

Mapa Akustyczna Olsztyna



Olsztyn, 2016

ZAMAWIAJĄCY:



Gmina Miasto Olsztyn reprezentowana
przez Prezydenta Miasta Olsztyn

Pl. Jana Pawła II Nr 1

10-101 Olsztyn

Tel. 0895352035

Fax. 0895349375

WYKONAWCA:



Internoise Marek Jucewicz

Ul. Witkiewicza 1A

80-319 Gdańsk

Tel.: 604141039

Faks: 58 712 63 33

Wyjaśnienie skrótów używanych w opracowaniu

Skrót	Wyjaśnienie
dB	Decybel – jednostka poziomu hałasu
f	Częstotliwość [Hz]
Mapa	Mapa akustyczna miasta Olsztyna
L_{DWN}	Długookresowy średni poziom dźwięku A wyrażony w decybelach (dB), wyznaczony w ciągu wszystkich dób w roku, z uwzględnieniem pory dnia, pory wieczoru oraz pory nocy.
L_N	Długookresowy średni poziom dźwięku A wyrażony w decybelach (dB), wyznaczony w ciągu wszystkich pór nocy w roku.
L_D	Długookresowy średni poziom dźwięku A wyrażony w decybelach (dB), wyznaczony w ciągu wszystkich pór dnia w roku.
L_W	Długookresowy średni poziom dźwięku A wyrażony w decybelach (dB), wyznaczony w ciągu wszystkich pór wieczoru w roku.
L_{AeqD}	Równoważny poziom dźwięku dla pory dziennej (6.00-18.00)
L_{AeqN}	Równoważny poziom dźwięku dla pory nocnej (22.00-6.00)
Wskaźnik M	Wskaźnik określony w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 14.10.2002r. w sprawie szczegółowych wymagań, jakim powinien odpowiadać program ochrony środowiska przed hałasem (Dz. U. z 2002 r., nr 179, poz. 1498)
Poś	Ustawa z dnia 27.04.2001 r. Prawo ochrony środowiska (tekst jednolity: Dz. U. z 2013 r., poz. 1232 ze zm.)
Dyrektywa	Dyrektywa 2002/49/WE Parlamentu Europejskiego i Rady Unii Europejskiej z dnia 25.06.2002 r.
PMŚ	Państwowy Monitoring Środowiska
SUiKZP	Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego
MPZP	Miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego
OOU	Obszar ograniczonego użytkowania
ZDZiT	Zarząd Dróg Zieleni i Transportu w Olsztynie
PKP PLK	PKP Polskie Linie Kolejowe

Spis treści

1. WPROWADZENIE	6
2. CHARAKTERYSTYKA OBSZARU OPRACOWANIA.....	9
3. CHARAKTERYSTYKA ŹRÓDEŁ HAŁASU	11
3.1. TRANSPORT ULICZNY.....	11
3.2. TRANSPORT KOLEJOWY.....	12
3.3. TRANSPORT TRAMWAJOWY.....	13
3.4. PRZEMYSŁ.....	14
4. DANE WEJŚCIOWE DO MAPY AKUSTYCZNEJ.....	15
5. REALIZACJA MAPY WRAŻLIWOŚCI HAŁASOWEJ OBSZARÓW.....	18
6. REALIZACJA MAP HAŁASU DLA POSZCZEGÓLNYCH ŹRÓDEŁ	20
6.1. MAPY HAŁASU DROGOWEGO	20
6.1.1. Mapa emisyjna dla hałasu drogowego.....	22
6.1.2. Mapa imisyjna dla hałasu drogowego.....	23
6.1.3. Niepewność modelu obliczeniowego.....	23
6.2. HAŁAS SZYNOWY (KOLEJOWY I TRAMWAJOWY)	24
6.2.1. Metodyka i sposób realizacji	24
6.2.2. Mapa emisyjna dla hałasu szynowego	24
6.2.3. Mapa imisyjna dla hałasu szynowego	24
6.2.4. Niepewność modelu obliczeniowego.....	25
6.3. HAŁAS PRZEMYSŁOWY	25
6.3.1. Metodyka i sposób realizacji	25
6.3.2. Pozyskanie danych wejściowych	26
6.3.3. Mapa emisyjna dla hałasu przemysłowego.....	26
6.3.4. Mapa imisyjnej dla hałasu przemysłowego.....	27
6.3.5. Niepewność modelu obliczeniowego.....	27
7. MAPY TERENÓW ZAGROŻONYCH HAŁASEM	28
8. DANE STATYSTYCZNE	29
8.1. DANE DLA KOMISJI EUROPEJSKIEJ.....	29
8.2. DANE STATYSTYCZNE WYMAGANE ROZPORZĄDZENIEM MŚ Z DNIA 1 PAŹDZIERNIKA 2007 R. 30	
9. MAPY WSKAŹNIKA M.....	36
10. ANALIZA TRENDÓW ZMIAN STANU AKUSTYCZNEGO	37

11.	ZALECENIA ODNOŚNIE DZIAŁAŃ W ZAKRESIE OCHRONY PRZED HAŁASEM	38
11.1.	OBJAŚNIENIE PODSTAWOWYCH POJĘĆ I UWARUNKOWAŃ.....	39
11.2.	WIELKOŚCI WPŁYWAJĄCE NA POZIOM EMISJI I IMISJI HAŁASU DROGOWEGO I SZYNOWEGO	40
11.3.	SPOSOBY OGRANICZENIA HAŁASU DROGOWEGO	41
A.	Możliwość zastąpienia ruchu zmotoryzowanego ruchem nie zmotoryzowanym.....	42
B.	Wspieranie komunikacji zbiorowej	43
C.	Wspieranie komunikacji rowerowej i pieszej	43
D.	Trasy zbiorcze dla transportu towarowego	44
E.	Parkingi	44
11.4.	MOŻLIWOŚCI ZMNIEJSZENIA POZIOMU HAŁASU SZYNOWEGO	45
11.5.	MOŻLIWOŚCI ZMNIEJSZENIA POZIOMU HAŁASU PRZEMYSŁOWEGO	45
12.	PODSUMOWANIE.....	46
13.	BIBLIOGRAFIA	48

1. WPROWADZENIE

Opracowanie mapy akustycznej oraz udostępnienie wyników opracowania mieszkańcom wynika z zapisów ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (Dz. U. z 2008 r. Nr 25, poz. 150)

Niniejsze opracowanie jest drugim takim opracowaniem dla miasta Olsztyna. Poprzednie wykonane zostało w 2009 roku i zaktualizowane w 2014 roku. W ciągu tego okresu, przepisy dotyczące metodyki wykonania map akustycznych nie uległy zmianie. W 2014 roku ze względu na zmianę rozporządzenia odnośnie dopuszczalnych poziomów hałasu wykonano aktualizację wyników mapy akustycznej miasta Olsztyna. Zmiana rozporządzenia nie miała wpływu na zmianę metodyki modelowania źródeł hałasu, a jedynie na obliczenia końcowe.

W związku z powyższym niniejsze opracowanie w sposób zwięzły opisuje właściwe metodyki oraz dokumenty normalizacyjne, starając się zbędnie nie powielać informacji zawartych w poprzednich opracowaniach dla miasta Olsztyna.

Jak już wspomniano opracowanie mapy akustycznej wynika z zapisów PoŚ, które są wynikiem zaimplementowania Dyrektywy 2002/49/WE.

Dyrektywa wprowadziła z merytorycznego punktu widzenia trzy podstawowe, ściśle ze sobą związane rodzaje aktywności:

- ustalenie i przyjęcie przez Państwa Członkowskie wspólnych wskaźników oceny hałasu i wspólnych europejskich metod ich wyznaczania (art. 5 Dyrektywy – wskaźniki oraz art. 6 – metody); działanie to jest niezbędne dla wypracowania podstawowych, porównywalnych we wszystkich krajach kryteriów oceny stanu akustycznego środowiska,
- sporządzenie strategicznych map akustycznych dla wyznaczonych wg jednolitego kryterium obszarów (art. 7 Dyrektywy),
- opracowanie w oparciu o sporządzone mapy i realizacji wieloletnich programów ochrony środowiska przed hałasem (art. 8 Dyrektywy),

Poza powyższymi trzema, fundamentalnymi rodzajami działań w zakresie ochrony środowiska przed hałasem, Dyrektywa wprowadza także dalsze regulacje dotyczące:

- obowiązku przekazywania Komisji cyklicznych informacji na temat zrealizowanych map akustycznych (art. 10, ust. 2 Dyrektywy), w oparciu o wyspecyfikowane zakresy danych (Załącznik nr VI do Dyrektywy),
- zasad informowania społeczeństwa o stanie klimatu akustycznego środowiska, przede wszystkim na podstawie wyników ocen zawartych w mapach akustycznych (art. 9 Dyrektywy).

Zasadniczym celem realizacji mapy akustycznej, jest uzyskanie aktualnych informacji o stanie akustycznym środowiska z uwzględnieniem danych demograficznych, dotyczących sposobu zagospodarowania i użytkowania terenu, a tym samym „*stworzenie podstaw dla rozwijania środków*

wspólnotowych w zakresie obniżania hałasu z głównych źródeł, w szczególności z taboru drogowego(...)”. W szczególności, niniejsze opracowanie, polega na przygotowaniu dla właściwych organów ochrony środowiska

- diagnozy stanu środowiska akustycznego na terenach zlokalizowanych wokół dróg wojewódzkich województwa pomorskiego, w postaci map akustycznych,
- materiału do informowania społeczeństwa na temat stanu klimatu akustycznego w miejscu zamieszkania,
- opracowania eksperckiego, aby organ uzyskujący mapę akustyczną mógł się nią posługiwać w zakresie oceny stanu, analizy trendów zmian, ocen wpływu inwestycji drogowych na zmiany stanu klimatu akustycznego itp.

Wskaźniki służące do realizacji długofalowej polityki antyhałasowej wprowadzono do polskiego ustawodawstwa rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku (tekst jednolity: Dz. U. z 2014 r., poz. 112). Są to:

- długookresowy średni poziom dźwięku A wyrażony w decybelach (dB), wyznaczony w ciągu wszystkich dób w roku, z uwzględnieniem pory dnia, pory wieczoru oraz pory nocy, oznaczany w ustawie Poś jako L_{DWN} ,
- długookresowy średni poziom dźwięku A wyrażony w decybelach (dB), wyznaczony w ciągu wszystkich pór nocy w roku, oznaczany w ustawie Poś jako L_N .

Wskaźniki te, służą do opracowania szczegółowych rozwiązań programów ochrony środowiska przed hałasem.

Poziomy hałasu przyjmują różne wartości w zależności od:

- rodzaju źródła hałasu,
- funkcji urbanistycznej terenu.

Należy kierować się zasadą, że tereny, o których mowa w rozporządzeniu są terenami chronionymi z akustycznego punktu widzenia. Pozostałe tereny, którym nie przypisuje się poziomów dopuszczalnych nie podlegają prawnej ochronie przeciwdźwiękowej.

Tabela 1. Dopuszczalne poziomy hałasu w środowisku

Lp.	Przeznaczenie terenu	Dopuszczalny poziom hałasu w [dB]			
		Drogi lub linie kolejowe		Instalacje i pozostałe i obiekty i grupy źródeł hałasu	
		L_{DWN} przedział czasu odniesienia równy wszystkim dobom w roku	L_N przedział czasu odniesienia równy wszystkim porom nocy	L_{DWN} przedział czasu odniesienia równy wszystkim dobom w roku	L_N przedział czasu odniesienia równy wszystkim porom nocy
1	a) Obszary A ochrony uzdrowiskowej b) Tereny szpitali poza miastem	50	45	45	40
2	a) Tereny zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej b) Tereny zabudowy związanej ze stałym lub wielogodzinnym pobytem dzieci i młodzieży c) Tereny domów opieki d) Tereny szpitali w miastach	64	59	50	40
3	a) Tereny zabudowy mieszkaniowej wielorodzinnej i zamieszkania zbiorowego b) Tereny zabudowy zagrodowej c) Tereny rekreacyjno – wypoczynkowe d) Tereny mieszkaniowo – usługowe	68	59	55	45
4	Tereny w strefie śródmiejskiej miast powyżej 100 tys. mieszkańców	70	65	55	45

Zgodnie z Dyrektywą 2002/49/WE, mapy przedstawiające stan akustyczny środowiska – mapy strategiczne – opracowywane są przy wykorzystaniu długookresowych wskaźników oceny hałasu (zdefiniowanych w Załączniku nr 1 do Dyrektywy).

Wskaźnik hałasu – poziom dziennie – wieczornie – nocny L_{DWN} w decybelach (dB) jest definiowany następującym wzorem:

$$L_{DWN} = 10 \lg \left[\frac{12}{24} 10^{0.1L_D} + \frac{4}{24} 10^{0.1(L_W+5)} + \frac{8}{24} 10^{0.1(L_N+10)} \right]$$

gdzie:

- L_{DWN} - oznacza długookresowy średni poziom dźwięku A wyrażony w decybelach (dB), wyznaczony w ciągu wszystkich dób w roku, z uwzględnieniem pory dnia (rozumianej jako przedział czasu od godz. 6.00 do godz. 18.00), pory wieczoru (rozumianej jako przedział czasu od godz. 18.00 do godz. 22.00) oraz pory nocy (rozumianej jako przedział czasu od godz. 22.00 do godz. 6.00),
- L_D - oznacza długookresowy średni poziom dźwięku A wyrażony w decybelach (dB), wyznaczony w ciągu wszystkich pór dnia w roku (rozumianych jako przedział czasu od godz. 6.00 do godz. 18.00),
- L_W - oznacza długookresowy średni poziom dźwięku A wyrażony w decybelach (dB), wyznaczony w ciągu wszystkich pór wieczoru w roku (rozumianych jako

L_N - przedział czasu od godz. 18.00 do godz. 22.00),
oznacza długookresowy średni poziom dźwięku A wyrażony w decybelach (dB), wyznaczony w ciągu wszystkich pór nocy w roku (rozumianych jako przedział czasu od godz. 22.00 do godz. 6.00).

Należy zauważyć, iż wymieniony wyżej wskaźnik hałasu (poziom) L_N w decybelach (dB), stanowiąc jeden z parametrów obliczenia poziomu L_{DWN} , jest równocześnie drugim ze wskaźników, w oparciu o które opracowywane są mapy akustyczne. Wskaźniki długookresowe opracowywane są dla okresu rocznego, dla średnich charakterystycznych warunków.

2. CHARAKTERYSTYKA OBSZARU OPRACOWANIA

Olsztyn to miasto na prawach powiatu, leżące w południowej części Warmii – stolica województwa warmińsko-mazurskiego, siedziba władz ziemskiego powiatu olsztyńskiego. Główny ośrodek gospodarczy, edukacyjny i kulturowy, siedziba władz i instytucji regionu, a także ważny węzeł kolejowy i drogowy. Miasto centralne aglomeracji olsztyńskiej.

Olsztyn położony jest w środkowej części województwa warmińsko-mazurskiego nad rzeką Łyną, w granicach Pojezierza Olsztyńskiego, które wchodzi w skład makroregionu Pojezierza Mazurskiego i jest podprovincją Pojezierzy Wschodniobałtyckich. Od południowej strony miasto sąsiaduje z Puszczą Napiwodzko-Ramucką.

Miasto sąsiaduje z gminami: Dywity, Barczewo, Purda, Stawiguda, Giętrząwałd oraz Jonkowo.

Rysunek 1 Położenie Olsztyna na mapie Polski



Według danych GUS na dzień 31.12.2015 populacja Olsztyna wynosiła 173 444 mieszkańców.

Olsztyn podzielony jest na 23 osiedla, będące jednostkami pomocniczymi gminy w rozumieniu art. 5 ustawy o samorządzie gminnym z dnia 8 marca 1990 r. Stanowią one najniższy, pomocniczy, szczebel samorządu miejskiego. Do zakresu ich działania należą sprawy publiczne o zasięgu lokalnym.

Rysunek 2 Podział administracyjny Olsztyna



Poniżej przedstawiono strukturę użytkowania gruntów na terenie miasta Olsztyna.

Rysunek 3 Struktura użytkowania gruntów na terenie miasta Olsztyna

Rodzaj	Powierzchnia	%
tereny rolne	22,7 km ²	25,8%
tereny leśne i zadrzewione	20,2 km ²	23,0%
tereny osiedlowe	20,4 km ²	23,0%
tereny przemysłowo-składowe	5,5 km ²	6,3%
tereny parków i zieleni	1,7 km ²	2,0%
tereny usług ogólnomiejskich (w tym PKP)	8,0 km ²	9,2%
tereny pod wodami	9,4 km ²	10,7%
Powierzchnia miasta (Σ)	88,0 km²	100,0%

3. CHARAKTERYSTYKA ŹRÓDEŁ HAŁASU

3.1. TRANSPORT ULICZNY

Mapą akustyczną objęto 380 km dróg na terenie miasta Olsztyna.

Przez Olsztyn przechodzą następujące główne drogi krajowe i wojewódzkie:

- Droga krajowa 16: Grudziądz – Olsztyn – Ogrodniki
- Droga krajowa nr 51: Olsztynek – Olsztyn – Bezledy
- Droga krajowa nr 53: Olsztyn – Szczytno – Ostrołęka
- Droga wojewódzka nr 527: Olsztyn – Pasłęk – Dzierzgoń
- Droga wojewódzka nr 598: Olsztyn – Zgniłocha

Natomiast główne ciągi uliczne to przede wszystkim:

- Bałtycka – Grunwaldzka – Mochnackiego – Niepodległości – Pstrowskiego
- Sielska – Armii Krajowej – ul. Obrońców Tobruku
- Warszawska – Śliwy – Szrajbera – Pieniężnego – 1 Maja – Partyzantów
- Wojska Polskiego – Artyleryjska – Schumana
- Płoskiego – Sikorskiego
- ul. Wilczyńskiego
- Bukowskiego
- Tuwima – Synów Pułku – Wyszyńskiego – Leonharda
- Witosa – Krasickiego
- al. Piłsudskiego – 11 Listopada – Plac Jedności Słowiańskiej
- Lubelska – Budowlana – Towarowa – Kętrzyńskiego – Limanowskiego – Sybiraków
- Jagiellońska
- Kościuszki
- Dworcowa

Olsztyn nie posiada obwodnicy, a większość ruchu tranzytowego odbywa się ulicami miasta. Planowana obwodnica Olsztyna podzielona została na odcinki. Stan realizacji poszczególnych odcinków obwodnicy jest na etapie:

Mapa Akustyczna Olsztyna

- cz. obwodnicy południowej (10 km) w ciągu drogi krajowej nr 16 – w budowie
- cz. obwodnicy południowej (14,7 km) w ciągu drogi ekspresowej S51 – w przetargu
- cz. obwodnicy północno-wschodniej (11,1 km) w ciągu drogi krajowej nr 51 – w planowaniu

Według danych ZDiT za 2015 rok stan nawierzchni drogowych na terenie miasta przedstawia się następująco:

- Stan bardzo zły – 35,279 km
- Stan zły – 47,039 km
- Stan zadowalający – 76,438 km
- Stan dobry – 70,558 km
- Stan bardzo dobry – 64,680 km

łącznie oceniono 293,994 km dróg w Olsztynie. Pozostałe drogi (nieutwardzone, gruntowe) nie podlegały ocenie.

3.2. TRANSPORT KOLEJOWY

Przez Olsztyn przechodzą następujące linie kolejowe:

- Linia 216: Działdowo – Olsztyn Główny
- Linia 219: Olsztyn Główny – Ełk
- Linia 220: Olsztyn Główny – Bogaczewo
- Linia 353: Poznań Wschód – Skandawa

Według danych PKP PLK natężenie ruchu kolejowego na wymienionych odcinkach (w granicach węzła kolejowego Olsztyn) przedstawia się następująco:

Tabela 2 Struktura ruchu na odcinkach linii kolejowych objętych mapą akustyczną

Linia nr 216 - odcinek Olsztynek - Olsztyn Główny							
	Pośpieszne	Osobowe	Autobusy szynowe	Towarowe	Luz	Utrzymaniowe	SUMA
Średniodobowy ruch	8	9	0	1	0	2	20
Linia nr 219 - odcinek Olsztyn Główny - Marcinkowo							
	Pośpieszne	Osobowe	Autobusy szynowe	Towarowe	Luz	Utrzymaniowe	SUMA
Średniodobowy ruch	0	0	12	0	0	1	13
Linia nr 220 - odcinek Olsztynek - Olsztyn Główny							
	Pośpieszne	Osobowe	Autobusy szynowe	Towarowe	Luz	Utrzymaniowe	SUMA
Średniodobowy ruch	8	11	6	1	1	1	28
Linia nr 353 - odcinek Iława Główna - Olsztyn Główny							
	Pośpieszne	Osobowe	Autobusy szynowe	Towarowe	Luz	Utrzymaniowe	SUMA
Średniodobowy ruch	18	10	0	12	4	2	46

Linia nr 353 - odcinek Olsztyn Główny - Czerwonka							
	Pośpieszne	Osobowe	Autobusy szynowe	Towarowe	Luz	Utrzymaniowe	SUMA
Średniodobowy ruch	4	6	8	9	3	2	32

Miasto posiada pięć stacji kolejowych, w tym trzy kolejowe przystanki osobowe z funkcjonującymi dworcami:

- Olsztyn Gietkowska – stacja (bocznica szlakowa)
- Olsztyn Główny – stacja, przystanek i dworzec
- Olsztyn Gutkowo – stacja, przystanek i dworzec
- Olsztyn Kortowo – stacja (bocznica szlakowa, wcześniej mijanka)
- Olsztyn Zachodni – stacja, przystanek i dworzec

3.3. TRANSPORT TRAMWAJOWY

System komunikacji tramwajowej, istniał w Olsztynie w latach 1907–1965. Od 19 grudnia 2015 został reaktywowany i jak dotąd jest jedynym reaktywowanym systemem komunikacji tramwajowej w Polsce.

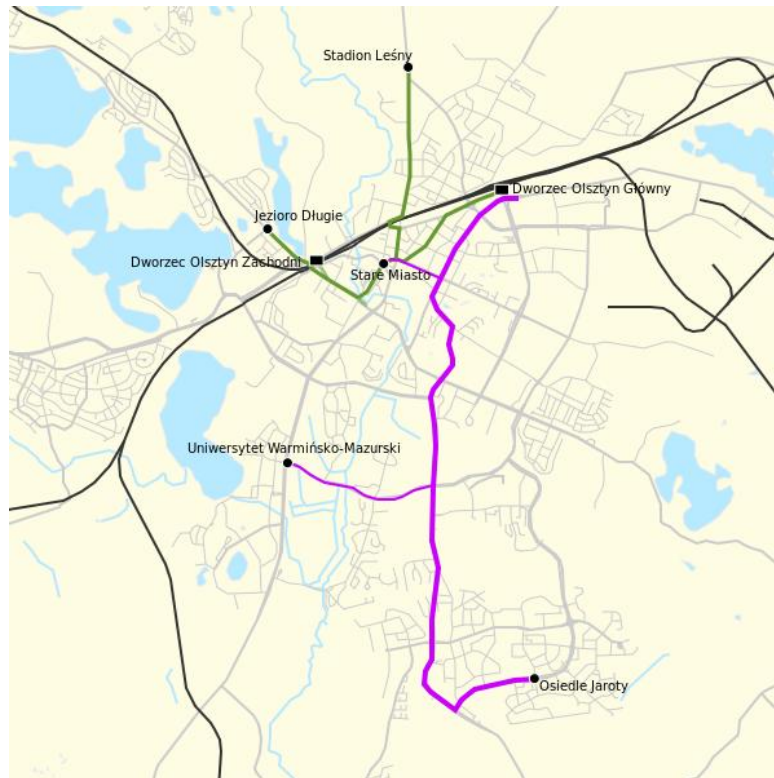
System składa się obecnie z trzech linii tramwajowych, obsługiwanych przez 15 nowoczesnych, dwukierunkowych tramwajów Solaris Tramino.

Trasa pierwszej linii przebiega od Dworca Głównego, dalej ul. Kościuszki i odgałęzieniem do Wysokiej Bramy. Druga linia przebiega od Dworca Głównego, przez ul. Kościuszki, Żołnierską, wzdłuż Obiegowej i dalej al. Sikorskiego i Witosa na Jaroty. Trzecia linia natomiast biegnie od Dworca Głównego i przy Galerii Warmińskiej odbija do Kortowa, w pobliże miasteczka akademickiego Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego. Odgałęzienie to jest jednotorowe z mijanką. Wszystkie linie, zamiast tradycyjnych pętli, zakończone są czołowymi przystankami końcowymi.

Tabela 3 Wykaz linii tramwajowych w Olsztynie

Linia	Trasa	Długość [km]	Rozkładowy czas przejazdu [min]	Liczba przystanków
1	Wysoka Brama – Kanta	6,8	20	13
2	Dworzec Główny – Kanta	7,4	21-22	14
3	Dworzec Główny – Uniwersytet-Prawocheńskiego	5,4	14-16	11

Rysunek 4 Graficzne przedstawienie dawnych oraz obecnych linii tramwajowych w Olsztynie. Kolorem zielonym przedstawiono linie istniejące przed 1965 rokiem, a różowym obecnie działające.



Zajezdnia tramwajowa zlokalizowana jest pomiędzy ul. Towarową i Kołobrzeską, a do Dworca Głównego prowadzi tor techniczny – ulicami Dworcową oraz Towarową.

3.4. PRZEMYSŁ

Olsztyn, jest jednym z dwóch głównych ośrodków przemysłu oponiarskiego w Polsce. Zlokalizowana jest tu fabryka opon Michelin. Poza tym jest ośrodkiem przemysłu drzewnego i meblarskiego (m.in. Mazur Comfort, Mebelplast, Mazurskie Meble Trading Sp. z o.o.), spożywczego (Indykpol), odzieżowego (Wardom, Yakan), środków transportu, poligraficznego (Olsztyńskie Zakłady Graficzne) a także materiałów budowlanych (Olsztyńskie Kopalnie Surowców Mineralnych).

Główne ośrodki przemysłowe zlokalizowane są przy ul. Towarowej, Lubelskiej, Sikorskiego, Jesiennej oraz Kołobrzeskiej.

W Olsztynie znajdują się dwa duże centra handlowe (Aura oraz Galeria Warińska) oraz kilka mniejszych (Jakub, Gracja, H&B, Manhattan, Dukat, Dekada), a także markety budowlane (Praktiker, Obi), elektrotechniczne (Media Markt), spożywcze (Carrefour, Makro, Tesco, Auchan). Planowana jest budowa dużego marketu Leroy Merlin w rejonie Al. Sikorskiego. Oprócz tego działa 5 marketów Lidl oraz 9 marketów Biedronka.

Oprócz zakładów przemysłowych i obiektów handlowych, do warstwy przemysłowej mapy akustycznej, zaliczono parkingi o ilości miejsc pow. 20 na terenie miasta Olsztyna.

4. DANE WEJŚCIOWE DO MAPY AKUSTYCZNEJ

W procesie przygotowania danych wejściowych do obliczeń mapy akustycznej Olsztyna wykorzystano przekazane przez Zamawiającego oraz uzupełnione przez Wykonawcę następujące dane:

- Osie dróg, linii kolejowych oraz tramwajowych w formacie SHP,
- Graficzne i opisowe dane dotyczące budynków w formacie SHP,
- Punkty adresowe w formacie SHP i XLS,
- Dane ewidencji ludności w formacie XLS,
- Plany zagospodarowania przestrzennego oraz studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego w formacie SHP,
- Numeryczny model terenu wraz z trójwymiarowymi modelami budynków w formacie SHP,
- Mapa terenów zielonych, parków oraz drzewostanów w formacie SHP,
- Lista parkingów oraz zakładów przemysłowych w formacie XLS,
- Mapa zagospodarowania terenu w formacie SHP,
- Dane z monitoringu ruchu obejmujące informacje o ruchu i jego strukturze z 88 głównych skrzyżowań na terenie Olsztyna – format XLS.

Powyższe dane uzupełniono o pomiary ruchu (70 skrzyżowań) oraz hałasu (30 punktów pomiarowych) wykonane przez Wykonawcę.

Dane wejściowe przygotowano w programie QGIS v. 2.16 Nodebo (darmowa licencja), natomiast obliczenia akustyczne wykonano w oprogramowaniu CadnaA v. 4.6.155 (64 Bit) firmy Datakustik GmbH (licencja dla Internoise Marek Jucewicz).

Komunikacja pomiędzy powyższymi programami odbywała się za pomocą plików wektorowych typu SHP.

Określono następujące parametry obliczeniowe w programie CadnaA:

- siatka obliczeniowa: 10x10 metrów
- liczba odbić: 2 rząd
- błąd maksymalny: 0.5 dB
- wysokość obliczeń: 4 m

Tabela 4 Lokalizacja pomiarów natężenia ruchu wykonanych w ramach opracowania

Lp	Lokalizacja skrzyżowania	Lp	Lokalizacja skrzyżowania
1	Szarych Szeregów-Zawiszy	36	Wańkowicza-Orłowicza
2	Jagiellończyka-Juranda	37	Bartąska-Bukowskiego
3	Konopnickiej-Jagieli	38	Bałtycka-Brzozowa
4	Grunwaldzka-Traby	39	Bałtycka-Sikorki
5	Mariańska-Lengowskiego	40	Bydgoska-Rataja
6	Wyzwolenia-Skłódowskiej	41	Chopina-Reymonta
7	Mickiewicza-Warmińska	42	Dożynkowa-Żniwna
8	Mazurska-Dąbrowszczaków	43	Dragonów-Dąbrowskiego
9	Kopernika-Kajki	44	Hozjusza-Jemioli
10	Kołobrzaska-Głowackiego	45	Jeżynowa-Maleskiej
11	Składowa-Żelazna	46	Kanarkowa-Sikorki
12	Świtezianki-Pana Tadeusza	47	Kossaka-Niedziałkowskiego
13	Sprzętowa-Sprzętowa	48	Puszkina-Maleckiego
14	Augustowska-Opolska	49	Kresowa-Żurawia
15	Żołnierska-Żołnierska(Osiedlowa)	50	Lawendowa-Liliowa-Stokrotki
16	Czeska-Góldapska	51	Letniskowa-Wędkarska
17	Opolska-Koszalińska-Wąska	52	Limbowa-Grabowa
18	Gdyńska-Ludowa	53	Moniuszki-Malewskiej
19	Pstrowskiego-Dywizjonu303	54	Okrzei-Jagiellońska
20	Kasprzaka-Grabowskiego	55	Perkoza-Mewy
21	Iwaskiewiczza-Gałczyńskiego	56	Pliszki-Żurawia
22	Dybowskiego-Gwiazdna	57	Poprzeczna-Cicha
23	Wawrzyczka-Wengris	58	Poranna-Gołębia
24	Kalinowskiego-Szostkiewiczza	59	Przyjaciół-Morska
25	Wilczyńskiego-Hallera	60	Rolna-Kłosowa
26	Jarocka-Flisa	61	Różowa-Błękitna
27	Bajkowa-Uszatka	62	Rybaki-Roz
28	Bajkowa-Puchatka	63	Sawickiej-Katowicka
29	Widackiej-Gębika	64	Sielska-Bartnicka
30	Herdera-Herdera	65	Sielska-Żniwna
31	Mroza-Piotrowskiego	66	Sienkiewiczza-Żeromskiego
32	Boenigka-Boenigka	67	Sojowa-Stonecznikowa
33	Jaroszyka-Hanowskiego	68	Wczasowa-Wakacyjna
34	Jarocka-Pieczewska	69	Zbożowa-Żytnia
35	Barcza-Turowskiego	70	Żytnia-Kłosowa

Tabela 5 Lokalizacja skrzyżowań z monitoringiem ruchu (ZDZiT)

Nr	Lokalizacja skrzyżowania	Nr	Lokalizacja skrzyżowania
1001	Pl.Roosevelta	1047	Wyszyńskiego - Żołnierska - Augustowska
1002	Pieniężnego - Staszica	1048	Leonharda - wyjazd ze Statoi-u
1003	Pieniężnego - Jedn. Słowiańskiej - 22 Stycznia	1049	Leonharda - Pana Tadeusza
1004	Jana Pawła II	1050	Leonharda - Kotobrzezka
1005	1go Maja - przejście	1051	Wilczyńskiego - Kanta - Boenigka
1006	Partyzantów - 1go Maja	1052	Wilczyńskiego - Jarocka
1007	Warszawska - przejście (przejście przy WNT)	1053	Sikorskiego - Wilczyńskiego
1008	Piłsudskiego - Kościuszki	1054	Płoskiego - Witosa
1009	Kościuszki - Reya	1055	Witosa - Janowicza
1010	Kościuszki - Żołnierska	1056	Witosa - Kanta
1011	Dworcowa - Żołnierska	1057	Krasickiego - Wilczyńskiego
1012	Warszawska - Śliwy - Jagiellończyka - Barcza	1058	Krasickiego - Barcza - wyjazd z CH Leclerc
1013	Warszawska - Armii Krajowej - Obr. Tobruku	1060	Piłsudskiego - Obiegowa
1014	Warszawska - Heweliusza	1061	Reya - 22 Stycznia - Plater
1015	Warszawska - Dybowskiego	1062	Kościuszki - Mickiewicza
1016	Artyleryjska - W.Polskiego - Partyzantów	1063	Kościuszki - Kołobrzezka - Mazurska
1017	Wojska Polskiego - Dąbrowskiego	1064	Tuwima wyjazd z galerii Warmińskiej
1018	Wojska Polskiego - Jagiellońska	1066	Krasickiego - Wańkowicza
1019	Wojska Polskiego - [przejście przy Małeckiego]	1067	Wyszyńskiego - Leonharda - Piłsudskiego
1021	Kętrzyńskiego - [przejście przy SP 15]	1068	Obrońców Tobruku - Iwaskiewicza
1022	Kętrzyńskiego - Kościuszki	1069	Armii Krajowej - Jagiellończyka
1023	Pl.Bema	1070	Sielska - Al. Schumana
1024	Limanowskiego - [przejście przy Żeromskiego]	1071	Artyleryjska - Bohaterów Monte Casino
1025	Limanowskiego - Niedziałkowskiego	1072	Bałycka - Zielona
1026	Limanowskiego - Paderewskiego	1073	Bałycka - Jeziorna
1027	Powstańców Warszawy	1074	Bałycka - Technikum
1028	Jagiellońska - H. Sawickiej	1075	Bałycka - Rybaki
1029	Niepodległości - Mariańska	1076	Bałycka – „Nowobałycka”
1030	Pstrowskiego - [przejście przy LO VI]	1077	Sikorskiego - Dywizjonu 303
1031	Warszawska - Tuwima - Prawocheńskiego	1078	Sikorskiego - Ogrody
1032	Tuwima - Iwaskiewicza	1079	Sikorskiego - Andersa
1033	Tuwima - Wawrzyczka - Nowaka	1081	Towarowa - Składowa
1034	Sikorskiego - Synów Pułku - Tuwima	1082	Towarowa - wyjazd z zajezdni tramwajowej
1035	Synów Pułku - Krasickiego	1083	Towarowa - Leonharda
1036	Sikorskiego - Obrońców Tobruku	1084	Leonharda - wyjazd z CH OBI
1037	Sikorskiego - Wańkowicza	1086	Żołnierska - Głowackiego
1039	Sikorskiego - wyjazd z Auchan	1087	Żołnierska - Obiegowa
1040	Sikorskiego-Jarocka-Minakowskiego	1088	Płoskiego - przejście
1041	Niepodległości - Knosały	1089	Dworcowa - Kotobrzezka
1042	Niepodległości - Kościuszki	1090	Dworcowa - Pana Tadeusza
1043	Pstrowskiego - Sikorskiego	1091	Sielska - łącznik
1044	Pstrowskiego - Dworcowa - wyjazd z CH Tesco	1092	Wańkowicza - Orłowicza
1045	Pstrowskiego - Metalowa	1093	Witosa - Myszki Miki
1046	Pstrowskiego - Wyszyńskiego - Synów Pułku	1094	Pstrowskiego - Opolska - Gdyńska

5. REALIZACJA MAPY WRAŻLIWOŚCI HAŁASOWEJ OBSZARÓW

Przez **mapę wrażliwości hałasowej** rozumie się mapę przedstawiającą rozkład dopuszczalnych poziomów hałasu na rozpatrywanym obszarze, w zależności od sposobu zagospodarowania terenu i jego funkcji, z odniesieniem do miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego lub, w przypadku jego braku, do innych dokumentów planistycznych, w tym do opracowań ekofizjograficznych lub studiów zagospodarowania przestrzennego (patrz: Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 1 października 2007 r. w sprawie szczegółowego zakresu danych ujętych na mapach akustycznych oraz ich układu i sposobu prezentacji). Wcześniejsze od wymienionego Rozporządzenia zapisy dotyczące map wrażliwości hałasowej obszarów znajdują się w Poś art. 113, 114. oraz 115. W szczególności art. 113 zawiera wykaz terenów, dla których obowiązują dopuszczalne poziomy hałasu w środowisku.

Są to tereny przeznaczone:

- a) pod zabudowę mieszkaniową (jedno- i wielorodzinną),
- b) pod szpitale i domy opieki społecznej,
- c) pod budynki związane ze stałym lub czasowym pobytem dzieci i młodzieży,
- d) na cele uzdrowiskowe,
- e) na cele rekreacyjno-wypoczynkowe,
- f) na cele mieszkaniowo-usługowe;

Podczas prac nad mapą akustyczną Olsztyna wyznaczone zostały następujące obszary:

1. Strefa śródmiejska (CE),
2. Tereny zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej (M1),
3. Tereny zabudowy mieszkaniowej wielorodzinnej (M2),
4. Tereny domów opieki społecznej i tereny szpitali. Do tej kategorii zaliczone zostały tereny usług zdrowia (UZ), na których usytuowane są odrębne obiekty pełniące te funkcje, położone poza strefą śródmiejską,
5. Tereny zabudowy związanej ze stałym lub czasowym pobytem dzieci i młodzieży. Do tej kategorii zaliczone zostały tereny usług nauki (UN), na których usytuowane są obiekty pełniące funkcje uczelni, szkół, domów akademickich itp. ,
6. Tereny rekreacyjno-wypoczynkowe (TR).

Mapa wrażliwości hałasowej terenów opracowana została, jako warstwa informacyjna w formacie CNA (format programu CadnaA) oraz SHP. W oprogramowaniu Cadna A informacje geometryczne dotyczące obszarów, sklasyfikowanych zgodnie z art. 113, ust. 2 ustawy Poś, powiązane są z tabelą atrybutów, która zawiera m.in. aktualnie obowiązujące wartości dopuszczalne dla wskaźników hałasowych (L_{DWN} , L_N). Taka konfiguracja mapy wrażliwości hałasowej terenu pozwala na dużą

elastyczność w jej modyfikowaniu np. w przypadku kolejnej zmiany wartości dopuszczalnych poziomów hałasu lub w przypadku zmiany klasyfikacji terenów.

Tabela 6 Funkcje terenu objęte ochroną akustyczną (mpzp)

Lp.	Symbol	Przeznaczenie terenu	Kategoria ochrony wg Tabeli 1	Poziom dopuszczalny LDWN [dB]	Poziom dopuszczalny LN [dB]
1	MN	tereny zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej	2	64	59
2	UO	tereny oświaty,	2	64	59
3	UZ	tereny usług zdrowia,	2	64	59
4	MNU	tereny zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej z funkcją usługową,	3	68	59
5	MW	tereny zabudowy mieszkaniowej wielorodzinnej z funkcją usługową,	3	68	59
6	MWU	tereny zabudowy mieszkaniowej wielorodzinnej,	3	68	59
7	MU	tereny zabudowy mieszkaniowej z usługami,	3	68	59
8	MC	tereny zabudowy mieszkaniowej z funkcją centralną,	3	68	59
9	MR	tereny zabudowy mieszkaniowej z funkcją rolniczą,	3	68	59
10	RMU	tereny rolne z możliwością zabudowy zagrodowej,	3	68	59
11	US	tereny usług sportu i rekreacji,	3	68	59
12	UT	tereny usług i innych form zagospodarowania dla turystyki i rekreacji,	3	68	59
13	ZD	tereny ogrodów działkowych,	3	68	59

W ramach realizacji mapy akustycznej miasta Olsztyna wykonanych zostało szereg map oraz obliczeń diagnostycznych, do których niezbędna była znajomość dopuszczalnych poziomów hałasu na całym obszarze objętym opracowaniem. W szczególności, w oparciu o mapę wrażliwości hałasowej i mapy imisyjne opracowane zostały tzw. mapy terenów zagrożonych hałasem. Mapa wrażliwości hałasowej obszarów została również wykorzystana do obliczeń tzw. wskaźnika M

Tabela 7 Powierzchnie obszarów objętych mapą wrażliwości

Typ obszaru	Powierzchnia [km ²]
Tereny zabudowy jednorodzinnej	7.4
Tereny zabudowy wielorodzinnej oraz mieszkaniowo-usługowej	6.5
Tereny rekreacyjne	7.7
Obszary szpitali i domów opieki społecznej	0.9
Tereny zabudowy związanej ze stałym lub czasowym pobytem dzieci i młodzieży	0.9
Tereny w strefie śródmiejskiej	0.4

6. REALIZACJA MAP HAŁASU DLA POSZCZEGÓLNYCH ŹRÓDEŁ

W oparciu o wymogi zawarte w *Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 1 października 2007r. w sprawie szczegółowego zakresu danych ujętych w mapach akustycznych oraz ich układu i sposobu prezentacji* oraz zgodnie ze SIWZ, opracowane zostały dla każdego źródła hałasu osobno i dla wskaźników L_{DWN} i L_N następujące mapy:

1. emisyjne,
2. imisyjne,
3. terenów zagrożonych hałasem,
4. rozkładu wskaźnika M,
5. mapa wrażliwości hałasowej.

W ww. Rozporządzeniu podane zostały również objaśnienia jaki zakres informacji powinna zawierać każda z wyżej wymienionych map.

W przypadku mapy emisyjnej powiedziane jest, że „rozumie się przez to mapę charakteryzującą hałas emitowany z poszczególnych źródeł”, a w przypadku mapy imisyjnej, że „rozumie się przez to mapę stanu akustycznego środowiska kształtowanego przez dany rodzaj źródła hałasu”. Nietrudno zauważyć, że obie z wymienionych map charakteryzują „hałas emitowany do środowiska z poszczególnych źródeł” i opierając się jedynie na cytowanym objaśnieniu nie można dokładnie powiedzieć na czym konkretnie polega odrębność mapy emisyjnej. Z tego względu w praktyce spotyka się różne interpretacje i różne sposoby realizacji mapy emisyjnej. W dotychczasowych realizacjach map akustycznych mapy emisyjne obliczane są z wykorzystaniem tych samych metod obliczeniowych i danych dotyczących źródeł hałasu, co mapy imisyjne (natężenie i struktura ruchu w przypadku hałasu drogowego, kolejowego i tramwajowego, poziomej emisji źródeł przemysłowych itd.) z pominięciem wpływu rzeźby terenu, zabudowy i innych wielkości wpływających na propagację hałasu.

Podstawowym źródłem informacji o klimacie akustycznym na danym obszarze są mapy imisyjne. tzn. mapy rozkładu poziomego hałasu powodowanego przez poszczególne źródła (ruch drogowy, kolejowy, lotniczy i przemysł) opracowane metodą obliczeniową z uwzględnieniem parametrów źródła hałasu, cyfrowego modelu terenu i infrastruktury oraz innych wielkości wpływających na propagację hałasu. Informacje zawarte w imisyjnych mapach hałasu są punktem wyjścia do obliczeń map pochodnych a w szczególności pokazujących tereny zagrożeń hałasowych.

Przy opracowaniu map emisyjnych i imisyjnych wykorzystane zostały metody zalecane Dyrektywą 2002/49/WE do obliczeń hałasu z poszczególnych źródeł. W następnych rozdziałach omówione zostały normy obliczeniowe oraz sposób realizacji map emisyjnych i imisyjnych dla poszczególnych źródeł hałasu.

6.1. MAPY HAŁASU DROGOWEGO

Dyrektywa 2002/49/WE zaleca do obliczeń hałasu pochodzącego od ruchu drogowego (ulicznego) następującą metodę:

Francuska krajowa metoda obliczeń „NMPB-Routes - 96 (SETRA-CERTU-LCPC-CSTB)”, określona w „Arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières, Journal Officiel du 10 mai 1995,

art. 6" i francuskiej normie „XPS 31-133”. W odniesieniu do danych wejściowych dotyczących emisji, te dokumenty odsyłają do „Guide du bruit des transports terrestres, fascicule prévision des niveaux sonores, CETUR 1980”.

Metoda powyższa realizowana jest według następującej ogólnej procedury:

- Podział liniowego źródła dźwięku na źródła punktowe.
- Określenie poziomu mocy akustycznej dla każdego utworzonego źródła punktowego.
- Poszukiwanie tras propagacji dźwięku pomiędzy każdym ze źródeł punktowych a punktem odbioru (trasa bezpośrednia, trasa odbita i/lub ugięta).
- Dla każdej z tras propagacji prowadzenie kolejno obliczeń dotyczących: tłumienia dla warunków korzystnych, tłumienia dla warunków jednorodnych, obliczenia poziomu długotrwałego.
- Obliczenie poziomu całkowitego (skumulowanie poziomów długotrwałych dla każdej z tras).

Na propagację dźwięku w przestrzeni, szczególnie w zakresie większych odległości, istotny wpływ mają warunki atmosferyczne. W powietrzu ponad powierzchnią gruntu temperatura oraz prędkość wiatru są różne na różnych wysokościach; różnice te są efektem gradientu temperatury, który może być dodatni lub ujemny oraz zwiększaniem prędkości wiatru wraz z wysokością. Zmiany temperatury powietrza oraz zmiany prędkości wiatru powodują dodatni lub ujemny gradient prędkości dźwięku. Uogólniając można rozróżnić trzy podstawowe rodzaje propagacji:

- warunki propagacji są jednorodne (fale dźwiękowe są liniami prostymi),
- warunki propagacji są korzystne (propagacja dźwięku w obecności gradientu pionowego dodatniego, fale dźwiękowe są odchylane ku dołowi),
- warunki propagacji są niekorzystne (propagacja dźwięku w obecności gradientu pionowego ujemnego, fale dźwiękowe są odchylane ku górze).

W rzeczywistości jednak występuje bardzo duża ilość możliwych kombinacji pomiędzy efektami termicznymi i wiatrem. Ponadto zjawiska te są zmienne w czasie i w przestrzeni. Z faktu tego wynika, iż poziom dźwięku w dużych odległościach od źródła *należałoby rozpatrywać jako zjawisko przypadkowe*. W ogólnych rozważaniach zawartych w NMPB stwierdzono, że wpływ warunków meteorologicznych na rozprzestrzenianie się dźwięku jest mierzalny, jeśli odległość pomiędzy źródłem a punktem odbioru jest większa niż 100 m.

Natomiast model akustyczny opiera się na podziale drogi na odcinki akustycznie jednorodne, a następnie podziale poszczególnych odcinków jednorodnych na elementarne źródła punktowe. Poprzez odcinek akustycznie jednorodny rozumie się fragment infrastruktury drogowej, dla której:

- emisja hałasu spowodowanego przez ruch drogowy nie zmienia się lub zmienia się w sposób nieznaczny,

- profil poprzeczny drogi (liczba pasów jezdnych, ich szerokość itp.) wzdłuż rozważanego odcinka drogi pozwala na zastosowanie tego samego sposobu podziału źródła na źródła elementarne.

Infrastruktura drogowa w tej metodzie podzielona jest na tyle odcinków jednorodnych, ile potrzeba w celu dostosowania do powyższych wymogów.

Do wykonania obliczeń konieczna jest, oprócz dysponowania numerycznym modelem terenu, przede wszystkim znajomość:

- geometrii ulic (położenie osi i szerokość ulicy),
- natężeń ruchu samochodowego,
- struktury rodzajowej (udział samochodów ciężarowych w ruchu) i czasowej (odrębne dane dla pory dziennej, wieczorowej i nocnej),
- prędkości ruchu i jego charakteru (stacjonarny, niestacjonarny), oraz
- profilu, rodzaju i stanu technicznego nawierzchni.

Natężenie ruchu zwykle podawane jest jako liczba pojazdów na godzinę (w takich przypadkach prędkość powinna być podawana w km/h). Metoda francuska zezwala na stosowanie liczby pojazdów na sekundę (w takich przypadkach prędkość powinna być podawana w m/s), jednakże w ramach niniejszego opracowania nie korzystano z takiego rozwiązania. Dane wejściowe do programu obliczeniowego przygotowano zatem w postaci wartości natężenia ruchu pojazdów osobowych na godzinę (dla poszczególnych pór: dnia, wieczoru i nocy) oraz procentowego udziału samochodów ciężkich w tym ruchu.

Parametr „prędkość pojazdu” jest w tej metodzie używany dla całego zakresu prędkości (od 20 do 120 km/h) z wyróżnieniem dla pojazdów lekkich, ciężkich (pojazdy ciężkie $\geq 3,5$ t netto). Według metody, prędkość jest definiowana jako prędkość referencyjna. Wszystkie średnie prędkości, które okazałyby się niższe niż 20 km/h, są traktowane jako prędkość 20 km/h.

Rodzaj potoku ruchu można określić jako płynny, pulsujący (korki), przyspieszający, lub hamujący. W ramach niniejszego opracowania określono rodzaj ruchu jako płynny, gdyż na żadnym odcinku okres trwania innych, wymienionych rodzajów ruchu nie przekracza statystycznie 50% udziału na porę doby.

Parametry ruchu kompletowane były z wykorzystaniem zróżnicowanych źródeł danych. Podstawowy zestaw danych o natężeniach ruchu to dane przekazane przez ZDZiT dla 88 głównych skrzyżowań oraz pomiary własne dla 70 skrzyżowań.

Ostatecznie przy obliczeniach akustycznych uwzględniono 2516 elementów sieci drogowej, o łącznej długości 380 km.

6.1.1. Mapa emisyjna dla hałasu drogowego

Mapy emisyjne dla hałasu drogowego, jak wspomniano wykonane zostały w oparciu o metodę obliczeniową NMPB-Routes – 96 z pominięciem wpływu rzeźby terenu, zabudowy i tłumienia przez grunt. Z powyższego powodu osie ulic usytuowane zostały do obliczeń na poziomie "0". Obliczenia wykonane zostały dla wskaźników L_{DWN} , L_N , L_D , L_W w siatce rastrowej o wielkości 10 m x 10 m na wysokości względnej $h=4$ m z wykorzystaniem oprogramowania Cadna A oraz opisanego wyżej zestawu danych dotyczących natężenia i struktury ruchu drogowego.

6.1.2. Mapa imisyjna dla hałasu drogowego

Mapy imisyjne dla hałasu drogowego obliczone zostały z wykorzystaniem oprogramowania Cadna A oraz opisanego wyżej zestawu danych geometrycznych (NMT, osie ulic, zabudowa) i parametrów ruchu. Dane te, odpowiednio opracowane i przetworzone do formatu SHP, importowane zostały do oprogramowania Cadna A. Obliczenia wykonane zostały w siatce rastrowej o wielkości 10 m x 10 m na wysokości względnej h=4 m.

6.1.3. Niepewność modelu obliczeniowego

Na podstawie normy PN-ISO 9613-2, na której oparte są w istotnym stopniu algorytmy w metodzie francuskiej, można przyjąć że dokładność referencyjnej metody oceny hałasu drogowego (w części dotyczącej propagacji) przyjmuje wartości: ± 1 dB w odległości do 100 m od źródła dla średniej wysokości źródła i odbiorcy nie przekraczającej 5 m, oraz ± 3 dB w pozostałych przypadkach. Oceniając dokładność metody należy także uwzględnić dokładność oceny parametrów źródła hałasu.

Kryterium poprawnej kalibracji modelu powinno odnosić się do ograniczenia różnicy między wynikami badań terenowych, a rezultatami obliczeń modelowych poziomów dźwięku w wybranych punktach. Przyjmując za wielkość kryterialną odchylenie standardowe tej różnicy, proponowane kryterium można opisać w postaci zależności:

$$\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (L_{Aobli} - L_{Azmi})^2} \leq 2,5$$

gdzie:

n – liczba wykonanych obliczeń i pomiarów porównawczych,

L_{Aobli} – wartość i-tego poziomu obliczonego, dB,

L_{Azmi} – wartość i-tego zmierzonego poziomu, dB

Ponieważ kalibracja modelu ma służyć weryfikacji przyjętych założeń i sprawdzeniu poprawności wykonanej mapy, można założyć, że dla wybranego odcinka wystarczy 1 pomiar kalibracyjny. Walidację modelu oparto o pomiary wartości poziomu równoważnego dla pory dnia (L_D dla 12 godzin) co jest wystarczającym kryterium pozwalającym stwierdzić poprawność modelu.

Poniżej przedstawiono wyniki porównawcze, które posłużyły do kalibracji modelu obliczeniowego.

Tabela 8 – Zestawienie wyników pomiarów i obliczeń dla hałasu drogowego w wybranych punktach

Lp	Lokalizacja	Poziom hałasu L_D z pomiaru [dB]	Poziom hałasu L_D z mapy akustycznej [dB]	Odchylenie standardowe
1	ul. Sielska – koniec dwupasmowej jezdni	68,8	70,2	1,4
2	ul. Warszawska /Oczapowskiego	68,1	68,7	0,6
3	ul. Tuwima – rejon mostu nad Łyną	69,4	68,8	0,6
4	ul. Krasickiego – przy Carrefour	64,5	66,3	1,8
5	Al. Wojska Polskiego przy budynku nr 77	67,4	69,2	1,8

6.2. HAŁAS SZYNOWY (KOLEJOWY I TRAMWAJOWY)

6.2.1. Metodyka i sposób realizacji

Załącznik nr I do Dyrektywy 2002/49/WE zaleca wykorzystywanie do obliczeń hałasu pochodzącego od ruchu pojazdów szynowych następującą metodę:

Holenderska krajowa metoda obliczeń ogłoszona w „Reken - en Meetvoorschrift Railverkeerslawaai „96, Ministerie Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, 20 listopada 1996”.

Metoda SRM II opiera się na standardowej bazie danych dotyczących pojazdów szynowych i torów kolejowych, która stanowi integralną jej część. Wymieniona baza danych zawiera odpowiednią klasyfikację pojazdów szynowych, która opracowana została w oparciu o pomiary wykonane na pojazdach wykorzystywanych w Holandii. Standardowa baza danych jest stopniowo zwiększana o parametry pojazdów kursujących w innych krajach członkowskich, które wykorzystują metodę SRM II do obliczeń hałasu szynowego w swoim kraju. W obecnym kształcie, w dalszym ciągu nie zawiera ona zweryfikowanych danych emisyjnych oraz innych parametrów pojazdów szynowych i torów kolejowych występujących w Polsce.

Przyjęta w niniejszym opracowaniu procedura polega na wyznaczeniu wartości emisyjnych za pomocą pomiarów dla typowych odcinków torów razem z kursującymi na nich pojazdami traktując tory i pojazdy szynowe jako jedno źródło hałasu. Zmiana w modelu źródła hałasu w stosunku do ścisłego stosowania metody SRM II polega na zastąpieniu dwóch źródeł emisji hałasu szynowego: szyny na wysokości jej górnej powierzchni oraz kół na wysokości 0,5 m, jednym źródłem hałasu (szyny i koła razem) na wysokości 0,5 m nad górną powierzchnią szyn.

Pomiary wykonano w odległości 7.5 m od osi toru, dla każdego rodzaju pojazdu szynowego (pociągi, tramwaje). Dla każdej linii kolejowej oraz każdego, charakterystycznego odcinka trasy tramwajowej, wykonano min. 5 pomiarów przejazdów poszczególnych rodzajów taboru. Łącznie pomiary wykonano w 10 punktach pomiarowych na terenie Olsztyna.

Następnie, w oparciu o zmierzone wartości i zmodyfikowany w powyższy sposób model źródła wprowadzono dane emisyjne do modelu obliczeniowego. Dalsze obliczenie rozkładu poziomego hałasu na całym rozpatrywanym obszarze są wykonane z wykorzystaniem procedury SRM II.

6.2.2. Mapa emisyjna dla hałasu szynowego

Mapy **emisyjne** dla hałasu szynowego wykonane zostały w oparciu o metodę SRM II z pominięciem wpływu rzeźby terenu, zabudowy i tłumienności przez grunt. W modelu obliczeniowym osie torów usytuowane zostały na poziomie "0". Obliczenia wykonane zostały dla wskaźników L_{DWN} , L_N , L_D , L_W w siatce rastrowej o wielkości 10 m x 10 m na wysokości względnej $h=4$ m z wykorzystaniem oprogramowania Cadna A oraz opisanego wyżej zestawu danych dotyczących parametrów torów oraz natężenia i struktury ruchu kolejowego i tramwajowego.

6.2.3. Mapa imisyjna dla hałasu szynowego

Mapy imisyjne dla hałasu szynowego wykonane zostały podobnie jak emisyjne w oparciu o metodę SRM II.

6.2.4. Niepewność modelu obliczeniowego

Niepewność modelu hałasu szynowego nie wymaga przeprowadzenia osobnych pomiarów kalibracyjnych, gdyż wykonane pomiary i obliczone w ten sposób poziomy hałasu stanowią tzw. autokalibrację modelu obliczeniowego.

6.3. HAŁAS PRZEMYSŁOWY

6.3.1. Metodyka i sposób realizacji

Dyrektywa 2002/49/WE zaleca do obliczeń hałasu przemysłowego metodę opartą o normę:

ISO 9613-2¹: „Akustyka. Tłumienie dźwięku podczas propagacji w przestrzeni otwartej: Część 2: Ogólne metody obliczeń”.

Dane dotyczące emisji hałasu (dane wejściowe) dla tej metody można uzyskać z pomiarów, wykonanych wg następujących metod:

- ISO 8297: 1994 „Akustyka – Wyznaczanie poziomów mocy akustycznej zakładów przemysłowych z wieloma źródłami hałasu w celu oszacowania wartości poziomu ciśnienia akustycznego w środowisku. Metoda techniczna”,
- EN ISO 3744: 1995 „Akustyka – Wyznaczanie poziomów mocy akustycznej źródeł hałasu na podstawie pomiarów ciśnienia akustycznego. Metoda techniczna stosowana w warunkach zbliżonych do pola swobodnego nad płaszczyzną odbijającą dźwięk”,
- EN ISO 3746: 1995 „Akustyka – Wyznaczanie poziomów mocy akustycznej źródeł hałasu na podstawie pomiarów ciśnienia akustycznego. Metoda orientacyjna z zastosowaniem otaczającej powierzchni pomiarowej nad płaszczyzną odbijającą dźwięk”.

Można również korzystać z zaleceń zawartych w *“Position Paper, Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure”, Version 2*. W szczególności można (z braku dokładniejszych danych) korzystać z zawartych w wymienionym opracowaniu zaleceń dotyczących przypisania mocy akustycznych na jednostkę powierzchni obszarów przemysłowych, oraz ze wskazówek dotyczących stałej C_0 przy uwzględnianiu średnich warunków meteorologicznych.

Niezbędne do obliczeń dane dotyczące emisji źródeł przemysłowych uzyskane zostały:

- z obliczeń na podstawie parametrów źródeł,
- charakterystyk obszarów przemysłowych,
- informacji o profilu działalności,
- wielkości i przeznaczenia parkingów,
- z własnych pomiarów hałasu w terenie.

¹ Zapisano dokładnie tak, jak występuje to w Dyrektywie 2002/49/WE. Jednakże norma niniejsza i trzy następne mają już status norm polskich (PN)

Określone wartości parametrów źródeł należało dla celów obliczeniowych odnieść do jednej wspólnej metody, realizowanej przez zastosowane oprogramowanie do obliczeń hałasu. Metoda ta bazuje na wyznaczeniu z pozyskanych danych, jako wielkości wejściowych, całkowitej mocy akustycznej względnie mocy akustycznej na m^2 źródeł powierzchniowych wykorzystanych do modelowania hałasu przemysłowego.

Korzystano przy tym z niektórych zaleceń normy PN-ISO 8297 „Akustyka – Wyznaczanie poziomów mocy akustycznej zakładów przemysłowych z wieloma źródłami hałasu w celu oszacowania wartości poziomu ciśnienia akustycznego w środowisku. Metoda techniczna”

Poziom hałas powodowany przez parkingi, stanowiące z reguły integralną część zakładów przemysłowych lub handlowych (np. parkingi w otoczeniu supermarketów) obliczone zostały w oparciu o niemieckie wytyczne zawarte w opracowaniu „Parkplatzlärmstudie - „*Untersuchungen von Schallemissionen aus Parkplätzen, Autohöfen und Omnibusbahnhöfen sowie von Parkhäusern und Tiefgaragen*“, Bayerisches LfU, 4. Aufl., Augsburg 2003 („Studium hałasu parkingów – Badania emisji hałasu parkingów, zakładów sprzedaży samochodów, dworców autobusowych oraz budynków parkingowych i garaży podziemnych”, Bawarski Urząd Ochrony Środowiska, wydanie 4. sierpień 2003).

Wartości emisyjne miejsc przeładunku obliczone zostały w oparciu o niemieckie wytyczne zawarte w opracowaniu „*Technischer Bericht zur Untersuchung der LKW- und Ladegeräusche auf Betriebsgeländen von Frachtzentren, Auslieferungslager und Speditionen*”, Hessische Landesanstalt für Umwelt („Raport techniczny dotyczący badań hałasu powodowanego ruchem samochodów ciężarowych oraz przeładunkiem na terenie firm przewozowych, hurtowni i firm spedycyjnych” data i miejsce wydania: Wiesbaden 16.05.1995, Urząd Ochrony Środowiska w Hesji).

6.3.2. Pozyskanie danych wejściowych

W trakcie opracowywania danych do obliczeń hałasu przemysłowego źródła hałasu reprezentujące zakłady przemysłowe zostały zamodelowane, jako poziome źródła powierzchniowe. W sytuacji, gdy nie można było dokonać wyraźnego rozgraniczenia pomiędzy zakładami znajdującymi się na tym samym, zgrupowane zakłady były traktowane jako jedno źródło hałasu. W taki sposób zamodelowano obszary przemysłowe zlokalizowane w rejonie ul. Towarowej, Lubelskiej, Stalowej, Żelaznej, Kołobrzeskiej oraz Składowej.

W rezultacie do obliczeń hałasu przemysłowego uwzględnionych zostało 60 terenów przemysłowych i handlowo-usługowych.

Jako źródła przemysłowe uwzględnionych zostało również szereg parkingów samochodowych znajdujących się na Olsztyna – w sumie 473 obiekty.

6.3.3. Mapa emisyjna dla hałasu przemysłowego

Mapy emisyjne dla hałasu przemysłowego wykonane zostały w oparciu o normę PN-ISO 9613-2 z pominięciem wpływu rzeźby terenu, zabudowy i tłumienności przez grunt. Do obliczeń mapy emisyjnej wszystkie przemysłowe źródła hałasu usytuowane zostały do obliczeń na poziomie „0”. Obliczenia wykonane zostały dla wskaźników L_{DWN} i L_N , oraz dodatkowo dla L_D , i L_W w siatce rastrowej o wielkości 10 m x 10 m na wysokości względnej $h=4$ m.

6.3.4. Mapa imisyjnej dla hałasu przemysłowego

Obliczenia mapy imisyjnej hałasu przemysłowego przeprowadzone zostały w wykorzystaniu tego samego zestawu danych dotyczących źródeł hałasu przemysłowego jak dla map emisyjnych. Różnica polegała na uwzględnieniu NMT, zabudowy i innych wielkości wpływających na propagację hałasu w środowisku. Przy uwzględnieniu warunków meteorologicznych skorzystano z zaleceń dla stałej C_0 zawartych w "Position Paper, Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure", Version 2. ($C_0 = 3$ dla pory dziennej, $C_0 = 1,5$ dla pory nocnej i $C_0 = 0$ dla pory nocnej).

Obliczenia wykonane zostały dla wskaźników L_{DWN} i L_N , oraz dodatkowo dla L_D , i L_W w siatce rastrowej o wielkości 10 m x 10 m na wysokości względnej $h=4$ m.

6.3.5. Niepewność modelu obliczeniowego

Dokładność wykorzystanej metody obliczeniowej podana została w tablicy 5 normy PN-ISO 9613-2. Tablicę tę przedstawiono poniżej.

W normie podkreślono, że w wyniku zmian warunków meteorologicznych wzdłuż drogi propagacji, tłumienie fali akustycznej w przestrzeni otwartej pomiędzy źródłem nieruchomym a punktem odbioru ulega wahaniom, nieraz istotnym. Wahania te zależą w dużej mierze od odległości pomiędzy źródłem hałasu, a punktem obliczeniowym oraz od wysokości, na której znajdują się źródła hałasu oraz punkty obliczeniowe. Zawarte w poniższej tabeli wartości są słuszne dla takiego zakresu warunków, dla którego podstawowe algorytmy normy PN-ISO 9613-2 pozostają prawdziwe. Oszacowania te nie uwzględniają niepewności w wyznaczeniu mocy akustycznej źródła.

Tabela 9 Niepewność metody obliczeniowej dla hałasu przemysłowego

Wysokość, h^{*1}	Odległość, d^{*1}	
	$0 < d < 100$ m	$100 \text{ m} < d < 1000$ m
$0 < h < 5$ m	± 3 dB	± 3 dB
$5 \text{ m} < h < 30$ m	± 1 dB	± 3 dB
*1) h jest średnią wysokością źródła i punktu odbioru d jest odległością między źródłem i punktem odbioru		
UWAGA – Oszacowania te wykonano dla sytuacji, kiedy wpływ odbić lub tłumienia związanego z ekranowaniem jest pomijalny		

Ponadto w 10 punktach zlokalizowanych na granicy, lub w bliskiej odległości od granic zakładów przemysłowych, wykonane zostały w porze dziennej i nocnej pomiary poziomu hałasu przemysłowego. Pomiary te miały na celu sprawdzenie prawidłowości przyjętych założeń dotyczących mocy akustycznych na 1 m^2 powierzchniowych źródeł hałasu modelujących źródła przemysłowe.

7. MAPY TERENÓW ZAGROŻONYCH HAŁASEM

Bardzo istotną grupę map dla oceny klimatu akustycznego w środowisku stanowią mapy terenów zagrożonych hałasem. Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 1 października 2007 r. w sprawie szczegółowego zakresu danych ujętych na mapach akustycznych oraz ich układu i sposobu prezentacji, przez mapę terenów zagrożonych hałasem należy rozumieć mapę przedstawiającą izolinie i obszary przekroczeń dopuszczalnej wartości wskaźnika, dla którego tę mapę opracowano. Mapa terenów zagrożonych hałasem przedstawia przekroczenia dopuszczalnych poziomów dźwięku w następujących przedziałach:

- a) 0 – 5 dB,
- b) 5 – 10 dB,
- c) 10 -15 dB,
- d) 15 – 20 dB,
- e) powyżej 20 dB.

Mapę terenów zagrożonych hałasem należy sporządzać dla każdego z głównych źródeł oddzielnie tzn. w przypadku miasta Olsztyna dla hałasu drogowego, kolejowego, tramwajowego.

Technicznie mapy terenów zagrożonych hałasem powstają poprzez nałożenie na mapę wrażliwości hałasowej rastrowej mapy imisyjnej z obliczonym rozkładem istniejącego poziomu hałasu wyrażonego wskaźnikiem L_{DWN} lub L_N , oraz obliczenie różnicy pomiędzy poziomem istniejącym a dopuszczalnym. Po wyskalowaniu wyniku w 5-cio decybelowej skali barw otrzymuje się graficzny obraz przekroczeń dla danego wskaźnika.

W ramach projektu wykonane zostały odrębne mapy różnicowe (mapy zagrożeń hałasowych) dla wszystkich uwzględnionych źródeł. W szczególności:

1. Mapa terenów zagrożonych hałasem dla hałasu drogowego i wskaźnika L_{DWN} ,
2. Mapa terenów zagrożonych hałasem dla hałasu drogowego i wskaźnika L_N ,
3. Mapa terenów zagrożonych hałasem dla hałasu kolejowego i wskaźnika L_{DWN} ,
4. Mapa terenów zagrożonych hałasem dla hałasu kolejowego i wskaźnika L_N ,
5. Mapa terenów zagrożonych hałasem dla hałasu tramwajowego i wskaźnika L_{DWN} ,
6. Mapa terenów zagrożonych hałasem dla hałasu tramwajowego i wskaźnika L_N .
7. Mapa terenów zagrożonych hałasem dla hałasu przemysłowego i wskaźnika L_{DWN} ,
8. Mapa terenów zagrożonych hałasem dla hałasu przemysłowego i wskaźnika L_N ,

Wszystkie mapy terenów zagrożonych hałasem przekazane zostały Zamawiającemu w wersji cyfrowej w formacie CNA, SHP oraz PDF.

8. DANE STATYSTYCZNE

8.1. DANE DLA KOMISJI EUROPEJSKIEJ

W ramach realizacji mapy hałasu miasta Olsztyna przygotowano zestawienia statystyczne wymagane do raportowania dla Komisji Europejskiej. Zostały one przedstawione w poniższych tabelach.

Tabela 10 Liczba ludności w setkach narażona na hałas od poszczególnych źródeł

Liczba ludności w setkach narażona na hałas od poszczególnych źródeł									
Poziom w dB		Hałas drogowy		Hałas kolejowy		Hałas przemysłowy		Hałas tramwajowy	
		L _{DWN}	L _N	L _{DWN}	L _N	L _{DWN}	L _N	L _{DWN}	L _N
< 50		300	1300	1600	1600	1600	1600	1600	1600
50	55	500	200	0	0	0	0	0	0
55	60	400	100	0	0	0	0	0	0
60	65	300	0	0	0	0	0	0	0
65	70	100	0	0	0	0	0	0	0
70	75	0	0	0	0	0	0	0	0
> 75		0	0	0	0	0	0	0	0

Tabela 11 Liczba ludności w setkach narażona na hałas w budynkach z tzw. cichą fasadą

Liczba ludności w setkach narażona na hałas w budynkach z tzw. cichą fasadą									
Poziom w dB		Hałas drogowy		Hałas kolejowy		Hałas przemysłowy		Hałas tramwajowy	
		L _{DWN}	L _N	L _{DWN}	L _N	L _{DWN}	L _N	L _{DWN}	L _N
< 50		0	200	100	0	100	100	1500	1700
50	55	0	100	0	0	100	0	0	0
55	60	100	100	0	0	0	0	0	0
60	65	100	0	0	0	0	0	0	0
65	70	100	0	0	0	0	0	0	0
70	75	0	0	0	0	0	0	0	0
> 75		0	0	0	0	0	0	0	0

Tabela 12 Powierzchnie obszarów ekspozowane na hałas

Powierzchnie obszarów ekspozowane na hałas w km ²									
Poziom w dB		Hałas drogowy		Hałas kolejowy		Hałas przemysłowy		Hałas tramwajowy	
		L _{DWN}	L _N	L _{DWN}	L _N	L _{DWN}	L _N	L _{DWN}	L _N
< 45		35,67	70,59	41,01	41,52	49,45	40,31	86,76	87,58
45	50	20,59	8,21	4,43	1,92	4,76	2,15	0,55	0,26
50	55	14,54	4,47	2,44	1,08	2,77	0,84	0,38	0,14
55	60	7,93	2,49	1,42	0,58	1,81	1,23	0,21	0
60	65	4,52	1,24	0,77	0,38	1,85	1,11	0,10	0
65	70	2,66	0,19	0,48	0,24	1,88	0,12	0	0
70	75	1,37	0	0,29	0,05	0,13	0,05	0	0
> 75		0,23	0	0,13	0	0,10	0	0	0

Tabela 13 Liczba ludności w setkach narażona na hałas od dróg głównych

Liczba ludności w setkach narażona na hałas od dróg głównych			
Poziom w dB		Hałas drogowy	
		L _{DWN}	L _N
< 50		1100	1500
50	55	200	100
55	60	100	100
60	65	100	0
65	70	100	0
70	75	0	0
> 75		0	0

Tabela 14 Liczba ludności w setkach narażona na hałas od dróg głównych w budynkach z tzw. cichą fasadą

Liczba ludności w setkach narażona na hałas od dróg głównych w budynkach z tzw. cichą fasadą			
Poziom w dB		Hałas drogowy	
		L _{DWN}	L _N
< 50		0	100
50	55	0	100
55	60	100	100
60	65	100	0
65	70	100	0
70	75	0	0
> 75		0	0

Na terenie miasta Olsztyna nie ma głównych linii kolejowych wg kryterium podanego w Dyrektywie 2002/49/WE tzn. linii na których kursuje więcej niż 30 000 pociągów rocznie.

8.2.DANE STATYSTYCZNE WYMAGANE ROZPORZĄDZENIEM MŚ Z DNIA 1 PAŹDZIERNIKA 2007 R.

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 1 października 2007 r w sprawie szczegółowego zakresu danych ujętych na mapach akustycznych oraz ich układu i sposobu prezentacji, należy w ramach realizacji mapy akustycznej oszacować również liczbę lokali z dokładnością do stu, narażonych na hałas w określonych w Rozporządzeniu przedziałach wartości wskaźnika L_{DWN} i L_N. Wymienione szacunki podane zostały w tabeli 9.6.

Ponadto należy dokonać zestawienia tabelarycznego zawierającego podsumowanie danych i informacji opracowanych w ramach mapy akustycznej w układzie wg załączonego w Rozporządzeniu wzoru. Wymagane zestawienia podane są w tabelach 9.7-9.11.

Tabela 15 Liczba lokali mieszkalnych z dokładnością do stu narażona na hałas od poszczególnych źródeł

Liczba lokali mieszkalnych z dokładnością do stu narażona na hałas od poszczególnych źródeł									
Poziom w dB		Hałas drogowy		Hałas kolejowy		Hałas przemysłowy		Hałas tramwajowy	
		L _{DWN}	L _N	L _{DWN}	L _N	L _{DWN}	L _N	L _{DWN}	L _N
< 50		12300	48500	57200	58200	56000	59000	57900	59000
50	55	19600	7600	800	400	2700	100	100	0
55	60	14700	2800	600	300	200	100	0	0
60	65	9400	200	300	100	0	0	0	0
65	70	2800	0	200	0	100	0	0	0
70	75	200	0	0	0	0	0	0	0
> 75		0	0	0	0	0	0	0	0

Liczba lokali mieszkalnych w poszczególnych zakresach poziomu hałasu podana została zgodnie z ww. Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dokładnością do stu (nie jest to więc wartość w setkach, a tylko zaokrąglona do pełnej setki).

Wartości w tabelach poniżej podane zostały, zgodnie z wymaganiami zawartymi ww. Rozporządzeniu nie dla poszczególnych zakresów poziomu hałasu (jak w zestawach danych do raportowania dla Komisji Europejskiej), a dla zakresów przekroczeń poziomów dopuszczalnych. Odnoszą się więc tylko do obszarów chronionych, wyznaczonych na mapie wrażliwości hałasowej obszarów. Ze względu na to, że powierzchnie obszarów zagrożonych hałasem, wyrażone km² przyjmują, z wyjątkiem hałasu drogowego, na ogół wartości mniejsze od 0,5 km² i po zaokrągleniu do pełnych km² wynik wynosiłby „0”, zostały one przedstawione, dla uniknięcia nieporozumień, z dokładnością do drugiego, znaczącego miejsca po przecinku. Podobnie przedstawiona została liczba mieszkańców i lokali mieszkalnych w poszczególnych zakresach przekroczeń. Ilość budynków szkolnych i przedszkolnych oraz budynków służby zdrowia, opieki społecznej i socjalnej podane zostały bez zaokrągleń.

Tabela 16 Podsumowanie danych i informacji opracowanych w ramach mapy akustycznej dla hałasu drogowego

Hałas drogowy					Wskaźnik L_{DWN}
	Wielkość przekroczeń				pow. 20 dB
	do 5 dB	> 5 – 10 dB	> 10 – 15 dB	> 15 – 20 dB	
	Stan środowiska				bardzo zły
	niedobry		zły		
Powierzchnia obszarów zagrożonych w danym zakresie (km^2)	0,28	0,03	0	0	0
Liczba lokali mieszkalnych w danym zakresie (tys.)	1,05	0	0	0	0
Liczba zagrożonych mieszkańców w danym zakresie (tys.)	2,90	0	0	0	0
Liczba budynków szkolnych i przedszkolnych w danym zakresie	5	0	0	0	0
Liczba budynków służby zdrowia, opieki społecznej i socjalnej w danym zakresie	7	1	0	0	0
Inne obiekty budowlane istotne z punktu widzenia ochrony przed hałasem (liczba obiektów)	-	-	-	-	-
Hałas drogowy					Wskaźnik L_N
	Wielkość przekroczeń				pow. 20 dB
	do 5 dB	> 5 – 10 dB	> 10 – 15 dB	> 15 – 20 dB	
	Stan środowiska				bardzo zły
	Niedobry		zły		
Powierzchnia obszarów zagrożonych w danym zakresie (km^2)	0,06	0	0	0	0
Liczba lokali mieszkalnych w danym zakresie (tys.)	0,35	0	0	0	0
Liczba zagrożonych mieszkańców w danym zakresie (tys.)	0,96	0	0	0	0
Liczba budynków szkolnych i przedszkolnych w danym zakresie	0	0	0	0	0
Liczba budynków służby zdrowia, opieki społecznej i socjalnej w danym zakresie	1	0	0	0	0
Inne obiekty budowlane istotne z punktu widzenia ochrony przed hałasem (liczba obiektów)	-	-	-	-	-

Tabela 17 Podsumowanie danych i informacji opracowanych w ramach mapy akustycznej dla hałasu kolejowego

Hałas kolejowy					Wskaźnik L_{dwn}
	Wielkość przekroczeń				
	do 5 dB	> 5 – 10 dB	> 10 – 15 dB	> 15 – 20 dB	pow. 20 dB
	Stan środowiska				
	niedobry		zły		bardzo zły
Powierzchnia obszarów zagrożonych w danym zakresie (km^2)	0,04	0	0	0	0
Liczba lokali mieszkalnych w danym zakresie (tys.)	0,04	0	0	0	0
Liczba zagrożonych mieszkańców w danym zakresie (tys.)	0,1	0	0		0
Liczba budynków szkolnych i przedszkolnych w danym zakresie	0	0	0	0	0
Liczba budynków służby zdrowia, opieki społecznej i socjalnej w danym zakresie	0	0	0	0	0
Inne obiekty budowlane istotne z punktu widzenia ochrony przed hałasem (liczba obiektów)	-	-	-	-	-
Hałas kolejowy					Wskaźnik L_N
	Wielkość przekroczeń				
	do 5 dB	> 5 – 10 dB	> 10 – 15 dB	> 15 – 20 dB	pow. 20 dB
	Stan środowiska				
	niedobry		zły		bardzo zły
Powierzchnia obszarów zagrożonych w danym zakresie (km^2)	0,04	0	0	0	0
Liczba lokali mieszkalnych w danym zakresie (tys.)	0,07	0	0	0	0
Liczba zagrożonych mieszkańców w danym zakresie (tys.)	0,2	0	0	0	0
Liczba budynków szkolnych i przedszkolnych w danym zakresie	0	0	0	0	0
Liczba budynków służby zdrowia, opieki społecznej i socjalnej w danym zakresie	0	0	0	0	0
Inne obiekty budowlane istotne z punktu widzenia ochrony przed hałasem (liczba obiektów)	-	-	-	-	-

Tabela 18 Podsumowanie danych i informacji opracowanych w ramach mapy akustycznej dla hałasu przemysłowego

Hałas przemysłowy					Wskaźnik L_{DWN}
	Wielkość przekroczeń				
	do 5 dB	> 5 – 10 dB	> 10 – 15 dB	> 15 – 20 dB	pow. 20 dB
	Stan środowiska				
	niedobry		zły		bardzo zły
Powierzchnia obszarów zagrożonych w danym zakresie (km ²)	0,1	0	0	0	0
Liczba lokali mieszkalnych w danym zakresie (tys.)	0	0	0	0	0
Liczba zagrożonych mieszkańców w danym zakresie (tys.)	0	0	0	0	0
Liczba budynków szkolnych i przedszkolnych w danym zakresie	2	0	0	0	0
Liczba budynków służby zdrowia, opieki społecznej i socjalnej w danym zakresie	0	0	0	0	0
Inne obiekty budowlane istotne z punktu widzenia ochrony przed hałasem (liczba obiektów)	-	-	-	-	-
Hałas przemysłowy					Wskaźnik L_N
	Wielkość przekroczeń				
	do 5 dB	> 5 – 10 dB	> 10 – 15 dB	> 15 – 20 dB	pow. 20 dB
	Stan środowiska				
	niedobry		zły		bardzo zły
Powierzchnia obszarów zagrożonych w danym zakresie (km ²)	0,22	0,04	0	0	0
Liczba lokali mieszkalnych w danym zakresie (tys.)	0,34	0	0	0	0
Liczba zagrożonych mieszkańców w danym zakresie (tys.)	0,95	0	0	0	0
Liczba budynków szkolnych i przedszkolnych w danym zakresie	4	0	0	0	0
Liczba budynków służby zdrowia, opieki społecznej i socjalnej w danym zakresie	0	0	0	0	0
Inne obiekty budowlane istotne z punktu widzenia ochrony przed hałasem (liczba obiektów)	-	-	-	-	-

Tabela 19 Podsumowanie danych i informacji opracowanych w ramach mapy akustycznej dla hałasu tramwajowego

Hałas tramwajowy					Wskaźnik L_{dWN}
	Wielkość przekroczeń				
	do 5 dB	> 5 – 10 dB	> 10 – 15 dB	> 15 – 20 dB	pow. 20 dB
	Stan środowiska				
	niedobry	zły		bardzo zły	
Powierzchnia obszarów zagrożonych w danym zakresie (km^2)	0	0	0	0	0
Liczba lokali mieszkalnych w danym zakresie (tys.)	0	0	0	0	0
Liczba zagrożonych mieszkańców w danym zakresie (tys.)	0	0	0	0	0
Liczba budynków szkolnych i przedszkolnych w danym zakresie	0	0	0	0	0
Liczba budynków służby zdrowia, opieki społecznej i socjalnej w danym zakresie	0	0	0	0	0
Inne obiekty budowlane istotne z punktu widzenia ochrony przed hałasem (liczba obiektów)	-	-	-	-	-
Hałas tramwajowy					Wskaźnik L_N
	Wielkość przekroczeń				
	do 5 dB	> 5 – 10 dB	> 10 – 15 dB	> 15 – 20 dB	pow. 20 dB
	Stan środowiska				
	niedobry	zły		bardzo zły	
Powierzchnia obszarów zagrożonych w danym zakresie (km^2)	0	0	0	0	0
Liczba lokali mieszkalnych w danym zakresie (tys.)	0	0	0	0	0
Liczba zagrożonych mieszkańców w danym zakresie (tys.)	0	0	0	0	0
Liczba budynków szkolnych i przedszkolnych w danym zakresie	0	0	0	0	0
Liczba budynków służby zdrowia, opieki społecznej i socjalnej w danym zakresie	0	0	0	0	0
Inne obiekty budowlane istotne z punktu widzenia ochrony przed hałasem (liczba obiektów)	-	-	-	-	-

9. MAPY WSKAŹNIKA M

Wskaźnik M zdefiniowany jest w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 14 października 2002 r. w sprawie szczegółowych wymagań jakim powinien odpowiadać program ochrony środowiska przed hałasem. W wymienionym rozporządzeniu powiedziane jest (§ 7.1. punkt 2), że kolejność realizacji zadań programu na terenach mieszkaniowych następuje z uwzględnieniem wskaźnika charakteryzującego wielkość przekroczeń dopuszczalnego poziomu hałasu i liczbę mieszkańców na terenie, ustalonego w sposób następujący:

$$M = 0,1 m (10^{0,1\Delta L} - 1)$$

gdzie:

M – wartość wskaźnika,

ΔL – wielkość przekroczenia dopuszczalnego poziomu hałasu w dB,

m – liczba mieszkańców na terenie o przekroczonym poziomie dopuszczalnym.

Rozporządzenie stanowi, że kolejność realizacji zadań programu na terenach mieszkaniowych ustala się zaczynając od terenów o najwyższej wartości wskaźnika M do terenów o wartości wskaźnika M najniższej.

Z podanej definicji wynika, że wskaźnik M należy obliczyć w odniesieniu do (bliżej nieokreślonego) terenu uwzględniając w nim ilość mieszkańców i wielkość przekroczeń. Przepisy nie podają jak zdefiniować jednostkę terenu, na której należy obliczyć wskaźnik M . Nie jest to przecież obszar całego miasta, ponieważ prowadzioby to do jednej wartości dla całego obszaru. Również przekroczenia wartości dopuszczalnych na każdym terenie nie są stałe, lecz zmieniają się wraz z odległością od źródła hałasu. W istniejących przepisach nie jest powiedziane jaką wielkość przekroczeń należy uwzględnić przy wyznaczaniu wskaźnika M . Możliwe jest więc uwzględnienie średniej arytmetycznej, średniej logarytmicznej lub wartości maksymalnej. Za każdym razem będą to inne wartości wskaźnika M .

Nie trudno zauważyć, że przy tak nieprecyzyjnej definicji wskaźnika M oraz braku dodatkowych przepisów wykonawczych czy zaleceń, istnieje wielka dowolność w jego interpretacji i sposobie obliczeń.

Z uwagi na nieprecyzyjny charakter wskaźnika M , jego obliczone w różny sposób wartości mogą prowadzić do wielu nieporozumień. Wskazana jest więc duża ostrożność w jego praktycznym wykorzystaniu, a w szczególności przy podejmowaniu decyzji o realizacji zabezpieczeń antyhałasowych w oparciu o wartości wskaźnika M .

Wskaźnik M przyjmuje wartość „0” na obszarach, na których nie ma mieszkańców ($m = 0$) lub nie ma przekroczeń wartości dopuszczalnych ($\Delta L = 0$). Na pozostałych obszarach przyjmuje skończone wartości liczbowe. Zagrożenia hałasowe są największe, gdy wskaźnik M przyjmuje wartości największe tzn. na obszarach, na których występują duże przekroczenia wartości dopuszczalnych w połączeniu z dużą ilością mieszkańców.

Mapy wskaźnika M dla obszarów z zabudową mieszkaniową wykonane zostały w wersji cyfrowej oddzielnie dla każdego ze wskaźników (L_{DWN} , L_N) oraz każdego z uwzględnionych głównych źródeł

hałasu (drogi, koleje, przemysł, tramwaje). Poniżej opisano metodę tworzenia map rozkładu wskaźnika M.

Przyjęto, że wskaźnik M zostanie obliczony dla obiektów mieszkaniowych² wyznaczonych w granicach obszarów z mapy wrażliwości hałasowej. Dla każdego takiego budynku obliczone zostały wartości wskaźnika M osobno dla wskaźnika L_{DWN} i L_N . Następnie pokolorowano obrysy budynków zgodnie z wartością obliczonego wskaźnika M. Wyniki przekazano w postaci cyfrowej.

10. ANALIZA TRENDÓW ZMIAN STANU AKUSTYCZNEGO

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 1 października 2007 w sprawie szczegółowego zakresu danych ujętych w mapach akustycznych oraz ich układu i sposobu prezentacji należy w ramach realizacji mapy akustycznej dokonać „analizy trendów zmian stanu akustycznego środowiska, o ile są do dyspozycji materiały pozwalające na wykonanie takiej analizy, tzn. informacje o stanach przeszłych warunków akustyczny środowiska”.

Należy zauważyć, że analizę porównawczą aktualnego stanu akustycznego środowiska ze stanami przeszłymi można dokonać, o ile informacje o stanach przeszłych i stanie aktualnym byłyby wyrażone takimi samymi wielkościami lub wielkościami dającymi się sprowadzić do wielkości porównywalnych.

Ponieważ od pierwszej edycji map akustycznych nie nastąpiła żadna istotna zmiana metodyk wykonywania poszczególnych map hałasu, można było na etapie niniejszego opracowania przeprowadzić analizę trendów zmian stanu akustycznego dla poszczególnych rodzajów hałasu, z wyjątkiem hałasu tramwajowego, ze względu na brak takowego w poprzedniej mapie akustycznej oraz lotniczego – nie objętego niniejszym opracowaniem.

Do porównania wybrano dane statystyczne dotyczące liczby lokali narażonych na hałas z poszczególnych źródeł.

Tabela 20 Porównanie danych wynikowych map akustycznych z lat 2009 i 2016 – wskaźnik L_{DWN}

Liczba lokali mieszkalnych z dokładnością do stu narażona na hałas od poszczególnych źródeł							
Poziom w dB		Hałas drogowy L_{DWN}		Hałas kolejowy L_{DWN}		Hałas przemysłowy L_{DWN}	
		2009 r.	2016 r.	2009 r.	2016 r.	2009 r.	2016 r.
< 50		9600	12300	51700	57200	53900	57900
50	55	12800	19600	1000	800	100	100
55	60	13600	14700	800	600	0	0
60	65	10200	9400	300	300	0	0
65	70	7100	2800	200	200	0	0
70	75	900	200	0	0	0	0
> 75		0	0	0	0	0	0

² Pojedynczy budynek mieszkalny

Tabela 21 Porównanie danych wynikowych map akustycznych z lat 2009 i 2016 – wskaźnik L_N

Liczba lokali mieszkalnych z dokładnością do stu narażona na hałas od poszczególnych źródeł							
Poziom w dB		Hałas drogowy L_N		Hałas kolejowy L_N		Hałas przemysłowy L_N	
		2009 r.	2016 r.	2009 r.	2016 r.	2009 r.	2016 r.
< 50		38800	48500	53100	58200	54100	59000
50	55	9100	7600	500	400	0	0
55	60	5600	2800	300	300	0	0
60	65	600	200	200	100	0	0
65	70	0	0	0	0	0	0
70	75	0	0	0	0	0	0
> 75		0	0	0	0	0	0

Jak widać z powyższych porównań, nastąpiła wyraźna poprawa klimatu akustycznego na terenie miasta Olsztyna, praktycznie dla każdego ze źródeł hałasu. Na uwagę zwraca fakt, iż zdecydowaną poprawą nastąpiła dla najwyższych przedziałów (powyżej 60 dB) poziomów hałasu, co może być spowodowane:

- 1) Dla hałasu drogowego:
 - bieżącym utrzymaniem dróg,
 - budową nowych ciągów drogowych i ulic,
 - stosowaniem lepszych rozwiązań z dziedziny ochrony przed hałasem w strefie emisji (lepsze nawierzchnie drogowe)
 - uruchomieniem nowej infrastruktury tramwajowej.
- 2) Dla hałasu kolejowego:
 - utrzymaniem torowisk,
 - nowocześniejszym taborem.

W przypadku hałasu przemysłowego nie widać zdecydowanych różnic. Wynika to przede wszystkim z rozmieszczenia tzw. strefy przemysłowej na terenie miasta i brakiem nowych, znaczących inwestycji przemysłowych.

Na powyższe zestawienie nie miała wpływu zmiana rozporządzenia w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu.

11. ZALECENIA ODNOŚNIE DZIAŁAŃ W ZAKRESIE OCHRONY PRZED HAŁASEM

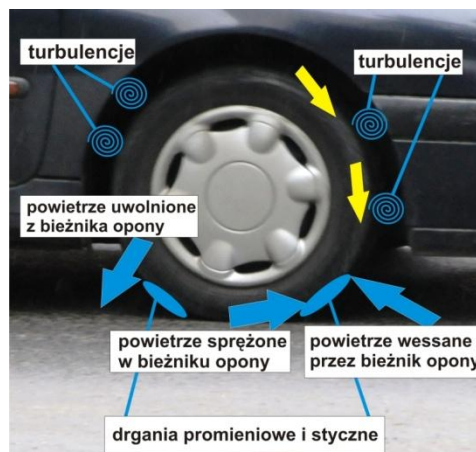
Wykonane w ramach realizacji zamówienia mapy rozkładu wskaźników hałasu L_{DWN} i L_N , mapy wrażliwości terenów na hałas oraz mapy różnicowe stanowią materiał wyjściowy do opracowania dla terenów, na których stwierdzono przekroczenie poziomów dopuszczalnych, programu działań (art.119 ust.2 ustawy Poś), którego celem będzie dostosowanie poziomu hałasu do poziomu dopuszczalnego. Program taki powinien zostać opracowany na podstawie gruntownej analizy efektywności możliwych środków obniżenia hałasu, a więc powinien odpowiadać na pytanie „co i gdzie należy zrobić, aby jak najwięcej osób, jak najmniejszym kosztem uzyskało maksymalną redukcję hałasu?”.

W niniejszym opracowaniu podane zostały jedynie ogólne wnioski i zalecenia, które w opinii autorów będą pomocne przy opracowywaniu programu działań naprawczych. Jak wynika z opracowanych i przekazanych Zamawiającemu map rozkładu wskaźników hałasu L_{DWN} i L_N oraz map różnicowych, jak również z zestawień tabelarycznych zamieszczonych w niniejszym opracowaniu, dominującym źródłem hałasu na obszarze miasta jest ruch drogowy. Z tego względu zamieszczone poniżej ogólne wnioski i zalecenia dotyczą głównie możliwości redukcji hałasu drogowego. Możliwości ograniczenia hałasu z pozostałych źródeł zostały również omówione w skrócie.

11.1. OBJAŚNIENIE PODSTAWOWYCH POJĘĆ I UWARUNKOWAŃ

Hałas drogowy powstaje w wyniku poruszania się pojazdu (odgłosy pracy silnika, układu wydechowego i napędowego) i na styku opony z nawierzchnią drogową. Opony o asymetrycznej rzeźbie bieżnika, wąskie rowki boczne, nowoczesne i ciche silniki oraz układy wydechowe składające się z kilku tłumików, powodują, że dla pojazdów osobowych przy prędkości powyżej 55 km/h, a dla pojazdów ciężarowych dla prędkości powyżej 70 km/h, głównym źródłem hałasu jest zjawisko zachodzące pomiędzy oponą a nawierzchnią. Czynnikiem wzmagającym jego poziom może być stan nawierzchni oraz jej wilgotność. Niektóre nawierzchnie, ze względu na zastosowanie zwartych materiałów, generują bardzo duży hałas toczenia na styku opony z drogą. Taki hałas powstaje na skutek zasysania powietrza przez bieżnik opony, sprężenia i uwolnienia. Poziom hałas drogowy jest uzależniony od takich czynników, jak: natężenie ruchu, udział pojazdów hałaśliwych (samochody ciężarowe, autobusy, motocykle), płynność ruchu, pochylenie drogi oraz stan i jakość nawierzchni drogowej.

Rysunek 5 Powstawanie hałasu na styku opona-nawierzchnia (źródło techbud.com.pl)



Zwiększenie średniej wartości poziomu hałasu stacjonarnego, tzn. o niewielkich wahaniami poziomu, o 10 dB (np. hałas obserwowany w większej odległości od drogi o dużym natężeniu ruchu), oceniane jest jako subiektywne podwojenie jego głośności. Zwiększenie średniej wartości poziomu hałasu drogowego o 10 dB osiągalne jest przy dziesięciokrotnym wzroście natężenia ruchu. Przy podwojeniu ilości pojazdów poziom hałasu wrasta o 3 dB. Dla hałasu o dużych wahaniami poziomu, np. wywołanego przez pojedyncze przejazdy w niewielkiej odległości od miejsca oddziaływania, wzrost poziomu hałasu o 10 dB możliwy jest również przy wzroście wartości maksymalnych, występujących w trakcie pojedynczych przejazdów o 10 dB, dziesięciokrotne zwiększenie ilości przejazdów lub dziesięciokrotne wydłużenie czasu trwania hałasu. Wzrost poziomu hałasu o 3 dB osiągalny jest przy

wzroście poziomu wartości maksymalnych o 3 dB, dwukrotne zwiększenie ilości przejazdów lub podwojenie czasu trwania hałasu.

Należy podkreślić, że wzrost poziomu dźwięku o 3 dB oceniany jest przez słuchaczy w badaniach laboratoryjnych (za pomocą tzw. szumu białego jako stacjonarnego źródła dźwięku) jako najmniejsza dająca się jednoznacznie zidentyfikować różnica w poziomie dźwięku. Natomiast podwojenie natężenia ruchu drogowego, które prowadzi również do wzrostu poziomu hałasu o 3 dB oceniane jest przez mieszkańców jako znaczny wzrost obciążenia hałasem.

11.2. WIELKOŚCI WPŁYWAJĄCE NA POZIOM EMISJI I IMISJI HAŁASU DROGOWEGO I SZYNOWEGO

Aby efektywnie zastosować środki redukcji hałasu należy poddać dokładnej analizie mechanizm powstawania hałasu i drogę propagacji. Omówione aspekty dotyczą większości źródeł hałasu. W przypadku wymienionych źródeł różne są mechanizmy generowania hałasu (zostały one wyszczególnione poniżej), natomiast mechanizm propagacji jest taki sam.

Wielkości wpływające na poziom hałasu dzielą się na:

- wpływające na emisję hałasu,
- wpływające na rozchodzenie się hałasu.

Wielkości wpływające na poziom emisji i imisji hałasu drogowego:

- rodzaj drogi,
- natężenie ruchu,
- struktura ruchu,
- płynność ruchu,
- prędkość,
- rodzaj nawierzchni,
- nachylenie drogi,
- lokalizacja sygnalizacji świetlnej.

Wielkości wpływające na wielkość emisji hałasu szynowego:

- natężenie ruchu,
- prędkość pojazdów,
- rodzaj i stan techniczny pojazdów,
- rodzaj hamulców,
- rodzaj i stan techniczny torowisk,
- geometria tras (łuki).

Wielkości wpływające na emisję hałasu przemysłowego to:

- rodzaj instalacji,

Mapa Akustyczna Olsztyna

- tryb pracy instalacji,
- stan techniczny.

Natomiast wielkości wpływające na rozchodzenie się hałasu to przede wszystkim (por. Rysunek 2):

- odległość zabudowy od źródła,
- wysokość zabudowy,
- gęstość zabudowy,
- warunki akustyczne wpływające korzystnie lub nie na propagację dźwięku,
- odległość przeszkód (np. pasa zieleni) od źródła,
- wysokość pasa zieleni,
- szerokość pasa zieleni,
- wysokość ekranu akustycznego,
- ukształtowanie terenu.

Do oceny możliwości redukcji hałasu konieczne jest opracowanie ogólnej charakterystyki rozpatrywanych obszarów z uwzględnieniem aspektów nieakustycznych, decydujących w wielu wypadkach o możliwości, rodzaju i kolejności realizacji ewentualnych środków redukcji hałasu. Wielkości nieakustyczne uwzględniane przy analizie możliwości i efektywności zastosowania środków redukcji hałasu to:

- ilość mieszkańców na obszarze przekroczeń,
- znaczenie odcinka drogi, trasy tramwajowej lub kolejowej dla ruchu,
- bezpieczeństwo ruchu pojazdów (ilość wypadków),
- znaczenie dla ruchu pieszego i rowerowego,
- bezpieczeństwo dla ruchu pieszego
- wielkość skażenia powietrza spalinami,
- charakterystyka przekroju drogi,
- rodzaj i stan zabudowy.

11.3. SPOSOBY OGRANICZENIA HAŁASU DROGOWEGO

Spośród sposobów ograniczenia hałasu drogowego wyodrębnić można środki techniczne oraz środki o charakterze administracyjno – organizacyjnym.

Najczęściej stosowane środki techniczne pozwalające na zmniejszenie poziomu emisji źródła to:

- zwiększenie płynności ruchu za pomocą elementów architektoniczno budowlanych w obszarze ulic (dotyczy to z reguły ulic osiedlowych o stosunkowo niskim natężeniu ruchu),
- stosowanie „cichych” nawierzchni dróg (dla prędkości ruchu > 50 km/godz.),
- środki techniczne stosowane w pojazdach drogowych (ciche opony, obudowy tłumiące hałas silników).

Do najczęściej stosowanych środków technicznych redukcji hałasu na drodze propagacji należą:

- odpowiednio ukształtowane elementy zabudowy,
- ekrany akustyczne.

Bardzo istotną rolę w redukcji hałasu drogowego spełniają środki administracyjno- organizacyjne. Należą do nich między innymi:

- ograniczenie prędkości ruchu,
- zmiana struktury rodzajowej pojazdów drogowych (np. ograniczenia dla ruchu pojazdów ciężarowych),
- zakaz (okresowy lub całkowity) ruchu pojazdów samochodowych,
- opłaty za wjazd do stref o ograniczonym ruchu pojazdów.

Środki administracyjno-organizacyjne mogą mieć charakter lokalny tzn. dotyczyć pojedynczych obiektów, fragmentów ulic itd. lub globalny tzn. obejmować swoim zasięgiem znacznie większy obszar (osiedle, dzielnicę) lub nawet cały obszar miasta. Środki administracyjno-organizacyjne o charakterze globalnym, ze względu na ich wagę w strategii zwalczania hałasu, zostaną omówione szerzej w dalszej części rozdziału.

Przedstawione powyżej zestawienie pokazuje różnorodność możliwych środków redukcji hałasu drogowego. Jest oczywiste, że największy efekt można osiągnąć stosując w danej sytuacji ich optymalną kombinację. Należy podkreślić, że sukces wszystkich przedsięwzięć dotyczących redukcji hałasu zależy w dużej mierze od ich akceptacji przez mieszkańców. Z tego względu wszystkim pracom przy opracowywaniu strategii, koncepcji i konkretnych środków ograniczenia hałasu towarzyszyć powinna szeroka akcja informacyjna i dyskusja społeczna.

A. Możliwość zastąpienia ruchu zmotoryzowanego ruchem nie zmotoryzowanym

Zmniejszenie ruchu pojazdów w strefie śródmiejskiej powinno być długoterminowym celem nie tylko z powodu nadmiernego hałasu. Jak pokazują wyniki badań, 60% indywidualnych podróży samochodem w strefie śródmiejskiej dużych miast nie przekracza 3 km, a 30 % podróży jest nawet krótsze od 1,5 km. Takie odległości można bez większych problemów pokonać rowerem lub pieszo. Uwzględniając, w przypadku jazdy samochodem, drogę do i od samochodu oraz szukanie miejsca do parkowanie, czas na przebycie tych odległości samochodem i rowerem lub pieszo jest porównywalny. Ruch pieszy i rowerowy jest w takiej sytuacji rozwiązaniem idealnym. W związku z powyższym, potencjalna możliwość eliminacji z ruchu samochodowego krótkich podróży jest więc duża.

Kroki prowadzące do tego celu muszą zostać podjęte na wielu płaszczyznach. Oprócz akcji informacyjnych i reklamowych oraz apeli do mieszkańców o rezygnację z jazdy samochodem – przynajmniej na krótkich odcinkach – konieczne jest stworzenie odpowiednio atrakcyjnej infrastruktury. Poprzez odpowiednią rozbudowę dróg dla rowerów oraz bezpieczne przejścia dla pieszych można stworzyć klimat, w którym ww. środki ruchu postrzegane będą przez mieszkańców jako autentyczna alternatywa dla ruchu samochodowego. Do tego samego celu prowadzą również różnorakie środki powierzchniowej redukcji prędkości z jednoczesną poprawą komunikacji miejskiej oraz eliminacją ruchu ciężkich samochodów ciężarowych („City-Logistik”).

B. Wspieranie komunikacji zbiorowej

Na ogół nie zdarza się aby wspierano komunikację zbiorową (z wyjątkiem kilku miast uzdrowiskowych) tylko ze względu na obniżenie hałasu. Bardziej ważkim argumentem z punktu widzenia ochrony środowiska jest w tym wypadku zmniejszenie zanieczyszczenia powietrza a redukcja hałasu jest produktem ubocznym. Każdy kto rezygnuje z jazdy samochodem osobowym podróżując środkami komunikacji miejskiej przyczynia się do zmniejszenia zarówno hałasu, jak i zanieczyszczeń powietrza. Komunikacja zbiorowa powoduje znacznie mniej hałasu i zanieczyszczeń na osobę niż indywidualna komunikacja samochodowa. Komunikację zbiorową należy wspierać zgodnie z zasadą „*push and pull*”:

Elementy „*pull*”:

- skrócenie taktów kursowania pojazdów komunikacji zbiorowej,
- duża ilość połączeń bezpośrednich,
- optymalizacja połączeń z przesiadkami,
- ułatwienia dla komunikacji zbiorowej (np. odrębne pasy jezdni dla autobusów),
- właściwa informacja i reklama,
- oferta pokrywająca cały obszar miasta,
- środki ekonomiczne (odpowiednio atrakcyjna taryfa opłat za przejazdy).

Elementy „*push*”:

- środki restrykcyjne dotyczące indywidualnego ruchu samochodowego.

C. Wspieranie komunikacji rowerowej i pieszej

Udział komunikacji rowerowej w miastach niemieckich wynosi średnio od 6% do 12%, a w kilku miastach nawet 20%-30%. W mieście holenderskim Groningen udział komunikacji rowerowej wynosi aż 40%. Niestety nie zawsze wzrost komunikacji rowerowej prowadzi automatycznie do zmniejszenia indywidualnego ruchu samochodowego. Z przeprowadzonych sondaży w miastach o stosunkowo dużym udziale komunikacji rowerowej wynika, że znaczna ilość korzystających z rowerów to byli użytkownicy komunikacji zbiorowej. Przy ocenie środków wspierających komunikację rowerową należy uwzględnić faktyczną redukcję indywidualnego ruchu samochodowego, a nie wyłącznie wzrost komunikacji rowerowej. Budowę i projektowanie ścieżek rowerowych należy prowadzić na podstawie gruntownej analizy punktów startu i celów, tworząc sieć o różnym standardzie rozbudowy w zależności od natężenia ruchu analogicznie jak w przypadku komunikacji samochodowej. W strefie śródmiejskiej, w przypadku braku rezerw powierzchni, należy dążyć do wyodrębnienia w obszarze jezdni pasa dla komunikacji rowerowej. Natomiast na obszarach z wystarczającą rezerwą powierzchni, ścieżki rowerowe należy budować poza obszarem jezdni.

Wspieranie komunikacji rowerowej i pieszej możliwe jest poprzez:

- stopniową realizację właściwie zaprojektowanej sieci dróg rowerowych i pieszych,

- właściwe oznakowanie,
- otwarcie dróg jednokierunkowych dla ruchu rowerowego w przeciwnym kierunku, uzupełnione odpowiednim znakowaniem lub przebudową jezdni,
- zamykanie ulic dla ruchu samochodowego,
- tworzenie stref z ograniczonym ruchem samochodowym,
- ograniczenie prędkości dla ruchu samochodowego,
- pozwolenie dla ruchu rowerowego w obszarze dla ruchu pieszego (o ile jest to możliwe bez uszczerbku dla ruchu pieszego),
- elementy architektoniczno - budowlane ułatwiające przekraczanie drogi,
- stojaki dla rowerów,
- sygnalizację świetlną uwzględniającą ruch rowerowy,
- akcje informacyjno – reklamowe.

Należy podkreślić znaczenie wszelkiego rodzaju prac informacyjno–reklamowych zmierzających do stworzenia klimatu sprzyjającego rozwojowi komunikacji rowerowej i pieszej. Ich celem jest przełamanie niewłaściwych przyzwyczajzeń i uprzedzeń i są one tak samo ważne jak budowa odpowiedniej infrastruktury.

D. Trasy zbiorcze dla transportu towarowego

Eliminacja ruchu samochodów ciężarowych z ulic znajdujących się w obszarach szczególnie chronionych przed hałasem oraz kumulacja ruchu pojazdów ciężarowych na wybranych, mniej wrażliwych trasach zbiorczych, jest klasycznym instrumentem stosowanym w planowaniu przestrzennym. Środki te są również stosowane w odniesieniu do istniejącej infrastruktury (jak ograniczenie ruchu dla samochodów ciężarowych w strefie śródmiejskiej). Nie mogą one jednak prowadzić do istotnego pogorszenia sytuacji na innym obszarze chronionym. W związku z tym, rozwiązań takich nie można planować dla stosunkowo małego wyodrębnionego z całości obszaru miasta. Właściwie zrealizowana hierarchiczna koncepcja ruchu dla całego miasta uwzględniająca obszary z ograniczeniem prędkości do 30 km/godz (lub nawet do 20 km/godz) oraz sieć dróg zbiorczych i głównych z transportem ciężarowym, pozwala w wielu wypadkach zmienić niekorzystną sytuację i w ostatecznym bilansie uzyskać w ramach całego obszaru miasta znacznie mniejsze obciążenie hałasem drogowym. Warunkiem podjęcia kroków zmierzających do zmiany struktury systemu komunikacyjnego, jako środka redukcji hałasu jest szczegółowa analiza struktury systemu komunikacji samochodowej całego obszaru.

E. Parkingi

Obiecującym środkiem prowadzącym do redukcji ilości pojazdów w obszarach chronionych jest wykorzystanie gospodarcze miejsc do parkowania zarówno miejskich jak i prywatnych. Zalecane są następujące sposoby:

- wyznaczone obszary parkowania tylko dla mieszkańców,
- miejsca do parkowania płatne w zależności od czasu parkowania,

- rezerwacja miejsc do parkowania pojazdów osób upośledzonych,
- rezerwacja miejsc do parkowania dla samochodów dostawczych,
- stojaki dla rowerów,
- zakaz parkowania w miejscach, które ze względu na swój charakter nie są do tego wskazane np. sąsiedztwo obiektów zabytkowych,
- sterowanie ilością pojazdów poprzez odpowiedni zapis w planie zabudowy,
- lokalizacja i agregacja miejsc do parkowania wraz z dojazdami na obszarach mniej wrażliwych na hałas,
- lokalizacja parkingów typu P+R, P+G na obrzeżach miasta przy zagwarantowaniu możliwie wygodnego dojazdu do centrum środkami komunikacji zbiorowej.

11.4. MOŻLIWOŚCI ZMNIEJSZENIA POZIOMU HAŁASU SZYNOWEGO

Do zmniejszenia hałasu tramwajowego i kolejowego na drodze propagacji, stosowane są przeważnie takie same środki (np. ekrany), jak w przypadku hałasu drogowego. Ponadto istnieją inne możliwości redukcji emisji hałasu u źródła, z których najważniejsze to:

- szlifowanie szyn i kół pojazdów szynowych,
- stosowanie hamulców tarczowych względnie hamulców z wykładzinami z tworzyw sztucznych w pojazdach szynowych,
- stosowanie nowoczesnych konstrukcji torów ze sprężystym posadowieniem szyn.

11.5. MOŻLIWOŚCI ZMNIEJSZENIA POZIOMU HAŁASU PRZEMYSŁOWEGO

Hałas przemysłowy może być zmniejszany dzięki stosowaniu zarówno ekranów akustycznych (na drodze emisji) jak i przy zastosowaniu wszelkiego rodzaju elementów tłumiących hałas u źródła (tłumiki, specjalne obudowy). Głównym narzędziem walki z hałasem przemysłowym są decyzje administracyjne, które jednak oparte są na wskaźnikach krótkookresowych, w związku z czym mapy akustyczne wykonane dla tego rodzaju źródeł mają wyłącznie charakter informacyjny.

12. PODSUMOWANIE

Wykonano mapę akustyczną miasta Olsztyna spełniającą wymagania zawarte w ustawie z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (Dz. U. z 2008 r. Nr 25, poz. 150.) [5] oraz w Dyrektywie Unii Europejskiej 2002/49/WE.

Przedmiot zamówienia wykonany został na podstawie danych oraz informacji przekazanych przez Zamawiającego, a także danych pozyskanych przez Wykonawcę w trakcie realizacji projektu.

Zakres prac obejmował, między innymi, przygotowanie Numerycznego Modelu Terenu oraz Trójwymiarowego Modelu Zabudowy. Opracowane zostały dane dotyczące geometrii osi dróg, torów kolejowych i tramwajowych oraz zakładów przemysłowych (wraz z parkingami).

Pozyskane zostały i wykorzystane w obliczeniach dane dotyczące parametrów emisyjnych głównych źródeł hałasu tzn. sieci drogowo-ulicznej, sieci kolejowej, tramwajowej oraz zakładów przemysłowych. Na podstawie obliczeń, z wykorzystaniem wymienionych danych, opracowana została mapa akustyczna obejmująca wszystkie istotne źródła hałasu.

W szczególności wykonane zostały imisyjne mapy hałasu, które stanowią podstawowe źródło informacji o klimacie akustycznym na terenie miasta Olsztyna. Zostały one wykonane oddzielnie dla następujących źródeł hałasu:

- drogowego,
- kolejowego,
- przemysłowego,
- tramwajowego.

Ponadto przy współpracy z Zamawiającym sporządzono tzw. Mapę Wrażliwości Hałasowej Obszarów tzn. mapę dopuszczalnych poziomów hałasu dla terenów na obszarze miasta, w zależności od sposobu zagospodarowania terenu i jego funkcji z odniesieniem do miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego oraz innych dokumentów planistycznych.

Opracowano także mapy przekroczeń poziomu dopuszczalnego (Mapy Terenów Zagrożonych Hałasem) oraz mapy rozkładu wskaźnika M dla wymienionych źródeł. Podstawą do opracowania map przekroczeń poziomu dopuszczalnego były wspomniane wyżej mapy imisyjne oraz Mapa Wrażliwości Hałasowej obszaru miasta. Mapy rozkładu wskaźnika M pokazują związek pomiędzy wielkością przekroczeń poziomów dopuszczalnych a ilością mieszkańców dotkniętych hałasem i stanowią punkt wyjścia do wyznaczenia terenów, dla których opracowany zostanie plan redukcji hałasu.

Wszystkie mapy opracowano przy wykorzystaniu długookresowych wskaźników poziomów hałasu L_{DWN} i L_N .

Część opisowa mapy akustycznej w postaci niniejszego Raportu zawiera również statystykę wymaganą przez Dyrektywę Unii Europejskiej 2002/49/WE do przekazania Komisji Europejskiej oraz statystykę wymaganą Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 1 października 2007 r.

Wymienione zestawy map oraz zestawienia tabelaryczne wyników obliczeń jak również zalecenia odnośnie działań w zakresie ochrony przed hałasem zawarte w niniejszym Raporcie stanowią

Mapa Akustyczna Olsztyna

materiał wyjściowy do opracowania i uchwalenia przez Radę Miasta kolejnego (drugiego) programu ochrony środowiska przed hałasem, którego celem będzie dostosowanie poziomu hałasu do poziomu dopuszczalnego.

Wszystkie dane: źródłowe i wynikowe opracowane przez Wykonawcę zostały przekazane Zamawiającemu.

13. BIBLIOGRAFIA

- [1] Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001r. - Prawo ochrony środowiska (t.j. Dz.U. z 2016r., poz. 672 z późn.zm.).
- [2] Ustawa z dnia 17 maja 1989r. - Prawo geodezyjne i kartograficzne (t.j.Dz.U. z 2015r., poz. 520 z późn. zm.).
- [3] Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (t.j Dz.U. z 2016 r., poz. 290)
- [4] Ustawa z dnia 27 marca 2003r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (Dz.U. z 2016r., poz. 199)
- [5] Ustawa z dnia 3 października 2008 r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko (Dz.U.z 2016r., poz. 353 z późn.),
- [6] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku (Dz. U.z 2014r., poz. 112)
- [7] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 14 października 2002 r. w sprawie szczegółowych wymagań, jakim powinien odpowiadać program ochrony środowiska przed hałasem (Dz.U.z 2002r., nr 179, poz. 1498)
- [8] rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 30 października 2014 r. w sprawie wymagań w zakresie prowadzenia pomiarów wielkości emisji oraz pomiarów ilości pobieranej wody (Dz.U.z 2014r., poz. 1542)
- [9] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia z dnia 19 listopada 2008 r. w sprawie rodzajów wyników pomiarów prowadzonych w związku z eksploatacją instalacji lub urządzenia i innych danych oraz terminów i sposobów ich prezentacji (Dz. U. z 2008r. Nr 215, poz. 1366).
- [10] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 16 czerwca 2011r. w sprawie wymagań w zakresie prowadzenia pomiarów poziomów substancji lub energii w środowisku przez zarządzającego drogą, linią kolejową, linią tramwajową, lotniskiem lub portem (Dz. U. Nr 140 poz. 824).
- [11] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 17 stycznia 2003r. w sprawie rodzajów wyników pomiarów prowadzonych w związku z eksploatacją dróg, linii kolejowych, linii tramwajowych, lotnisk oraz portów, które powinny być przekazywane właściwym organom ochrony środowiska, oraz terminów i sposobów ich prezentacji. (Dz.U.z 2003r., nr 18, poz.164)
- [12] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 14 grudnia 2006r. w sprawie dróg, linii kolejowych i lotnisk, których eksploatacja może spowodować negatywne oddziaływanie akustyczne na znacznych obszarach, dla których jest wymagane sporządzenie map

akustycznych oraz sposobów określania granic terenów objętych tymi mapami. (Dz.U.z 2007r., nr 1, poz. 8)

- [13] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 10 listopada 2010 r. w sprawie ustalania wartości wskaźnika hałasu LDWN (Dz.U.z 2010r., nr 215, poz. 1414)
- [14] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 1 października 2012 r. zmieniającym rozporządzenie w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku (Dz.U. 2012 nr 0 poz. 1109),
- [15] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 1 października 2007 r. w sprawie szczegółowego zakresu danych ujętych na mapach akustycznych oraz ich układu i sposobu prezentacji (Dz.U.z 2007r., nr 187, poz. 1340).
- [16] Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 15 października 2012 r. w sprawie państwowego systemu odniesień przestrzennych (Dz.U.z 2012r., poz. 1247).
- [17] Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 12 kwietnia 2012 r. w sprawie Krajowych Ram Interoperacyjności, minimalnych wymagań dla rejestrów publicznych i wymiany informacji w postaci elektronicznej oraz minimalnych wymagań dla systemów teleinformatycznych (Dz.U.z 2016r., poz. 113)
- [18] Dyrektywa 2002/49/WE Parlamentu Europejskiego oraz Rady Europejskiej z dnia 25 czerwca 2002 roku w sprawie oceny i kontroli poziomu hałasu w środowisku w zakresie dotyczącym tworzenia strategicznych map hałasu,
- [19] Dyrektywa 2007/2/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 14 marca 2007 r. ustanawiająca infrastrukturę informacji przestrzennej we Wspólnocie Europejskiej (INSPIRE) (Dz.U. WE L 108 z 25.4.2007)
- [20] Commission Recommendation of 6th August 2003 concerning the guidelines on the revised interim computation methods for industrial noise, aircraft noise, road traffic noise and railway noise, and related emission data (notified under document number C(2003) 2807). (Official Journal of the European Union L 212/49)
- [21] The French national computation method "NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTU-LCPCSTB)", referred to in Arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières, Journal Officiel du 10 mai 1995, Article 6
- [22] French standard XP S 31-133:2001, Acoustique – Bruit des infrastructures de transports terrestres – Calcul de l'atténuation du son lors de sa propagation en milieu extérieur, incluant les effets météorologiques, AFNOR, 2001
- [23] Guide du Bruit des Transports Terrestres – Prévision des niveaux sonores, Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie/Minsitère des Transports/CETUR, Novembre 1980
- [24] Position Paper, Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure, Version 2, 13 January 2006

- [25] Kucharski R.J. (red.), Danecki R., Grabowski J., Biniś K., Chacińska P.: Wytyczne opracowywania map akustycznych. Projekt Europejski nr 2005/017-488.03.04. (Oprac. Instytut Ochrony Środowiska), Warszawa, 2006
- [26] Makarewicz R., Hałas w Środowisku, Ośrodek Wydawnictw Naukowych, Poznań, 1996
- [27] Adaptation and revision of the interim noise computation methods for the purpose of strategic noise mapping. Final Report. Project no Z070/01, Woelfel Messsysteme-Software GmbH&Co (main contractor), 25th March 2003
- [28] Bruit des infrastructure routiere – methode de calcul incluant les effets meteorologiques. CERTU, CSTB, LCPC, SETRA, 1997 (praca zbiorowa)
- [29] Zouboff V., Brunet Y., Sechet E., Bertrand J.: Validation d'une methode qualitative d'estimation de l'influence dala meteorologie sur le bruit. Journal de Physique IV, Colloque C5, supplement au Journal Physique, Vol. 4, 1994
- [30] Handbuch Lärminderungspläne. Forschungsbericht UBA 93-109 06 001/01
- [31] Igarshi J., Comparison of community response to transportation noise: Japaneseresults and annoyance scale, Journal of Acoustical Society of Japan 13, 301-309
- [32] Kryter K.D., Community annoyance from aircraft and ground vehicles noise, Journal of Aoustical Society of America 72, 1222-1242, (1982)
- [33] Kucharski R.J., The general methods used by noise climate assessment around the Polish highways network, Proc. of the 11th Noise Control' 98 Conf., 369-374, Krynica - Poland (1998)
- [34] Kucharski R.J.: Complex noise indicator for noise mapping based on the EU working group's and polish result of the annoyance investigations. Archives of Acoustics, Vol. 32, no 2, 2007
- [35] Kucharski R.J. (kierownik zespołu realizacyjnego): Opracowanie przykładowego programu ochrony środowiska przed hałasem dla aglomeracji liczącej mniej niż 250 tys. mieszkańców oraz opracowanie, w oparciu o uzyskane doświadczenia, materiałów metodyczno – instruktażowych tworzenia takich programów. IOŚ, Warszawa 2004,
- [36] Determination of Lden and Lnight using measurements. IMAGINE deliverable, doc. No IMA32TER-040510-SP10, 2007