główny Urząd Statystyczny (GUS) w odniesieniu do jednostek terytorialnych – gmin. Przy tworzeniu strategicznych map hałasu należy korzystać z najbardziej aktualnych danych statystycznych publikowanych przez GUS w odniesieniu do pełnego roku kalendarzowego, dostępne poprzez platformę Bank Danych Lokalnych (BDL) 123, wśród których istotne są:

- Liczba mieszkańców w gminie,  $Inh_{total}$  ;
- Liczba mieszkań (lokali mieszkalnych) w gminie,  $Dwel_{total}$  ;

- Przeciętna liczba osób na jedno mieszkanie (lokal mieszkalny),  $Inh_{dwell}$ .

W przypadku gmin wiejsko-miejskich należy użyć wartości ww. wskaźników odrębnie dla części miejskiej gmin i części wiejskiej.

Z uwagi na uzyskiwane błędne wyniki przy wykorzystaniu metodyki zawartej w *Wytycznych*, opracowano własną metodykę szacowania liczby lokali mieszkalnych w budynkach oraz liczby mieszkańców w tych budynkach. Metodyka została przedstawiona Zamawiającemu, który nie wniósł uwag.

1. Stosuje się podejście statystyczne z wykorzystaniem danych publikowanych przez Główny Urząd Statystyczny (GUS) w odniesieniu do jednostek terytorialnych – gmin. Należy korzystać z najbardziej aktualnych danych statystycznych publikowanych przez GUS w odniesieniu do pełnego roku kalendarzowego, dostępne poprzez platformę Bank Danych Lokalnych (BDL):

- Liczba mieszkańców w gminie  $Inh_{total}$
- Liczba mieszkań (lokalii mieszkalnych) w gminie  $Dwel_{total}$

2. Pozyskuje się bazę danych budynków BDOT10k z zasobów Głównego Urzędu Geodezji i Kartografii.

3. Aktualizujemy bazę danych, jeżeli jest taka konieczność, o nowopowstałe budynki mieszkalne na podstawie aktualnej ortofotomapy, materiałów StreetView, wizji w terenie lub innych dostępnych materiałów.

4. Dla każdej jednostki terytorialnej osobno dokonuje się sumowania powierzchni lokali mieszkalnych  $\sum BA$  (jednorodzinnych, dwurodzinnych i wielorodzinnych). W tym celu dla każdego budynku mieszkalnego określa się powierzchnię każdego budynku  $BA$  jako iloczyn powierzchni jego rzutu  $S$  oraz liczby kondygnacji  $NF$ .

$$BA = S * NF$$

5. Liczbę lokali w danym budynku określa się jako:

$$Dwel_{bud} = \frac{BA}{\sum BA} * Dwel_{total}$$

6. Przeciętną liczbę mieszkańców w jednym lokalu na terenie danej jednostki terytorialnej określa się następująco:

$$Inh_{dwell} = \frac{Inh_{total}}{Dwel_{total}}$$

Przy czym zakłada się dokładność określenia  $Inh_{dwell}$  do piątego miejsca po przecinku.

7. Liczbę osób w każdym budynku określa się jako iloczyn liczby lokali przypisanych do tego budynku i przeciętnej liczby mieszkańców na w jednym lokalu na terenie danej jednostki terytorialnej

$$Inh_{bud} = Dwel_{bud} * Inh_{dwell}$$

Zalety:

- bezpośrednie powiązanie danych prezentowanych przez GUS wraz ze zaktualizowanymi danymi BDOT10k,
- brak możliwości osiągnięcia nieprawidłowych danych związanych z ujemną liczbą budynków mieszkalnych wielorodzinnych, a w konsekwencji z ujemną liczbą mieszkańców w tych lokalach,
- praca na danych dotyczących jednostek terytorialnych (możliwie najbardziej dokładnych),

Wady:

- możliwość zaniżania liczby lokali oraz liczby mieszkańców w budynkach jednorodzinnych,
- możliwość zawyżania liczby lokali oraz liczby mieszkańców w budynkach wielorodzinnych.

### 5.3 Ekran akustyczny

Ekran akustyczny stawiany są w celu, ograniczenia oddziaływania akustycznego dróg, linii kolejowych, linii tramwajowych czy instalacji przemysłowych. Stąd są niezwykle istotną składową modelu akustycznego - stanowią barierę na drodze propagacji fali akustycznej pomiędzy źródłem a punktem obserwacji. O skuteczności redukcji hałasu przez ekrany akustyczne stanowią ich:

- wymiary: długość i wysokość;
- lokalizacja względem źródła hałasu i punktu obserwacji;
- izolacyjność akustyczna;
- współczynnik odbicia/pochłaniania obu stron ekranu;
- charakter rozpraszający ekranu.

Ekran akustyczny w obliczeniach to nie tylko obiekt stanowiący barierę na drodze propagacji fali akustycznej, na którego krawędziach dochodzi do dyfrakcji, ale także płaszczyzna odbijająca. Stąd konieczne jest wprowadzenie do modelu akustycznego informacji, osobno dla każdej ze stron ekranu, dotyczących rodzajów powierzchni, które będą odwzorowywały to, jaka część energii akustycznej będzie odbijała się od powierzchni ekranu, a jaka zostanie przy odbiciu pochłonięta. Informacja ta zazwyczaj zawarta jest w przypisywanym każdej ze stron ekranu współczynniku odbicia, współczynniku tłumienia lub tłumieniu. Wszystkie te miary są w rzeczywistości ze sobą powiązane i różne programy akustyczne pozwalają na zamienne ich wprowadzenie (i przeliczenie) w postaci wskaźnika jednoliczbowego lub widma.

**Tabela 5.4 Wartości współczynnika absorpcji  $\alpha$  przyjęte w modelu akustycznym**

Przeważający charakter ekranu	Współczynnik absorpcji $\alpha$
Powierzchnie odbijające (szkło, stal, beton)	0,21
Pochłaniający	0,60
Silnie pochłaniający	0,84 – 0,92

Lokalizacja ekranów akustycznych, parametry geometryczne oraz materiał, z którego poszczególne ekrany zostały zbudowane, zostały przekazane przez Zamawiającego. Współczynnik absorpcji  $\alpha$  został dobrany na podstawie przeważającego charakteru ekranu.

### 5.4 Szacowanie liczby osób narażonych na hałas

Jedną z ważniejszych statystycznych miar pozwalających monitorować stan akustyczny środowiska jest liczba mieszkańców narażonych na określone poziomy hałasu. W tym celu należy liczbę mieszkańców przyporządkowaną do budynku mieszkalnego powiązać z poziomami imisji, wyrażonymi wskaźnikami  $L_{DWN}$  i  $L_N$ , dla każdego źródła hałasu osobno.

Budynek mieszkalny (z ang.: Residential building) jest to obiekt budowlany, którego co najmniej połowa całkowitej powierzchni użytkowej jest wykorzystywana do celów mieszkalnych. W przypadkach, gdy mniej niż połowa całkowitej powierzchni użytkowej wykorzystywana jest na cele mieszkalne, budynek taki klasyfikowany jest, jako niemieszkalny, zgodnie z jego przeznaczeniem. Do kategorii budynków mieszkalnych, związanych ze stałym pobytem ludzi, zaliczyć należy wszystkie budynki zamieszkania zbiorowego takie jak: akademiki, bursy, domy dziecka, zakłady poprawcze, więzienia itp. oraz budynki rekreacyjne.

Mieszkańców nie przypisuje się budynkom o charakterze niemieszkalnym, na przykład szkołom, szpitalom, budynkom biurowym czy zakładom.

Liczbę mieszkańców, podobnie jak powierzchnię obszarów, określa się w tych samych pięciodecybelowych przedziałach (zakresach) wartości wskaźnika  $L_{DWN}$  i  $L_N$ .

W przypadku źródeł hałasu takich jak hałas drogowy, przemysłowy i szynowy nie można na ogół określić jednego przedziału poziomu hałasu, w jakim znajduje się dany budynek i w efekcie przypisać mu określonej jednoliczbowej wartości przedziałów dla wskaźników  $L_{DWN}$  i  $L_N$ .

W obszarach gęstej zabudowy, blisko źródła hałasu różnice w poziomach występujących na poszczególnych elewacjach budynku mogą przekraczać nawet 20 dB, co oznacza, że ludzie zamieszkujący dany budynek są ekspozowani na zdecydowanie różne poziomy hałas.

W przypadku hałasu drogowego, w analizach liczby osób narażonych na hałas nie korzysta się w sposób bezpośredni z mapy imisyjnej wyznaczonej w siatce obliczeniowej 10 x 10 m na wysokości 4,0 n.p.t. Do tych analiz wykorzystuje się obliczenia w siatce receptorów na elewacjach budynków mieszkalnych. Receptory te lokalizuje się w odległości 0,1 m od elewacji, a w obliczeniach nie uwzględnia się odbicia fali akustycznej od fragmentu elewacji, do której przypisany jest, (którą reprezentuje) dany receptor. W ten sposób wyznaczony poziom dźwięku jest miarą energii akustycznej padającej na dany fragment elewacji.

W rzeczywistości poziom hałasu zmienia się także wraz z wysokością n.p.t. (zmienia się odległość obserwatora od źródła), co skutkuje różnymi wartościami wskaźników  $L_{DWN}$  i  $L_N$  na kolejnych kondygnacjach budynków zwłaszcza tych wysokich, wielopiętrowych. Niemniej, z uwagi na brak możliwości precyzyjnego przypisania lokali mieszkalnych i mieszkańców do poszczególnych kondygnacji (często sama liczba kondygnacji mieszkalnych jest trudna do ustalenia), Dyrektywa 2002/49/WE wskazuje, że wszystkie analizy związane z narażeniem mieszkańców na hałas (oraz szkodliwymi skutkami hałasu – rozdział 11.9) przeprowadza się w oparciu o siatkę receptorów na elewacjach budynków wyznaczoną wyłącznie na wysokości 4,0 m n.p.t. Pomija się, zatem całkowicie kwestie wysokości i liczby kondygnacji poszczególnych budynków.

Programy akustyczne umożliwiają bezpośrednio obliczanie liczby osób narażonych na hałas zgodnie z wymienionymi procedurami w *Wytycznych*, ta metoda jest rekomendowana ze względu na stopień skomplikowania.

## 5.5 Skutki zdrowotne

Dyrektywa Komisji (UE) 2020/367 z dnia 4 marca 2020 r. wprowadziła zmiany w załączniku III do Dyrektywy 2002/49/WE „w odniesieniu do ustalania metod oceny szkodliwych skutków hałasu w środowisku”, definiując zbiór szkodliwych skutków hałasu:

- Chorobę niedokrwienną serca ( IHD , od ang. ischaemic heart disease) odpowiadającą kodom BA40 do BA6Z klasyfikacji międzynarodowej ICD - 11 ustanowionej przez Światową Organizację Zdrowia;
- Znaczną uciążliwość ( HA , od ang. high annoyance);
- Znaczne zaburzenia snu ( HSD , od ang. high sleep disturbance).

Spśród powyższych aktualnie dobrze rozpoznanymi i umożliwiającymi bezpośrednią implementację w strategicznych mapach hałasu są znaczna uciążliwość (HA) i znaczne zaburzenia snu (HSD) określone jedynie

dla hałasu komunikacyjnego. Dla hałasu przemysłowego na obecnym etapie rozwoju nauki brak jest jednoznacznych wskaźników.

Miarą ww. szkodliwych skutków hałasu jest liczba osób dotkniętych danym skutkiem, którą określa się w oparciu o wartości długookresowych wskaźników hałasu obliczane w ramach strategicznej mapy hałasu oraz tzw. współczynniki „dawka-skutek” ustandaryzowane w ww. Dyrektywie 2002/49/WE. Współczynniki „dawka-skutek” tworzą zależność pomiędzy poziomem hałasu w środowisku ( $L_{DWN}$  lub  $L_N$ ) a absolutnym ryzykiem (AR) wystąpienia szkodliwego skutku hałasu (HA lub HSD). Innymi słowy pozwalają określić, jaka część populacji narażona na określony poziom hałasu będzie dotknięta szkodliwym skutkiem. Zależności te zostały określone na bazie wielu badań prowadzonych niezależnie w różnych krajach i ośrodkach naukowych i są uśrednioną miarą prawdopodobieństwa (ryzyka) wystąpienia danego szkodliwego skutku przy ekspozycji (narażeniu) na określony poziom hałasu. Przy czym absolutne ryzyko znacznej dokuczliwości hałasu ( $AR_{HA}$ ) powiązane jest ze wskaźnikiem  $L_{DWN}$ , a absolutne ryzyko znacznych zaburzeń snu ( $AR_{HSD}$ ) ze wskaźnikiem  $L_N$ .

Dokładne wartości absolutnego ryzyka wystąpienia danego szkodliwego skutku hałasu wyznacza się z poniższych wzorów dla znaczącej dokuczliwości (HA) oraz dla znaczących zaburzeń snu (HSD).

$$AR_{HA,drogowy} = (78,9270 - 3,1162 * L_{DWN} + 0,0342 * L_{DWN}^2)/100$$

$$AR_{HSD,drogowy} = (19,4312 - 0,9336 * L_N + 0,0126 * L_N^2)/100$$

Zależności te w powiązaniu z liczbą ludzi żyjących w danym budynku lub na danym obszarze, narażonych (eksponowanych) na określony poziom hałasu pozwalają na statystyczne wyznaczenie liczby osób dotkniętych danym szkodliwym skutkiem hałasu, zgodnie ze wzorami:

$$N_{HA,x} = n * AR_{HA,x}$$

$$N_{HSD,x} = n * AR_{HSD,x}$$

Gdzie:

$N_{HA} / N_{HSD}$  – liczba osób dotknięta szkodliwym skutkiem hałasu (odpowiednio HA lub HSD),

$x$  – rodzaj hałasu (odpowiednio: drogowy, szynowy lub lotniczy),

$n$  – liczba osób żyjących w danym budynku lub na danym obszarze,

$AR_{HA} / AR_{HSD}$  – absolutne ryzyko wystąpienia szkodliwego skutku (odpowiednio HA lub HSD).

## 5.6 Wpływ gruntu

Matematyczny opis wpływu oddziaływania dźwięku z powierzchnią ziemi, które może zarówno podwyższyć (wzmocnienie), jak i obniżyć (tłumienie) poziom hałasu w środowisku jest modelem jednoparametrowym, w którym powierzchnia gruntu jest scharakteryzowana współczynnikiem G. Jest on miarą porowatości powierzchni, przyjmującym wartości w przedziale od 0 (grunt twardy) do 1 (grunt miękkie), przy czym nie powinien być on utożsamiany ze współczynnikiem pochłaniania  $\alpha$ .

Dla terenu całego kraju warstwę „pokrycie terenu” z wystarczającą dokładnością można wyznaczyć na podstawie zasobów BDOT10k, którą należy ją jednak każdorazowo zweryfikować.

W modelu obliczeniowym przyjęto parametry zgodnie z poniższą tabelą

**Tabela 5.5 Wartości współczynnika gruntu G**

Klasa	Nazwa	Kod	Obiekt	G
PTWP	woda powierzchniowa	PTWP01	woda morska	0,0
		PTWP02	woda płynąca	0,0
		PTWP03	woda stojąca	0,0
PTZB	zabudowa	PTZB01	zabudowa wielorodzinna	0,6
		PTZB02	zabudowa jednorodzinna	0,6
		PTZB03	zabudowa przemysłowo-składowa	0,2
		PTZB04	zabudowa handlowo-usługowa	0,2
		PTZB05	pozostała zabudowa	0,2
PTLZ	teren leśny i zadrzewiony	PTLZ01	las	1,0
		PTLZ02	zagajnik	1,0
		PTLZ03	zadrzewienie	1,0
PTRK	roślinność krzewiasta	PTRK01	kosodrzewina	1,0
		PTRK02	krzewy	1,0
PTUT	uprawa trwała	PTUT01	ogród działkowy	1,0
		PTUT02	plantacja	1,0
		PTUT03	sad	1,0
		PTUT04	szkółka leśna	1,0
		PTUT05	szkółka roślin ozdobnych	1,0
PTTR	roślinność trawiasta i uprawa rolna	PTTR01	roślinność trawiasta	1,0
		PTTR02	uprawa na gruntach ornych	1,0
PTKM	teren pod drogami kołowymi, szynowymi i lotniskowymi	PTKM01	teren pod drogą kołową	0,3
		PTKM02	teren pod torowiskiem	0,3
		PTKM03	teren pod drogą kołową i torowiskiem	0,3
		PTKM04	teren pod drogą lotniskową	0,3
PTGN	grunt nieużytkowany	PTGN01	piarg, usypisko lub rumowisko skalne	0,5
		PTGN02	teren kamienisty	0,2
		PTGN03	teren piaszczysty lub żwirowy	0,3
		PTGN04	pozostały grunt nieużytkowany	0,5
PTPL	Plac	PTPL01	Plac	0,3
PTSO	składowisko odpadów	PTSO01	teren składowania odpadów komunalnych	0,5
		PTSO02	teren składowania odpadów przemysłowych	0,5
PTWZ	wzrostek i zwałowisko	PTWZ01	wzrostek	0,2
		PTWZ02	zwałowisko	0,2
PTNZ	pozostały teren niezabudowany	PTNZ01	teren pod urządzeniami technicznymi lub budowlami	0,2
		PTNZ02	teren przemysłowo-składowy	0,2

## 5.7 Konfiguracja modelu akustycznego

Poniżej zestawiono główne parametry obliczeniowe, zgodne z rekomendacjami do obliczenia strategicznych map hałasu:

- Metody obliczeniowa: CNOSSOS-EU,
- Ocena hałasu na elewacjach budynków: Rozkład punktów zgodnie z wymaganiami CNOSSOS-EU (wybór odpowiedniego ustawienia w programie obliczeniowym),
- Wysokość obliczeń w siatce: 4 m nad poziomem gruntu,
- Krok siatki obliczeniowej: 10x10 m,
- Liczba odbić: 1,

- Promień poszukiwań źródła hałasu: 1000 m,
- Promień poszukiwań odbić: 100 m,
- Interpolacja siatki obliczeniowej: 5x5 m,
- Wysokość punktów obliczeniowych: 4 m nad poziomem gruntu,
- Odległość punktów obliczeniowych od fasady: 0,1 m,
- Liczba odbić w przypadku obliczeń w punktach obliczeniowych: 0.

## 5.8 Parametry obiektów

W niniejszej strategicznej mapie hałasu zastosowano następujące zalecenia:

Parametr	Wartość	Komentarz
Współczynnik pochłaniania dźwięku $\alpha$	0,2	Wartość domyślna dla wszystkich budynków
	0,0	Wartość dla dużych bardzo gładkich powierzchni (np. szklana elewacja)
	0,4	Fasady o bardzo zróżnicowanej strukturze (np. duża liczba balkonów)
	0,6	Typowe ekrany akustyczne o właściwościach pochłaniających

## 5.9 Warunki meteorologiczne

Wpływ warunków meteorologicznych na propagację hałasu rośnie wraz z odległością od źródła. W odniesieniu do średniorocznych wskaźników oceny hałasu, wpływ ten jest istotny w odległościach znacznie powyżej 100 m.

Zgodnie z rekomendacją przedstawioną w *Wytycznych* przyjęto średnie wartości parametrów meteorologicznych:

- temperatura powietrza -  $T = 10^{\circ} \text{C}$ ;
- względna wilgotność powietrza -  $h = 75 \%$ ;
- średnioroczny procent warunków sprzyjających propagacji w odniesieniu do pory doby:
  - dzień -  $p_D = 50 \%$ ;
  - wieczór -  $p_W = 55 \%$ ;
  - noc -  $p_N = 80 \%$ .

## 5.10 Geometria drogi, niweleta

Drogę, jako źródło emisji hałasu w pierwszej kolejności cechuje jej rzeczywiste położenie w terenie. Zarówno względem terenów i budynków podlegających ochronie przed hałasem, jak również względem pozostałych obiektów stanowiących przeszkody na drodze propagacji hałasu.

Rzeczywiste odwzorowanie położenia drogi, jako źródła hałasu w kontekście wiarygodnego wyznaczenia map imisyjnych wymaga w przypadku dróg o dwóch lub więcej jezdniach, rond czy węzłów wykorzystania danych dot. położenia jezdni. Wykorzystanie z BDOT10k wyłącznie warstwy osi dróg może prowadzić do istotnego zniekształcenia rzeczywistej imisji zwłaszcza w przypadku szerokich przekrojów drogowych, w sytuacjach małej odległości od zabudowy i terenów chronionych lub w miejscach gdzie istnieją ekrany akustyczne (oś drogi może być istotnie odsunięta od ekranu, przez co maleje jego skuteczność).

Istotną informacją związaną z geometrią drogi/jezdni jest także jej szerokość. Jest ona istotna w modelu akustycznym drogi przede wszystkim z punktu widzenia oddziaływania z powierzchnią ziemi (6.3.3 Wpływ gruntu). Programy komputerowe realizujące obliczenia akustyczne uwzględniają nawierzchnię jezdni/drogi w mapie absorpcji gruntu zawartej w modelu akustycznym, jako powierzchnię odbijającą/twardą ( $G = 0$ ). Dane BDOT10k zawierają informację o szerokości jezdni (atrybut 'szerNawierzchni'), niemniej wymaga ona zawsze weryfikacji.

Należy w tym miejscu zauważyć, że geometria dróg/jezdni zawarta w BDOT10k jest podzielona na fragmenty ze względu na atrybuty tego repozytorium (fragment/obiekt geometrii będący linią łamaną złożoną z wielu odcinków między kolejnymi węzłami posiada w formatach GIS jednorodne atrybuty). Podział ten rzadko jest spójny z jednorodnością modelowanego źródła hałasu. Często jeden obiekt w BDOT10k odpowiada długiemu odcinkowi drogi (np. od skrzyżowania do skrzyżowania), na którym w rzeczywistości zmieniają się istotnie parametry związane z emisją hałasu – m.in.: prędkości czy charakter płynności ruchu pojazdów. Obiekty te wymagają ręcznego podziału w miarę przypisywania im kolejnych atrybutów związanych z emisją hałasu, które nie są zawarte w BDOT10k.

Odwzorowanie geometryczne dróg/jezdni zawarte w BDOT10k nie ma atrybutu danych dotyczących wysokości, co wymaga uzupełnienia go poprzez przypisanie kolejnym węzłom linii wysokości z NMT. Przypisywanie to jest najczęściej realizowane już w programach wykorzystywanych do obliczeń akustycznych, gdzie uwzględnia się docelowy model terenu poddany uproszczeniom i triangulacji. Geometrie zawarte w BDOT10k mogą mieć niewystarczającą liczbę węzłów (w bazie tej liczba węzłów uwarunkowana jest wyłącznie dwuwymiarowym odwzorowaniem drogi), co często jest niewystarczające w kontekście rzeczywistej zmiennej niwelety. Należy wówczas zwiększyć (zagęścić) liczbę węzłów drogi, tak, aby prawidłowo odwzorować w modelu akustycznym jej przebieg (wiele programów komputerowych oferuje w tym celu automatyczny algorytm). Należy jednak pamiętać, że węzły geometrii mają wpływ na późniejszą segmentację źródła hałasu. Dlatego im więcej węzłów, tym więcej segmentów uwzględnianych w obliczeniach i dłuższy czas realizacji obliczeń.

Nie wszystkie odcinki drogi mają rzędną wysokości zgodną z NMT. Drogom na wiaduktach, mostach, estakadach czy w tunelach nie można przypisać wysokości terenu w sposób zautomatyzowany. Te odcinki zidentyfikowane są w BDOT10k wartością atrybutu 'położenie' różną od 0. W przypadku jednopoziomowych obiektów odcinkom dróg przebiegających na obiekcie drogowym (z wartością atrybutu 'położenie' większą od 0) można przypisać wysokość z NMT. W przypadku, gdy drogi mają atrybut „położenie” 0 to bierzemy dane z NMT o ile nie występują żadne obiekty inżynieryjne typu mosty, estakady itp.

Ostatnim istotnym parametrem drogi, jako źródła hałasu związanym z jego geometrią jest niweleta, a więc pochylenie wzdłużne odcinka drogi. Niweleta drogi na ogół jest wyliczana automatycznie dla danego elementarnego segmentu drogi ze współrzędnych początku i końca segmentu i na tej podstawie korygowany jest poziom emisji. W kontekście automatycznego przypisania niwelety ważne jest czy dany odcinek drogi/jezdni jest jedno- lub dwukierunkowy oraz czy każdy z pasów ruchu modelowany jest, jako odrębne źródło hałasu czy ruch na nim odbywa się prawo- czy lewostronnie. Dla odcinków jednokierunkowych dróg istotny będzie, zatem także fakt, czy ruch pojazdów odbywa się zgodnie lub przeciwnie do kierunku geometrii (kolejność węzłów linii). Te parametry decydować będą o właściwym odwzorowaniu w modelu akustycznym rosnącej (ruch pod górę) lub malejącej (ruch z góry) niwelety danego odcinka drogi.



### 5.11 Natężenie ruchu pojazdów

Metodyka CNOSOS-EU wprowadza podział potoku ruchu pojazdów na pięć kategorii (rozdz. 2.2.1 załącznika II Dyrektywy 2002/49/WE):

- Kategoria 1: lekkie pojazdy silnikowe;
- Kategoria 2: średnie pojazdy silnikowe;
- Kategoria 3: pojazdy ciężarowe;
- Kategoria 4: dwukołowe pojazdy silnikowe: 4a – motorowery, 4b - motocykle;
- Kategoria 5: kategoria otwarta.

Aktualnie używane są cztery pierwsze kategorie pojazdów. Piąta została wprowadzona z myślą o rozwoju motoryzacji, pozwalając w przyszłości uwzględnić nowe typy pojazdów (np. elektryczne czy hybrydowe), których emisja hałasu w sposób zdecydowany odbiegać będzie od kategorii 1 – 4.

W związku z tym, że strategiczne mapy hałasu opierają się na średniorocznych wskaźnikach  $L_{DWN}$  i  $L_N$ , natężenie ruchu pojazdów determinujące emisję hałasu do środowiska musi zostać sprecyzowane w odniesieniu do każdej z ww. kategorii z podziałem na pory doby: dzień (6: 00 – 18: 00), wieczór (18: 00 – 22: 00) i noc (22:00 – 6:00). Z uwagi na długoterminowy charakter wskaźników  $L_{DWN}$  i  $L_N$  dane wprowadzane do obliczeń powinny być reprezentatywne dla średniorocznego ruchu, a więc odzwierciedlać proporcjonalnie ruch pojazdów w dni robocze, weekendowe, świąteczne zarówno w sezonie letnim jak i zimowym.

Format danych dotyczących natężenia ruchu pojazdów wprowadzanych do programów obliczeniowych może być różny. Najczęściej jest to średnia liczba pojazdów danej kategorii poruszających się w ciągu godziny odpowiednio w porze dnia, wieczoru czy nocy. Niemniej, w pełni równoważnym formatem jest średnia liczba wszystkich pojazdów na godzinę w danej porze doby wraz z procentowym udziałem pojazdów poszczególnych kategorii. Dostępne średnioroczne dobowe natężenie ruchu pojazdów wymaga, zatem wcześniejszego przekształcenia danych do formatu wymaganego przez dany program obliczeniowy.

Dostępne dane o natężeniu ruchu pojazdów najczęściej dotyczą całego przekroju drogi. Poza szczególnymi sytuacjami wynikającymi z uwarunkowań lokalnych, można przyjąć, że ruch pojazdów jest jednakowy w obu kierunkach drogi. Stąd też w przypadku dróg dwujezdniowych, w przypadku braku bardziej szczegółowych danych, każdej z jezdni należy przypisać połowę całego natężenia ruchu z przekroju drogi. Dla skrzyżowań typu rondo, gdy nie są dostępne szczegółowe dane, można przyjąć, że przez elementarny odcinek ronda przejeżdża połowa wszystkich pojazdów wjeżdżających na rondo ( $\frac{1}{4}$  -  $\frac{1}{2}$  sumy natężenia ruchu w przekroju wszystkich dróg skomunikowanych rondem w zależności od liczby wlotów/wylotów), co wynika ze statystycznego założenia, że każdy pojazd średnio przejeżdża przez połowę ronda.

Dla pojazdów kategorii 1 (lekkie pojazdy silnikowe) metodyka CNOSOS-EU umożliwia wprowadzenie korekcji emisji hałasu uwzględniającej wpływ ruchu pojazdów wyposażonych w opony z kolcami. W Polsce ma to zastosowanie do niewielkiego relatywnie obszaru kraju, gdzie w miesiącach zimowych na mniejszych drogach występuje konieczność użycia takich rozwiązań. Uwzględnienie tego czynnika w poziomie emisji hałasu wymaga podania liczby miesięcy w roku, dla których ma to zastosowanie oraz średniego udziału pojazdów lekkich wyposażonych w opony z kolcami w stosunku do całkowitej liczby pojazdów lekkich w okresie tych miesięcy. Dla pozostałych kategorii pojazdów nie stosuje się korekcji na opony z kolcami.

W obliczeniach wykorzystano bazę danych przekazaną przez Zamawiającego i przedstawione w rozdziale 3.

### 5.12 Prędkość ruchu pojazdów

Analogicznie jak w przypadku natężenia ruchu, rzeczywista średnia prędkość ruchu pojazdów jest zmienną uzależnioną zarówno od kategorii pojazdów jak i pory doby (dzień, wieczór, noc). Nominalna prędkość ruchu na danym odcinku drogi jest uregulowana formalnie przez dopuszczalne prędkości ruchu pojazdów (znaki drogowe zgodne z ustawą Prawo o ruchu drogowym – tj. Dz.U. 2021 poz. 450), niemniej rzeczywiste obserwowane prędkości determinujące emisję hałasu mogą w zdecydowany sposób odbiegać od wartości nominalnych. W wielu sytuacjach rzeczywista prędkość ruchu pojazdów istotnie przekracza prędkości nominalne powodując wyższą emisję hałasu danego odcinka drogi. Równie często obserwujemy dużo niższe od nominalnych prędkości uwarunkowane brakiem płynności ruchu.

Nie ma aktualnie jednolitego w skali kraju repozytorium rzeczywistych średnich prędkości ruchu pojazdów na poszczególnych odcinkach dróg.

W obliczeniach wykorzystano dane przedstawione w rozdziale 3.

### 5.13 Płynność ruchu pojazdów

W metodyce CNOSOSS nie definiuje się dla poszczególnych odcinków dróg charakteru płynności ruchu (ruch jednostajny, opóźniany, przyspieszony i pulsujący). Wprowadza się jedynie punkt przecięcia dla danej drogi/jezdni odpowiadający skrzyżowaniu z sygnalizacją świetlną lub wjazdu/wyjazdu z ronda (należy wskazać jedną z dwóch opcji), który następnie wykorzystany jest do automatycznej korekcji poziomu emisji związanej z toceniem i pracą silnika na odcinku 100 m tego źródła.

W praktycznym kontekście budowania modelu akustycznego dróg płynność ruchu nie jest atrybutem danego odcinka drogi, a odrębnym obiektem wymagającym wprowadzenia do modelu i połączenia z poszczególnymi drogami/jezdniami.

W przygotowanych modelach obliczeniowych wprowadzono punkty z sygnalizacją świetlną oraz miejsca wjazdu/zjazdu z ronda.

### 5.14 Rodzaj nawierzchni

Rodzaj nawierzchni drogowej w sposób istotny wpływa na wielkość hałasu toczenia. Emisja hałasu w metodyce CNOSOSS obliczana jest dla referencyjnej nawierzchni jezdni (średnio zagęszczony beton asfaltowy 0/11 i mieszanka grysowo-mastykowa 0/11 w wieku od 2 do 7 lat – rozdział 2.2.2 Dyrektywy 2002/49/WE) a następnie korygowana o poprawki dla poszczególnych rodzajów nawierzchni drogowych z uwzględnieniem prędkości i kategorii pojazdów. Dlatego też, każdy odcinek drogi/jezdni musi zostać scharakteryzowany w zakresie zastosowanej na nim nawierzchni drogowej.

Baza danych nawierzchni drogowych dla poszczególnych została przekazana przez Zamawiającego i zaimplementowana w modelach obliczeniowych.

Parametry dla poszczególnych rodzajów nawierzchni drogowych przyjęto zgodnie z *Katalogiem danych dotyczących infrastruktury transportowej oraz środków transportu w Polsce w odniesieniu od wymagań Dyrektywy 2015/996, Wytyczne Głównego Inspektora Ochrony Środowiska, Rok 2021, str. 56.*

## 6 Wyniki pomiarów oraz kalibracji modelu obliczeniowego

### 6.1 Pomiary hałasu

W ramach niniejszego opracowania wykonano przy analizowanych odcinkach całodobowe pomiary hałasu (dla czasu doniesienia 16h w porze dnia i 8 h w porze nocy) w 1 punkcie pomiarowym (sprawozdanie z pomiarów nr S-2022.03-08/01). Pomiary wykonane zostały przez firmę BAASA Acoustics sp. j. Laboratorium Badawcze BAASA certyfikat akredytacji laboratorium badawczego nr AB1820. Opracowane wyniki w postaci sprawozdania zostały przekazane do Zamawiającego tj. Zarządowi Dróg Powiatowych w Obornikach będącego ich dysponentem i tam są przechowywane

W poniższych tabelach zestawiono wyniki pomiarów hałasu wraz z podstawowymi parametrami.

**Tabela 6.1 Wyniki pomiarów hałasu wykonanych w ramach opracowywania Strategicznej Mapy Hałasu**

Punkt	Współrzędne		Data	Godzina	Adres	Odległość [m]	Wysokość [m]	Zmierzony Poziom [dB]	
	Szerokość	Długość						L <sub>AeqD</sub>	L <sub>AeqN</sub>
PPH01	52°39'2.12"N	16°48'15.49"E	17/18.05.2022	22:00	Oborniki, Czarnkowska 55	10	4,0	61,6	54,6

## 6.2 Kalibracja modelu obliczeniowego

Wykorzystanie nawet zaawansowanego modelu akustycznego nie gwarantuje dokładnych wyników obliczeń poziomu hałasu. Dokładność jest wypadkową wielu czynników i zależy m.in. od: jakości danych wejściowych, poprawności przypisania/wyboru parametrów modelu, jakości odwzorowania stanu faktycznego w modelu środowiska, niepewności samej metody, którą obarczony jest każdy model (stanowiący uproszczony opis rzeczywistości), a także sposób implementacji modelu w oprogramowaniu.

Miarodajność wyników obliczeń rozumiana, jako zgodność ze stanem faktycznym, jest konieczna ze względu na rolę strategicznej mapy hałasu w tworzeniu programu ochrony środowiska przed hałasem. Jest także ważna dla zwiększenia wiarygodności mapy u odbiorców, (dla których ani metody obliczeniowe, ani długookresowe wskaźniki hałasu nie są intuicyjne). Dlatego po wykonaniu obliczeń należy je walidować pomiarami hałasu w środowisku, potwierdzając w ten sposób, że model stanowi dokładne odzwierciedlenie (na tyle na ile jest to możliwe) rzeczywistego stanu klimatu akustycznego. Jest to ważne zwłaszcza ze względu na zastosowanie nowej metody prognozowania CNOSSOS-EU, która w porównaniu z metodami stosowanymi w poprzednich edycjach mapowania różni się w zakresie charakterystyki źródeł hałasu, nie tylko nowym modelem źródeł hałasu, ale przede wszystkim parametrami emisji, które w warunkach krajowych nie zostały jeszcze wystarczająco udokumentowane.

Walidacja jest procesem, który ma na celu określenie stopnia zgodności przewidywań modelu z wartością rzeczywistą. Bardziej szczegółowo, przez walidację będziemy rozumieć metodologię wyznaczenia dokładności metody obliczeniowej, przy czym miarą dokładności jest błąd (różnica) pomiędzy obliczonym a zmierzonym poziomem dźwięku. Wynikiem procedury walidacji będzie wyznaczenie tzw. poprawki kalibracyjnej do modelu obliczeniowego (wartości dodawanej lub odejmowanej do wyniku obliczeń lub do poziomu emisji źródła hałasu, w zależności od stosowanego oprogramowania), wprowadzonej w celu zwiększenia jego dokładności. Jeżeli poprawka kalibracyjna będzie mieściła się w dozwolonym zakresie (spełniała założone kryterium), wtedy model i jego prognozy można uznać za prawidłowe. Najmniejszą możliwą wartość poprawki kalibracyjnej wyznacza się w procedurze, określanej, jako kalibracja lub adjustacja parametrów modelu akustycznego w taki sposób, aby uzyskać najlepszą zgodności z wynikiem pomiaru.

Dyrektywa nie określa wymagań w zakresie dokładności wyników obliczeń, wprowadza jedynie wymóg w zakresie dokładności danych wejściowych, ustalony na poziomie  $\pm 2$  dB. W przyjętej tu procedurze walidacji punkt pomiarowy lokalizuje się blisko źródła hałasu. Dlatego podstawowymi czynnikami decydującymi o poziomie hałasu są w tym przypadku: spadek hałasu z odległością, odbicie od powierzchni ziemi blisko źródła hałasu oraz poziom emisji źródła hałasu. Ten ostatni czynnik jest związany z dokładnością danych wejściowych, dlatego przyjęto, że warunkiem walidacji modelu w danym punkcie pomiarowym jest uzyskanie zgodności pomiędzy wynikiem pomiaru a wynikiem obliczeń na poziomie nie większym niż  $\pm 2$  dB.

Ze względu na ograniczone możliwości pomiarowe, które nie obejmują wszystkich źródeł hałasu objętych mapowaniem, wyniki walidacji można przenieść na inne źródła hałasu.

Poprawki kalibracyjne K stosuje się w następujący sposób:

- Indywidualną wartość poprawki kalibracyjnej K, wyznaczoną w danym punkcie pomiarowym, przypisuje się do źródła hałasu objętego pomiarami w tym punkcie;

- W przypadku hałasu drogowego i szynowego tę samą poprawkę przypisuje się dla innych odcinków badanej drogi/torowiska, jeśli mają takie same/podobne parametry (infrastruktura i parametry eksploatacji);
- Grupuje się wszystkie podobne punkty pomiarowe (oraz źródła hałasu) objęte pomiarami i wyznacza się dla nich średnią poprawkę kalibracyjną (średnia arytmetyczna ze wszystkich K); kryteria grupowania są jakościowe – przez „miejsca podobne” rozumie się (dla danego rodzaju źródła hałasu) te o podobnych: ukształtowaniu i pokryciu terenu, odległości pierwszej linii zabudowy oraz charakterystyki źródła hałasu (prędkości, pojazdy/tabor, nawierzchnia/torowisko);
- Średnią poprawkę kalibracyjną przypisuje się do wszystkich źródeł nieobjętych pomiarami walidacyjnymi, które mają cechy takie jak ww. grupa.

W przypadku hałasu drogowego i szynowego, tę samą poprawkę kalibracyjną przypisuje się do jednorodnych odcinków dróg i torowisk, tj. o podobnej infrastrukturze i parametrach eksploatacji.

**Tabela 6.2 Wyniki kalibracji modelu obliczeniowego**

Punkt	Pomiary		Obliczenia wstępne		1 etap		Obliczenia	
	L <sub>AeqD</sub> [dB]	L <sub>AeqN</sub> [dB]	L <sub>AeqD</sub> [dB]	L <sub>AeqN</sub> [dB]	L <sub>AeqD</sub> [dB]	L <sub>AeqN</sub> [dB]	L <sub>AeqD</sub> [dB]	L <sub>AeqN</sub> [dB]
PPH01	61,6	54,6	62,5	55,1	-0,9	-0,5	61,6	54,6

## 7 Tereny zagrożone hałasem

W rozdziale tym, na podstawie uzyskanych analiz wskazano tereny zagrożone hałasem, tj. takich na których stwierdzono występowanie przekroczeń dopuszczalnych poziomów hałasu wyrażonych wskaźnikami  $L_{DWN}$  i  $L_N$ . Poniżej w tabelach zestawiono powierzchnię terenów w odniesieniu do powiatu w przedziałach przekroczeń z krokiem co 5 dB.

**Tabela 7.1 Szacunkowa powierzchnia obszarów, na których występują przekroczenia dopuszczalnych poziomów hałasu wyrażonych wskaźnikiem  $L_{DWN}$  w podziale na powiaty [km<sup>2</sup>]**

Lp.	Powiat	Przedziały przekroczeń [dB]			
		1,0 - 5,0	5,1 - 10,0	10,1 - 15,0	Powyżej 15
1	obornicki	0,6307	0,2579	0,0399	-

**Tabela 7.2 Szacunkowa powierzchnia obszarów, na których występują przekroczenia dopuszczalnych poziomów hałasu wyrażonych wskaźnikiem  $L_N$  w podziale na powiaty [km<sup>2</sup>]**

Lp.	Powiat	Przedziały przekroczeń [dB]			
		1,0 - 5,0	5,1 - 10,0	10,1 - 15,0	Powyżej 15
1	obornicki	0,3250	0,0658	-	-

## 8 Dane liczbowe dotyczące ludności narażonej na hałas

### 8.1 Przekroczenia dopuszczalnych poziomów hałasu wyrażonych wskaźnikami $L_{DWN}$ i $L_N$

W rozdziale tym prezentowane są dane liczbowe w formie tabelarycznej dotyczące liczby ludności narażonej na hałas poprzez podanie szacunkowej liczby lokali mieszkalnych oraz osób zamieszkujących te lokale (w zaokrągleniu do najbliższych stu), a także szacunkowej liczby obiektów związanych ze stałym lub czasowym pobytem dzieci i młodzieży, szpitali i domów pomocy społecznej na terenach, na których występują przekroczenia dopuszczalnych poziomów hałasu wyrażonych wskaźnikami  $L_{DWN}$  i  $L_N$ , w każdym z przedziałów przekroczeń, osobno dla każdego z powiatów.

Kolorem szarym oznaczono powiaty sąsiadujące z analizowanym obszarem.

**Tabela 8.1 Szacunkowa liczba lokali mieszkalnych. Wskaźnik  $L_{DWN}$**

Lp.	Powiat	Przedziały przekroczeń [dB]			
		1,0 - 5,0	5,1 - 10,0	10,1 - 15,0	Powyżej 15
1	obornicki	0	0	0	0

**Tabela 8.2 Szacunkowa liczba osób zamieszkujących lokale mieszkalne. Wskaźnik  $L_{DWN}$**

Lp.	Powiat	Przedziały przekroczeń [dB]			
		1,0 - 5,0	5,1 - 10,0	10,1 - 15,0	Powyżej 15
1	obornicki	0	0	0	0

**Tabela 8.3 Szacunkowa liczba obiektów związanych z pobytem dzieci i młodzieży. Wskaźnik  $L_{DWN}$**

Lp.	Powiat	Przedziały przekroczeń [dB]			
		1,0 - 5,0	5,1 - 10,0	10,1 - 15,0	Powyżej 15
1	obornicki	0	0	0	0

**Tabela 8.4 Szacunkowa liczba szpitali i domów pomocy społecznej. Wskaźnik  $L_{DWN}$**

Lp.	Powiat	Przedziały przekroczeń [dB]			
		1,0 - 5,0	5,1 - 10,0	10,1 - 15,0	Powyżej 15
1	obornicki	0	0	0	0

**Tabela 8.5 Szacunkowa liczba lokali mieszkalnych. Wskaźnik L<sub>N</sub>**

Lp.	Powiat	Przedziały przekroczeń [dB]			
		1,0 - 5,0	5,1 - 10,0	10,1 - 15,0	Powyżej 15
1	obornicki	0	0	0	0

**Tabela 8.6 Szacunkowa liczba osób zamieszkujących lokale mieszkalne. Wskaźnik L<sub>N</sub>**

Lp.	Powiat	Przedziały przekroczeń [dB]			
		1,0 - 5,0	5,1 - 10,0	10,1 - 15,0	Powyżej 15
1	obornicki	0	0	0	0

**Tabela 8.7 Szacunkowa liczba obiektów związanych z pobytem dzieci i młodzieży. Wskaźnik L<sub>N</sub>**

Lp.	Powiat	Przedziały przekroczeń [dB]			
		1,0 - 5,0	5,1 - 10,0	10,1 - 15,0	Powyżej 15
1	obornicki	0	0	0	0

**Tabela 8.8 Szacunkowa liczba szpitali i domów pomocy społecznej. Wskaźnik L<sub>N</sub>**

Lp.	Powiat	Przedziały przekroczeń [dB]			
		1,0 - 5,0	5,1 - 10,0	10,1 - 15,0	Powyżej 15
1	obornicki	0	0	0	0



## 8.2 Zagrożenia hałasem wyrażonym wskaźnikiem $L_{DWN}$

W rozdziale tym prezentowane są dane liczbowe w formie tabelarycznej dotyczące liczby ludności narażonej na hałas poprzez podanie szacunkowej liczby lokali mieszkalnych oraz osób zamieszkujących te lokale (w zaokrągleniu do najbliższych stu), a także szacunkowej liczby obiektów związanych ze stałym lub czasowym pobytem dzieci i młodzieży, szpitali i domów pomocy społecznej zagrożonych hałasem wyrażonym wskaźnikiem  $L_{DWN}$  w każdym z przedziałów wartości, osobno dla każdego z powiatów.

Kolorem szarym oznaczono powiaty sąsiadujące z analizowanym obszarem.

**Tabela 8.9 Zagrożenia hałasem. Szacunkowa liczba lokali mieszkalnych Wskaźnik  $L_{DWN}$**

Lp.	Powiat	Przedział [dB]					
		55,0-59,9	60,0-64,9	65,0-69,9	70,0-74,9	75,0-79,9	≥80
1	obornicki	800	600	100	0	0	0

**Tabela 8.10 Zagrożenia hałasem. Szacunkowa liczba osób zamieszkujących lokale mieszkalne. Wskaźnik  $L_{DWN}$**

Lp.	Powiat	Przedział [dB]					
		55,0-59,9	60,0-64,9	65,0-69,9	70,0-74,9	75,0-79,9	≥80
1	obornicki	1900	1400	300	0	0	0

**Tabela 8.11 Zagrożenia hałasem. Szacunkowa liczba obiektów związanych z pobytem dzieci i młodzieży. Wskaźnik  $L_{DWN}$**

Lp.	Powiat	Przedział [dB]					
		55,0-59,9	60,0-64,9	65,0-69,9	70,0-74,9	75,0-79,9	≥80
1	obornicki	12	5	2	0	0	0

**Tabela 8.12 Zagrożenia hałasem. Szacunkowa liczba szpitali i domów pomocy społecznej. Wskaźnik  $L_{DWN}$**

Lp.	Powiat	Przedział [dB]					
		55,0-59,9	60,0-64,9	65,0-69,9	70,0-74,9	75,0-79,9	≥80
1	obornicki	2	2	1	0	0	0

### 8.3 Zagrożenia hałasem wyrażonym wskaźnikiem $L_N$

W rozdziale tym prezentowane są dane liczbowe w formie tabelarycznej dotyczące liczby ludności narażonej na hałas poprzez podanie szacunkowej liczby lokali mieszkalnych oraz osób zamieszkujących te lokale (w zaokrągleniu do najbliższych stu), a także szacunkowej liczby obiektów związanych ze stałym lub czasowym pobytem dzieci i młodzieży, szpitali i domów pomocy społecznej zagrożonych hałasem wyrażonym wskaźnikiem  $L_N$  w każdym z przedziałów wartości, osobno dla każdego z powiatów.

Kolorem szarym oznaczono powiaty sąsiadujące z analizowanym obszarem.

**Tabela 8.13 Zagrożenia hałasem. Szacunkowa liczba lokali mieszkalnych Wskaźnik  $L_N$**

Lp.	Powiat	Przedział [dB]					
		50,0-54,9	55,0-59,9	60,0-64,9	65,0-69,9	70,0-74,9	≥75
1	obornicki	600	200	0	0	0	0

**Tabela 8.14 Zagrożenia hałasem. Szacunkowa liczba osób zamieszkujących lokale mieszkalne. Wskaźnik  $L_N$**

Lp.	Powiat	Przedział [dB]					
		50,0-54,9	55,0-59,9	60,0-64,9	65,0-69,9	70,0-74,9	≥75
1	obornicki	1400	400	0	0	0	0

**Tabela 8.15 Zagrożenia hałasem. Szacunkowa liczba obiektów związanych z pobytem dzieci i młodzieży. Wskaźnik  $L_N$**

Lp.	Powiat	Przedział [dB]					
		50,0-54,9	55,0-59,9	60,0-64,9	65,0-69,9	70,0-74,9	≥75
1	obornicki	5	2	0	0	0	0

**Tabela 8.16 Zagrożenia hałasem. Szacunkowa liczba szpitali i domów pomocy społecznej. Wskaźnik  $L_N$**

Lp.	Powiat	Przedział [dB]					
		50,0-54,9	55,0-59,9	60,0-64,9	65,0-69,9	70,0-74,9	≥75
1	obornicki	2	1	0	0	0	0

#### 8.4 Powierzchnia obszarów przekroczeń oraz zagrożeń wyrażonych wskaźnikiem $L_{DWN}$

W rozdziale tym prezentowane są dane liczbowe w formie tabelarycznej dotyczące powierzchni terenów dla poszczególnych powiatów na których występują przekroczenia wartości dopuszczalnych wyrażonych wskaźnikiem  $L_{DWN}$  w poszczególnych przedziałach oraz powierzchni terenów zagrożonych hałasem wyrażonym wskaźnikiem  $L_{DWN}$

Kolorem szarym oznaczono powiaty sąsiadujące z analizowanym obszarem.

**Tabela 8.17 Szacunkowa powierzchnia obszarów [km<sup>2</sup>] z przekroczeniami poziomów dopuszczalnych. Wskaźnik  $L_{DWN}$**

Lp.	Powiat	Przedziały przekroczeń [dB]			
		1,0 - 5,0	5,1 - 10,0	10,1 - 15,0	Powyżej 15
1	obornicki	0,6307	0,2579	0,0399	

**Tabela 8.18 Szacunkowa powierzchnia obszarów [km<sup>2</sup>] zagrożonych hałasem. Wskaźnik  $L_{DWN}$**

Lp.	Powiat	Przedział [dB]					
		55,0-59,9	60,0-64,9	65,0-69,9	70,0-74,9	75,0-79,9	≥80
1	obornicki	8,4161	4,8537	3,0795	1,4702	0,1547	0,0020

### 8.5 Powierzchnia obszarów przekroczeń oraz zagrożeń wyrażonych wskaźnikiem $L_N$

W rozdziale tym prezentowane są dane liczbowe w formie tabelarycznej dotyczące powierzchni terenów dla poszczególnych powiatów na których występują przekroczenia wartości dopuszczalnych wyrażonych wskaźnikiem  $L_N$  w poszczególnych przedziałach oraz powierzchni terenów zagrożonych hałasem wyrażonym wskaźnikiem  $L_N$

Kolorem szarym oznaczono powiaty sąsiadujące z analizowanym obszarem.

**Tabela 8.19 Szacunkowa powierzchnia obszarów [km<sup>2</sup>] z przekroczeniami poziomów dopuszczalnych. Wskaźnik  $L_N$**

Lp.	Powiat	Przedziały przekroczeń [dB]			
		1,0 - 5,0	5,1 - 10,0	10,1 - 15,0	Powyżej 15
1	obornicki	0,3250	0,0658		

**Tabela 8.20 Szacunkowa powierzchnia obszarów [km<sup>2</sup>] zagrożonych hałasem. Wskaźnik  $L_N$**

Lp.	Powiat	Przedział [dB]					
		50,0-54,9	55,0-59,9	60,0-64,9	65,0-69,9	70,0-74,9	≥75
1	obornicki	5,1760	3,1198	1,6787	0,1976	0,0049	

## 8.6 Szkodliwe skutki hałasu

W ramach niniejszego opracowania, zgodnie z zapisami Dyrektywy Komisji (UE) 2020/367 z dnia 4 marca 2020 r. dokonano oceny szkodliwych skutków hałasu w środowisku, poprzez wyznaczenie wartości wskaźników:

- $N_{HA}$  – liczba osób dotknięta szkodliwym skutkiem hałasu o znacznej uciążliwości
- $N_{HSD}$  - liczba osób dotknięta szkodliwym skutkiem hałasu powodującego zaburzenia snu.

Wyniki obliczeń zestawiono w poniższej tabeli.

**Tabela 8.21 Szacunkowa liczba osób dotknięta szkodliwym skutkiem hałasu HA**

Lp.	Powiat	Przedział [dB]					
		55,0-59,9	60,0-64,9	65,0-69,9	70,0-74,9	75,0-79,9	≥80
1	obornicki	40	32	18	7		

**Tabela 8.22 Szacunkowa liczba osób dotknięta szkodliwym skutkiem hałasu HSD**

Lp.	Powiat	Przedział [dB]					
		50,0-54,9	55,0-59,9	60,0-64,9	65,0-69,9	70,0-74,9	≥75
1	obornicki	10	6	3			

## 9 Analiza kierunków zmian stanu akustycznego środowiska

Niniejsze opracowanie jest pierwszą edycją Strategicznej Mapy Hałasu dla dróg powiatowych powiatu obornickiego, dlatego też nie jest możliwym wykonanie analizy kierunków zmian stanu klimat akustycznego.

## 10 Wyniki analiz rozkładu hałasu

W ramach niniejszego opracowania przeanalizowano planowane zamierzenia inwestycyjne oraz ich wpływ na klimat akustyczny na rozpatrywanym obszarze. Zamierzenia inwestycyjne jakie zostały uwzględnione można podzielić na dwie kategorie:

1. Zadania realizowane w śladzie istniejących dróg, które podlegają aktualnej analizie, polegających m.in. na remoncie i zmianie nawierzchni, przebudowie drogi lub budowie zabezpieczeń akustycznych itp.,
2. Zadania inwestycyjne związane z budową nowych odcinków dróg, co wpłynie pośrednio na zmniejszenie ruchu na wybranych odcinkach objętych obecnie obowiązkiem opracowania SMH w wyniku zastąpienia istniejącego go nowym odcinkiem drogi krajowej/ekspresowej.

Zgodnie z informacjami przekazanymi przez Zarządzającego, w okresie najbliższych 10 lat nie są planowane żadne inwestycje.

## 11 Aktualne i planowane zamierzenia inwestycyjne

W rozdziale tym zaprezentowano działania wynikające z aktualnych i przewidywanych w najbliższym czasie zamierzeń inwestycyjnych dla głównych dróg oraz wieloletnich prognoz finansowych, w zakresie analizowanego obszaru. Zgodnie z informacjami przekazanymi przez Zamawiającego planowane do realizacji są następujące działania:

W ciągu 5 lat, licząc od roku następującego po roku sporządzenia mapy:

- (Brak planowanych inwestycji w tym okresie.

W ciągu 6 – 10 lat, licząc od roku następującego po roku sporządzenia mapy:

- Brak planowanych inwestycji w tym okresie.

## **12 Szacowanie efektów działań**

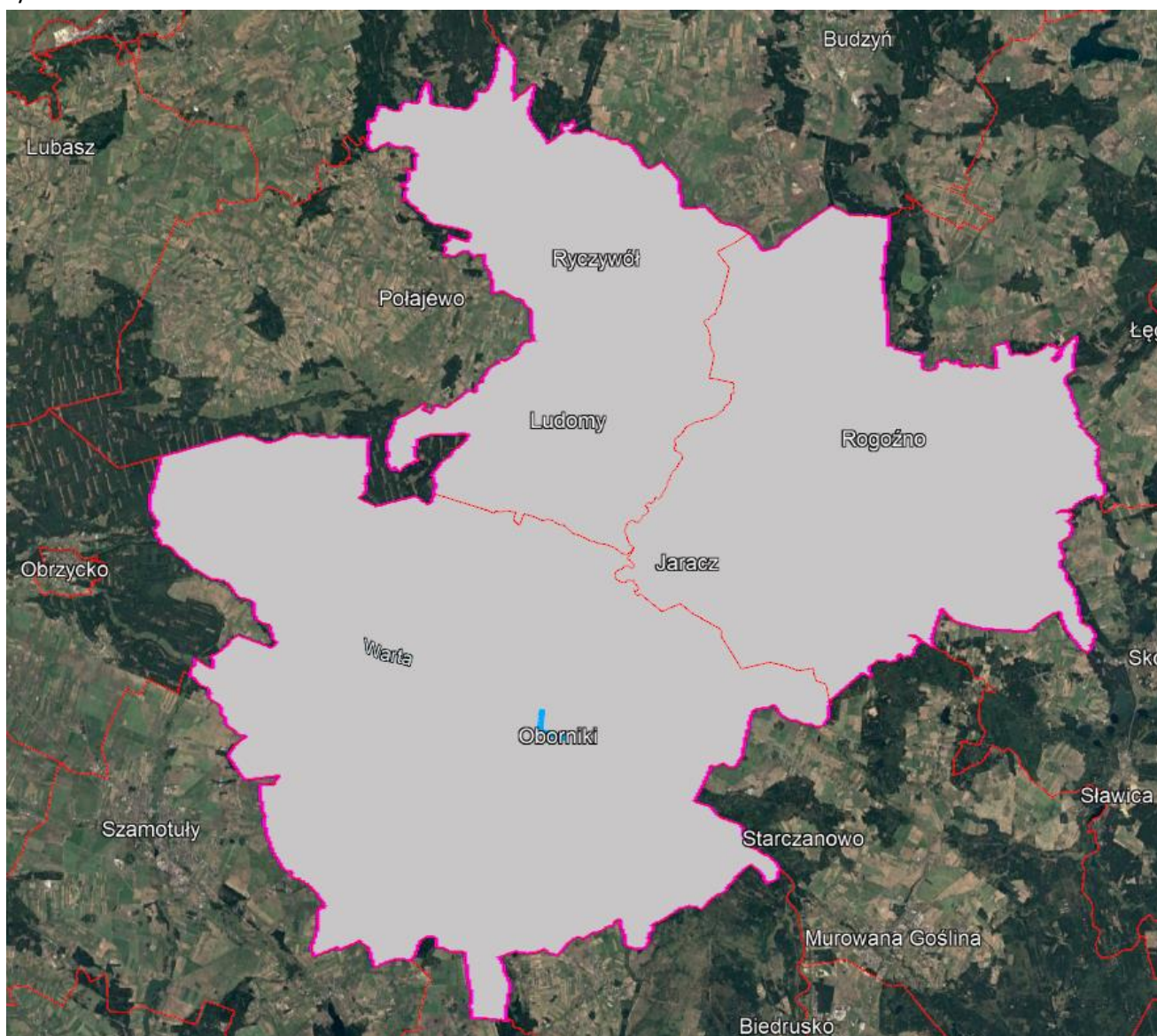
Z uwagi na brak planowanych inwestycji, nie jest możliwym oszacowanie efektów działań.

## **13 Informacje na temat uprzednio uchwalonych Programów Ochrony Środowiska przed Hałasem**

Analizowane odcinki dróg, zgodnie z informacjami przekazanymi przez Zarządzającego, do tej pory nie zostały ujęte w żadnym programie ochrony środowiska przed hałasem.

#### 14 Streszczenie części opisowej w języku niespecjalistycznym

Niniejsze opracowanie wykonano zostało w ramach zadania polegającego na sporządzeniu strategicznych map hałasu dla głównych dróg o ruchu powyżej 3 000 000 pojazdów rocznie na terenie powiatu obornickiego i dotyczy wybranych odcinków dróg powiatowych na terenie powiatu. Analizą objęto w sumie 1 odcinek drogi o łącznej długości ok. 1,95 km co przekłada się na analizowany obszar o powierzchni ok. 2,73 km<sup>2</sup>. Ponadto lokalizację odcinka (kolorem niebieskim) w skali powiatu, poglądowo przedstawiono na poniższym rysunku.



Rysunek 14.1 Lokalizacja odcinków dróg objętych opracowaniem Strategiczna Mapa Hałasu  
(źródło: Google Earth/opracowanie własne)



Sporządzona Strategiczna Mapa Hałasu przedstawia stan określony dla dobowych warunków ruchu i jest pierwszym tego typu opracowaniem.

Głównymi źródłami hałasu ujętym w niniejszym opracowaniu są wymienione poniżej odcinki dróg:

**Tabela 14.1 Zestawienie odcinków dróg objętych Strategiczną Mapą Hałasu**

Lp.	Numer drogi	Długość [m]	Nazwa
1	2041P	1,95	DW178 – Oborniki – DW 187 w m. Oborniki

Z przeprowadzonych w ramach niniejszego opracowania analiz wynika, że dla większości z analizowanych odcinków nie stwierdzono występowanie terenów zagrożonych hałasem.

Poniżej w tabelach zestawiono szacunkową liczbę osób zamieszkującą na terenach, na których występują przekroczenia dopuszczalnych poziomów hałasu wyrażonych wskaźnikami  $L_{DWN}$  i  $L_N$ .

**Tabela 14.2 Szacunkowa liczba osób zamieszkująca na terenach dla których występują przekroczenia. Wskaźnik  $L_{DWN}$**

Lp.	Powiat	Przedziały przekroczeń [dB]			
		1,0 - 5,0	5,1 - 10,0	10,1 - 15,0	Powyżej 15
1	obornicki	0	0	0	0

**Tabela 14.3 Szacunkowa liczba osób zamieszkująca na terenach dla których występują przekroczenia. Wskaźnik  $L_N$**

Lp.	Powiat	Przedziały przekroczeń [dB]			
		1,0 - 5,0	5,1 - 10,0	10,1 - 15,0	Powyżej 15
1	obornicki	0	0	0	0

W ramach prowadzonych analiz wykazano także występowanie przekroczeń dla żadnego budynku związanego ze stałym lub czasowym pobytem dzieci i młodzieży.

Zgodnie z informacjami przekazanymi przez Zarządzającego w okresie najbliższych 10 lat nie są planowane żadne działania mające wpływ na ochronę środowiska przed hałasem.

## **Część graficzna**