GŁÓWNY INSPEKTORAT OCHRONY ŚRODOWISKA

INSTYTUT OCHRONY ŚRODOWISKA – PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY

WYTYCZNE DO SPORZĄDZANIA MAP AKUSTYCZNYCH

Wersja Znowelizowana

Sfinansowano ze środków
Narodowego Funduszu
Ochrony Środowiska
i Gospodarki Wodnej

Warszawa, 2016

„Wytyczne do sporządzania map akustycznych" są znowelizowaną i rozszerzoną wersją opracowania przygotowanego w roku 2010. Niniejsze wytyczne opracowano na zamówienie Głównego Inspektora Ochrony Środowiska w Instytucie Ochrony Środowiska – Państwowym Instytucie Badawczy**,** Zakładzie Akustyki Środowiska; ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej:

1) zespół autorski w składzie:

   dr inż. Radosław J.Kucharski (red.)

   mgr inż. Krzysztof Biniaś

   mgr inż. Ryszard Danecki

   mgr inż. Jan Grabowski

   mgr Zbigniew Szymański

   mgr inż. Anna Taras

- Opracowanie szczegółowego zakresu, redakcja techniczna:

  Departament Monitoringu i Informacji o Środowisku

  Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska:

  - Ewa Zrałek
  - Margareta Sokołowska

Prawa autorskie

W opracowaniu wykorzystano materiały (przede wszystkim graficzne), do których prawa autorskie materialne posiadają różne organy i podmioty prawne:

© Miasto Stołeczne Warszawa (biura i podmioty zależne): mapy lub fragmenty map opatrzone odpowiednim zastrzeżeniem w tytule

© Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad: mapy lub fragmenty map fragmenty map opatrzone odpowiednim zastrzeżeniem w tytule

© Urząd Marszałkowski Województwa Małopolskiego: mapy lub fragmenty map fragmenty map opatrzone odpowiednim zastrzeżeniem w tytule

© Urząd Marszałkowski Województwa Mazowieckiego: mapy lub fragmenty map fragmenty map opatrzone odpowiednim zastrzeżeniem w tytule

© Urząd Miasta Gdańska: mapy lub fragmenty map fragmenty map opatrzone odpowiednim zastrzeżeniem w tytule

© Urząd Miasta Wrocławia: mapy lub fragmenty map. fragmenty map opatrzone odpowiednim zastrzeżeniem w tytule

© ACE SOFT Sp.z o.o.: mapy lub fragmenty map fragmenty map opatrzone odpowiednim zastrzeżeniem w tytule

© CADNA A jest zastrzeżoną nazwą firmy DataKustik GmBh….

SPIS TREŚCI

1. Wprowadzenie 8

Część I. Podstawowe informacje prawne i metodyczne 11

2. Przepisy unijne odnoszące się do opracowania map akustycznych 12

2.1. Przepisy Dyrektywy 2002/49/WE odnoszącej się do oceny i zarządzania poziomem hałasu w środowisku 12

2.1.1. Informacje wprowadzające 12

2.1.2. Zakres informacyjny mapy wynikający z Dyrektywy 2002/49/WE 13

2.1.3. Załącznik nr IV do Dyrektywy – Minimalne wymagania odnośnie strategicznych map akustycznych 14

2.1.4. Załącznik nr VI do Dyrektywy – Zakres danych, które należy wysłać do Komisji 15

2.2. Dyrektywa Komisji (UE) 2015/996 18

2.3. Projekt dyrektywy Komisji (UE) wprowadzającej do Dyrektywy 2002/49/WE zmiany załącznika nr III 19

3. Aktualne krajowe przepisy prawne 20

3.1. Ustawa Prawo ochrony środowiska 20

3.2. Rozporządzenia Ministra Środowiska 31

3.3. Uszczegółowienie art. 117, ust. 5 ustawy Prawo ochrony środowiska, w odniesieniu do zadań wioś 40

4. Infrastruktura informacji przestrzennej we Wspólnocie (INSPIRE) 44

5. Podstawowe wskaźniki oceny hałasu stosowane w mapach akustycznych 47

5.1. Definicje i określenia 47

5.2. Charakterystyka wybranych, najistotniejszych etapów wyznaczania wskaźników długookresowych 49

5.3. Przykład określenia parametrów i charakterystycznych okresów aktywności źródeł hałasu 56

6. Modele oceny hałasu zalecane do sporządzania map akustycznych 60

6.1. Obliczeniowe metody oceny hałasu w środowisku zalecane obecnie do stosowania przez Dyrektywę 2002/49/WE 60

6.2. Charakterystyka metod oceny hałasu, które będą obowiązywać od 1 stycznia 2019r. 64

6.2.1. Wprowadzenie (do opisu metod) 65

6.2.2. Wspólne metody oceny hałasu 65

6.2.3. Dane wejściowe 88

6.2.4. Metody pomiarowe 88

Część II – Realizacja mapy akustycznej 89

7. Mapa akustyczna jako element systemu zarządzania hałasem w środowisku 90

7.1. Definicje i klasyfikacje map akustycznych 90
7.2. Schemat logiczny realizacji mapy 101
7.3. Ogólne uwagi dotyczące logistyki opracowania a następnie – bieżącego wykorzystywania mapy akustycznej 105
7.3.1. Organizacyjno – techniczne środowisko do przygotowania i korzystania z mapy ..105
7.3.2. Minimalny skład zespołu do realizacji mapy akustycznej 108
8. Obszar objęty mapą akustyczną 111
8.1. Zagadnienie definicji obszaru aglomeracji 111
8.2. Główne drogi, linie kolejowe i porty lotnicze objęte obowiązkiem opracowania map akustycznych 113
8.2.1. Główne drogi 113
8.2.2. Główne linie kolejowe 114
8.2.3. Główne porty lotnicze 114
8.3. Ocena zasięgu hałasu ze źródeł oddziaływujących na obszar aglomeracji lub obiektu komunikacyjnego, uwzględnianych w opracowaniach map akustycznych 115
8.3.1. Aglomeracje 115
8.3.2. Obiekty liniowe (główne drogi i linie kolejowe) 117
9. Zakres i charakterystyka danych wejściowych do sporządzania mapy akustycznej 121
9.1. Zestawienie danych wejściowych z ich charakterystyką w odniesieniu do źródeł hałasu 121
9.1.1. Podstawowe dane dotyczące hałasu drogowego 121
9.1.2. Dane dotyczące hałasu tramwajowego 121
9.1.3. Dane dotyczące hałasu kolejowego 122
9.1.4. Dane dotyczące hałasu przemysłowego i pochodzącego z dużych centrów usługowych 124
9.1.5. Dane dotyczące hałasu lotniczego 125
9.2. Baza danych „Budynki” 126
9.3. Zasoby zasadniczej mapy terenu i ich włączenie w proces realizacji mapy akustycznej .126
9.3.1. Układy współrzędnych 126
9.3.2. Pozyskiwanie zasadniczej mapy terenu 127
9.3.3. Wykorzystanie NMT w mapowaniu akustycznym 128
10. Wskazówki dot. realizacji lokalnych map akustycznych 135
10.1. Cel i zakres merytoryczny procedury 135
10.2. Sposoby postępowania 135
10.2.1. Zestawienie niezbędnych danych wejściowych z komentarzami 135

10.2.2. Wyjaśnienia szczegółowe 137
10.3. Przykłady lokalnych map akustycznych 148
11. Pomiary terenowe w procesie realizacji map akustycznych 156
11.1. Informacje wprowadzające 156
11.2. Pomiary związane z pozyskiwaniem danych wejściowych 157
11.2.1. Pomiary hałasu drogowego (ulicznego) 157
11.2.2. Pozyskiwanie parametrów ruchu – modele i pomiary ruchu 160
11.2.3. Pomiary hałasu emitowanego przez źródła hałasu szynowego 165
11.3. Kalibracja modelu obliczeniowego 168
11.3.1. Kryterium 168
11.3.2. Wykorzystanie wyników badań do dostosowania (kalibracji) parametrów modelu obliczeniowego 170
11.4. Monitoringowe badania hałasu o charakterze okresowym na wybranym terenie 178
11.4.1. Przykład metodyczny wielodobowych pomiarów monitoringowych hałasu na obszarach miejskich 178
11.4.2. Monitoringowe badania hałasu prowadzone przez wioś - przykład metodyczny 188
11.4.3. Uwagi dotyczące kompletowania danych nt. parametrów ruchu 202
11.5. Automatyczny, stały monitoring hałasu na terenie miasta (przykłady) 202
11.5.1. Charakterystyka techniczna systemu działającego w m.Gdańsku 202
11.5.2. Syntetyczne informacje nt. systemu monitorowania hałasu w Bydgoszczy 209
11.5.3. Syntetyczne informacje nt. systemu monitorowania hałasu w Opolu 211
11.5.4. Syntetyczne informacje nt. systemu monitorowania hałasu w Kielcach 213
12. Wymagania dotyczące narzędzi informatycznych integrujących zalecane modle obliczeniowe hałasu 217
12.1. Informacje wstępne 217
12.2. Sprecyzowanie minimalnych wymagań wobec oprogramowania służącego do opracowywania map akustycznych 218
13. Wykorzystanie technik GIS – informacje podstawowe 222
13.1. Wprowadzenie do metod wykorzystania geograficznych systemów informacyjnych (GIS) 222
13.1.1. Struktury danych wykorzystywanych w analizach GIS: 223
13.1.2. Analizy przestrzenne: 223
13.2. Cechy charakterystyczne i zalety użytkowania GIS w analizach zbiorów danych przestrzennych 223
13.3. Wymagania w zakresie technik GIS 225

13.3.1. Poprawność danych 225
13.3.2. Interoperacyjność:.....225
13.3.3. Metadane: 226
13.3.4. Standardy wymiany danych: 226
13.4. Układy odniesień przestrzennych obowiązujące w Polsce (Państwowy Układ Odniesienia) 228
14. Szacowanie liczby osób eksponowanych na hałas.....229
14.1. Zastosowanie pojęcia „najbardziej narażona elewacja” 229
14.2. Przykłady realizacji szacowania zagrożenia budynków hałasem 231
15. Opracowania finalne 235
15.1. Wprowadzenie 235
15.2. Zakres danych zawartych w opracowaniach map akustycznych, wykorzystywanych w ramach państwowego monitoringu środowiska.....236
15.2.1. Zakres informacji dla potrzeb PMŚ 236
15.2.2. Zakres informacji dla potrzeb Programów ochrony Środowiska przed hałasem 241
15.2.1. Zakres informacji dla potrzeb informowania społeczeństwa 244
15.3. Inne predefiniowane zestawienia tabelaryczne 248
15.4. Mechanizmy raportowania wyników mapowania akustycznego do Komisji Europejskiej 250
15.4.1. Raportowanie - wprowadzenie 250
15.4.2. Raporty numeryczne (liczbowe).....253
15.4.3. Informacje graficzne.....257
15.5. Miejsce map akustycznych w systemie państwowego monitoringu środowiska.....261
15.5.1. Zbieranie i gromadzenie danych 261
15.5.1. Zakres ocen akustycznych i ich wykonawcy.....262
15.5.1. Przepływ informacji związanych z ocenami akustycznymi środowiska 263
Bibliografia 264
Podstawowe akty prawne (ustawy i rozporządzenia) 264
Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 22 września 2010 r. w sprawie wzoru oraz zawartości układu publicznie dostępnego wykazu danych o dokumentach zawierających informacje o środowisku i jego ochronie. (Dz.U. 2010 r., nr 186, poz. 1249).....265
Dokumenty Unii Europejskiej.....265
Dokumenty związane z Mechanizmem Raportowania 266
Dokumenty normalizacyjne 267
Podstawowe dokumenty metodyczne.....267

Wybrane opracowania i publikacje 268
Załączniki 270

1. WPROWADZENIE

W dniu 25 czerwca 2002 r. ustanowiona została Dyrektywa 2002/49/WE Parlamentu Europejskiego oraz Rady odnosząca się do oceny i zarządzania poziomem hałasu w środowisku (*Dz.U. WE L 189 z dnia 18 lipca 2002 r., Rozdział 15 Tom 07 P. 101 - 115),* zwaną dalej Dyrektywą 2002/49/WE.

Regulacje wynikające z w/w Dyrektywy zostały w większości przetransponowane do polskiego ustawodawstwa ustawą z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (Dz. U. 2013, poz. 1232 z późn. zm.), zwaną dalej Poś.

Jednym z istotniejszych uregulowań zarówno Dyrektywy, jak w jej następstwie – krajowych aktów prawnych – jest wprowadzenie obowiązku realizacji map akustycznych, a następnie - na ich podstawie - opracowania programów ochrony środowiska przed hałasem POŚH.

Zgodnie z dyrektywą 2002/49/WE państwa członkowskie zobowiązane były do dnia 30 czerwca 2007 r. zakończyć pierwszą rundę mapowania, drugą natomiast - do 30 czerwca 2012 roku. Obecnie, do 30 czerwca 2017r. powinny zostać zakończone prace w ramach rundy trzeciej.

Art. 117 ust. 2 pkt 1 Poś określa, iż starosta sporządzi mapę akustyczną dla aglomeracji o liczbie mieszkańców większej niż 100 tysięcy obywateli. Natomiast art. 117 ust. 2 pkt 2 nakłada obowiązek wykonania map akustycznych dla terenów poza aglomeracjami, o których mowa w art. 179 ust. 1 Poś. Zarządzający drogą, linią kolejową lub portem wykonuje mapę akustyczną dla odcinków dróg, po których przejeżdża ponad 3.000.000 pojazdów rocznie oraz dla odcinków linii kolejowych, po których przejeżdża ponad 30.000 pociągów rocznie. Ponadto mapa akustyczna jest wykonywana dla lotniska cywilnego, na którym ma miejsce ponad 50.000 operacji (startów lub lądowań) statków powietrznych rocznie, z wyłączeniem lotów szkolnych wykonywanych przy użyciu samolotów o masie startowej poniżej 5.700 kg.

Wykorzystanie danych wynikających z mapy akustycznej do celów monitorowania hałasu, a w szczególności do opracowywania ocen zbiorczych niezależnie od organu i podmiotu opracowującego mapę, pociąga za sobą konieczność zapewnienia jednolitego sposobu postępowania w odniesieniu do realizacji wszystkich map. Jest to o tyle istotne, iż wyniki tych są obowiązkowo raportowane, także do organów Unii Europejskiej.

Przepisy w ustawie Poś, a także regulacje Dyrektywy 2002/49/WE, zawierają ogólne informacje odnośnie zawartości mapy akustycznej, odnoszące się do jej docelowej, finalnej formy, charakteryzującej stan akustyczny środowiska w sposób zgeneralizowany (w Dyrektywie używana jest nawet osobna nazwa odzwierciedlająca ten ogólny sposób podejścia w postaci nazwy „strategicznej mapy hałasowej"). Nie sprecyzowano natomiast wytycznych ani zasad szczegółowych zapewniających, iż sposoby postępowania w poszczególnych przypadkach rozpoznania stanu akustycznego środowiska[1] nie zróżnicują wyników na tyle, iż staną się one nieporównywalne.

Obecna, runda III mapowania przebiegać będzie nadal według dotychczasowych zasad, które zostały zawarte w znowelizowanych wytycznych. Należy jednak zauważyć, iż zakres obecnych wytycznych został poszerzony. Aktualna ich wersja nie ogranicza się jedynie do zagadnień realizacji map zgodnych z Dyrektywą 2002/49/WE. Mapy te obejmują rozpoznanie stanu klimatu akustycznego odnoszące się szacunkowo do 25% - 30% populacji w skali kraju. Resztę obszaru kraju, zgodnie z przepisami ustawy Poś (art. 117, ust.5), monitoruje pod względem hałasu właściwy teryto-

[1] niezależnie od tego, czy mapa akustyczna jest wykonywana w pełni, czy też nie.

rialnie wojewódzki inspektor ochrony środowiska. W swych działaniach powinien on bazować na analogicznych podstawach metodycznych i sposobach działania, jak podczas realizacji map zgodnych z 2002/49/WE, w celu uzyskiwania wyników, które pozwalałby na rozszerzenie oceny stanu akustycznego środowiska w miarę możliwości na cały obszar kraju.

Zawarty w wytycznych materiał podzielono na dwie części. W pierwszej z nich zawarto informacje podstawowe. W ich skład wchodzi przede wszystkim synteza aktualnego stanu prawnego w kraju, a także synteza przepisów unijnych, tzn. Dyrektywy 2002/49/WE, Dyrektywy Komisji 2015/996 oraz Dyrektywy INSPIRE, regulującej problemy wspólnego posługiwania się rozproszonymi bazami danych przestrzennych. Poruszono także problematykę nowelizacji Dyrektywy 2002/49/WE w zakresie nowelizowanych metod oceny hałasu oraz proponowanych metod oceny wpływu hałasu na zdrowie publiczne.

(1) Z uwagi na wspomniane wyżej zamierzenia zmiany Dyrektywy 2002/49/WE, które obejmować będą aspekty zdrowotne oddziaływania hałasu oraz
(2) Biorąc pod uwagę duży nacisk, który obecnie kładzie się na poziomie KE na rozpoznanie i zapobieganie szkodliwemu oddziaływaniu hałasu

do niniejszych wytycznych wprowadzono dodatkowo załącznik metodyczny charakteryzujący te zagadnienia.

Ważne fragmenty części pierwszej zajmuje problematyka jednego ze sposobów podejścia do wyznaczania wartości długookresowych wskaźników oceny hałasu, takich jak poziom dzienno – wieczorno – nocny L_{DWN} oraz długookresowy poziom nocny L_N. Wielkości te, w oparciu o które tworzyć należy mapy akustyczne, stanowią jeszcze, mimo już kilkuletniego okresu stosowania, nowość w praktyce ochrony środowiska przed hałasem, a więc zaprezentowaniu jednego z aspektów ich wyznaczania należało poświęcić więcej miejsca choćby z uwagi na fakt, iż brak jest tego w innych materiałach prawnych, czy metodycznych. Tę część zamykają informacje na temat obowiązujących, spełniających rolę – referencyjnych - modeli oceny hałasu, zarówno komunikacyjnego (drogowego, kolejowego i lotniczego) jak też – przemysłowego. Z uwagi na fakt, iż szczegółowy opis tych modeli wymaga osobnych opracowań i publikacji, w niniejszych wytycznych ograniczono się jedynie do informacji najbardziej podstawowych.

Część druga wytycznych poświęcona jest procesowi przygotowania mapy akustycznej; w dużej części – pozyskaniu, czy też przygotowaniu (przetworzeniu) danych wejściowych oraz formie produktu finalnego.

Należy dodatkowo zwrócić uwagę na fakt, iż sprawozdawczość europejska w odniesieniu do procesu realizacji map akustycznych, należąca do Ministra Środowiska, realizowana jest od strony technicznej (przygotowania sprawozdań) w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska, dla którego właściwym organem koordynującym jest Główny Inspektor Ochrony Środowiska (art. 26, ust. 4 ustawy Poś). Stąd też przedostatni rozdział niniejszego opracowania składa się z rozbudowanych fragmentów dotyczących zalecanego zakresu i formy finalnej wersji mapy akustycznej, która zawierać powinna wszystkie elementy dostosowane do jej obligatoryjnych form prezentacji i raportowania. Do tej części włączono także pewne nowe formy podsumowania warunków akustycznych środowiska na podstawie map, wykraczających poza obligatoryjny zakres sprawozdawczości.

Podsumowania poprzednich prac nad mapami akustycznymi, wykonane na poziomie Komisji Europejskiej pokazało, że występują w opracowanych materiałach takie różnice, iż w niektórych przy-

padkach trudno mówić o rzeczywistej porównywalności wyników badań uzyskanych na podstawie map hałasowych. Przypadki takie występują wyraźnie, mimo wcześniej podjętych działań, które porównywalność powinny poprawić. Niniejsze wytyczne, ujednolicając podstawy metodyczne realizacji map mają na celu istotne zwiększenie porównywalności wyników.

Na zakończenie zwrócić należy uwagę, iż w całym tekście przyjęto konwencję oznaczania cytowanych fragmentów (przede wszystkim przepisów prawnych) kursywą.

CZĘŚĆ I. PODSTAWOWE INFORMACJE PRAWNE I METODYCZNE

2. PRZEPISY UNIJNE ODNOSZĄCE SIĘ DO OPRACOWANIA MAP AKUSTYCZNYCH

2.1. PRZEPISY DYREKTYWY 2002/49/WE ODNOSZĄCEJ SIĘ DO OCENY I ZARZĄDZANIA POZIOMEM HAŁASU W ŚRODOWISKU

2.1.1. Informacje wprowadzające

Problematyka ochrony środowiska przed hałasem zawarta w przepisach dotychczas obowiązującej Dyrektywy 2002/49/WE oparta jest trzech rodzajach podstawowych działań praktycznych:

1) Ustaleniu i wdrożeniu europejskich wskaźników oceny hałasu i wspólnych europejskich metod ich wyznaczania, stanowiących podstawowe kryteria oceny stanu akustycznego środowiska (art. 5 Dyrektywy – wskaźniki oraz art. 6 – metody),
2) Cyklicznym opracowaniu map akustycznych dla określonych obszarów (art. 7 Dyrektywy),
3) Opracowaniu i realizacji długofalowych programów ochrony środowiska przed hałasem, które mogą funkcjonować samodzielnie lub wchodzić w skład szerszych programów ochrony środowiska, które nazwano w Dyrektywie, a następnie w ustawie Prawo ochrony środowiska „Planami Działań" (art. 8 Dyrektywy).

Dyrektywa ustala także terminy realizacji powyższych wymagań, a w tym terminy realizacji map akustycznych. Przy czym w artykule 7[2], ust. 5 Dyrektywy 2002/49/WE zapisano (cytat):

*„… 5. Strategiczne mapy rozkładu hałasu muszą **być przeglądane i korygowane** co najmniej co pięć lat po ich opracowaniu. …"* [3] (wyróżniony fragment tekstu przez zespół autorski).

W tłumaczeniu tekstu Dyrektywy jest mowa o „przeglądach mapy" i korektach (co 5 lat). W angielskim tekście Dyrektywy znalazły się jeszcze dodatkowo zapisy, nie wprowadzone do tekstu tłumaczenia polskiego, które odpowiadają stwierdzeniu „jeśli zajdzie taka potrzeba (if necessary)". A więc Dyrektywa:

- **WYMAGA**, aby mapa akustyczna była aktualna co 5 lat. Natomiast
- **NIE WYMAGA** opracowywania mapy akustycznej co 5 lat, jeśli nie ma takiej konieczności.

Regulacje Dyrektywy zostały już w większości transponowane do przepisów prawa krajowego (ustawa Poś - jak wspomniano w poprzednim rozdziale).

Należy zauważyć, iż dyrektywa poza powyższymi wymienionymi, trzema fundamentalnymi rodzajami działań w zakresie ochrony środowiska przed hałasem, wprowadza także dalsze, szczegółowe regulacje, takie jak:

- obowiązek 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),
- zasady informowania społeczeństwa o stanie klimatu akustycznym środowiska (przede wszystkim na podstawie wyników ocen, zawartych w mapach akustycznych) (art. 9 Dyrektywy).

[2] Zatytułowanym „Strategiczne mapy rozkładu hałasu"

[3] Oryginalny tekst angielski brzmi: *„5. The strategic noise maps shall be **reviewed, and revised if necessary**, at least every five years after the date of their preparation".*

Powyższe zagadnienia obejmują praktycznie cały merytoryczny zakres Dyrektywy. Pozostałe jej przepisy związane są z problemami formalnymi, organizacyjnymi, ustalającymi harmonogramy wdrażania poszczególnych przedsięwzięć, itp.

2.1.2. Zakres informacyjny mapy wynikający z Dyrektywy 2002/49/WE

Zadaniom wynikającym z funkcji „Zarządzanie”[4] w oparciu o mapę akustyczną podporządkowane są sformułowane w Dyrektywie:

- zakres informacyjny mapy,
- zasady sporządzania mapy.

Mapa jest przede wszystkim dokumentem, w którym równouprawnione są zarówno części graficzne, jak też tekstowe (tabele oraz niezbędne opisy).

Ponadto, mapa stanowi opracowanie wielowarstwowe, zawierające różne aspekty emisji, imisji i oddziaływania hałasu (w tym sensie nie jest to jeden obraz graficzny, a raczej zespół obrazów). Natomiast w dokumentacji towarzyszącej mapie zawiera się cały szereg informacji dodatkowych o źródłach hałasu, terenie, jego wrażliwości akustycznej, mieszkańcach eksponowanych na hałas itp. Informacje te warunkują na ogół prawidłową interpretację danych akustycznych a więc ich właściwe wykorzystanie.

Szczegółowe zagadnienia metodyczne są zawarte w jej załącznikach.

Załącznik nr I odnosi się do definicji wskaźników oceny hałasu, w oparciu o które wykonywane są mapy akustyczne. Są to tzw. wskaźniki długookresowe (czas uśredniania równy długości 1 roku) (definicje i aspekty metodyczne wyznaczania wartości wskaźników długookresowych opisano w rozdziale 5 niniejszego opracowania).

Załącznik nr II zawiera zestaw metod zaleconych do stosowania w procesie realizacji map akustycznych. Z uwagi na fakt zachodzących zmian w tym zakresie, zmiany te scharakteryzowano ogólnie w podrozdziale 2.1.5., a także – nowe metody – w dalszych partiach tekstu.

Załącznik nr III odnosi się do metod oceny szkodliwych skutków. Do oceny skutków oddziaływania hałasu na ludność powinny być stosowane relacje dawka-skutek. Relacje dawka-skutek mogą być wprowadzone przez przyszłe korekty niniejszego Załącznika, w szczególności w postaci:

- relacji pomiędzy dokuczliwością a L_{DWN} dla hałasu pochodzącego od ruchu drogowego, kolejowego i lotniczego a także dla hałasu przemysłowego.
- relacji pomiędzy zaburzeniem snu a L_N dla hałasu pochodzącego od ruchu drogowego, kolejowego i lotniczego a także dla hałasu przemysłowego.

Załącznik nr IV zawiera minimalne wymagania odnośnie strategicznych map akustycznych.

Załącznik V zawiera minimalne wymagania dla planów działania (programów ochrony środowiska przed hałasem.

Załącznik nr VI zawiera szczegółowy zakres danych, które należy wysłać do Komisji.

Treść załączników IV oraz VI przytoczono w dwóch następnych podrozdziałach.

[4] określenie zawarte już w tytule Dyrektywy

2.1.3. Załącznik nr IV do Dyrektywy – Minimalne wymagania odnośnie strategicznych map akustycznych

Przed prezentacją treści wymienionego w tytule załącznika IV do Dyrektywy należy skomentować używane w nim pojęcie „strategicznych" map akustycznych. Zgodnie z art. 3 Dyrektywy (Definicje), w punkcie r) pojęcie to zostało zdefiniowane następująco:

r) „strategiczna mapa akustyczna " oznacza mapę opracowaną dla ogólnej oceny narażenia na hałas pochodzący z różnych źródeł na danym obszarze lub dla hałasu prognozowanego dla danego obszaru;

Do ustawodawstwa polskiego nie przeniesiono określenia „mapa strategiczna"; nie jest ono więc stosowane. Omawiając jednak i cytując dokument unijny, określenie to zostanie wykorzystane. Wykorzystanie to będzie ograniczone do treści niniejszego i następnego podrozdziału.

Zgodnie z treścią załącznika IV:

1. *Strategiczną mapą akustyczną jest przedstawienie danych na temat jednego z następujących aspektów:*
   - *istniejącego, przeszłego lub prognozowanego stanu klimatu akustycznego ocenianego przy pomocy określonego wskaźnika hałasu,*
   - *przekroczeń wartości dopuszczalnych[5],*
   - *szacunkowej liczby lokali mieszkalnych, szkół i szpitali na określonym obszarze, które są eksponowane na hałas o określonej wartości[6],*
   - *szacunkowej liczby ludzi zamieszkałych na obszarze narażonym na hałas.*
2. *Strategiczne mapy hałasu mogą być prezentowane społeczeństwu jako:*
   - *materiał graficzny,*
   - *zestaw danych numerycznych zawartych w tabelach (wydruki),*
   - *zestaw danych numerycznych w formie elektronicznej.*
3. *Strategiczne mapy hałasu dla aglomeracji powinny kłaść szczególny nacisk na hałas emitowany przez:*
   - *ruch drogowy,*
   - *ruch kolejowy,*
   - *porty lotnicze,*
   - *obszary działalności przemysłowej, łącznie z portami.*
4. *Strategiczne mapy hałasu wykorzystuje się dla następujących celów:*
   - *przygotowania danych, które należy wysłać do Komisji, zgodnie z Artykułem 10.2. i Załącz-*

[5] W tłumaczeniu Dyrektywy 2002/49/WE zapisano „przekroczenie wartości progowej", co jest oczywistym błędem. W innych miejscach Dyrektywy wartości te są nazywane wartościami granicznymi (limit values). Wielkości fizyczne, zwane wartościami progowymi funkcjonowały w polskim prawodawstwie, lecz już się ich nie stosuje.

[6] W tłumaczeniu Dyrektywy 2002/49/WE zapisano „…które na danym obszarze są poddane działaniu konkretnych wartości wskaźnika hałasu". Oczywiście wymienione obiekty nie są poddane oddziaływaniu wskaźników, lecz eksponowane są na oddziaływanie danego zjawiska tj. na hałasu.

nikiem VI,

- *informacji źródłowej dla mieszkańców zgodnie z Artykułem 9,*
- *podstawy opracowania planów działań (programów ochrony środowiska przed hałasem), zgodnie z Artykułem 8,*

Każde z tych zastosowań wymaga innego rodzaju strategicznej mapy rozkładu hałasu.

5. *Minimalne wymagania dla strategicznych map hałasu, jeśli chodzi o dane, które należy wysłać do Komisji, są wymienione w paragrafach 1.5, 1.6, 2.5, 2.6 i 2.7 Załącznika VI .*
6. *Dla celów informowania obywateli zgodnie z Artykułem 9 oraz w celu opracowania planów działania zgodnie z Artykułem 8, należy podać dodatkową i bardziej szczegółową informację, jak:*
   - *prezentacje graficzne,*
   - *mapy przedstawiające przekroczenie wartości dopuszczalnych[7],*
   - *mapy różnicowe, na których stan istniejący porównywany jest z różnymi możliwymi stanami w przyszłości,*
   - *mapy pokazujące wartość wskaźnika hałasu na wysokości innej niż 4 m.*

   Państwa członkowskie mogą ustanowić zasady i formaty tych map akustycznych.
7. *Strategiczne mapy akustyczne dla zastosowań lokalnych lub krajowych muszą być wykonane dla wysokości oszacowania hałasu, wynoszącej 4 m nad poziomem ziemi, oraz dla 5 dB przedziałów wskaźników L_{DWN} oraz $L_{N,}$ jak określono to w Załączniku VI.*
8. *Dla aglomeracji strategiczne mapy hałasu muszą być wykonane oddzielnie dla hałasu od ruchu drogowego, hałasu od ruchu kolejowego, hałasu wywoływanego przez samoloty oraz hałasu przemysłowego. Mogą być dodane mapy hałasu pochodzącego z innych źródeł.*
9. *Komisja, zgodnie z Artykułem 13. 2, może opracować wskazówki zawierające dalsze wytyczne dotyczące map hałasu, sposobów ich wykonywania oraz oprogramowania.*

Powyższy załącznik, zacytowany w całości, precyzuje w sposób ogólny wymagania stawiane mapom akustycznym, zgodnym z Dyrektywą. Natomiast bardziej szczegółowe informacje nt. danych, które musi zawierać opracowanie mapy akustycznej (graficzne, tabelaryczne bądź tekstowe) zawarto w załączniku nr VI (patrz niżej).

2.1.4. Załącznik nr VI do Dyrektywy – Zakres danych, które należy wysłać do Komisji

Komisji należy wysłać następujące dane:

1. *Dla aglomeracji*
   - *1.1. Zwięzły opis aglomeracji: położenie, wielkość, liczba mieszkańców.*
   - *1.2. Nazwę organu odpowiedzialnego za realizację mapy.*
   - *1.3. Wdrożone w przeszłości programy ochrony środowiska przed hałasem oraz obecnie sto-*

[7] Podobnie jak wyżej – poziomy dopuszczalne, a nie progowe

sowane środki zaradcze.

1.4. *Zastosowane metody obliczeniowe i pomiarowe.*

1.5. *Szacunkową liczbę ludności (w setkach) zamieszkującą lokale mieszkalne narażone na hałas oceniany wskaźnikiem L_{DWN} w każdym z następujących przedziałów wartości[8] podanym w dB, 4 m nad poziomem terenu, przy najbardziej narażonej elewacji: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, > 75, oddzielnie dla hałasu pochodzącego od ruchu na drogach, ruchu kolejowego, od ruchu lotniczego oraz od źródeł przemysłowych. Liczby muszą być zaokrąglone do najbliższej setki (np. .....)*

Ponadto należy podać, o ile taka informacja jest dostępna, ile osób w wyżej podanych kategoriach, żyje w lokalach mieszkalnych, które posiadają:

- *zwiększoną izolacyjność[9] akustyczną, co oznacza zastosowanie specjalnej izolacyjności budynku w odniesieniu do jednego lub większej liczby rodzajów hałasu w środowisku, łącznie z hałasami od urządzeń wentylacyjnych i klimatyzacyjnych, ...*
- *względnie cichą elewację, co oznacza elewację lokalu mieszkalnego dla której wartość wskaźnika L_{DWN} cztery metry nad poziomem terenu oraz dwa metry przed elewacją, dla hałasów emitowanych przez określone źródło, jest ponad 20 dB niższa niż najwyższa wartość wskaźnika L_{DWN} przy elewacji najbardziej eksponowanej na hałas.*

Wskazać należy również, jak główne drogi, główne linie kolejowe i porty lotnicze, określone w Załączniku 3, wpływają na wielkość ocenianego hałasu.

1.6. *Szacunkowa liczba ludności (w setkach) zamieszkująca lokale mieszkalne narażone na hałas oceniany wskaźnikiem L_N w każdym z następujących przedziałów wartości podanym w dB, 4 m nad poziomem terenu, na najbardziej narażonej elewacji: 50-54, 55-59, 60-64, 65-69, > 70, oddzielnie dla hałasu pochodzącego od ruchu na drogowego, ruchu kolejowego, od ruchu lotniczego oraz od źródeł przemysłowych. Hałas ten może być także oceniany w przedziale 45-49, jeśli jest to ocena przed datą ustaloną w Artykule 11.1.*

Ponadto należy podać, o ile taka informacja jest dostępna, ile osób w wyżej podanych kategoriach, żyje w lokalach mieszkalnych, które posiadają:

- *zwiększoną izolacyjność akustyczną, o której mowa w ustępie 1.5,*
- *względnie ciche elewacje, określone w ustępie 1.5.*

Wskazać należy również, jak główne drogi, główne linie kolejowe i porty lotnicze wpływają na wielkość ocenianego hałasu.

1.7. *W przypadku prezentacji w formie graficznej, strategiczne mapy akustyczne muszą pokazywać co najmniej następujące izolinie 60, 65, 70, i 75 dB.*

1.8. *Podsumowanie planu działań (programu ochrony środowiska przed hałasem), obejmujące wszystkie ważne aspekty opisane w Załączniku V, w objętości nie przekraczającej dziesięciu stron.*

2. *Dla głównych dróg, głównych linii kolejowych i głównych portów lotniczych.*

[8] Liczby osób określa się w przedziałach wartości danego wskaźnika, a nie w pasmach wartości (jak jest to zapisane w tłumaczeniu Dyrektywy)

[9] Błąd w tłumaczeniu Dyrektywy – powinna być izolacyjność akustyczna, a nie izolacja akustyczna

2.1. *Ogólny opis dróg, linii kolejowych oraz portów lotniczych: położenie, wielkość i dane dotyczące ruchu.*

2.2. *Charakterystyka ich otoczenia: aglomeracje, wsie, obszary wiejskie i inne, informacje o użytkowaniu gruntów, inne główne źródła hałasu.*

2.3. *Wdrożone w przeszłości programy ochrony środowiska przed hałasem oraz obecnie stosowane środki zaradcze.*

2.4. *Zastosowane metody obliczeniowe i pomiarowe.*

2.5. *Szacunkowa liczba ludności (w setkach) zamieszkująca poza aglomeracją, w lokalach mieszkalnych, które są narażone na hałas oceniany wskaźnikiem L_{DWN} w każdym z następujących przedziałów wartości podanym w dB, 4 m nad poziomem terenu przy najbardziej narażonej elewacji: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, > 75 dB.*

Ponadto należy podać, o ile taka informacja jest dostępna, ile osób w wyżej podanych kategoriach, żyje w lokalach mieszkalnych, które posiadają:

- *zwiększoną izolacyjność akustyczną, o której mowa w ustępie 1.5,*
- *względnie ciche elewacje, określone w ustępie 1.5.*

2.6. *Szacunkowa liczba ludności (w setkach) zamieszkująca lokale mieszkalne narażone na hałas oceniany wskaźnikiem L_N w każdym z następujących przedziałów wartości podanym w dB, 4 m nad poziomem terenu i na najbardziej narażonej elewacji: 50-54, 55-59, 60-64, 65-69, > 70. Hałas ten może być także oceniany w przedziale 45-49, jeśli jest to ocena przed datą ustaloną w Artykule 11.1.*

Ponadto należy podać, o ile taka informacja jest dostępna, ile osób w wyżej podanych kategoriach żyje w lokalach mieszkalnych, które posiadają:

- *zwiększoną izolacyjność akustyczną, o której mowa w ustępie 1.5,*
- *względnie ciche elewacje, określone w ustępie 1.5.*

2.7. *Całkowity obszar (w km^2) eksponowany na hałas o wartości wskaźnika L_{DWN} większej niż odpowiednio 55, 65 i 75 dB. Musi zostać podana szacunkowa, całkowita liczba lokali mieszkalnych (w setkach) oraz szacunkowa, całkowita liczba ludności (w setkach) mieszkająca na tych obszarach. Liczby te muszą również obejmować aglomeracje.*

Izolinie odpowiadające wartościom wskaźnika 55 i 65 dB muszą również być pokazane na jednej lub większej liczbie map obrazujących położenie wsi, miast i aglomeracji.

2.8. *Podsumowanie planu działań (programu ochrony środowiska przed hałasem) obejmujące wszystkie ważne aspekty poruszone w Załączniku V w objętości nie przekraczającej dziesięciu stron.*

3. *Wytyczne*

Komisja może rozszerzyć wytyczne przez wprowadzenie dalszych wymagań w sprawie dostosowania informacji, zgodnie z Artykułem 13. 2 (Dyrektywy).

2.2. DYREKTYWA KOMISJI (UE) 2015/996

Dyrektywa Komisji (UE) 2015/996 z dnia 19 maja 2015 r. ustanawiająca wspólne metody oceny hałasu zgodnie z dyrektywą 2002/49/WE Parlamentu Europejskiego i Rady została opublikowana 1 lipca 2015r. (Dz.Urz. UE nr L 168) wprowadzając zmiany załącznika nr II do Dyrektywy 2002/49/WE.

Najistotniejsze postanowienia Dyrektywy 2015/996 sformułować można następująco:

- zgodnie z art. 5 dyrektywy 2002/49/WE przy sporządzaniu i analizowaniu strategicznych map hałasu państwa członkowskie stosują wskaźniki hałasu (L_{DWN} i L_N),
- Komisja ustanawia, w trybie zmiany załącznika II, wspólne metody oceny na potrzeby ustalania wartości w/w wskaźników hałasu,
- państwa członkowskie zobowiązane są (art. 7, 2002/49/WE) zapewnić sporządzenie strategicznych map hałasu najpóźniej do dnia 30 czerwca 2007 r. oraz 30 czerwca 2012 r., a następnie je analizować i zmieniać, w miarę potrzeby, nie rzadziej niż co pięć lat,
- metody oceny przewidziane w załączniku do niniejszej dyrektywy mają zostać przyjęte zgodnie z jej art. 2 ust. 1 najpóźniej do dnia 31 grudnia 2018 r., natomiast do tego czasu państwa członkowskie mogą nadal stosować metody oceny, które wcześniej przyjęły na poziomie krajowym, zgodnie z art. 6 ust. 2 dyrektywy 2002/49/WE. W związku z tym Państwa członkowskie wprowadzają w życie przepisy ustawowe, wykonawcze i administracyjne niezbędne do wykonania niniejszej dyrektywy najpóźniej ***do dnia 31 grudnia 2018 r.*** Niezwłocznie przekazują Komisji tekst tych przepisów,
- niniejsza dyrektywa wchodzi w życie następnego dnia po jej opublikowaniu w Dzienniku Urzędowym Unii Europejskiej.

Załącznik do Dyrektywy 2015/996 zawiera:

- szczegółowe algorytmy obliczeniowe hałasu drogowego, kolejowego, lotniczego, przemysłowego oraz algorytm przypisywania mieszkańcom (w budynkach) określonego zakresu ekspozycji na hałas,
- tabele z proponowanymi danymi wejściowymi do posługiwania się w obliczeniach powyższymi algorytmami.

Na zakończenie części opisującej algorytmy zawarto dwa następujące punkty (rozdziały):

…3. DANE WEJŚCIOWE

Dane wejściowe uznawane za właściwe w kontekście opisanych powyżej metod podano w dodatku F do dodatku I.

W przypadkach, w których nie można zastosować danych wejściowych wskazanych w dodatku F do dodatku I, lub jeżeli ich zastosowanie powoduje odchylenia od wartości rzeczywistej niespełniające warunków wskazanych w sekcji 2.1.2 i 2.6.2, można posłużyć się innymi wartościami, pod warunkiem, że wartości te oraz ***metodologia ich pozyskiwania, a także ich przydatność, zostaną odpowiednio udokumentowane****.[10] Informacje te należy opublikować.*

4. METODY POMIAROWE

[10] Wyróżnienie Autorów

*W przypadkach, w których prowadzi się pomiary – **bez względu na powód ich prowadzenia** – pomiary te powinny być zgodne z zasadami prawa nadrzędnego odnoszącego się do pomiarów, wskazanego w:*

- *normie ISO 1996-1:2003 oraz ISO 1996-2: 2007 lub,*
- *w przypadku hałasu statków powietrznych, w normie ISO 20906:2009 …*

Odnośnie wdrożenia Dyrektywy 2015/996 należy stwierdzić, iż:

- zmiany metodyczne nie będą jeszcze obligatoryjne w ramach III rundy mapowania,
- zmiany te staną się obowiązujące w odniesieniu do map akustycznych realizowanych w roku 2022 (IV runda).

Na szczególną uwagę zasługuje przypomnienie w preambule (co poruszono wyżej), że mapy akustyczne powinny być przynajmniej raz na 5 lat analizowane i ewentualnie zmieniane. Zapis ten jest ściślej związany z pojęciem ***aktualizacji mapy***, niż jej opracowywania od początku (co wynika z przepisów ustawy Poś).

2.3. PROJEKT DYREKTYWY KOMISJI (UE) WPROWADZAJĄCEJ DO DYREKTYWY 2002/49/WE ZMIANY ZAŁĄCZNIKA NR III

Załącznik nr III, wg aktualnych rozwiązań roboczych, ma zawierać metodologię oceny negatywnego wpływu hałasu w środowisku (drogowy, kolejowy, lotniczy i przemysłowy) na zdrowie publiczne w aspekcie:

- uciążliwości (ocena przy pomocy rozkładu wartości poziomów L_{DWN}),
- zakłóceń snu (ocena przy pomocy rozkładu wartości poziomów L_N),
- wzrostu ryzyka choroby niedokrwiennej serca oraz zawałów serca (ocena przy pomocy rozkładu wartości poziomów L_{DWN}).

3. AKTUALNE KRAJOWE PRZEPISY PRAWNE

3.1. USTAWA PRAWO OCHRONY ŚRODOWISKA

Podstawowym aktem prawnym w zakresie ochrony środowiska jest:

Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. - Prawo ochrony środowiska (Dz. U. 2016, poz. 672 z późn. zm.), z uzupełnieniami z ustawy wprowadzającej:

Ustawa z dnia 27 lipca 2001 r. o wprowadzeniu ustawy - Prawo ochrony środowiska, ustawy o odpadach oraz zmianie niektórych ustaw (Dz. U. Nr 100, poz. 1085 z późn. zm.)

Od momentu ustanowienia w roku 2001, ustawa Prawo ochrony środowiska była wielokrotnie, w różnym zakresie, nowelizowana. Z punktu widzenia problematyki ochrony środowiska przed hałasem, jedną z najistotniejszych zmian była jej nowelizacja, która weszła w życie 28 lipca 2005 r. Dalsze nowelizacje ustawy Poś przez następne 10 lat, w niektórych przypadkach odnoszące się do problematyki hałasu w środowisku nie miały już tak fundamentalnego znaczenia, praktycznie aż do roku 2015. W ostatnim kwartale tego roku uchwalono:

Ustawę z dnia 10 września 2015 r. o zmianie ustawy – Prawo ochrony środowiska (Dz.U. 2015r, poz. 1593)

w której wprowadzono kilka istotnych zmian odnośnie relacji stanu akustycznego środowiska z planami zagospodarowania przestrzennego oraz w zakresie ochrony przed hałasem środkami z dziedziny akustyki budowlanej. Dotyczą one najogólniej:

- ograniczeń w ochronie środowiska przed hałasem na tych obszarach, na których brak jest zabudowy chronionej (np. mieszkalnej),
- wprowadzenia w określonych warunkach możliwości ochrony przed hałasem pochodzącym ze źródeł liniowych (transportowych) wewnątrz pomieszczeń mieszkalnych, jeżeli ochrona w środowisku jest nie realna z techniczno – ekonomicznych względów.

(będzie o tym mowa niżej).

Przegląd przepisów ustawy Poś, mających zastosowanie do procesu realizacji i wykorzystania map, należy zacząć od przypomnienia definicji pojęcia „pomiaru". Ustawa Poś stanowi, iż pod tym pojęciem należy rozumieć także obserwacje oraz analizy. Poprzez ten przepis nastąpiło zrównanie znaczenia bezpośredniego pomiaru w terenie z oceną stanu (tutaj – warunków akustycznych w środowisku) przy użyciu algorytmów obliczeniowych (modeli fizycznych zjawiska). Tak więc wszystkie obliczenia wykonywane w celu opracowania mapy akustycznej dowolnego typu powinny być rozumiane jako „pomiary".

Z powyższą, definicją „pomiaru" koresponduje także definicja „metody referencyjnej", która brzmi (art. 3, pkt. 9 ustawy Poś):

…9) [jeśli jest mowa o metodyce referencyjnej] – rozumie się przez to określoną na podstawie ustawy metodę pomiarów lub badań, która może obejmować w szczególności sposób poboru próbek, sposób interpretacji uzyskanych danych, a także metodyki modelowania rozprzestrzeniania substancji oraz energii w środowisku;…"

Zasadnicza część bezpośrednich regulacji w zakresie ochrony środowiska przed hałasem zawarta jest w Dziale V ustawy Poś (z uzupełnieniem w artykułach 145-149 oraz 175-179).

Z punktu widzenia omawianych w niniejszym opracowaniu zagadnień największe znaczenie mają poniżej wymienione przepisy ustawowe.

Art. 112a. Ilekroć w przepisach niniejszego działu jest mowa o wskaźnikach hałasu, rozumie się przez to parametry hałasu określone poziomem dźwięku A wyrażonym w decybelach (dB), w tym:

1) *wskaźniki hałasu mające zastosowanie do prowadzenia długookresowej polityki w zakresie ochrony środowiska przed hałasem, w szczególności do sporządzania map akustycznych, o których mowa w art. 118 ust. 1, oraz programów ochrony środowiska przed hałasem, o których mowa w art. 119 ust. 1:*
   a) *L_{DWN} - 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}),*
   b) *L_N - 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}),*
2) *wskaźniki hałasu mające zastosowanie do ustalenia i kontroli warunków korzystania ze środowiska w odniesieniu do jednej doby:*
   a) *$L_{Aeq\ D}$ – równoważny poziom dźwięku A dla pory dnia (rozumianej jako przedział czasu od godz. 6^{00} do godz. 22^{00}),*
   b) *$L_{Aeq\ N}$ - równoważny poziom dla pory nocy (rozumianej jako przedział czasu od godz. 22^{00} do godz. 6^{00}),*

Wskaźniki, o których mowa w pkt. 2 mają mniejsze znaczenie w opracowywaniu map akustycznych, zgodnych z wymaganiami Dyrektywy 2002/49/WE.

Z drugiej strony rozpoznanie klimatu akustycznego mające charakter lokalny może być dokonane w oparciu o tzw. lokalne mapy akustyczne. Do wykonania tych map często mogą być wykorzystywane pomocniczo także wskaźniki z pkt. 1.

Sposoby ustalania wartości wskaźników zawarto w art. 112b:

Art. 112b 1. Minister właściwy do spraw środowiska określi, w drodze rozporządzenia, sposób ustalania wartości wskaźnika hałasu, o którym mowa w art. 112a pkt 1 lit. a, uwzględniając potrzebę prowadzenia długookresowej polityki w zakresie ochrony przed hałasem, potrzebę stosowania wskaźników hałasu do ustalania i kontroli warunków korzystania ze środowiska oraz obowiązujące w tym zakresie dokumenty normalizacyjne w rozumieniu ustawy z dnia 12 września 2002 r. o normalizacji (Dz. U. z 2015 r. poz. 1483).
2. W rozporządzeniu, o którym mowa w ust. 1, minister właściwy do spraw środowiska może określić sposób ustalania wartości wskaźników hałasu, o których mowa w art. 112a pkt 2.

Następny artykuł poświęcono prawnym kryteriom oceny hałasu:

Art. 113. *1. Minister właściwy do spraw środowiska, w porozumieniu z ministrem właściwym do spraw zdrowia, określi, w drodze rozporządzenia, dopuszczalne poziomy hałasu w środowisku kierując się potrzebą zapewnienia należytej ochrony środowiska przed hałasem oraz mając na uwadze przepisy prawa Unii Europejskiej odnoszące się do oceny i zarządzania poziomem hałasu w środowisku.*

2. W rozporządzeniu, o którym mowa w ust. 1, zostaną ustalone:

1) *zróżnicowane dopuszczalne poziomy hałasu określone wskaźnikami hałasu L_{DWN}, L_N, L_{AeqD} i L_{AeqN} dla następujących rodzajów terenów faktycznie zagospodarowanych:*
   a) *pod zabudowę mieszkaniową,*
   b) *pod szpitale i domy pomocy społecznej,*
   c) *pod budynki związane ze stałym lub czasowym pobytem dzieci i młodzieży,*
   d) *na cele uzdrowiskowe,*
   e) *na cele rekreacyjno-wypoczynkowe,*
   f) *pod zabudowę mieszkaniowo-usługową;*
2) *dopuszczalne poziomy hałasu z uwzględnieniem rodzaju obiektu lub działalności będącej źródłem hałasu;*
3) *okresy, do których odnoszą się poziomy hałasu, jako czas odniesienia.*

3. W rozporządzeniu, o którym mowa w ust. 1, mogą zostać ustalone poziomy hałasu z uwzględnieniem:

1) *zmienności działania źródeł hałasu w czasie;*
2) *charakterystyki częstotliwościowej hałasu;*
3) *zawartości impulsów akustycznych.*

Artykuł 113 dzieli rodzaje terenów na kategorię terenów chronionych przed hałasem (wymienione wyżej w punktach a - f) i pozostałych terenów nie podlegających ochronie akustycznej. Ochrona przed hałasem w/w terenów jest wymagana tylko w tych sytuacjach, gdy dany teren jest już zagospodarowany obiektami wrażliwymi akustycznie. Tereny jeszcze nie zabudowane są terenami co najwyżej potencjalnie chronionymi przed hałasem, a rozwiązania ochronne wprowadzane są dopiero w momencie ich faktycznego zagospodarowania.

Znowelizowany zapis dotyczący „terenów faktycznie zagospodarowanych" jest o tyle istotny, że rozwiązania ochronne w zakresie ograniczenia poziomów dźwięku stosowane są obligatoryjnie do obszarów, na których istnieje już zabudowa, której funkcja wyznacza funkcje ochronne terenu. Oznacza to więc, że tereny „potencjalnie chronione", na co wskazywać mogłyby zapisy planu zagospodarowania przestrzennego, są objęte organizacyjno – technicznymi przedsięwzięciami ochronnymi w przypadkach, gdy zabudowa na tych terenach już faktycznie istnieje.

Dopuszczalne poziomy hałasu określone są przy wykorzystaniu:

- wskaźników długookresowych L_{DWN} oraz L_N, które są podstawowymi wskaźnikami wykorzystywanymi w opracowaniach map akustycznych,
- dotychczas stosowanych wskaźników „krótkookresowych" $L_{Aeq,D}$ i $L_{Aeq,N}$, odnoszących się do określonej doby; wskaźniki te będą służyć kontroli przestrzegania warunków w środowisku. W procesie mapowania akustycznego mają one ograniczone znaczenie.

Art. 114. *1. Przy sporządzaniu miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego uwzględnia się tereny, o których mowa w art. 113 ust. 2 pkt 1.*

2. Jeżeli teren może być zaliczony do kilku rodzajów terenów, o których mowa w art. 113 ust. 2 pkt 1, uznaje się, że dopuszczalne poziomy hałasu powinny być ustalone jak dla przeważającego rodzaju terenu.

3. Jeżeli na terenach zamkniętych oraz na terenach przeznaczonych do działalności produkcyjnej, składowania i magazynowania znajduje się zabudowa mieszkaniowa, szpitale, domy pomocy społecznej lub budynki związane ze stałym albo czasowym pobytem dzieci i młodzieży, ochrona przed hałasem polega na stosowaniu rozwiązań technicznych zapewniających właściwe warunki akustyczne w budynkach.

4. W przypadku zabudowy mieszkaniowej, szpitali, domów pomocy społecznej lub budynków związanych ze stałym albo czasowym pobytem dzieci i młodzieży, zlokalizowanych na granicy pasa drogowego lub przyległego pasa gruntu w rozumieniu ustawy z dnia 28 marca 2003 r. o transporcie kolejowym (Dz. U. z 2015 r. poz. 1297, 1741, 1753, 1777 i 1893), ***ochrona przed hałasem polega na stosowaniu rozwiązań technicznych zapewniających właściwe warunki akustyczne w budynkach.***

Artykuły 114 oraz 115 związane są z kwalifikacją akustyczną terenów, m.in. w oparciu o informacje planistyczne. Z punktu widzenia realizacji map akustycznych zawarte w powyższych artykułach przepisy są o tyle istotne, że stan akustyczny środowiska jest oceniany z uwzględnieniem tzw. ***wrażliwości akustycznej terenów***. Z tego względu jednym z elementów zbioru map akustycznych jest tzw. ***mapa wrażliwości***, stanowiąca punkt odniesienia oceny przestrzennego rozkładu przekroczeń dopuszczalnych poziomów dźwięku.

Z przytoczonego wyżej artykułu wynika, że podstawą przypisania różnego rodzaju terenom wartości dopuszczalnych poziomów hałasu jest plan zagospodarowania przestrzennego. Zagadnienie komplikuje się w przypadku braku takiego dokumentu planistycznego. Rozwiązaniom zaistniałych w takiej sytuacji problemów poświęcony jest art. 115:

Art. 115. *W razie braku miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego oceny, czy teren należy do rodzajów terenów, o których mowa w art. 113 ust. 2 pkt 1, właściwe organy dokonują na podstawie faktycznego zagospodarowania i wykorzystywania tego i sąsiednich terenów; przepis art. 114 ust. 2 stosuje się odpowiednio.*

Powyższe przepisy stanowią, iż przypisanie dopuszczalnych wartości poziomów dźwięku dla rozpatrywanego obszaru wynika z jednoznacznych zapisów w mpzp lub w przypadku braku mpzp ze stanowiska właściwego organu terenowego, który jest odpowiedzialny za przeprowadzanie procedury tworzenia planu zagospodarowania terenu.

Tego typu sposób postępowania jest ściśle przestrzegany w procedurach tworzenia dokumentów w ramach ocen oddziaływania na środowisko. Należy podkreślić, iż powinien on być stosowany obligatoryjnie także w odniesieniu do opracowania mapy wrażliwości.

Mapa wrażliwości jest bowiem podstawowym narzędziem oceny konieczności podjęcia konkretnych działań naprawczych w ramach programów ochrony środowiska przed hałasem (planów działań). Ponieważ program taki, po uchwaleniu przez właściwy organ, staje się **prawem miejscowym**, to w następstwie tego faktu, zamieszczona w nim mapa wrażliwości staje się także **dokumentem prawnym** (prawa miejscowego).

*Art. 117. 1. Oceny stanu akustycznego środowiska i obserwacji zmian dokonuje się w ramach **państwowego monitoringu środowiska** na podstawie **wyników pomiarów**[11] poziomów hałasu określonych wskaźnikami hałasu L_{DWN} i L_N oraz z uwzględnieniem pozostałych danych, w szczególności demograficznych oraz dotyczących sposobu zagospodarowania i użytkowania terenu.*

2. *Oceny stanu akustycznego środowiska dokonuje się obowiązkowo dla:*
   1) *aglomeracji o liczbie mieszkańców większej niż 100 tysięcy,*
   2) *terenów poza aglomeracjami, o których mowa w art. 179 ust. 1.*
3. *Powiatowy program ochrony środowiska może określać inne niż wymienione w ust. 2 tereny, dla których dokonywana będzie ocena stanu akustycznego środowiska.*
4. *Pomiarów dla potrzeb oceny stanu akustycznego środowiska dokonuje się z uwzględnieniem wymagań, o których mowa w art. 148 ust. 1 i art. 176 ust. 1.*
5. *Na terenach nie wymienionych w ust. 2 oceny stanu akustycznego środowiska dokonuje wojewódzki inspektor ochrony środowiska.*

Szersza charakterystyka działań wojewódzkiego inspektora ochrony środowiska w oparciu o art.117, ust.5 zamieszczona została w rozdziale 3.3.

Art. 118. 1. Na potrzeby oceny stanu akustycznego środowiska, o której mowa w art. 117 ust. 2 pkt 1 i ust. 3, starosta sporządza co 5 lat mapy akustyczne, z zastrzeżeniem ust. 2.

2. *Sporządzając mapę akustyczną, starosta uwzględnia informacje wynikające z map akustycznych, o których mowa w art. 179 ust. 1.*

Ustępy 1 oraz 2 w art. 118 ustawy Prawo ochrony środowiska kształtują odmiennie sytuację w prawie krajowym w stosunku do regulacji Dyrektywy. W regulacjach tych brak jest wyznaczonych sposobów postępowania w przypadku stosunkowo niewielkich zmian klimatu akustycznego (lub nawet braku tych zmian) w okresie 5-cio letnim w sytuacjach, w których wystarczyć mogłaby jedynie **aktualizacja** fragmentów uprzednio wykonanej mapy.

Nie rzadko bowiem może się okazać, że opracowana już wcześniej mapa akustyczna jest w zasadzie aktualna do dnia dzisiejszego na znacznym swym obszarze w całości, lub za wyjątkiem terenów w otoczeniu źródeł hałasu, które poddane zostały modyfikacjom (przebudowie itp.), zmieniającym w bardzo istotny sposób charakter działania obiektu jako źródła hałasu, lecz oddziałujących na stosunkowo niewielkie obszary.

3. *Mapa, o której mowa w ust. 1, powinna składać się z części opisowej i części graficznej.*
4. *Część opisowa powinna zawierać w szczególności:*
   1) *charakterystykę obszaru podlegającego ocenie;*
   2) *identyfikację i charakterystykę źródeł hałasu;*
   3) *uwarunkowania akustyczne wynikające z miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego;*

[11] Podkreślenia autorów opracowania. W dalszym ciągu tekstu znajdzie się odniesienie do tego sformułowania

4) *metody wykorzystane do dokonania oceny;*
5) *zestawienie wyników badań;*
6) *identyfikację terenów zagrożonych hałasem;*
7) *liczbę ludności zagrożonej hałasem;*
8) *analizę trendów zmian stanu akustycznego środowiska;*
9) *wnioski dotyczące działań w zakresie ochrony przed hałasem.*

5. *Część graficzna powinna zawierać w szczególności:*
   1) *mapę charakteryzującą hałas emitowany z poszczególnych źródeł;*
   2) *mapę stanu akustycznego środowiska, z zaznaczeniem terenów, na których występuje przekroczenie dopuszczalnych poziomów hałasu, z odniesieniem do miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego;*
   3) *mapę terenów zagrożonych hałasem;*
   4) *mapę przedstawiającą przewidywane rezultaty działań, o których mowa w ust. 4 pkt 9.*
6. *Przez teren zagrożony hałasem rozumie się teren, na którym są przekroczone dopuszczalne poziomy hałasu, określone wskaźnikami L_{DWN} lub L_N, o których mowa w art. 113.*

……..

10. *Minister właściwy do spraw zdrowia, w porozumieniu z ministrem właściwym do spraw środowiska, może określić, w drodze rozporządzenia, wskaźniki odzwierciedlające relacje między narażeniem na hałas a efektem szkodliwym lub uciążliwym oddziaływania hałasu na potrzeby sporządzania map akustycznych lub innych dokumentów dotyczących oceny stanu akustycznego środowiska, kierując się potrzebą ochrony zdrowia ludzi; przez efekt szkodliwy hałasu rozumie się skutki szkodliwe dla zdrowia ludzi, a przez efekt uciążliwy hałasu - negatywne reakcje człowieka bez zauważalnych szkodliwych skutków dla jego zdrowia.*
11. *Minister właściwy do spraw zdrowia, w porozumieniu z ministrem właściwym do spraw środowiska, może określić, w drodze rozporządzenia, sposoby oceny stanu akustycznego środowiska przy wykorzystaniu wskaźników odzwierciedlających relacje między narażeniem na hałas a jego efektem szkodliwym lub uciążliwym, kierując się potrzebą ochrony zdrowia ludzi.*

Uregulowanie zagadnień wchodzących w zakres ust. 10 oraz 11 zostało wprowadzone do nowelizowanej ustawy Poś w roku 2005. Przez ostatnie 10 lat przepisy powyższe nie były wykorzystywane. Obecnie sytuacja ulega zmianie. W rozdziale 2.3. niniejszych wytycznych scharakteryzowano przewidywane zmiany Dyrektywy 2002/49/WE, które dotyczyć będą oceny wzrostu zagrożenia zdrowia i oceny ryzyka, w związku z oddziaływaniem hałasu w środowisku. Zmiany te obowiązywać będą od 1 stycznia 2019 r., a do tej pory, w oparciu o w/w przepisy art. 118. 10 oraz 11 niezbędne będzie wprowadzenie i wdrożenie właściwych przepisów wykonawczych (rozporządzeń).

*Art. 118b. 1. Rada powiatu może, w drodze uchwały, wyznaczyć **obszary ciche w aglomeracji** lub **obszary ciche poza aglomeracją**, uwzględniając szczególne potrzeby ochrony przed hałasem tych obszarów i podając wymagania zapewniające utrzymanie poziomu hałasu co najmniej na istniejącym poziomie.*

Oba rodzaje obszarów cichych zostały wprowadzone do przepisów Dyrektywą 2002/49/WE. Implementując Dyrektywę, obszary te wprowadzono do przepisów krajowych (art. 118b Poś). Obszary ciche zdefiniowano w art. 3 Poś:

Art. 3. Ilekroć w ustawie jest mowa o:…….

10a) obszarze cichym w aglomeracji - rozumie się przez to obszar, na którym nie występują przekroczenia dopuszczalnych poziomów hałasu wyrażonych wskaźnikiem hałasu L_{DWN},

10b) obszarze cichym poza aglomeracją - rozumie się przez to obszar, który nie jest narażony na oddziaływanie hałasu komunikacyjnego, przemysłowego lub pochodzącego z działalności rekreacyjno-wypoczynkowej,……

Warto zauważyć, iż idea wprowadzania obszarów cichych jest ściśle, **merytorycznie** związana z zasadą prewencji w ustawie Poś, w której zapisano m.in.:

Art. 112. Ochrona przed hałasem polega na zapewnieniu jak najlepszego stanu akustycznego środowiska, w szczególności poprzez:

1. *utrzymanie poziomu hałasu poniżej dopuszczalnego lub co najmniej na tym poziomie,……..*

Powracając do problematyki map akustycznych - terminy realizacji map i opartych o nią planów działań zostały określone w **ustawie z dnia 27 lipca 2001 o wprowadzeniu ustawy – Prawo ochrony środowiska, ustawy o odpadach oraz o zmianie niektórych ustaw (Dz. U. Nr 100, poz. 1085 z późn. zm.).**

Przyjęto tam następujący harmonogram działań, począwszy od I rundy mapowania:

Art. 14. 1. Z zastrzeżeniem ust. 2:

- *właściwy starosta sporządzi mapę akustyczną, określoną w art. 118 ust. 1. Prawa ochrony środowiska, w terminie do dnia 30 czerwca 2012 r.,*
- *właściwa rada powiatu uchwali program działań, określony w art. 119 ust. 1 Prawa ochrony środowiska, w terminie do dnia 30 czerwca 2013 r.*

2. *W aglomeracji o liczbie mieszkańców większej niż 250 tysięcy:*
   - *właściwy starosta sporządzi mapę akustyczna, określoną w art. 118 ust. 1. Prawa ochrony środowiska, w terminie do dnia 30 czerwca 2007 r.,*
   - *właściwa rada powiatu uchwali program działań, określony w art. 119 ust. 1 Prawa ochrony środowiska, w terminie do dnia 30 czerwca 2008 r.*

W chwili obecnej przystępuje się do realizacji III rundy mapowania, obejmującej:

- aglomeracje o liczbie mieszkańców ponad 100 tysięcy,
- odcinki głównych dróg o liczbie pojazdów ponad 3 mln rocznie,
- odcinki głównych linii kolejowych o liczbie pociągów ponad 30 tysięcy rocznie,

- główne porty lotnicze o liczbie operacji lotniczych przekraczających 50 tysięcy rocznie.

Runda ta zostanie zakończona 30 czerwca 2017 roku. Dla głównych obiektów komunikacyjnych terminem zakończenia prac w ramach niniejszej rundy jest dzień **1 stycznia 2017**r.

Art. 118a.1. Mapa akustyczna, opracowana na kopiach map wchodzących w skład państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego, stanowi podstawowe źródło danych wykorzystywanych dla celów:

1) *informowania społeczeństwa o zagrożeniach środowiska hałasem,*
2) *opracowania danych dla państwowego monitoringu środowiska,*
3) *tworzenia i aktualizacji programów ochrony środowiska przed hałasem.....*

Wykonujący mapę (starosta) przekazuje opracowane mapy, zgodnie z przepisami następująco:

Art. 120.1. Starosta przekazuje, niezwłocznie po sporządzeniu, zarządowi województwa, wojewódzkiemu inspektorowi ochrony środowiska i państwowemu wojewódzkiemu inspektorowi sanitarnemu mapy akustyczne, o których mowa w art. 118.....

Przekazane mapy stanowią m.in. zasoby rejestru o stanie akustycznym środowiska:

Art. 118a.1. Mapa akustyczna, opracowana na kopiach map wchodzących w skład państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego, stanowi podstawowe źródło danych wykorzystywanych dla celów: (patrz wyżej).....

Art. 120a.1. Wojewódzki inspektor ochrony środowiska prowadzi rejestr zawierający informacje o stanie akustycznym środowiska, na podstawie pomiarów, badań i analiz wykonywanych w ramach państwowego monitoringu środowiska....

Delegacje ustawowe odnoszące się m.in. do opracowania referencyjnych metod wykonywania pomiarów hałasu (w sensie rozszerzonym, jak to scharakteryzowano wyżej, a więc obejmujących także metody obliczeniowe-pomiarowe) zarówno przemysłowego (instalacyjnego) jak i transportowego znalazły się odpowiednio w art. 148 oraz 176 ustawy:

Art. 147.1. Prowadzący instalację oraz użytkownik urządzenia są obowiązani do okresowych pomiarów wielkości emisji i pomiarów ilości pobieranej wody…..

2. *Prowadzący instalację oraz użytkownik urządzenia są obowiązani do ciągłych pomiarów wielkości emisji w razie wprowadzania do środowiska znacznych ilości substancji lub energii.....*

Art. 148.1. Minister właściwy do spraw środowiska określi, z zastrzeżeniem ust. 5, w drodze rozporządzenia, wymagania w zakresie prowadzenia pomiarów wielkości emisji, o których mowa w art. 147 ust. 1 i 2.

2. *W rozporządzeniu, o którym mowa w ust. 1, zostaną ustalone:.....*
   1) *przypadki, w których wymagany jest ciągły pomiar emisji z instalacji,*
   2) *przypadki, w których wymagane są okresowe pomiary emisji z instalacji albo urządzenia, oraz częstotliwości prowadzenia tych pomiarów,*

3) *referencyjne metodyki wykonywania pomiarów,*

4) *sposób ewidencjonowania przeprowadzonych pomiarów.....*

Art. 149.1. Wyniki pomiarów, o których mowa w art. 147 ust. 1, 2 i 4, prowadzący instalację i użytkownik urządzenia przedstawiają organowi ochrony środowiska oraz wojewódzkiemu inspektorowi ochrony środowiska, jeżeli pomiary te mają szczególne znaczenie ze względu na potrzebę zapewnienia systematycznej kontroli wielkości emisji lub innych warunków korzystania ze środowiska.

2. *Minister właściwy do spraw środowiska określi, w drodze rozporządzenia:*

   1) *rodzaje wyników pomiarów prowadzonych w związku z eksploatacją instalacji lub urządzenia, które ze względu na szczególne znaczenie dla zapewnienia systematycznej kontroli wielkości emisji lub innych warunków korzystania ze środowiska przekazuje się właściwym organom ochrony środowiska oraz wojewódzkiemu inspektorowi ochrony środowiska,*

   2) *terminy i sposób prezentacji danych, o których mowa w pkt 1...*

   kierując się potrzebą zapewnienia systematycznej kontroli wielkości emisji lub innych warunków korzystania ze środowiska.....

Artykuł 175 i dalsze określają, kto wykonuje pomiary hałasu dla obiektów komunikacyjnych (główne drogi, linii kolejowe, porty lotnicze):

Art. 175. 1. Zarządzający drogą, linią kolejową, linią tramwajową, lotniskiem lub portem, z zastrzeżeniem ust. 2, jest obowiązany do okresowych pomiarów poziomów w środowisku substancji lub energii wprowadzanych w związku z eksploatacją tych obiektów.....

6. *Na podstawie wyników wykonywanych okresowych pomiarów poziomów hałasu, o których mowa w ust. 1, i innych niezbędnych danych, zarządzający drogą, linią kolejową lub lotniskiem sporządza mapę akustyczną terenów położonych wokół tych obiektów.*

Art. 176. 1. Minister właściwy do spraw środowiska określi, w drodze rozporządzenia, wymagania w zakresie prowadzenia pomiarów poziomów substancji lub energii w środowisku, o których mowa w art. 175 ust. 1-3.

2. *W rozporządzeniu, o którym mowa w ust. 1, zostaną ustalone:.....*

   2) *referencyjne metodyki wykonywania pomiarów,*

   3) *kryteria lokalizacji punktów pomiarowych,*

   4) *sposoby ewidencjonowania przeprowadzonych pomiarów.*

3. *W rozporządzeniu, o którym mowa w ust. 1, może zostać ustalone wymaganie prowadzenia pomiarów:*

   1) *w zależności od:*

      a) *kategorii lub klasy drogi, kategorii linii kolejowej albo linii tramwajowej,*

      b) *rodzaju linii kolejowej, linii tramwajowej, lotniska albo portu,*

      c) *parametrów technicznych lub eksploatacyjnych drogi, linii kolejowej albo linii tramwajowej,*

   2) *w związku z usytuowaniem drogi, linii kolejowej, linii tramwajowej, lotniska oraz portu:*

a) na terenach gęsto zaludnionych,

b) na terenach objętych ochroną ze względu na potrzeby ochrony środowiska na podstawie przepisów szczególnych,

3) dla poszczególnych odcinków dróg, linii kolejowych albo linii tramwajowych.

Art. 177. 1. Wyniki pomiarów, o których mowa w art. 175, zarządzający drogą, linią kolejową, linią tramwajową, lotniskiem lub portem przedkłada organowi ochrony środowiska oraz wojewódzkiemu inspektorowi ochrony środowiska, o ile pomiary te mają szczególne znaczenie dla systematycznej obserwacji zmian stanu środowiska wynikających z eksploatacji tych obiektów.

2. Minister właściwy do spraw środowiska określi, w drodze rozporządzenia, rodzaje wyników pomiarów prowadzonych w związku z eksploatacją dróg, linii kolejowych, linii tramwajowych, lotnisk oraz portów, które ze względu na szczególne znaczenie dla systematycznej obserwacji zmian stanu środowiska wynikających z eksploatacji tych obiektów powinny być przekazywane właściwym organom ochrony środowiska oraz wojewódzkiemu inspektorowi ochrony środowiska, oraz terminy i sposób prezentacji tych wyników, kierując się potrzebą zapewnienia systematycznej obserwacji zmian stanu środowiska.

3. W rozporządzeniu, o którym mowa w ust. 2, zostaną ustalone:

1) przypadki, w których wymagane jest przedkładanie wyników pomiarów z uwagi na cechy obiektów, o których mowa w art. 176 ust. 3 pkt 1, oraz ich usytuowanie,

2) forma przedkładanych wyników pomiarów,

3) układ przedkładanych wyników pomiarów,

4) wymagane techniki przedkładania pomiarów,

5) terminy przedkładania wyników pomiarów w zależności od ich rodzajów.

Dalsze artykuły odnoszą się już bezpośrednio do realizacji map akustycznych dla infrastruktury transportowej:

Art. 179. 1. Zarządzający drogą, linią kolejową lub lotniskiem zaliczonymi do obiektów, których eksploatacja może powodować negatywne oddziaływanie akustyczne na znacznych obszarach, sporządza co 5 lat mapę akustyczną terenu, na którym eksploatacja obiektu może powodować przekroczenie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku.

2. Minister właściwy do spraw środowiska określi, w drodze rozporządzenia, drogi, linie kolejowe i lotniska, których eksploatacja może powodować negatywne oddziaływanie akustyczne na znacznych obszarach, dla których wymagane jest sporządzanie map akustycznych, oraz sposoby określania granic terenów objętych tymi mapami z uwzględnieniem cech obiektów, o których mowa w art. 176 ust. 3.

2a. W rozporządzeniu, o którym mowa w ust. 2, można zróżnicować terminy zaliczenia dróg, linii kolejowych i lotnisk do obiektów, których eksploatacja może powodować negatywne oddziaływanie na środowisko, z uwzględnieniem sporządzania w pierwszej kolejności map akustycznych dla obiektów o bardziej negatywnym oddziaływaniu akustycznym.

2b. Mapę akustyczną sporządza się, wykorzystując najnowsze wyniki pomiarów hałasu przeprowadzanych na podstawie art. 175 oraz inne dane.

3. *Mapę akustyczną sporządza się we fragmentach obejmujących obiekty na obszarach poszczególnych powiatów; do fragmentów mapy akustycznej stosuje się odpowiednio art. 118 ust. 3-5.*
4. *Zarządzający drogą, linią kolejową lub lotniskiem przedkłada, niezwłocznie po wykonaniu:*
   1) *fragment mapy akustycznej obejmującej określony powiat - właściwemu wojewodzie i staroście,*
   2) *fragment mapy akustycznej obejmującej określone województwo - właściwemu wojewódzkiemu inspektorowi ochrony środowiska.*
5. *Zarządzający drogą, linią kolejową lub lotniskiem jest obowiązany sporządzić po raz pierwszy mapę akustyczną terenu w terminie 1 roku od dnia, w którym zostały one zaliczone do obiektów, których eksploatacja może powodować negatywne oddziaływanie akustyczne na znacznych obszarach.*

Na zakończenie omówienia ustawy Poś należy zaprezentować dwa artykuły odnoszące się do problemu akredytacji laboratoriów pomiarowych w zakresie hałasu:

Art. 147a. 1. Prowadzący instalację oraz użytkownik urządzenia są zobowiązani zapewnić wykonanie pomiarów wielkości emisji lub warunków korzystania ze środowiska, w tym pobierania próbek przez:

1) *akredytowane laboratorium w rozumieniu ustawy z dnia 4 sierpnia 2002 r. o systemie zgodności (Dz.U. z 2016 r. poz. 655)….*

oraz art. 175:

Art. 175. 1. Zarządzający drogą, linią kolejową, linią tramwajową, lotniskiem lub portem, z zastrzeżeniem ust. 2, jest obowiązany do okresowych pomiarów poziomów w środowisku substancji lub energii wprowadzanych w związku z eksploatacją tych obiektów.

2. *W razie eksploatacji obiektów o określonych cechach lub kategoriach wskazujących na możliwość wprowadzenia do środowiska substancji lub energii w znacznych ilościach zarządzający drogą, linią kolejową, linią tramwajową, lotniskiem lub portem jest obowiązany do ciągłych pomiarów ich poziomów w środowisku.*
3. *W razie przebudowy drogi, linii kolejowej, linii tramwajowej, lotniska lub port, zmieniającej w istotny sposób warunki eksploatacji, zarządzający jest obowiązany do przeprowadzenia pomiarów poziomów w środowisku substancji lub energii wprowadzanych w związku z eksploatacją tych obiektów.*

   ……

5a. *Do pomiarów, o których mowa w ust. 1-3, stosuje się odpowiednio przepisy art. 147a. …….*

Pomiary hałasu wykonane w oparciu o oba w/w przepisy znajdują zastosowanie w procesie realizacji map akustycznych. Idąc dalej – ust. 6 art. 175 stanowi bezpośrednio, że wyniki pomiarów wykonanych w oparciu o ust. 1 tego artykułu stanowią podstawę do opracowania map hałasowych.

Pomiary hałasu realizowane w celu m.in. wykorzystania ich w mapie akustycznej powinny być wykonane przez laboratorium akredytowane.

3.2. ROZPORZĄDZENIA MINISTRA ŚRODOWISKA

Ustawa Prawo ochrony środowiska wyznacza zakres działania i obowiązki podmiotów w odniesieniu do problematyki ochrony środowiska przed hałasem (tutaj – w odniesieniu do procesu przygotowywania map akustycznych). Natomiast kryteria oceny, podstawy metodyczne i szczegółowe procedury postępowania zawarte są w aktach prawnych niższej rangi, tj. w rozporządzeniach.

Poniżej zestawiono i zanalizowano 11 rozporządzeń. Kolejność zestawienia jest arbitralnym wyborem autorów opracowania i nie stanowi o „stopniu istotności" danego aktu prawnego (w odniesieniu do map akustycznych).

1. Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku. (Dz. U. z 2014 r. poz. 112)

Obecnie, dopuszczalne poziomy hałasu odnoszą się do dwóch rodzajów wskaźników oceny, które przytoczono i zdefiniowano wyżej. Są to wielkości stosowane dotychczas:

- poziom równoważny dla pory dziennej (od godz. 6:00 do 22:00), aktualnie oznaczany w ustawie Poś jako L_{AeqD} w dB,
- poziom równoważny dla pory nocnej (od godz. 22:00 do 6:00), aktualnie oznaczany w ustawie Poś jako L_{AeqN} w dB.

i zdefiniowane jako wskaźniki wykorzystywane do bieżącej kontroli stanu akustycznego środowiska oraz wskaźniki wprowadzone w wyniku implementacji Dyrektywy 2002/49/WE, a określone jako wskaźniki służące do realizacji długofalowej polityki hałasowej:

- 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} w dB,
- długookresowy średni poziom dźwięku A wyrażony w decybelach (dB), wyznaczony w ciągu wszystkich pór nocy w roku, oznaczany w ustawie Poś jako L_N w dB.

W tekście rozporządzenia zamieszczono 4 tabele z ustalonymi w tym rozporządzeniu dopuszczalnymi poziomami dźwięku z zachowaniem dualizmu wskaźników i podziału doby na różne okresy. Zostały one także zacytowane w niniejszych wytycznych (poniżej).

2. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 14 grudnia 2006 r. w sprawie dróg, linii kolejowych i lotnisk, których eksploatacja może powodować negatywne oddziaływania akustyczne na znacznych obszarach, dla których jest wymagane sporządzenie map akustycznych, oraz sposobów określania granic terenów objętych tymi mapami (Dz. U. z 2007 r. Nr 1, poz. 8)

Akt prawny ustalający, które z obiektów komunikacyjnych (drogi, linie kolejowe i lotniska) objęte zostały obowiązkiem realizacji map akustycznych w terminie 1 roku od zaliczenia ich do obiektów, których eksploatacja może powodować negatywne oddziaływanie akustyczne znacznych obszarach, dla których wymagane jest opracowanie map hałasowych. I tak:

TABELA 1 (nr tabeli z rozporządzenia)

Dopuszczalne poziomy hałasu w środowisku powodowanego przez poszczególne grupy źródeł hałasu, z wyłączeniem hałasu powodowanego przez starty, lądowania i przeloty statków powietrznych oraz linie elektroenergetyczne, wyrażone wskaźnikami $L_{Aeq\ D}$ i $L_{Aeq\ N}$, które to wskaźniki mają zastosowanie do ustalania i kontroli warunków korzystania ze środowiska, w odniesieniu do 1 doby

Lp.	Przeznaczenie terenu	Dopuszczalny długookresowy średni poziom dźwięku A w dB			
		Drogi lub linie kolejowe[1)]		Pozostałe obiekty i działalność będąca źródłem hałasu	
		$L_{Aeq\ D}$ przedział czasu odniesienia równy 16 godzinom	**$L_{Aeq\ N}$** przedział czasu odniesienia równy 8 godzinom	**$L_{Aeq\ D}$** przedział czasu odniesienia równy 8 najmniej korzystnym godzinom dnia kolejno po sobie następującym	**$L_{Aeq\ N}$** przedział czasu odniesienia równy 1 najmniej korzystnej godzinie nocy
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*
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[2)] c) tereny domów opieki d) tereny szpitali w miastach	**61**	**56**	**50**	**40**
3	a) tereny zabudowy mieszkaniowej wielorodzinnej i zamieszkania zbiorowego b) tereny zabudowy zagrodowej c) tereny rekreacyjno – wypoczynkowe d) tereny mieszkaniowo – usługowe	**65**	**56**	**55**	**45**
4	Tereny w strefie śródmiejskiej miast powyżej 100 tys. mieszkańców[3)]	**68**	**60**	**55**	**45**

[1)] Wartości określone dla dróg i linii kolejowych stosuje się także dla torowisk tramwajowych poza pasem drogowym i kolei linowych.

[2)] W przypadku niewykorzystania tych terenów, zgodnie z ich funkcją, w porze nocy, nie obowiązuje na nich dopuszczalny poziom hałasu w porze nocy

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

TABELA 2 (numeracja tabeli - z rozporządzenia)

Dopuszczalne poziomy hałasu w środowisku powodowane przez starty, lądowania i przeloty statków powietrznych oraz linie elektroenergetyczne wyrażone wskaźnikami $L_{Aeq\ D}$ i $L_{Aeq\ N}$, mającymi zastosowanie do ustalania i kontroli warunków korzystania ze środowiska, w odniesieniu do 1 doby

Lp.	Przeznaczenie terenu	Dopuszczalny długookresowy, średni poziom dźwięku A w dB			
		Starty, lądowania i przeloty statków powietrznych		Linie elektroenergetyczne	
		$L_{Aeq\ D}$ przedział czasu odniesienia równy 16 godzinom	**L_N** przedział czasu odniesienia równy 8 godzinom	**$L_{Aeq\ D}$** przedział czasu odniesienia równy 16 godzinom	**L_N** przedział czasu odniesienia równy 8 godzinom
1	a) obszary A ochrony uzdrowiskowej b) Tereny szpitali, domów opieki c) Tereny zabudowy związanej ze stałym lub wielogodzinnym pobytem dzieci i młodzieży[1)]	**55**	**45**	**45**	**40**
2	a) Tereny zabudowy mieszkaniowej jedno- i wielorodzinnej oraz zabudowy zagrodowej i zamieszkania zbiorowego b) Tereny rekreacyjno – wypoczynkowe c) Tereny mieszkaniowo – usługowe, d) Tereny w strefie śródmiejskiej miast powyżej 100 tys. mieszkańców[2)]	**60**	**50**	**50**	**45**

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

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

TABELA 3 (numeracja tabeli z rozporządzenia)

Dopuszczalne poziomy hałasu w środowisku powodowanego przez poszczególne grupy źródeł hałasu, z wyłączeniem hałasu powodowanego przez starty, lądowania i przeloty statków powietrznych oraz linie elektroenergetyczne, wyrażone wskaźnikami L_{DWN} i L_N, które to wskaźniki mają zastosowanie do prowadzenia długookresowej polityki w zakresie ochrony przed hałasem

Lp.	Przeznaczenie terenu	Dopuszczalny długookresowy średni poziom dźwięku A w dB			
		Drogi lub linie kolejowe[1)]		Instalacje i pozostałe 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	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*
1	a) obszary A ochrony uzdrowiskowej b) tereny szpitali poza miastem	**55**	**45**	**45**	**40**
2	a) tereny zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej b) tereny zabudowy związanej ze stałym lub wielogodzinnym pobytem dzieci i młodzieży[2)] 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[3)]	**70**	**65**	**55**	**45**

[1)] Wartości określone dla dróg i linii kolejowych stosuje się także dla torowisk tramwajowych poza pasem drogowym i kolei linowych.

[2)] W przypadku niewykorzystania tych terenów, zgodnie z ich funkcją, w porze nocy, nie obowiązuje na nich dopuszczalny poziom hałasu w porze nocy

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

TABELA 4 (numeracja tabeli - z rozporządzenia)

Dopuszczalne poziomy hałasu w środowisku powodowane przez starty, lądowania i przeloty statków powietrznych oraz linie elektroenergetyczne wyrażone wskaźnikami L_{DWN} i L_N, mającymi zastosowanie do prowadzenia długookresowej polityki w zakresie ochrony środowiska przed hałasem

Lp.	Przeznaczenie terenu	Dopuszczalny długookresowy, średni poziom dźwięku A w dB			
		Starty, lądowania i przeloty statków powietrznych		Linie elektroenergetyczne	
		L_{DWN} przedział czasu odniesienia równy wszystkim dobom w roku	**L_N** przedział czasu odniesienia równy wszystkim porom nocy	**L_{DWN}** przedział czasu odniesienia równy wszystkim dobom w roku	**L_N** przedział czasu odniesienia równy wszystkim porom nocy
1	d) obszary A ochrony uzdrowiskowej e) Tereny szpitali, domów opieki f) Tereny zabudowy związanej ze stałym lub wielogodzinnym pobytem dzieci i młodzieży[1)]	**55**	**45**	**45**	**40**
2	a) Tereny zabudowy mieszkaniowej jedno- i wielorodzinnej oraz zabudowy zagrodowej i zamieszkania zbiorowego b) Tereny rekreacyjno – wypoczynkowe c) Tereny mieszkaniowo – usługowe, d) Tereny w strefie śródmiejskiej miast powyżej 100 tys. mieszkańców[2)]	**60**	**50**	**50**	**45**

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

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

- w dniu wejścia w życie rozporządzenia (20 stycznia 2007 r.) do w/w obiektów zaliczono:
  - drogi o liczbie pojazdów ponad 6 mln rocznie,
  - linie kolejowe, po których przejeżdża ponad 60 tys. pociągów rocznie,
  - porty lotnicze o liczbie operacji lotniczych powyżej 50 tys. rocznie (samoloty cywilne, o maks. masie startowej przekraczającej 5700 kg).

- w dniu 01 stycznia 2011 r. do w/w obiektów zaliczono:
  - drogi o liczbie pojazdów ponad 3 mln rocznie,
  - linie kolejowe, po których przejeżdża ponad 30 tys. pociągów rocznie.

Ponadto omawiane rozporządzenie określa granice terenów objętych mapą akustyczną (będzie o tym mowa w dalszych rozdziałach niniejszych wytycznych).

Zgodnie z art. 118.2 starosta, sporządzając mapę akustyczną aglomeracji uwzględnia informacje wynikające z map akustycznych sporządzonych dla dróg, linii kolejowych, lotnisk i portów. Jednakże określone w regulacjach prawnych terminy wskazują, iż mapę akustyczna aglomeracji starosta musi ukończyć już ok. pół roku po uzyskaniu fragmentów map dla wymienionych wyżej obiektów komunikacyjnych.

3. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 30 października 2014r. w sprawie wymagań w zakresie prowadzenia pomiarów wielkości emisji oraz pomiarów ilości pobieranej wody. (Dz.U. z 2014 r. poz. 1542)

W rozporządzeniu tym znalazły się m.in. referencyjne metody pomiarów i oceny hałasu instalacyjnego i przemysłowego. Metody te obejmują zarówno:

- terenowe prace pomiarowe, dotychczas nazywane „pomiarami”,
- referencyjne modele obliczeniowe emisji i rozprzestrzeniania się hałasu przemysłowego (instalacyjnego).

Rozporządzenie to nie ma żadnych formalnych, bezpośrednich odniesień do wprowadzonych Dyrektywą, długookresowych wskaźników L_{DWN} oraz L_N. Z drugiej strony rozporządzenie w aktualnej swej wersji, biorąc pod uwagę względy merytoryczne, może mieć zastosowanie do wyznaczania parametrów akustycznych źródeł i stanu akustycznego środowiska, istotnych dla wyznaczenia poziomu długookresowego. Należy także podkreślić, iż zalecany w dotychczasowej wersji rozporządzenia model obliczeniowy jest zgodny z wymaganiami zawartymi w Dyrektywie 2002/49/WE.

4. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 19 listopada 2008 r. w sprawie rodzajów wyników pomiarów prowadzonych w związku z eksploatacją instalacji lub urządzenia i innych danych oraz terminu i sposobów ich prezentacji. (Dz. U. z 2008 r. Nr 215, poz. 1366)

Rozporządzenie niniejsze zawiera zakres i układ wyników pomiarów i ocen – także w odniesieniu do hałasu - przekazywanych organom ochrony środowiska, a wykonanych w oparciu o wymienione wyżej w pkt. 3 rozporządzenie zawierające metody referencyjne.

Rozporządzenie to ma mniejsze znaczenie w procesie wykonywania map akustyczne i wspominane jest tutaj właściwie tylko z powodów formalnych, ponieważ jest ono ściśle związane z poprzednim rozporządzeniem metodycznym.

5. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 16 czerwca 2011r. w sprawie wymagań w zakresie prowadzenia pomiarów poziomów w środowisku substancji lub energii przez zarządzającego drogą, linią kolejową, linią tramwajową, lotniskiem, portem (Dz.U. 2011, nr 140, poz. 824)

Rozporządzenie to zawiera m.in. referencyjne metody pomiarów hałasu komunikacyjnego, a także ustala zakres obowiązków dotyczących wykonywania pomiarów hałasu, określając obiekty, przy których niezbędne jest wykonywanie:

- ciągłych pomiarów hałasu,
- okresowych pomiarów hałasu,

wraz z okresami wykonywania badań pomiarowych.

Rozporządzenie niniejsze nie uwzględnia długookresowych wskaźników oceny hałasu (poza hałasem lotniczym) i stan ten nie ulegnie zmianie.

W obecnej wersji rozporządzenie może mieć zastosowanie do wyznaczania parametrów akustycznych źródeł i poziomów imisji hałasu w środowisku, istotnych dla wyznaczenia docelowo poziomu długookresowego, kalibracji modeli obliczeniowych stosowanych do opracowywania map akustycznych itp.

W odniesieniu do obliczeniowych metod oceny, w aktualnej wersji rozporządzenia zawarto zapisy:

1) Dla hałasu lotniczego:

   „Do oceny hałasu dla lotnisk stosuje się metodę obliczeniową INM. Metoda ta zawarta jest w przepisach międzynarodowych w rozumieniu ustawy z dnia 3 lipca 2002 r. – Prawo lotnicze (Dz. U. z 2006 r. Nr 100, poz. 696, z późn. zm.), a w szczególności w dokumencie: Circular 205 - AN/1/25/1988 Międzynarodowej Organizacji Lotnictwa Cywilnego - ICAO oraz zaadaptowanym do warunków europejskich dokumencie ECAC CEAC Doc. 29 Report on Standard Method of Computing Noise Countours around Civil Airports."

2) Dla hałasu powodowanego ruchem pojazdów drogowych oraz szynowych:

   „1. Zastosowanie procedury obliczeniowej wymaga weryfikacji modelu obliczeniowego przy pomocy pomiarów, wraz z jej udokumentowaniem.

   2. Weryfikacja pomiarowa polega na porównaniu wyników obliczeń poziomów dźwięku z wynikami pomiarów, wykonanych w tych samych warunkach dotyczących parametrów źródła i rozprzestrzeniania się dźwięku.

   3. Warunkiem koniecznym równoważności metod pomiarowych i obliczeniowych jest warunek zgodny z wzorem 9:

$$\sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(L_{zm,i}-L_{obl,i})^2} \le 2{,}5\ dB \qquad (1)$$

   gdzie:

   $L_{zm,i}$ *– zmierzona wartość wskaźnika hałasu w decybelach [dB],*

   $L_{obl,i}$ *– obliczona dla tych samych warunków wartość wskaźnika hałasu w decybelach [dB],*

   n – liczba pomiarów porównawczych.

   4. W przypadku spełnienia warunku koniecznego, przeprowadza się dowód równoważności obu metod, który zamieszcza się w sprawozdaniu do danego zakresu zmienności parametrów decydujących o wyniku pomiaru.

   5. Jeżeli zastosowanie modelu obliczeniowego wymaga przeprowadzenia pomiarów w celu ustalenia wielkości wejściowych do obliczeń dotyczących emisji hałasu ze źródeł, to pomiary takie przeprowadza się w oparciu o procedury podane w pkt E-G (zawarte w tekście nowelizowanego rozporządzenia)."

6. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 17 stycznia 2003 r. 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. Nr 18, poz.164)

Rozporządzenie zawiera zakres i układ wyników pomiarów i oceny, między innymi w odniesieniu do hałasu, przekazywanych organom ochrony środowiska, a wykonanych w oparciu o wymienione wyżej w pkt. 5 rozporządzenie zawierające metody referencyjne pomiarów hałasu komunikacyjnego.

Do niniejszego rozporządzenia odnoszą się analogiczne uwagi, jak w stosunku do rozporządzenia wymienionego wyżej w pkt. 4.

Z uwagi na fakt nowelizacji rozporządzenia omawianego w punkcie 5 (choćby tylko z uwagi na implementację metod pomiarów i oceny hałasu zawartych w omawianej wyżej Dyrektywie 2015/996), niniejsze rozporządzenie będzie musiało także ulec nowelizacji, w celu zapewnienia formalnej i merytorycznej zgodności obu przepisów.

7. 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 2007 r. Nr 187, poz. 1340)

Zakres danych ujętych na mapach akustycznych ujęto w trzech załącznika do rozporządzenia:

Załącznik nr 1	Szczegółowy zakres danych ujętych na mapach akustycznych oraz ich układ i sposób prezentacji w celu ich wykorzystywania do opracowania danych dla państwowego monitoringu środowiska
Załącznik nr 2	Szczegółowy zakres danych ujętych na mapach akustycznych oraz ich układ i sposób prezentacji w celu ich wykorzystywania do tworzenia i aktualizacji programów ochrony środowiska przed hałasem
Załącznik nr 3	Szczegółowy zakres danych ujętych na mapach akustycznych oraz ich układ i sposób prezentacji w celu ich wykorzystywania do informowania społeczeństwa o zagrożeniach środowiska hałasem

W załączniku 1 zawarto wszystkie dane, które niezbędne są do opracowania przez Główny Inspektorat Ochrony Środowiska raportu sprawozdawczego do Komisji Europejskiej nt. zrealizowanych map akustycznych. Podobnie w załączniku uwzględniono wszystkie dane niezbędne do przygotowania raportu do Komisji nt. opracowanych programów ochrony środowiska przed hałasem.

Dane, o których mowa we wszystkich trzech załącznika należą do jednej z dwóch grup danych:

- opisowych,
- graficznych.

W części graficznej sprecyzowano, jakiego rodzaju mapy tematyczne mapy akustyczne (wchodzące w skład opracowania p.n. *Mapa akustyczna*) niezbędne są celu, któremu odpowiada dany załącznik.

Szczegółowe informacje na temat zawartości merytorycznej załączników 1, 2 oraz 3 zaprezentowano w rozdziale 16.

8. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 10 listopada 2010 r. w sprawie ustalania wartości wskaźnika hałasu L_{DWN} (Dz.U. 2010 r. Nr 215, poz.1414)

Rozporządzenie to, na podstawie art. 112b ustawy Poś określa sposoby wyznaczania wartości poziomów długookresowych L_{DWN}, uśredniających zjawiska akustyczne w ciągu roku, z uwzględnieniem:

- zmienności źródła hałasu,
- zmienności warunków atmosferycznych.

Treść rozporządzenia ogranicza się jednak jedynie do przytoczenia wzoru definicyjnego, zawartego w Dyrektywie 200/49/WE, wraz z objaśnieniami wielkości użytych we wzorze.

Rozporządzenie nie zawiera natomiast skonkretyzowanych sposobów określania zmienności tych wielkości, które w sposób istotny wpływają na wartość końcową wyznaczanego poziomu.

Należy zaznaczyć, iż w rozporządzeniu tym:

- brak jest powołania się na procedury z norm ISO 1996-1,2
- występują błędy odnośnie wyznaczania wartości średnich poziomów dźwięku.

10. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 25 kwietnia 2008 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących rejestru zawierającego informacje o stanie akustycznym środowiska. (Dz. U. z 2008 r. Nr 82, poz. 500)

Rozporządzenie na podstawie art. 120a, ust. 2 ustawy Poś precyzuje:

1) rodzaje wyników pomiarów, badań i analiz podlegających rejestracji,
2) układ rejestru,
3) formę rejestracji wyników pomiarów, badań i analiz,

odnośnie rejestru prowadzonego przez wojewódzkiego inspektora ochrony środowiska, zawierającego informacje o stanie akustycznym środowiska, na podstawie pomiarów, badań i analiz wykonywanych w ramach państwowego monitoringu środowiska, w tym także – w odniesieniu do stanu akustycznego środowiska.

Zagadnienia związane z rejestrem będą poruszane w dalszych rozdziałach niniejszych wytycznych.

10. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 14 października 2002 r. w sprawie szczegółowych wymagań, jakim powinien odpowiadać program ochrony środowiska przed hałasem (Dz. U. 2002r., Nr 179, poz. 1498)

Jest to akt wykonawczy ustalający zasady tworzenia programów zwalczania hałasu w środowisku, pośrednio związany z realizacją mapy akustycznej, a właściwie z jednym ze sposobów wykorzystania tej mapy.

Z punktu widzenia opracowywania map akustycznych istotny jest fakt wprowadzenia w tym rozporządzeniu tzw. wskaźnika M, przy pomocy którego dokonuje się gradacji terenów zagrożonych hałasem. O wskaźniku tym będzie mowa w dalszych partiach tekstu.

11. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 22 września 2010 r. w sprawie wzoru oraz zawartości układu publicznie dostępnego wykazu danych o dokumentach zawierających informacje o środowisku i jego ochronie. (Dz.U. 2010 r., nr 186, poz. 1249)

Rozporządzenie zostało wydane na podstawie art. 23, ust. 2 ustawy 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. 2008 r., nr 199, poz. 1227).

3.3. USZCZEGÓŁOWIENIE ART. 117, UST. 5 USTAWY PRAWO OCHRONY ŚRODOWISKA, W ODNIESIENIU DO ZADAŃ WIOŚ

Zgodnie z aktualnym przepisami prawa wprowadzono obowiązek oceny stanu klimatu akustycznego raz na 5 lat w odniesieniu do określonych obszarów, grupujących najistotniejsze rodzaje i grupy źródeł hałasu. Natomiast w art. 117, ust. 5 ustawy Poś zapisano, że na pozostałych obszarach kraju rozpoznanie ekspozycji terenów i ludności na hałas w środowisku prowadzi wojewódzki inspektor ochrony środowiska.

Dalsze przepisy te nie precyzują zarówno zakresu, formy, jak i terminów działań wojewódzkiego inspektora, natomiast określają wspólny obszar techniczno - organizacyjny, tzn.:

- wszystkie oceny stanu akustycznego środowiska wykonywane są w ramach państwowego monitoringu środowiska,
- oceny oparte są na wartościach długookresowych wskaźników hałasu, tj. na wartościach poziomów L_{DWN} oraz L_N.

Dla realizacji powyższego celu zaproponowano wojewódzkim inspektorom ochrony środowiska, w ramach prowadzonego przez nich monitoringu hałasu, zadania polegające na opracowywaniu także na obszarach objętych przepisem z art. 117, ust. 5 ustawy Poś **map akustycznych**. Ten kierunek działania należy traktować rozwojowo.

Poniżej zaproponowano następującą ogólną procedurę postępowania w ramach rozpoznania klimatu akustycznego środowiska.

Należy się spodziewać, że w pierwszym okresie, przypadki oznaczone jako 2.b będą dominować w bieżącej działalności.

*Pod pojęciem **lokalne mapy akustyczne rozumieć należy** tutaj opracowania graficzne obejmujące:*

- *mapę akustyczną dla obszaru niewielkich miast (poniżej 100 tys. mieszkańców), w granicach administracyjnych miasta, osiedla, dzielnicy itp.,*
- *mapę linii równego poziomu dźwięku zasięgu hałasu w otoczeniu punktu pomiarowego; opracowanie graficzne obejmuje w takim przypadku kilkadziesiąt do maksimum kilkaset metrów długości obiektu emitującego hałas wraz z jego otoczeniem.*

	Aglomeracje (miasta) i obiekty komunikacyjne	Sposoby postępowania
1.	Spełniające kryteria zapisane w: – ustawie Poś oraz – Dyrektywie 2002/49/WE	⇨ Zastosowanie obligatoryjnych metod i procedur wynikających z przepisów: - prawa krajowego oraz - przepisów unijnych. ***mapy zgodne z Dyrektywą 2002/49/WE***
2.a	Nie spełniające w/w kryteriów, zaliczające się do grupy obszarów wymienionych w art. 117, ust.5 ustawy Poś	⇨ Metody i procedury wymienione wyżej (w miarę możliwości i aktualnych warunków)
2.b		⇩ Zastosowanie **uproszczonych metod** i procedur, w ogólnym zakresie zgodnych metodycznie ze sposobami wykonania map obligatoryjnych. Tak wykonane mapy nazywać się tutaj będzie: ***LOKALNYMI MAPAMI (AKUSTYCZNYMI)***

W dokumentach programowych i metodycznych, takich jak:

- Program Państwowego Monitoringu Środowiska na lata 2016-2020 (GIOŚ, 2015)
- Zasady prowadzenia monitoringu hałasu (IOŚ-PIB,2015)

zaproponowano ***nowe podejście*** do działalności w ramach monitoringu hałasu w środowisku, przyjmując poniższe przesłanki wyjściowe:

ID	Przesłanka	Charakterystyka lub komentarz
1	Wymagania wynikające z Państwowego Monitoringu Środowiska na lata 2016-2020	
2	Pełne oceny stanu akustycznego środowiska wykonywane co 5 lat, Oceny orientacyjne – częściej; rekomenduje się okres roczny	Przyjęcie okresu 5 letniego i wynikające stąd implikacje odnośnie podejmowanych działań wynikają bezpośrednio z 5-cio letniego cyklu realizacji map akustycznych
3	Rozpoznanie klimatu akustycznego realizowane jest wg podstaw metodycznych wykorzystywanych do realizacji map akustycznych.	Wdrożenie Dyrektywy 2002/49/WE narzuciło obowiązek wykonywania map akustycznych z wykorzystaniem: – wprowadzonych Dyrektywą wskaźników oceny hałasu (uśrednianie roczne), – zalecanych metod obliczeń hałasu. Obowiązkowe mapy akustyczne (dla aglomeracji i głównych obiektów transportowych jak drogi, linie kolejowe, porty lotnicze) obejmują jak się szacuje 25%-30% ludności kraju. Jest sprawą oczywistą, ra-

		cjonalną, że oceny ekspozycji na hałas pozostałej części ludności powinny być realizowane z wykorzystaniem analogicznych zasad metodycznych, z dopuszczeniem ich uproszczenia. Przyjęcie tej przesłanki pozwala na pełną porównywalność ocen w skali kraju.
4	„Nie tylko pomiary" (odnosi się to do wioś). Rekomenduje się realizację map akustycznych również na terenach nie objętych obligatoryjnymi mapami akustycznymi.	Początek nowego trendu w zakresie ocen stanu akustycznego środowiska, zgodnego (zbieżnego) z ocenami wykonywanymi w innych krajach. Przeniesienie akcentów na powszechne wykonywanie oceny stanu akustycznego środowiska w postaci map akustycznych (nawet lokalnych, uproszczonych), wykonywanych głównie przy pomocy metod obliczeniowych, z sukcesywnym ograniczaniem (docelowo) ocen realizowanych wyłącznie przy pomocy pomiarów. Jest to dążenie do wzrostu pokrycia powierzchni kraju mapami akustycznymi, które w pewnym momencie będą się łączyły ze sobą obejmując coraz większe powierzchne.
5	Pomiary – głównie o charakterze „kalibracyjnym". Podstawy sprzętowe i logistyczne pomiarów – automatyczne laboratoria mobilne.	Należy położyć nacisk na realizacje „wyspecjalizowanych", precyzyjnych pomiarów hałasu, które mogą przede wszystkim służyć do określania bardziej kompleksowych wskaźników i parametrów oceny klimatu akustycznego. Wyniki tych pomiarów mogą oczywiście także służyć wykonywaniu ocen stanu aktualnego (oceny punktowe, a nie „powierzchniowe"). Jest to wykorzystanie dodatkowe uzyskanych rezultatów. Działaniom „kalibracyjnym" sprzyja wyposażenie wojewódzkich zespołów pomiarowych w ***automatyczne systemy mobilnego monitoringu hałasu***, które pozwalają na bardziej kompleksowe, automatyczne pomiary, nie tylko parametrów akustycznych, lecz także: – parametrów ruchu, – parametrów warunków atmosferycznych z możliwością korelacji uzyskanych przebiegów czasowych.
6	Ocena poziomów długookresowych – na podstawie pomiarowo - obliczeniowej (modelowanie w oprogramowaniu Cadna [lub równorzędnym],	Sukcesywne przechodzenie na obliczeniowe metody wyznaczania poziomów długookresowych, z wykorzystanie pomiarów kalibracyjnych.

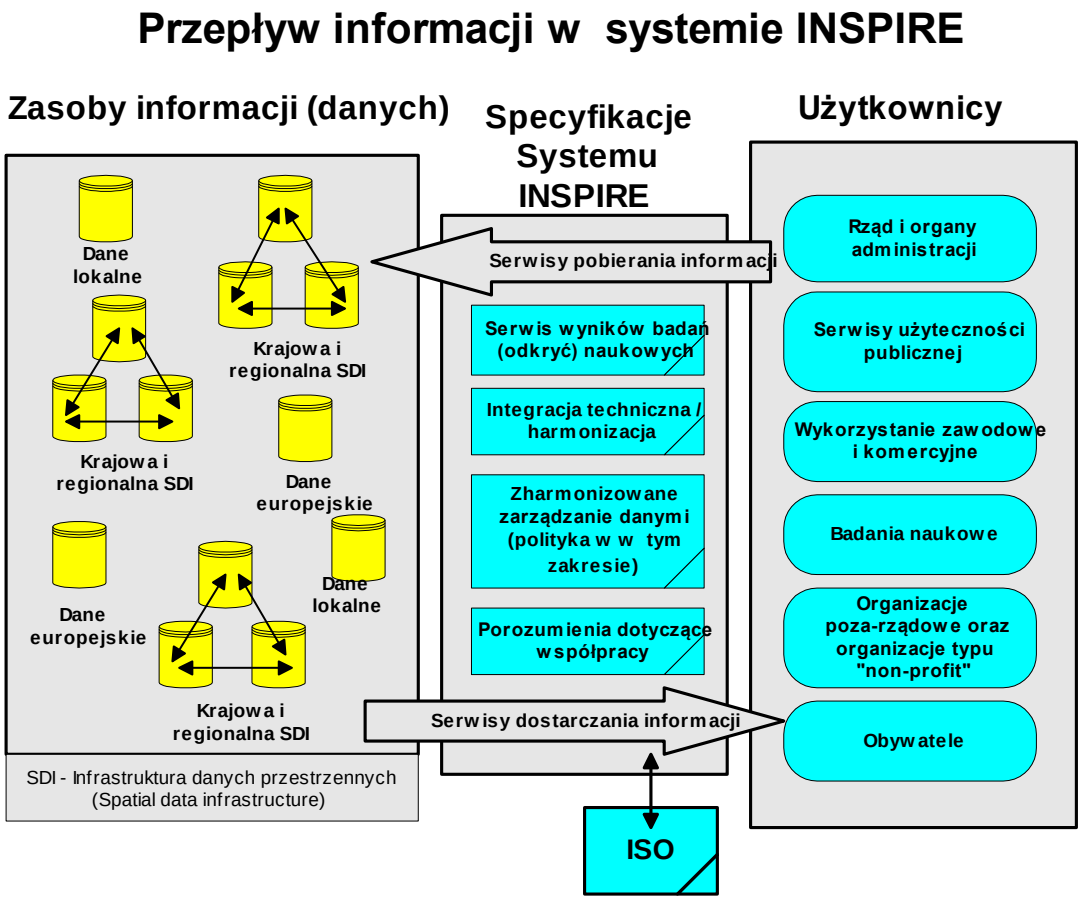
	będącego na wyposażeniu wioś).	
7	Oceny stanu akustycznego województwa na podstawie map akustycznych obligatoryjnych i własnych –w terminie do końca 2 kwartału 2018 r.	Rekomendowane będą realizacje ocen stanu akustycznego środowiska za pomocą analizy map akustycznych. Pierwszym większym zadaniem tego typu będzie przygotowana przez wioś ocena na podstawie pozyskanych, obligatoryjnych map akustycznych odnoszących się do terenu danego województwa (wykonanych w ramach III rundy mapowania) z włączeniem wyników prac własnych wioś w tym zakresie.

4. INFRASTRUKTURA INFORMACJI PRZESTRZENNEJ WE WSPÓLNOCIE (INSPIRE)

Potrzeba posługiwania się coraz większą liczbą baz danych przestrzennych (w oryginale geo-powiązanych) zainspirowała organy Unii Europejskiej do rozwinięcia inicjatywy INSPIRE[12]. INSPIRE ma na celu zebranie i „uwspólnienie" danych geoprzestrzennych (a więc danych jednoznacznie powiązanych ze współrzednymi, np. geograficznymi) pomiędzy krajami członkowskimi poprzez „sieć rozproszonych baz danych połączoną popularnymi standardami i protokołami", dostępną poprzez serwisy interoperacyjne. System ten powinien pomóc w tworzeniu i publikacji, znajdowaniu i dostarczaniu informacji geograficznych we wszystkich krajach członkowskich za pomocą Internetu. W tym zakresie, mimo braku bezpośrednich odniesień do problematyki hałasu, omawiany system ma istotne związki z procesem realizacji map akustycznych.

Europejskim aktem prawnym wprowadzającym incjatywę INSPIRE jest Dyrektywa:

Infrastructure for Spatial Information in the European Community (**INSPIRE**, pol. **Infrastruktura Informacji Przestrzennej we Wspólnocie Europejskiej**), która obowiązuje od 15 maja 2007 roku, po uchwaleniu 14 lutego 2007 roku.



Rysunek 1. Schemat ideowy Systemu INSPIRE

[12] INSPIRE - INfrastructure for SPatial InfoRmation in Europe (infrastruktura w odniesieniu do informacji przestrzennej w Europie)

Podstawowym celem wdrożenia Dyrektywy INSPIRE jest ustalenie infrastruktury informacji przestrzennej we Wspólnocie, w odniesieniu do zagadnień związanych ze środowiskiem i jego ochroną. Przewiduje się, iż infrastruktura ta nie będzie tworzyć nowych systemów, lecz zostanie oparta na istniejących już, krajowych zasobach infrastrukturalnych państw członkowskich, przy ewentualnym ich dostosowaniu.

Zgodnie z omawianą Dyrektywą, infrastruktura danych przestrzennych obejmuje składowe:

- metadane (informacje o dostępnych danych źródłowych),
- zbiory danych przestrzennych,
- usługi dotyczące tych danych,
- usługi i technologie sieciowe,
- umowy dotyczące wymiany, dostępu i wykorzystania itp.

Dyrektywa ustala 34 grupy tematyczne danych przestrzennych, które będą MUSIAŁY być opublikowane w formie przewidzianej przez model danych narzucony w przepisach implementacyjnych. Dane te będą musiały być opisane metadanymi i obowiązkowo być udostępnione poprzez przewidziane dyrektywą usługi, przy czym nie jest powiedziane, że udostępnienie ma być bezpłatne.

34 grupy tematyczne danych podzielono na 3 klasy wg ważności, które znalazły się w załącznikach 1, 2 i 3 Dyrektywy. Zakres załączników obejmuje m.in. (dokonano doboru z uwagi na związki z akustyką środowiska, w szczególności – z procesami realizacji map akustycznych):

1) Załącznik 1
    a. Systemy odniesienia za pomocą współrzędnych
    b. Systemy siatek geograficznych
    c. Nazwy geograficzne
    d. Jednostki administracyjne
    e. Adresy
    f. Działki katastralne
    g. Sieci transportowe

    …….
2) Załącznik 2
    a. Ukształtowanie terenu
    b. Użytkowanie terenu
    c. Sporządzanie ortoobrazów

    ……..
3) Załącznik 3
    a. Jednostki statystyczne
    b. Budynki
    c. Zagospodarowanie przestrzenne
    d. Zdrowie i bezpieczeństwo ludzi
    e. Urządzenia do monitorowania środowiska
    f. Obiekty produkcyjne i przemysłowe
    g. Rozmieszczenie ludności
    h. Gospodarowanie obszarem/strefy ograniczone/regulacyjne oraz jednostki sprawozdawcze

i. Warunki atmosferyczne
j. Warunki meteorologiczno-geograficzne

…….

Państwa członkowskie zostaną zobowiązane do przygotowania metadanych) w okresie 3 – 6 lat od chwili wejścia w życie Dyrektywy. Natomiast Komisja przyjmie i zaakceptuje zharmonizowane specyfikacje danych przestrzennych i uzgodnienia dotyczące ich wymiany.

Zgodność danych z przyjętymi specyfikacjami będą musiały państwa członkowskie zapewnić we własnym zakresie. Państwa te zorganizują także usługi sieciowe dla umożliwienia wymiany danych. Wymiana danych następować będzie w ramach geoportalu wspólnotowego, którym zarządzać będzie Komisja.

W chwili opracowywania niniejszych „Wytycznych…", implementacja prawa wspólnotowego w zakresie reprezentowanym przez Dyrektywę INSPIRE została zapoczątkowana:

Ustawą z dnia 4 marca 2010 r. o infrastrukturze informacji przestrzennej (Dz.U. 2010 nr 76 poz. 489 późn.zm) Ustawa z dnia 13 lipca 2012 r. o zmianie ustawy o działach administracji rządowej oraz niektórych innych ustaw (Dz.U. 2012r., poz. 951) oraz dwoma rozporządzeniami wykonawczymi, z których z punktu widzenia akustyki środowiska jedno może być istotne:

Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 20 października 2010 r. w sprawie ewidencji zbiorów i usług danych przestrzennych objętych infrastrukturą informacji przestrzennej (Dz.U. 2010, nr 201, poz. 1333).

Wymienione wyżej aspekty działań powodują, że INSPIRE powinien być systemem dobrze wspierającym działania wynikające z regulacji Dyrektywy 2002/49/WE. Zgodnie z tymi regulacjami, w celu wykonania mapy akustycznej gromadzi się i przekształca szereg danych, w większości mających charakter danych przestrzennych. W efekcie tych działań powstaje następna kategoria informacji (warstwa mapy), będących niczym innym jak kolejnym rodzajem tematycznego opracowania danych przestrzennych.

System INSPIRE wprowadza zasady *współużytkowania danych* i odpowiedniego do nich dostępu dla wszystkich zainteresowanych i dysponujących odnośnymi aplikacjami GIS, przystosowanymi do tworzenia map hałasu. Wszystkie dane wejściowe do tworzenia map hałasu i produkty opracowywania map hałasu są przestrzennymi jednostkami informacyjnymi, którymi można posługiwać się w systemach GIS. Wszystkie te dane, włącznie z mapami hałasu, wartościami poziomów hałasu w pobliżu budynków, mapami przekroczeń poziomów dopuszczalnych i wszystkimi innymi typami map, zidentyfikowanymi w Aneksie 4 do Dyrektywy 2002/49/WE mogą być zarządzane jako pojedyncze grupy danych tematycznych razem z wszystkimi innymi grupami tematycznymi, takimi jak budynki, osie dróg, informacje dot. poziomu terenu, ściany, itp.

Więcej informacji na temat wykorzystania GIS w mapowaniu akustycznym, od strony praktycznej, zawarto w dalszej części niniejszego opracowania.

5. PODSTAWOWE WSKAŹNIKI OCENY HAŁASU STOSOWANE W MAPACH AKUSTYCZNYCH

5.1. DEFINICJE I OKREŚLENIA

Mapy akustyczne stanowiące prezentację przestrzennego rozkładu określonej wielkości, ogólnie rzecz biorąc, mogą być opracowywane, analizowane i interpretowane przy wykorzystaniu wielu różnych wskaźników, w zależności od aktualnych potrzeb i celów, którym będą służyć.

Jednakże mapy, o których tutaj jest mowa, a których opracowanie jest wymagane przepisami prawa (ustawa Poś), z uwagi na zapewnienie jednolitości formy i treści mapy, a także porównywalności wyników, muszą być oparte o określone w przepisach, wspólne dla wszystkich wskaźniki. Wskaźnikami tymi są:

a) *L_{DWN} - 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}),*

b) *L_N - 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})....*

Sposobom i metodom opracowania rozkładów przestrzennych wartości wskaźników wymienionych wyżej poświęcono dalsze części niniejszego opracowania. Natomiast w tym rozdziale zaprezentowano szczegółową definicję fizyczną. Definicja ta jest poszerzona o sposoby wyznaczania „krok po kroku" tej wartości, w celu uwypuklenia wszystkich istotnych informacji i danych, które należy uwzględnić posługując się poziomami długookresowymi.

W celu uniknięcia ewentualnych nieporozumień należy podkreślić, iż mapa akustyczna jest opracowywana obliczeniowo z wykorzystaniem podkładów mapowych z zasobu geodezyjnego kraju i innych materiałów (danych wejściowych) w formie cyfrowej. W celu uzyskania produktu finalnego niezbędne jest dysponowanie odpowiednim narzędziem przekształcającym dane wejściowe w celu uzyskania żądanych wielkości akustycznych, którymi są wartości długookresowych średnich poziomów dźwięku A - L_{DWN} oraz L_N. Narzędzia takie są powszechnie dostępne w postaci pakietów oprogramowania opartych o europejskie modele referencyjne i pozwalają one na prawidłowe wyznaczanie wartości obu wymienionych wskaźników.

Teoretycznie, posługiwanie się narzędziami informatycznymi (oprogramowaniem) sugerowałoby brak konieczności znajomości sposobów i algorytmów przejścia od zestawu danych wejściowych do wartości końcowych obliczanych wskaźników z uwagi na fakt, iż algorytmy obliczeniowe są realizowane automatycznie.

Jednakże etap przygotowania danych wejściowych, ich wstępnego opracowania, a także – późniejszej interpretacji uzyskanych wyników wymaga głębszej znajomości procesu wyznaczania wartości wskaźników długookresowych, a szczególnie wpływu tych danych na efekt końcowy. Stąd też zawartą w niniejszym rozdziale definicję wskaźników L_{DWN} oraz L_N poszerzono o informacje nt. etapów ich wyznaczania, które zwykle są nie widoczne dla użytkownika (w przypadku zastosowania narzędzi obliczeniowych).

Zidentyfikowane fazy dochodzenia do końcowej wartości żądanych wskaźników są oczywiście możliwe do praktycznego zastosowania w pojedynczych przypadkach. Nie stosuje się ich jednak w

opracowaniu map akustycznych, które wymagają wyznaczenia wartości poziomów długookresowych w kilkudziesięciu lub kilkuset tysiącach punktów oceny (obliczeń).

Długookresowy, średni poziom dźwięku A - L_{DWN} jest definiowany następującym wzorem (wg zapisu oryginalnego w Dyrektywie 2002/49/WE):

$$L_{den} = 10\log\frac{1}{24}\left[12*10^{\frac{L_{day}}{10}} + 4*10^{\frac{L_{evening}+5}{10}} + 8*10^{\frac{L_{night}+10}{10}}\right] \qquad (2)$$

gdzie:

(notacja oryginalna)		(polska notacja)	
L_{den}	≡	L_{DWN}	- długookresowy średni poziom dźwięku A, wyznaczany, zgodnie z normą ISO 1996-1:2003, 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), - pory nocy (rozumianej jako przedział czasu od godz. 22.00 do godz. 6.00),
L_{day}	≡	L_D	- długookresowy średni poziom dźwięku A, wyznaczany zgodnie z normą ISO 1996-2:1987, w ciągu wszystkich okresów dziennych w ciągu roku rozumianych jako przedział czasu od godz. 6.00 do godz. 18.00,
$L_{evening}$	≡	L_W	- długookresowy średni poziom dźwięku A, wyznaczany zgodnie z normą ISO 1996-2:1987, w ciągu wszystkich okresów wieczornych w ciągu roku rozumianych jako przedział czasu od godz. 18.00 do godz. 22.00,
L_{night}	≡	L_N	- długookresowy średni poziom dźwięku A, wyznaczany, zgodnie z normą ISO 1996-2:1987, w ciągu wszystkich okresów nocnych w ciągu roku rozumianych jako przedział czasu od godz. 22.00 do godz. 6.00.

Należy zauważyć, iż drugi z wymienionych wskaźników, długookresowy średni poziom dźwięku A - L_N, stanowiąc jeden z parametrów wejściowych do obliczeń L_{DWN}, jest równocześnie samodzielnie występującym wskaźnikiem, w oparciu o który opracowywane są mapy akustyczne dla pory nocnej.

W objaśnieniach wielkości wchodzących do wzoru definicyjnego (2) była mowa o okresie rocznym. Zgodnie z regulacjami Dyrektywy dany rok (dla którego wyznaczana jest wartość poziomu długookresowego) to:

- rok kalendarzowy uwzględniający zmienność emisji dźwięku,
- przeciętny w odniesieniu do warunków meteorologicznych.

W rozdziale następnym scharakteryzowano poszczególne etapy, które prowadzą do wyznaczenia wartości wskaźników L_{DWN} oraz L_N. Należy dodać, że jeden ze sposobów wyznaczania wartości poziomów długookresowych, w szczególności wskaźnika L_{DWN} zawarto w normie międzynarodowej IOS 1996-2:2007. Norma ta jest szczególnie przydatna wtedy, gdy wartości wskaźnika L_{DWN} są wy-

znaczane przy pomocy pomiarów (w pojedynczych przypadkach, w określonych punktach). Tego typu działania są najczęściej podejmowane w celu walidacji kalibracji modeli obliczeniowych[13].

5.2. CHARAKTERYSTYKA WYBRANYCH, NAJISTOTNIEJSZYCH ETAPÓW WYZNACZANIA WSKAŹNIKÓW DŁUGOOKRESOWYCH

Wartości długookresowych poziomów dźwięku L_{DWN} oraz L_N mogą być wyznaczane metodami:

- pomiarowo – obliczeniowymi,
- wyłącznie obliczeniowymi

na podstawie różnych dostępnych danych wejściowych.

Parametry wejściowe są określone wartościami:

- poziomów mocy źródła (lub poziomów mocy na jednostkę długości w przypadku źródeł liniowych),

  i/lub

- równoważnych poziomów dźwięku dla charakterystycznych okresów aktywności źródeł.

Parametry powyższe wyznacza się osobno dla trzech pór doby:

- dziennej,
- wieczornej,
- nocnej.

Pomiary powyższych wielkości niezbędnych do wyznaczenia wartości wskaźników L_{DWN} oraz L_N wykonuje się w oparciu o metody referencyjne, zawarte w omówionych w rozdziale 2.2. rozporządzeniach Ministra Środowiska. Innym dokumentem metodycznym odnoszącym się do pomiarów parametrów dźwięku w środowisku jest norma, jak wspomniano - ISO 1996-2:2007.

Wyznaczając wartość poziomu długookresowego uwzględnić należy dwa podstawowe problemy:

- rodzaje aktywności rozpatrywanego źródła hałasu w ciągu okresu rocznego, różniące się między sobą wielkością emisji dźwięku,
- rozkłady warunków meteorologicznych, wpływających w sposób zróżnicowany na propagację dźwięku.

Wyznaczanie wartości wskaźnika długookresowego podzielić można na kilka różnych elementów (etapów), scharakteryzowanych następująco:

Etap 1. Tworzenie zestawu danych wejściowych aktywności źródła

Zgodnie z definicją w poprzednim rozdziale, wskaźniki L_{DWN} oraz L_N są długookresowymi średnimi poziomami dźwięku przy czym poziom L_N jest bezpośrednio poziomem długookresowym, nocnym. Natomiast L_{DWN} stanowi kompozycję trzech poziomów długookresowych, dla pór dziennej, nocnej i wieczornej, skorygowanych z zastosowaniem pewnych „wag". Przejściową wielkością do wyznaczania poziomów L_{DWN} oraz L_N jest długotrwały średni poziom dźwięku.

[13] Oczywiście – nie tylko. Wartości wskaźnika L_{DWN} są też wyznaczane z wykorzystaniem pomiarów podczas badań monitoringowych prowadzonych przez wojewódzkie inspektoraty ochrony środowiska itp.

Definicja długotrwałego, średniego poziomu dźwięku $L_{Aeq,LT}$, zawarta w normie PN-ISO 1996-2:1999, dana jest wzorem:

$$L_{Aeq,LT} = 10\log\left[\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}10^{0,1(L_{Aeq,T})_i}\right] \qquad (3)$$

w którym:

N - liczba próbek dla przedziału czasu odniesienia,

$(L_{Aeq,T})_i$ - równoważny poziom dźwięku A dla i-tej próbki, [dB]

Problem wyznaczenia żądanych wskaźników oceny hałasu sprowadza się do określenia długookresowych poziomów składowych.

W tym celu tworzony jest zbiór danych dla charakterystycznych okresów aktywności źródeł. Na ich podstawie wyznaczane będą wartości składowych, równoważnych poziomów dźwięku w punkcie obserwacji (punkt pomiarowy, w przypadku zastosowania techniki bezpośrednich pomiarów w terenie, obliczeniowy, jeśli prowadzone są tylko oceny przy pomocy modeli obliczeniowych itp.):

$L_{Aeq,i,j,T}$ (gdzie i – oznacza nr okresu charakterystycznego, j – oznacza porę doby)

Tabela 1. Macierz pomocnicza (zbiór danych) do obliczania wartości poziomów długookresowych

Charakterystyczne okresy aktywności (działania) źródeł			Pora doby		
Symbol okresu charakterystycznego (aktywności)		Charakterystyka działania źródła, parametry	Dzień	Wieczór	Noc
			1	2	3
1	Okres charakterystyczny (aktywności) nr 1	Zbiór danych dotyczących charakterystyk źródeł w okresie nr 1	$L_{Aeq,1,1,T}$ ($T_{1,1}$)	$L_{Aeq,1,2,T}$ ($T_{1,2}$)	$L_{Aeq,1,3,T}$ ($T_{1,3}$)
2	Okres charakterystyczny (aktywnoś-ci) nr 2	Zbiór danych dotyczących charakterystyk źródeł w okresie nr 2	$L_{Aeq,2,1,T}$ ($T_{2,1}$)	$L_{Aeq,2,2,T}$ ($T_{2,2}$)	$L_{Aeq,2,3,T}$ ($T_{2,3}$)
...	.....	.....	.....	.....	.....
n	Okres charakterystyczny (aktywnoś-ci) nr *n*	Zbiór danych dotyczących charakterystyk źródeł w okresie nr *n*	$L_{Aeq,n,1,T}$ ($T_{n,1}$)	$L_{Aeq,n,2,T}$ ($T_{n,2}$)	$L_{Aeq,n,3,T}$ ($T_{n,3}$)
Zastosowanie wzoru (3)			⇩	⇩	⇩
			$L_{D,T}$	**$L_{W,T}$**	**$L_{N,T}$**

Przy czym (przykładowo):

$L_{Aeq,n,2,T}$ ($T_{n,2}$) – wartość równoważnego poziomu dźwięku, określonego w warunkach:

- okres aktywności źródła — *n*
- okres doby, dla którego wyznacza jest wartość poziomu równoważnego — wieczór (symbol 2)
- łączny czas aktywności źródła dla wszystkich okresów o danym symbolu (tutaj wieczornych) w ciągu roku — $T_{n,2}$

<u>Uwaga:</u> Powyższa macierz nie jest obligatoryjnym narzędziem do bezpośredniego zastosowania w każdym przypadku. Stanowi ona informację (i przykład) odnośnie uporządkowania sposobów postępowania.

Etap 2. Ocena zmienności emisji hałasu ze źródła (uśrednianie)

W ramach tego etapu następuje wypełnienie bazy danych (tabeli) charakterystyk działania źródła podczas danego okresu aktywności. W bazie takiej, w odpowiednich rekordach rejestrowane są wszystkie dane pozwalające na wyznaczenie równoważnego poziomu dźwięku w danej komórce macierzy. W szczególności mogą to być wyniki terenowych pomiarów hałasu dla danego charakterystycznego okresu działania (aktywności) źródła. Przykładowo, dla hałasu drogowego mogą to być zróżnicowane okresy aktywności źródła takie jak:

- ruch w dni robocze
- ruch w dni wolne od pracy (koniec tygodnia, święta itp.).

Przyjmując taki podział okresów aktywności (w rozpatrywanym przypadku) należy wyznaczyć wartości składowych poziomów po uwzględnieniu ***średnich wartości*** parametrów ruchu np. dla okresu rocznego. Należy jednak wziąć pod uwagę możliwość istotnych różnic w emisji dźwięku w różnych porach roku, co powoduje, iż roczny okres uśredniania trzeba będzie podzielić dodatkowo na podokresy. Praktyczny sposób kompletowania danych do tabeli zaprezentowano z wykorzystaniem uproszczonego przykładu, w następnym podrozdziale.

W efekcie działań podejmowanych w tym etapie, w komórkach tabeli zawierać się będą docelowo wartości równoważnych poziomów dźwięku, skorygowanych z uwagi na warunki meteorologiczne oraz odpowiadające mu łączne czasy działania źródeł (czasy trwania danego okresu charakterystycznego) w odniesieniu do okresu rocznego.

W przypadku, gdy źródło nie pracuje w danym okresie aktywności, czas aktywności przyjmuje wartość zerową, a komórka tabeli pozostaje pusta (brak aktywności).

Etap 3. Ocena zmienności warunków meteorologicznych

Etap ten odnosi się do korekty wartości poziomów dźwięku dla danego okresu charakterystycznego w odniesieniu do warunków meteorologicznych. Wyróżnia się cztery podstawowe zestawy warunków meteorologicznych, nazwanych warunkami:

- bardzo sprzyjającymi propagacji fal akustycznych (oznaczenie M4),
- sprzyjającymi propagacji fal dźwiękowych (M3),
- neutralnymi (M2),

- niesprzyjającymi propagacji fal dźwiękowych (M1).

Objaśnienie:

- *Dwa pierwsze określenie odpowiadają najwyższym poziomom dźwięku „u odbiorcy" i związane są z silnym zakrzywieniem promieni propagacji fal „ku ziemi".*
- *Warunki neutralne odpowiadają w przybliżeniu modelowi prostolinijnego rozchodzenia się fal akustycznych.*
- *Określenie „warunki niesprzyjające" oznaczają na ogół rozchodzenie się fal dźwiękowych „pod wiatr"; występują w związku z tym najniższe wartości poziomów dźwięku „u odbiorcy".*

Opierając się na wytycznych UE w sprawie wprowadzania wspólnych metod, poziom długookresowy, uśredniony zgodnie z warunkami atmosferycznymi można określić ze wzoru:

$$L_{LT} = 10\log\left[p\,10^{0,1L_F} + (1-p)\,10^{0,1L_H}\right] \qquad (4)$$

gdzie:

L_{LT} - poziom długookresowy, dB,

L_F - poziom dźwięku wyznaczony dla warunków sprzyjających propagacji fali akustycznej, dB,

L_H - poziom dźwięku wyznaczony dla jednorodnych warunków meteorologicznych w odniesieniu do propagacji fali akustycznej, dB,

p - prawdopodobieństwo wystąpienia w ciągu roku warunków sprzyjających propagacji fali akustycznej,

Prawdopodobieństwo „p" w powyższym wzorze jest związane z kierunkiem wiatru i/lub refrakcją. Będzie o tym mowa w następnym podrozdziale.

Warunki propagacji fal akustycznych opisywane są w sposób uproszczony przy pomocy zespołu tabel, budując tzw. siatkę (macierz) MDW (macierz „wietrzności" i warunków termicznych). Siatka MDW ma następującą postać:

Tabela 2. Macierz MDW

	W1	W2	W3	W4	W5
T1		--	-	-	
T2	--	-	-	N	+
T3	-	-	N	+	+
T4	-	N	+	+	++
T5		+	+	++	

Symbole w poszczególnych polach oznaczają:

-- bardzo duże tłumienie hałasu ; promienie dźwięku są silnie odchylone ku górze – warunki tzw. niekorzystne,

- tłumienie dość silne, promienie dźwięku są odchylone ku górze – warunki tzw. niekorzystne,

N brak wpływu warunków meteorologicznych, co odpowiada liniowej propagacji promieni dźwięku – warunki neutralne,

+ wzmocnienie poziomu dźwięku przeciętne , promienie dźwięku zagięte w stronę podłoża - tzw. korzystne warunki propagacji,

++ dość silne wzmocnienie poziomu dźwięku, promienie dźwięku silnie zagięte w stronę podłoża - tzw. warunki bardzo korzystne,

X jednoczesne spełnienie warunków nie możliwe.

Natomiast oznaczenia:

W – odnoszą się do warunków tzw. „wietrzności”,

T – odnoszą się do warunków termicznych.

Warunki wietrzności oraz warunki termiczne określa się opisowo na podstawie poniższych tabel:

Tabela 3. Charakterystyka warunków „wietrzności”

Oznaczenie W	Charakterystyka warunków „wietrzności”
1	Wiatr silny przeciwny
2	Wiatr słaby przeciwny, lub silny wiatr w kierunku skośnym
3	Brak wiatru lub wiatr w kierunku poprzecznym w stosunku do kierunku „źródło ⇨ odbiorca” (prędkość wiatru dowolna do 5 m/s)
4	Wiatr słaby niosący, lub wiatr silny o kierunku skośnym ok. 45^{o}
5	Wiatr silny niosący
Oznaczenia: Wiatr silny ⇨ o prędkości 3 – 5 m/s Wiatr słaby ⇨ o prędkości 1 – 3 m/s Wiatr przeciwny ⇨ wiejący w kierunku przeciwnym do kierunku „źródło ⇨ odbiorca” Wiatr niosący ⇨ wiejący zgodnie z kierunkiem „źródło ⇨ odbiorca”	

Tabela 4. Charakterystyka warunków termicznych

Oznaczenie T	Charakterystyka warunków termicznych
1	- Dzień, - Silne nasłonecznienie,

	- Powierzchnia ziemi – sucha, - Lekki wiatr
2	Tak, jak wyżej, lecz jeden z warunków nie jest spełniony
3	- Wschód lub zachód słońca lub silne zachmurzenie przy pogodzie wietrznej, - Powierzchnia ziemi średnio wilgotna
4	- Noc pochmurna i/lub - Wietrzna
5	- Noc bezchmurna, - Lekki wiatr

Klasyfikację warunków meteorologicznych, wpływających na propagację fal można **w przybliżeniu** przeprowadzić także w oparciu o tablicę z charakterystycznymi prędkościami wiatru:

Tabela 5. Ocena warunków meteorologicznych

Kategoria warunków meteorologicznych	Opis warunków propagacji fali akustycznej	Typowe prędkości i kierunki wiatru na wysokości 10 m npt
M1	Nie sprzyjające	< 1 m/s w porze dziennej < - 1 m/s w porze nocnej
M2	Neutralne	1 – 3 m/s
M3	Sprzyjające	3 – 6 m/s
M4	Bardzo sprzyjające	> 6 m/s w porze dziennej > - 1 m/s w porze nocnej
Uwaga: ujemne wartości prędkości wiatru oznaczają wiatr z kierunku przeciwnego (od odbiorcy do źródła)		

Etap 4. Łączne uwzględnienie zmienności aktywności źródła oraz zmienności warunków meteorologicznych

Każdemu rodzajowi aktywności źródła przyporządkowuje się poszczególne kategorie warunków meteorologicznych. Oznacza to określenie odsetka (może być też wartość ułamkowa) kategorii warunków meteorologicznych przypadających na każdy rodzaj aktywności źródła, jak pokazano to w poniższej tabeli.

Tabela 6. Przyporządkowanie kategorii warunków atmosferycznych poszczególnym aktywnością źródła

Kategoria (rodzaj) aktywności źródła hałasu	Kategoria warunków meteorologicznych			
	M1	M2	M3	M4
1-szy rodzaj aktywności				
2-gi rodzaj aktywności				
……	……..	……	……..	……..
n-ty rodzaj aktywności				

Wartości poziomów dźwięku w poszczególnych klasach wyznacza się metodami pomiarowymi i obliczeniowymi. Pomiary akustyczne są zwykle wykonywane dla warunków M3 (z ograniczeniem prędkości wiatru do 5 m/s), czasem dla warunków M2.

Różnice w występujących poziomach dźwięku dla takiej samej aktywności źródła, lecz odmiennych warunków meteorologicznych określa się metodami obliczeniowymi.

Etap 5. Ocena końcowa

Poziom średni dla danej kategorii (klasy) warunków meteorologicznych wyznaczany jest ze wzoru:

$$L_k = 10\lg\left(\frac{1}{n_i}\sum_{i=1}^{n_i} 10^{0,1L_i}\right) \qquad (5)$$

gdzie:

L_i – zmierzona/obliczona wartość poziomu dźwięku dla danej kategorii warunków „k”,

n_i – liczba pomiarów dla kategorii warunków „k”.

Poziom długookresowy oblicza się ze wzoru (2).

W przypadku, gdy brak jest bliższych danych o warunkach meteorologicznych, przyjmować należy procent warunków sprzyjających rozprzestrzenianiu się fal akustycznych (jest to pierwsze, najbardziej ogólne przybliżenie):

- 50% dla pory dziennej,
- 75% dla pory wieczornej,
- 100% dla pory nocnej.

Szacując wartości długookresowych poziomów dźwięku należy brać także pod uwagę, iż w przypadku oceny poziomów dźwięku dla odległości do ok. 50 m od źródła warunki meteorologiczne, oprócz kierunku wiatru mają znaczenie drugorzędne (często można je zaniedbać; bierze się wtedy pod uwagę jedynie zmienność aktywności źródła),

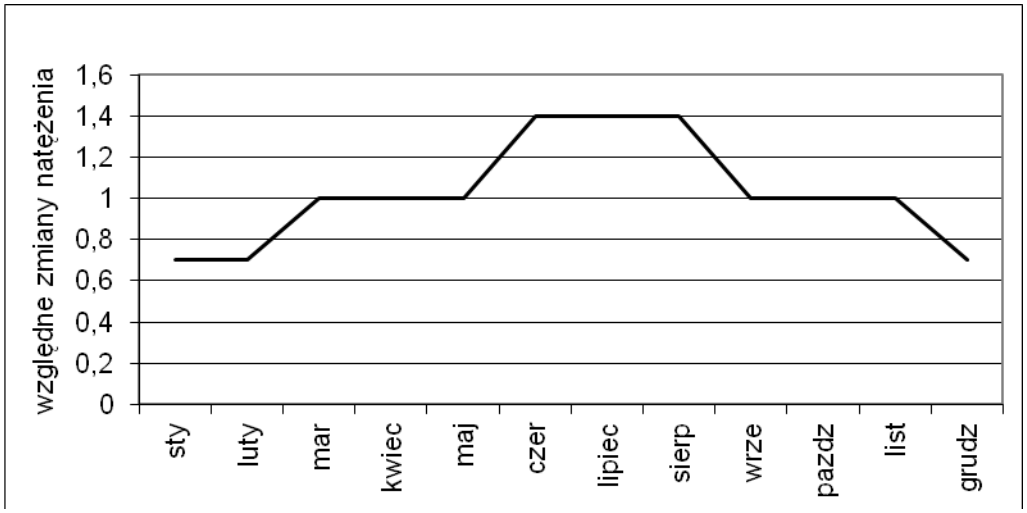
5.3. PRZYKŁAD OKREŚLENIA PARAMETRÓW I CHARAKTERYSTYCZNYCH OKRESÓW AKTYWNOŚCI ŹRÓDEŁ HAŁASU

Zamieszczony przykład, w celu przybliżenia proponowanych wyżej sposobów postępowania, nie odnosi się do żadnej konkretnej sytuacji, choć oparty jest w różnym zakresie na rzeczywistych danych wyjściowych.

Przykład ten odnosi się do zagadnienia zmienności parametrów działania źródeł hałasu w ciągu roku. Nie uwzględniano w nim dla uproszczenia zmian warunków meteorologicznych.

Operowano następującymi założeniami i danymi wyjściowymi:

1) rodzaj źródła hałasu – droga krajowa,



Rysunek 2. Przyjęty rozkład potoków ruchu w skali roku

2) charakterystyczne okresy aktywności źródła, skutkujące zmianami emisji hałasu przyjęto następująco:

   a) rozkład natężeń ruchu w skali roku:

      - przeciętne ustabilizowane potoki ruchu występują w dwóch okresach:

        - marzec – maj,

        - wrzesień – listopad;

        ich natężenie oznaczono jako Q_r.

      - w miesiącach czerwiec – sierpień występuje wzrost potoków ruchu charakteryzowany współczynnikiem 1,4 co oznacza wzrost o 40% w stosunku do wyżej określonej wartości przeciętnej; są to więc natężenia ruchu równe $1{,}4Q_r$. W efekcie wzrostu natężeń ruchu notuje się wzrost równoważnych poziomów dźwięku o ok. 1,5 dB w rozpatrywanym okresie,

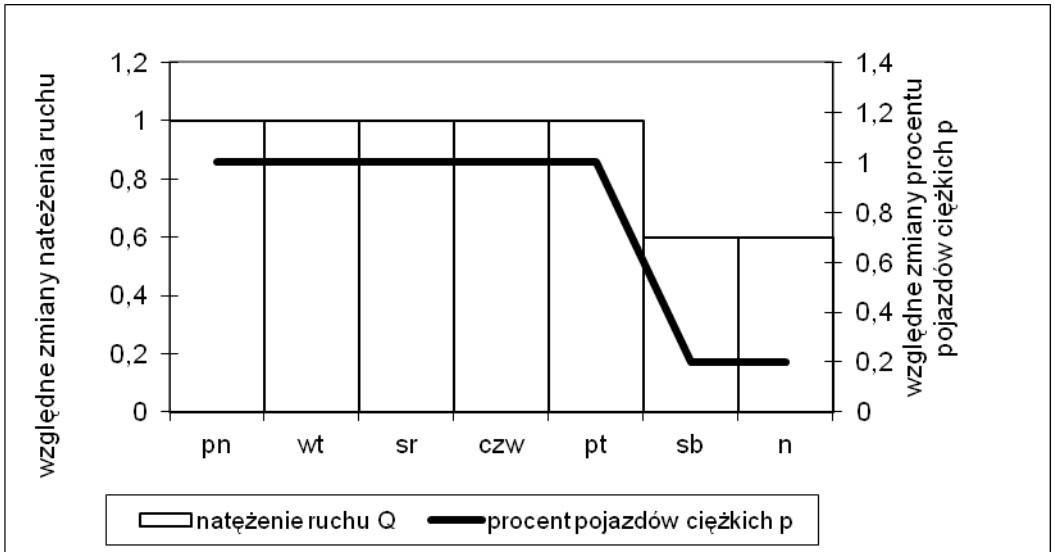
- w miesiącach grudzień – luty występuje okres zmniejszonych potoków ruchu o ok. 30% w stosunku do wyżej określonej wartości przeciętnej; są to więc natężenia ruchu równe 0,7Q_r. W efekcie zmniejszenia natężeń ruchu notuje się obniżenie wartości równoważnych poziomów dźwięku o ok. 1,5 dB.

Charakterystykę powyższych zmian zaprezentowano graficznie (Rysunek 2)

b) rozkład natężeń ruchu w skali tygodnia:

- przyjęto stałe natężenie ruchu w pięciu roboczych dniach tygodnia: poniedziałek – piątek; oznaczono je jako Q_t. Dodatkowo założono, iż procentowy udział pojazdów ciężkich jest charakteryzowany liczbą p_t (przeciętna), której wartość podlega takim samym wahaniom dobowym w każdym dniu roboczym,
- w dni weekendowe wartość natężenia ruchu zmniejsza się o 40% (tj. 0.6 Q_t). W efekcie tych zmian notuje się zmniejszenie równoważnego poziomu dźwięku o ok. 2,2 dB. Ponadto w dni te spada znacznie procentowy udział pojazdów ciężkich do 20% wartości w dniach roboczych to znaczy do wartości 0,2 p_t. W efekcie zmniejszenie równoważnego poziomu dźwięku prognozuje się dla niniejszego przypadku na ok. 1,5 dB dla dnia i wieczoru oraz 3,1 dB w porze nocnej.

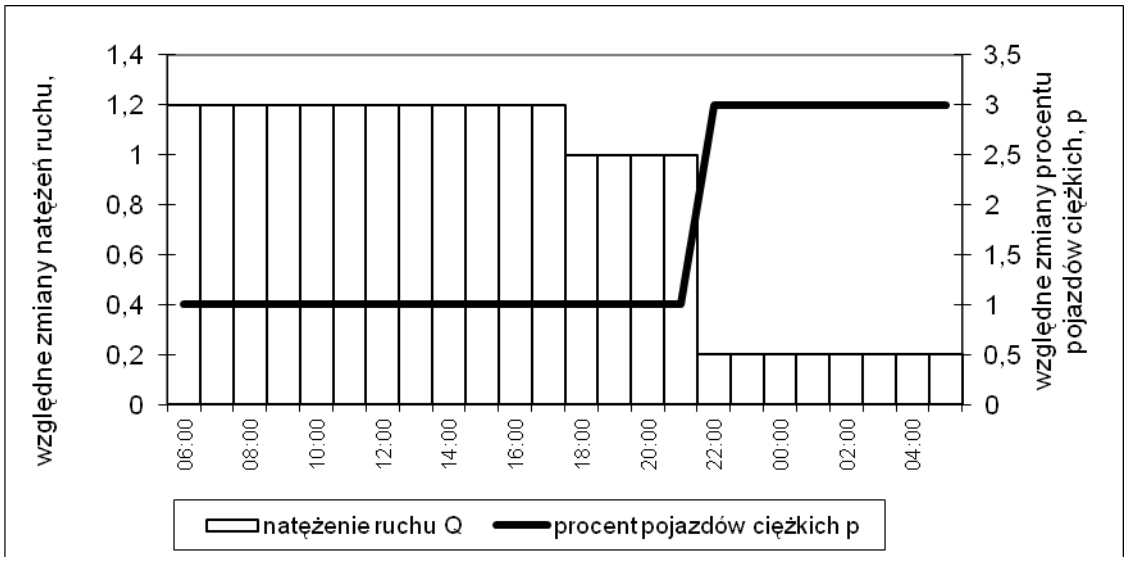
Charakter zmian parametrów ruchu w skali tygodniowej zilustrowano na diagramie (Rysunek 3)



Rysunek 3. Przyjęta zmienność parametrów ruchu w skali tygodnia

c) rozkład natężeń ruchu w skali doby:

- rozkład zmian natężeń ruchu, w stosunku do wartości przeciętnej Q_d określono następująco:
  - w porze dziennej natężenie będzie równe 1,2 Q_d (tzn. o 20% wyższe od wartości przeciętnej), co skutkuje wzrostem równoważnego poziomu dźwięku o 0,8 dB,
  - w porze wieczornej natężenie ruchu równe jest Q_d,
  - w porze nocnej natężenie ruchu spada do 20% wartości przeciętnej tj. 0,2 Q_d, co skutkuje obniżeniem równoważnego poziomu dźwięku o 7 dB,



Rysunek 4. Przyjęte dobowe zmiany parametrów ruchu

- rozkład zmian procentowego udziału pojazdów ciężkich, którego wartość wyjściowa oznaczana jest jako p_d, jest następujący:
  - w porze dziennej i wieczornej udział pojazdów ciężkich wynosi p_d,
  - w porze nocnej udział pojazdów ciężkich jest trzykrotnie większy, tj. 3 p_d, co skutkuje wzrostem równoważnego poziomu dźwięku o 2,4 dB.

Charakter zmian parametrów ruchu w skali jednej doby zilustrowano na diagramie (Rysunek 4).

Dla tak przyjętych wartości, wzorcowa tabela 1 przyjmie postać wypełnionej tabeli 7 z oznaczeniami (przykład):

$L_{Aeq,Q,T}$ (131) - wyjściowa wartość równoważnego poziomu dźwięku dla 131 (w tym przypadku) dni w roku;

Jest to wartość obliczona dla natężenia ruchu *Q* oraz procentu pojazdów ciężkich *p* dla 131 dni w roku charakteryzujących się danym zestawem parametrów ruchu.

Natomiast poprawki do poziomu wyjściowego $L_{Aeq,Q,T}$ (131) wynikają z danych wejściowych, scharakteryzowanych wyżej.

Uwaga:

Dla uproszczenia tego przykładu:

a) pominięto dni świąteczne,

b) nie różnicowano wahań procentu pojazdów ciężkich w różnych miesiącach roku,

c) nie uwzględniano też:
   - zróżnicowanej prędkości ruchu,
   - warunków atmosferycznych.

Tabela 7. Uproszczony przykład budowy tabeli warunków akustycznych do wyznaczania dłu*gookresowych poziomów dźwięku:*

Charakterystyczne okresy aktywności źródeł			Pora doby		
Symbol okresu charakterystycznego		Charakterystyka działania źródła, parametry	Dzień	Wieczór	Noc
			1	2	3
1	Marzec – maj + wrzesień – listopad, dni robocze		$L_{Aeq,Q,T}$ (131) + 0,8	$L_{Aeq,Q,T}$ (131)	$L_{Aeq,Q,T}$ (131) + 2,4 - 7
2	Marzec – maj + wrzesień – listopad, sobota - niedziela		$L_{Aeq,Q,T}$ (52) + 0,8 – 2,2 – 1,4	$L_{Aeq,Q,T}$ (52) – 2,2 – 1,4	$L_{Aeq,Q,T}$ (52) + 2,4 – 7 – 2,2 –3,1
3	Czerwiec - sierpień, dni robocze		$L_{Aeq,Q,T}$ (66) + 0,8 + 1,5	$L_{Aeq,Q,T}$ (66) + 1,5	$L_{Aeq,Q,T}$ (66) + 2,4 - 7 + 1,5
4	Czerwiec - sierpień, sobota - niedziela		$L_{Aeq,Q,T}$ (26) + 0,8 + 1,5 – 2,2 – 1,4	$L_{Aeq,Q,T}$ (26) + 1,5 – 2,2 – 1,4	$L_{Aeq,Q,T}$ (26) + 2,4 - 7 + 1,5 – 2,2 –3,1
5	Grudzień – luty, dni robocze		$L_{Aeq,Q,T}$ (62) + 0,8 – 1,5	$L_{Aeq,Q,T}$ (62) – 1,5	$L_{Aeq,Q,T}$ (62) + 2,4 - 7 – 1,5
6	Grudzień – luty, sobota - niedziela		$L_{Aeq,Q,T}$ (29) + 0,8 – 1,5 – 2,2 – 1,4	$L_{Aeq,Q,T}$ (29) – 1,5 – 2,2 – 1,4	$L_{Aeq,Q,T}$ (29) + 2,4 - 7 – 1,5 – 2,2 –3,1
			⇩	⇩	⇩
			$\mathbf{L_{D,T}}$	$\mathbf{L_{W,T}}$	$\mathbf{L_{N,T}}$

Zamieszczone w tabeli wartości poziomów mogły zostać oczywiście wyznaczone – jak wspomniano - metodami pomiarowymi (lub przynajmniej sprawdzone za pomocą pomiarów w terenie).

Tabelę w tym przykładzie zestawiono dla źródła hałasu drogowego z uwagi na:

- powszechność występowania tego typu źródła,
- najtrudniej przewidywalną zmienność krótkookresową (w skali doby) i długookresową.

Jeśli wziąć pod uwagę np. linię kolejową, to zmienność aktywności źródła jest znacznie łatwiejsza do uchwycenia z uwagi na silną zależność od rozkładu jazdy.

6. MODELE OCENY HAŁASU ZALECANE DO SPORZĄDZANIA MAP AKUSTYCZNYCH

6.1. OBLICZENIOWE METODY OCENY HAŁASU W ŚRODOWISKU ZALECANE OBECNIE DO STOSOWANIA PRZEZ DYREKTYWĘ 2002/49/WE

Wymagane metody oceny hałasu w środowisku, które mają zastosowanie przy opracowywaniu map akustycznych, wymieniono w Dyrektywie 2002/49/WE. Do chwili wprowadzenia wspólnych, jednolitych metod europejskich, nad którymi prace właściwie się zakończyły od strony merytorycznej, Dyrektywa zezwala na stosowanie jednego z dwóch rozwiązań, mających status metod przejściowych (ważnym jeszcze w ramach III rundy):

- państwom członkowskim nie mającym krajowych metod obliczania lub państwom członkowskim chcących zmienić metodę obliczania, zaleca się poniżej wymienione metody.
- państwo członkowskie ma swą metodę oceny hałasu w środowisku i nie chce jej zmieniać; w takiej sytuacji istnieje obowiązek dostosowania tej metody do wymagań Dyrektywy, a w szczególności – do możliwości zastosowania obliczeń długookresowych poziomów dźwięku L_{DWN} oraz L_N. Zakres dostosowania metod do potrzeb Dyrektywy zawarto w rozporządzeniu:

COMMISSION RECOMMENDATION of 6 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).

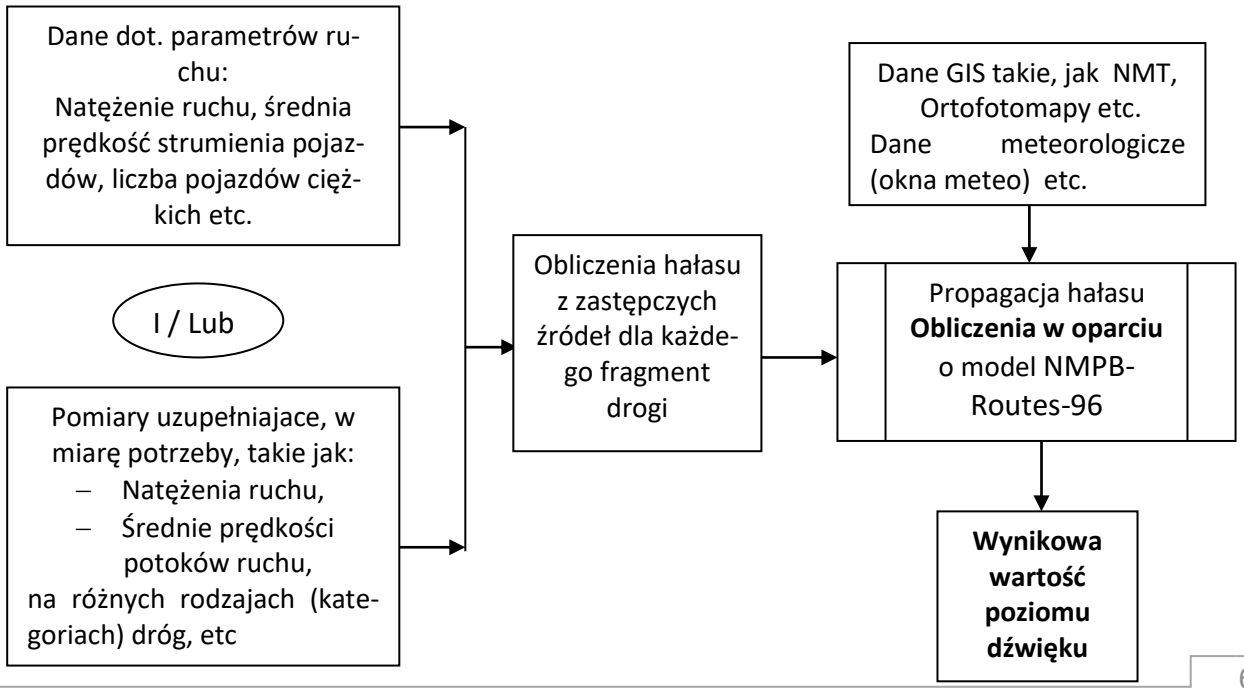
Zalecane metody obliczeniowe oceny hałasu:

Hałas drogowy

Francuska krajowa metoda obliczania poziomów dźwięku „NBPB-Routes-96 (SETRA-CERTU-LCPC-CSTB), o której mowa w Arrètè du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières, Journal Officiel du 10 mai 1995, Article 6 [24] oraz francuska norma ”XPS 31-133”.

W celu pozyskania danych wejściowych dotyczących emisji dokumenty te korzystają z „Guide du bruit des transports terrestres, fascicule prèvision des niveaux sonores, CETUR 1980”.

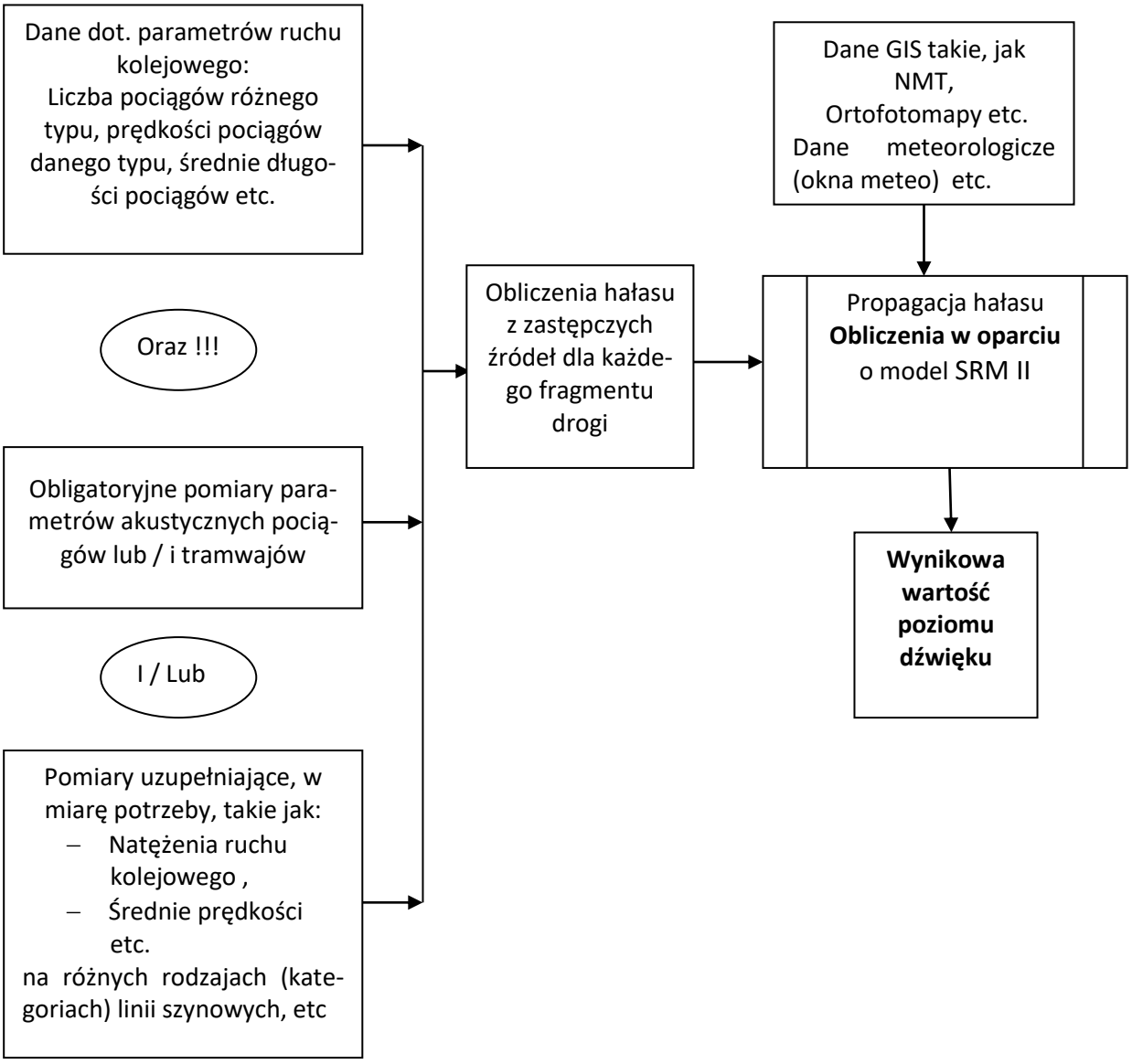
Schemat generalnego podejścia do obliczeń hałasu drogowego można przedstawić następująco:



Hałas kolejowy

W odniesieniu do hałasu pochodzącego od ruchu kolejowego stosowana powinna być holenderska krajowa metoda obliczania poziomów dźwięku pochodzących od pojazdów szynowych, opublikowana w „Reken-en Meetvoorschrift Railverkeerslawaai '96. Ministerie Volkshuisvesting. Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, 20 listopad 1996'.

Schemat generalnego podejścia do obliczeń hałasu szynowego można przedstawić następująco:



Hałas przemysłowy

Model propagacji dźwięku, zawarty w PN-ISO 9613-2:2002. „Akustyka – Tłumienie dźwięku podczas propagacji w przestrzeni otwartej. Ogólna metoda obliczania"[14].

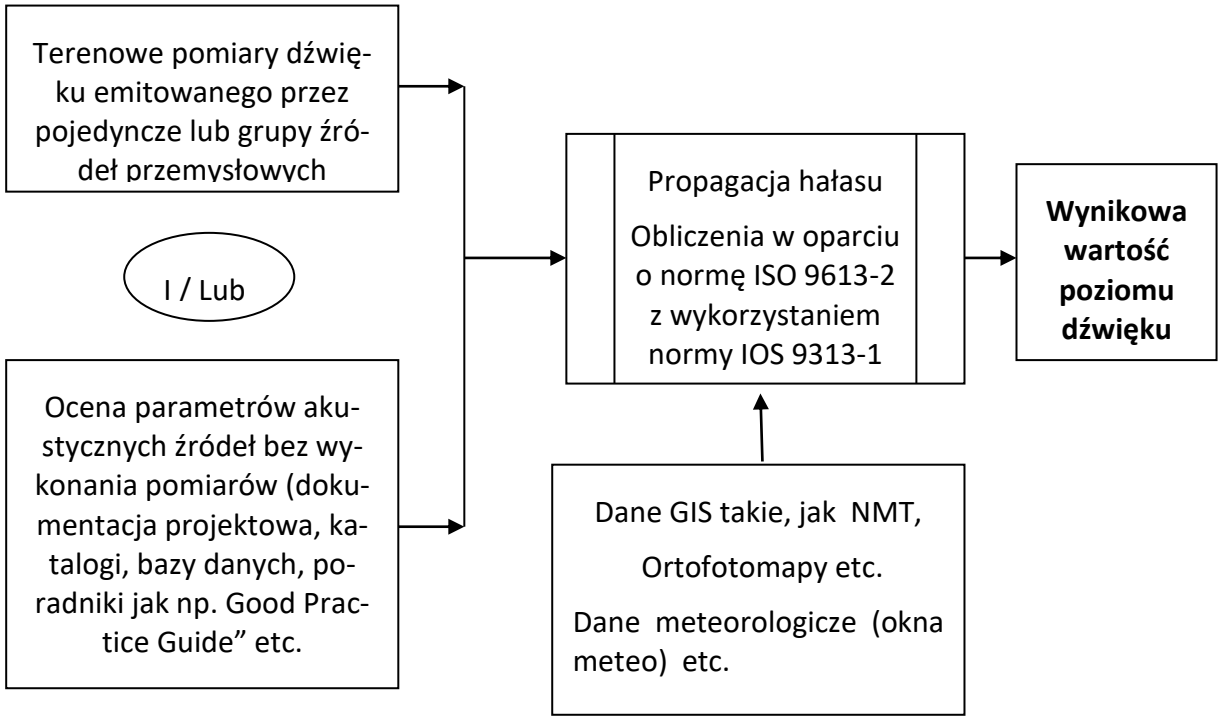
Dane dotyczące emisji hałasu (dane wejściowe) mogą być uzyskane na podstawie wyników pomiarów przeprowadzonych zgodnie z metodami z jednej z norm:

[14] w Dyrektywie 2002/49/WE podano oryginalne nazwy i oznaczenia norm ISO. Tutaj, w przypadku tej normy i następnych podano oznaczenia polskie

- PN-ISO 8297: 2003 „Akustyka – Wyznaczanie poziomów mocy akustycznej zakładów przemysłowych z wieloma źródłami hałasu w celu oszacowania wartości poziomu ciśnienia akustycznego w środowisku. - Metoda techniczna".
- PN-EN ISO 3744: 1999 „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".
- PN-EN ISO 3746: 1999 „Akustyka - Wyznaczanie poziomów mocy akustycznej źródeł hałasu na podstawie pomiarów ciśnienia akustycznego. - Metoda orientacyjna z zastosowaniem otaczającej powierzchni pomiarowej nad płaszczyzną odbijającą dźwięk".

W normie ISO 9613-2 opisany jest model propagacji dźwięku "z wiatrem" przy założeniu, iż dysponuje się punktowym źródłem dźwięku (kierunkowym, lub nie). Stąd też przywołano uzupełniająco kilka norm międzynarodowych, które są zalecane do pomiarów parametrów akustycznych źródeł przemysłowych.

Schemat generalnego podejścia do obliczeń hałasu przemysłowego można przedstawić następująco:



Hałas lotniczy

Modele obliczeniowe zawarte w ECAC.CEAC Dokument 29 „Raport dotyczący standardowej metody obliczania linii równego poziomu hałasu dookoła cywilnych portów lotniczych" 1997. Dla różnego podejścia do modelowania torów lotu stosować należy technikę segmentacyjną podaną w sekcji 7.5 ECAC.CEAC Dokument 29.

Zastosowanie tego modelu polega na obliczaniu poziomów dźwięku emitowanego przez poszczególne typy statków powietrznych poruszających się określonymi dla danego lotniska ścieżkami startów i lądowania.

Parametry akustyczne poszczególnych typów statków lotniczych są zgromadzone w międzynarodowych i krajowych bazach danych.

W prawodawstwie polskim nie występuje pełna zgodność metodyczna. W poniższym zestawieniu (Tabela 8) zawarto omówione uprzednio, referencyjne metody pomiarów hałasu wraz z ich odniesieniem do aktualnych przepisów prawnych (rozporządzeń):

Tabela 8. Tabela zgodności metod obliczania hałasu w środowisku

Lp	Rodzaj hałasu	Rozporządzenie	Metoda zalecana w aktualnej wersji Rozporządzenia MŚ	Zgodność z Dyrektywą
1	Drogowy	Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 16 czerwca 2011r. w sprawie wymagań w zakresie prowadzenia pomiarów poziomów w środowisku substancji lub energii przez zarządzającego drogą, linią kolejową, linią tramwajową, lotniskiem, portem (Dz.U. 2011, nr 140, poz. 824)	Model propagacji dźwięku, zawarty w PN-ISO 9613-2:2002. „Akustyka – Tłumienie dźwięku podczas propagacji w przestrzeni otwartej .Ogólna metoda obliczania”	Brak zgodności
2	Kolejowy			
3	Lotniczy		Metoda oparta na dokumencie: Circular 205 - AN/1/25/1988 Międzynarodowej Organizacji Lotnictwa Cywilnego - ICAO oraz zaadoptowanym do warun-ków europejskich, przyjętym do stosowania przez Dyrektywę 2002/49/WE dokumencie ECAC CEAC Doc. 29 Report on Standard Method of Computing Noise Countours around Civil Airports	Zgodność (za wyjątkiem metody segmentacyjnej)
4	Przemysłowy (instalacyjny)	Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 30 października 2014r. w sprawie wymagań w zakresie prowadzenia pomiarów wielkości emisji oraz pomiarów ilości pobieranej wody. (Dz.U. z 2014 r. poz. 1542)	Model propagacji dźwięku, zawarty w PN-ISO 9613-2:2002. „Akustyka – Tłumienie dźwięku podczas propagacji w przestrzeni otwartej .Ogólna metoda obliczania”	Pełna zgodność

Dane w powyższej tabeli wskazują, iż w przypadku hałasu przemysłowego oraz hałasu lotniczego wprowadzono już obowiązek posługiwania się modelami referencyjnymi (obliczeniowymi metodami referencyjnymi) zgodnymi z wymaganiami europejskimi. Natomiast w odniesieniu do hałasu drogowego i kolejowego pozostaje obowiązek zmiany obliczeniowego modelu referencyjnego.

Każdy ze stosowanych modeli obliczeniowych składa się metodycznie z dwóch modułów:

1) Moduł obliczania emisji dźwięku ze źródła,
2) Moduł obliczania propagacji dźwięku.

Moduł 2) we wszystkich modelach obejmujących hałas drogowy, kolejowy, lotniczy i przemysłowy bazuje na ogólnych zasadach zawartych w dokumencie normalizacyjnym PN-ISO 9613-2:2002, a także pomocniczo – na normie PN-ISO 9613-1:2000. Norma ta w polskiej wersji była publikowana we fragmentach lub w całości w wielu miejscach i tutaj nie będzie szczegółowo przytaczana.

Norma PN-ISO 9613-2:2002 zawiera algorytm oceny rozprzestrzeniania się dźwięku w przestrzeni otwartej z uwzględnieniem warunków:

- model źródła punktowego,
- propagacja fal akustycznych z wiatrem,
- obliczenia zmian parametrów fali akustycznej w oktawowych pasmach częstotliwości,

z uwzględnieniem tłumienia przez:

- podłoże (tzw. „efekt gruntu”),
- atmosferę,
- przeszkody terenowe (ekranowanie).

Norma ta natomiast nic nie mówi o problematyce modelowania źródła hałasu i wyznaczania jego parametrów akustycznych (mocy) poza tym, iż przyjmuje się do obliczeń wyłącznie źródła punktowe.

Podstawowym więc zadaniem dla wszystkich posługujących się zalecanymi modelami jest:

- zamienić źródło rzeczywiste na zespół źródeł punktowych,
- określić parametry akustyczne tych zastępczych źródeł.

Parametry źródeł zgromadzone w dostępnych bazach danych nie zawsze się sprawdzają w innym kraju, a więc dany kraj powinien tworzyć bazy własne.

W momencie implementacji Dyrektywy 2002/49/WE istotnym problemem stała się konieczność zaadaptowanie algorytmów, które wcześniej służyły do obliczeń poziomów krótkookresowych (maksymalnie dla całej doby, a najczęściej dla jej fragmentów) do wykorzystania ich w obliczeniach wskaźników długookresowych, rocznych.

Natomiast dodatkowym problemem jaki pojawił się w efekcie wprowadzenia do procesu mapowania akustycznego poziomów długookresowych była konieczność uwzględniania różnych warunków meteorologicznych; uprzednio warunki te były nie ustalone.

Wymienione wyżej warunki, a także inne uwarunkowania spowodowały konieczność dostosowania użytkowanych wcześniej modeli do zmienionych zasad wykonywania oceny stanu akustycznego środowiska. Stało się to przyczyną przyjęcia w wielu krajach członkowskich, proponowanych w Dyrektywie metod oceny klimatu akustycznego za przejściowe metody o charakterze referencyjnym.

6.2. CHARAKTERYSTYKA METOD OCENY HAŁASU, KTÓRE BĘDĄ OBOWIĄZYWAĆ OD 1 STYCZNIA 2019R.

Wspomniano już wcześniej, że Dyrektywą 2015/996 dokonuje się zmiany metod oceny hałasu w środowisku, zawartych w załączniku nr II do Dyrektywy 2002/49/WE. Zmiany te wejdą w życie najpóźniej do 31 grudnia 2018r. i będą obligatoryjnie stosowane w procesach realizacji map akustycznych.

Załącznik do Dyrektywy 2015/996 zawiera szczegółowe algorytmy oceny hałasu w środowisku wraz z uwarunkowaniami ich stosowania oraz propozycjami standardowych danych wejściowych (tzw. default). Scharakteryzowane one zastaną poniżej (pełna polska wersja dyrektywy z zawartymi w niej algorytmami dostępna jest pod adresem internetowym Dyrektywa Komisji (UE) 2015/996 z dnia 19 maja 2015 r. ustanawiająca wspólne metody oceny hałasu zgodnie z dyrektywą 2002/49/WE Parlamentu Europejskiego i Rady).

W charakterystyce metod zawarto podział na rozdziały, zgodne z podziałem zastosowanym w Dyrektywie. Charakteryzując nowe metody oceny hałasu zastosowano bardzo ogólny wybór opisywanych zagadnień.

6.2.1. Wprowadzenie (do opisu metod)

(opisane są w rozdziale 1 załącznika)

Wartości poziomów L_{DWN} i L_N[15] wyznaczane są w punktach pomiarowych, z wykorzystaniem;

- obliczeń zgodnych z metodą omówioną w rozdziale 2 załącznika do Dyrektywy oraz
- danych wejściowych zawartych w rozdziale 3 załącznika do Dyrektywy.
- w przypadku konieczności zastosowania pomiarów hałasu wykonywane są one zgodnie z rozdziałem 4 załącznika do Dyrektywy.

6.2.2. Wspólne metody oceny hałasu

(opisane są w rozdziale 2 załącznika)

6.2.2.1. Wymagania ogólne – hałas w ruchu drogowym, ruchu kolejowym oraz działalności przemysłowej

Definicje wskaźników, zakresu i pasm częstotliwości

Obliczenia wartości poziomów dźwięku wykonywane są w zakresie częstotliwości od 63 Hz do 8 kHz. Poziomy hałasu:

- drogowego
- szynowego (pociągi tramwaje),
- przemysłowego

obliczane są w pasmach oktawowych, za wyjątkiem wyznaczania parametrów emisyjnych źródeł hałasu kolejowego, w ramach których wykorzystuje się analizy w pasmach tercjowych (1/3 oktawy).

Generalnie, dla hałasu drogowego, kolejowego i pochodzącego od działalności przemysłowej długookresowy średni poziom dźwięku A wyznacza się w oparciu o wyniki uzyskane dla pasm oktawowych, osobno dla pory:

- dziennej,
- wieczornej,
- nocnej

w sposób zdefiniowany w załączniku I i określony w art. 5 dyrektywy 2002/49/WE, przez zsumowanie danych wyznaczonych we wszystkich pasmach częstotliwości:

[15] Zastosowano tutaj notacje krajową (w oryginale: L_{den} oraz L_{night})

$$L_{Aeq,T} = 10log\left[\sum_{i=1} 10^{\frac{L_{eq,T,i}+A_i}{10}}\right] \quad (6)$$

Uwaga: numeracja wzorów odpowiada kolejności w niniejszych wytycznych, a nie w dokumencie źródłowym (Dyrektywie).

gdzie

A_i – krzywa korekcyjna A według definicji zawartej w normie IEC 61672-1

i - indeks pasma częstotliwości,

T – czas odniesienia dla pory porze dziennej, wieczornej lub nocnej.

Ramy jakościowe – Wymagana dokładność wartości wejściowych

Wszystkie ***wartości wejściowe*** wpływające na poziom emisji dźwięku ze źródła wyznacza się z dokładnością odpowiadającą ***co najmniej poziomowi niepewności ± 2dB*** (wg krzywej korekcyjnej A) wyznaczanej przy założeniu, że pozostałe parametry (wartości wyjściowe) pozostają stałe (bez zmian).

W przypadku wykorzystywania omawianej metody dane wejściowe powinny odwzorowywać wartości rzeczywiste. Z zasady nie należy więc opierać się na wartościach czy założeniach domyślnych (default). Wartości takie dopuszcza się, jeżeli pozyskanie danych rzeczywistych wiąże się z nieproporcjonalnie wysokimi kosztami.

Jakość oprogramowania stosowanego w obliczeniach

Oprogramowanie stosowane do obliczeń poziomów dźwięku musi wykazywać zgodność z wyszczególnionymi w tym dokumencie metodami, potwierdzoną wynikami warunków testowych (walidacji).

6.2.2.2. Hałas drogowy

Opisy źródła

Klasyfikacja pojazdów

Z punktu widzenia metody obliczeniowej pojazdy samochodowe dzieli się na pięć odrębnych kategorii, uwzględniających właściwości pojazdów w odniesieniu do emisji hałasu:

kategoria 1 : lekkie pojazdy samochodowe,

kategoria 2 : średnie pojazdy ciężarowe,

kategoria 3 : pojazdy ciężarowe,

kategoria 4 : dwukołowe pojazdy silnikowe,

kategoria 5 : kategoria otwarta (dla zdefiniowania ewentualnych, dalszych potrzeb).

W przypadku dwukołowych pojazdów silnikowych z uwagi na bardzo duże zróżnicowanie pod względem trybu jazdy i zazwyczaj dużą różnicę w liczebności tych pojazdów, wyodrębnia się dwie podkategorie:

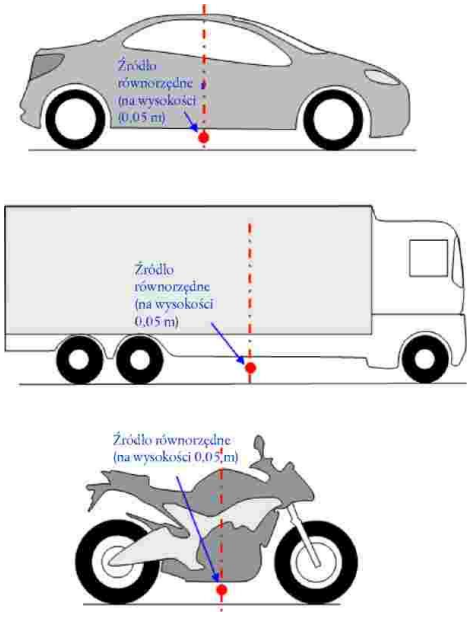
- motorowery, małe motocykle
- motocykle o większej mocy.

Standardowo używa się czterech pierwszych kategorii, natomiast piąta jest opcjonalna. Kategorię tę wprowadzono z myślą o pojazdach nowego typu, które mogą zostać skonstruowane w przyszłości i które mogą być na tyle odmienne pod względem emisji hałasu, że będą wymagały zdefiniowania dodatkowej kategorii. Kategoria ta może obejmować na przykład pojazdy z napędem elektrycznym lub hybrydowym lub dowolny, opracowany w przyszłości pojazd, znacznie różniący się od pojazdów należących do kategorii 1–4.

Dla celów homologacyjnych stosowana jest ujednolicona klasyfikacja pojazdów samochodowych. Przytoczono ją w poniższej tabeli.

Tabela 9. Klasyfikacja pojazdów samochodowych dla celów homologacyjnych

kategoria	nazwa	opis		Kategoria pojazdu przyjmowana w UE Kategoria „homologacyjna”
1	Lekkie pojazdy silnikowe	Samochody osobowe, samochody dostawcze ≤ 3,5 tony, samochody typu SUV, pojazdy wielofunkcyjne (MPV), włącznie z przyczepami i przyczepami turystycznymi		M1 i N1
2	Średnie pojazdy ciężarowe	Średnie pojazdy ciężarowe, samochody dostawcze > 3,5 tony, autobusy, samochody kempingowe itd., dwuosiowe i posiadające opony bliźniacze na tylnej osi		M2, M3 oraz N2, N3
3	Pojazdy ciężarowe	Pojazdy ciężarowe, autokary turystyczne, autobusy, z trzema lub więcej niż trzema osiami		M2 i N2 z przyczepą, M3 i N3
4	Dwukołowe pojazdy silnikowe	4a	Motorowery dwu-, trzy- i czterokołowe	L1, L2, L6
		4b	Motocykle z przyczepą boczną i bez, motocykle trzy- i czterokołowe	L3, L4, L5, L7
5	Kategoria otwarta	Zostanie zdefiniowana wedle przyszłych potrzeb		Nie dotyczy



Rysunek 5. Lokalizacja zastępczych (równoważnych) źródeł dźwięku w odniesieniu do pojazdów samochodowych

Liczba i lokalizacja , zastępczych, równoważnych źródeł dźwięku

W metodzie tej każdy pojazd (kategorii 1, 2, 3, 4 i 5) jest odwzorowywany przez jedno źródło punktowe emitujące dźwięk w sposób jednorodny (bezkierunkowo) w półkulistą przestrzeń (w kacie bryłowym: 2π) ponad podłożem. We wszystkich obliczeniach uwzględnia się pierwsze odbicie fali akustycznej od powierzchni jezdni. Jak pokazano na rysunku 5 źródło punktowe znajduje się na wysokości 0,05 m nad powierzchnią jezdni.

Strumienie ruchu są odwzorowywane liniowymi źródłami dźwięku. W modelu jezdni wielopasmowej, w warunkach wzorcowych, każdy pas powinien być odwzorowany źródłem liniowym umieszczonym pośrodku każdego z pasów.

Niemniej dopuszcza się również modelowanie za pomocą jednego źródła liniowego, umiejscowionego pośrodku jezdni dwukierunkowej lub – w przypadku jezdni wielopasmowej – jednego źródła liniowego umiejscowionego na zewnętrznym pasie jezdni.

Emisja dźwięku ze źródła liniowego

Potoki ruchu

Emisję fali akustycznej związaną z ruchem drogowym odwzorowuje źródło liniowe charakteryzowane kierunkową mocą akustyczną na metr długości, w odniesieniu do danego pasma częstotliwości. Odwzorowanie to odpowiada sumie mocy emisji dźwięku z poszczególnych pojazdów uczestniczących w strumieniu ruchu oraz czasowi, w jakim pojazdy te przebywały na analizowanym odcinku jezdni.

Jeżeli przyjmuje się stałe natężenie ruchu Q_m pojazdów (kategorii *m*) na godzinę, poruszających się ze średnią prędkością v_m (w km/h), kierunkową moc akustyczną źródła liniowego $L_{W',eq,line,i,m}$ na jednostkę długości, w paśmie częstotliwości *i* od źródła liniowego określa się ze wzoru

$$L_{W',eq,line,i,m} = L_{W,i,m} + 10log\left(\frac{Q_m}{1000v_m}\right) \quad (7)$$

gdzie:

$L_{W',i,m}$ - kierunkowa moc akustyczna jednego pojazdu dB

$L_{W',m}$ wartość referencyjna dB (ref. 10^{-12} W/m).

Powyższe poziomy mocy akustycznej oblicza się dla każdego pasma oktawowego *i*, o częstotliwości od 125 Hz do 4 kHz.

Dane o natężeniu ruchu Q_m wyraża się jako:

- natężenie średnio roczne w poj. na godzinę,
- w odniesieniu do pory dnia (dzienną, wieczorną, nocną),
- w odniesieniu do kategorii pojazdu,
- w odniesieniu do danego źródła liniowego.

Dane wejściowe strumienia ruchu pozyskane ze zliczenia ruchu lub z modeli ruchu stosuje się w odniesieniu do pojazdów należących do wszystkich kategorii.

Prędkość v_m to reprezentatywna prędkość pojazdu należącego do danej kategorii; w większości przypadków niższa z dwóch: maksymalnej prędkości dopuszczalnej na danym odcinku jezdni i maksymalnej prędkości dopuszczalnej dla pojazdu należącego do danej kategorii. W przypadku braku miejscowych danych pomiarowych stosuje się maksymalną prędkość dopuszczalną dla pojazdu należącego do danej kategorii.

Ponadto w modelu obliczeń hałasu pochodzącego od ruchu drogowego stosowane są szczegółowe uwarunkowania (nie będą one tutaj opisywane), a odnoszące się do:

Modelowania emisji hałasu pojazd drogowego z rozróżnieniem:

a) hałasu toczenia wywołany wzajemnym oddziaływaniem opony i nawierzchni jezdni
b) hałasu emitowanego przez jednostkę napędową pojazdu (silnik, układ wydechowy).

Źródło hałasu toczenia uwzględnia także hałas aerodynamiczny.

1) Halas toczenia się:
   a) W przypadku pojazdów lekkich i średnich oraz pojazdów ciężarowych (należących do kategorii 1, 2 i 3) całkowita moc akustyczna odpowiada sumie energii akustycznej hałasu

toczenia i jednostki napędowej. W przypadku pojazdów dwukołowych (należących do kategorii 4), dla źródła analizuje się wyłącznie poziom hałasu jednostki napędowej. Dotyczy to wszystkich zakresów prędkości.

W przypadku prędkości niższej niż 20 km/h poziom mocy akustycznej jest identyczny ze zdefiniowanym we wzorze dla v_m= 20 km/h.

b) Warunki odniesienia w stosunku do hałasu toczenia się opisuje szereg równań i zależności oraz współczynniki dotyczące źródła dla następujących warunków:
   - stała prędkość pojazdu,
   - równa jezdnia,
   - temperatura otoczenia τ_{ref} = 20 °C,
   - wirtualna referencyjna nawierzchnia jezdni, wykonana ze średnio zagęszczonego betonu asfaltowego 0/11 i mieszanki grysowo-mastyksowej 0/11 w wieku od 2 do 7 lat oraz w stanie utrzymania określonym w warunkach odniesienia,
   - sucha nawierzchnia jezdni,
   - opony bez kolców.

Ponadto, w modelowaniu emisji hałasu toczenia dla źródła drogowego (samochód) uwzględnia się współczynniki dla:

c) Korekcji dla opon z kolcami
d) Oddziaływania temperatury otoczenia na korekcję hałasu toczenia.

2) Dla hałasu pochodzącego z jednostki napędowej przewidziano w modelu korekcje z uwagi na:
   a) Oddziaływanie gradientów jezdni
   b) Oddziaływanie ruchu przerywanego

      Korekcję z uwagi na ruch przerywany stosuje się przed i za skrzyżowaniami z sygnalizacją świetlną oraz przed i za rondami.

   c) Oddziaływanie typu nawierzchni jezdni
   d) Oddziaływanie wieku nawierzchni jezdni na charakterystykę hałasu

6.2.2.3. Hałas kolejowy

Charakterystyka źródła

Definicja pojazdu szynowego i składu

W niniejszej metodzie pojazd szynowy definiuje się jako odrębną podjednostkę składu szynowego (zazwyczaj lokomotywę, człon napędowy, wagon ciągniony lub wagon towarowy), którą można niezależnie przemieszczać i odłączyć od składu. W pewnych okolicznościach szczególnych mogą występować podjednostki składu szynowego, których nie można odłączyć, np. współdzielące wózek. Do celów tej metody obliczeniowej wszystkie wspomniane podjednostki zostały połączone w jeden pojazd szynowy.

Do celów metody obliczeniowej skład obejmuje ciąg sprzężonych pojazdów szynowych.

Zdefiniowano wspólną terminologię stosowaną do typów pojazdów szynowych uwzględnionych w źródłowej bazie danych. W zacytowanej niżej tabeli podano właściwe deskryptory (parametry opisowe), które należy stosować do ogólnego klasyfikowania pojazdów szynowych. Deskryptory te odpowiadają charakterystyce pojazdu szynowego oddziałującej na kierunkową emisję mocy akustycznej na metr długości modelowanego równoważnego źródła liniowego.

Tabela 10. Klasyfikacja i deskryptory pojazdów szynowych.

Deskryptor	Typ pojazdu szynowego	Liczba osi w pojeździe szynowym	Typ układu hamulcowego	Zastosowane środki ograniczające hałas
Objaśnienie deskryptora	Oznaczenie literowe określające typ	Rzeczywista liczba osi	Oznaczenie literowe określające typ układu hamulcowego	Oznaczenie literowe określające typ czynnika ograniczającego hałas
Możliwy wybór deskryptora	h szybki pojazd szynowy (>200 km)	1	c żeliwne tarcze hamulcowe	n brak
	m samobieżne wagony pasażerskie	2	k tarcze hamulcowe kompozytowe lub ze spieku metali	d tłumiki
	p ciągnione wagony pasażerskie	3	n bezgwintowy klocek hamulcowy, na przykład tarczowy, bębnowy, magnetyczny	s ekrany
	c samobieżny i nie samobieżny wagon tramwaju miejskiego lub lekki wagon kolei podziemnej	4		o inne
	d człon napędowy z napędem diesla	itd.		
	e człon napędowy z napędem elektrycznym			
	a towarowy pojazd szynowy dowolnego rodzaju			
	o inne (tj. pojazdy serwisowe itp.)			

Liczbę pojazdów każdego typu ustala się dla każdego odcinka torowiska, w każdym z czasookresów stosowanych w obliczeniach poziomu hałasu. Liczbę pojazdów szynowych wyraża się jako średnią liczbę pojazdów na godzinę, uzyskiwaną z podzielenia całkowitej liczby pojazdów poruszających się w danym czasie przez czas trwania ruchu kolejowego wyrażony w godzinach (np. 24 pojazdy szynowe w ciągu 4 godzin to 6 pojazdów na godzinę). Należy uwzględnić wszystkie typy pojazdów szynowych poruszających się po danym odcinku każdego torowiska.

Klasyfikacja torowisk i konstrukcji nośnej

Istniejąca infrastruktura torowisk jest niezwykle zróżnicowana ze względu na występowanie kilku istotnych elementów decydujących o ich właściwościach akustycznych i charakteryzujących te właściwości. Typy torowisk stosowane w tej metodzie podano w tabeli poniżej. Niektóre elementy wywierają duży wpływ na właściwości akustyczne, inne natomiast wywierają wpływ nieznaczny. Z zasady najistotniejsze elementy wywierające wpływ na emisję hałasu w ruchu kolejowym to: chropowatość główki szyny, sztywność przekładki podszynowej, podkład torowiska, styki szynowe i promień krzywizny torowiska. Alternatywnie można zdefiniować ogólną charakterystykę torowiska i w takim przypadku chropowatość główki szyny i szybkość zanikania drgań toru zgodne z normą ISO 3095 to dwa podstawowe parametry decydujące o charakterystyce akustycznej torowiska, plus promień krzywizny torowiska.

Odcinek torowiska definiuje się jako część pojedynczego torowiska znajdującego się na linii kolejowej lub dworcu czy w zajezdni, na którym charakterystyka fizyczna i podstawowe elementy torowiska nie ulegają zmianie.

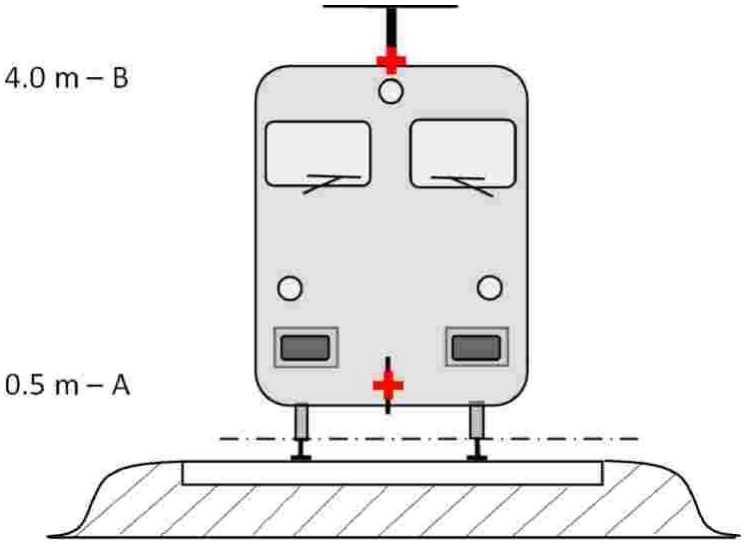
Tabela 11. Wspólna terminologia stosowana w odniesieniu do typów torowisk uwzględnionych w źródłowej bazie danych.

Deskryptor	Podkład torowiska	Chropowatość główki szyny	Typ przekładki szynowej	Dodatkowe czynniki	Styki szyny	Krzywizna
Objaśnienie deskryptora	Typ podkładu torowiska	Wskaźnik chropowatości	Odpowiada oznaczeniu sztywności „akustycznej”	Litera opisująca urządzenie akustyczne	Występowanie styków i rozjazdów	Określa promień krzywizny w m
Dozwolone kody	B Podsypka	E Dobrze utrzymana i bardzo gładka	S Miękka (150–250 MN/m)	N Brak	N Brak	N Torowisko proste
	S Torowisko płytowe	M Standardowo utrzymana	M Średnia (250–800 MN/m)	D Tłumik drgań	S Jeden styk szyny lub zwrotnica	L Niska (1 000–500 m)
	L Wiadukt na podsypce	N Nieprawidłowo utrzymana	H Sztywny (800–1 000 MN/m)	B Niska bariera	D Dwa styki szyny lub dwie zwrotnice na 100 m	M Średnia (Mniej niż 500 m i więcej niż 300 m)
Dozwolone kody	N Wiadukt bez podsypki	B Niekonserwowana i w złym stanie		A Amortyzator na torze płytowym	M Ponad dwa styki szyny lub dwie zwrotnice na 100 m	H Wysoka (Mniej niż 300 m)
	T			E		

	Tor w otulinie			Szyna w otulinie		
	O Inne			O Inne		

Liczba i usytuowanie zastępczych źródeł dźwięku

Poszczególne zastępcze (równoważne) liniowe źródła hałasu są umiejscowione na różnych wysokościach, pośrodku (w osi) torowiska. Wszystkie wysokości odwzorowuje się względem płaszczyzny stycznej do dwóch górnych powierzchni obu szyn.



Rysunek 6. Schemat lokalizacji zastępczych źródeł hałasu kolejowego

Źródła zastępcze (równoważne) uwzględniają poszczególne źródła fizyczne (indeks p). Źródła fizyczne dzieli się na poszczególne kategorie, zależne od mechanizmu emitowania hałasu i są to:

1) hałas toczenia się (uwzględniający nie tylko drgania podkładu szyny i torowiska oraz drgania kół, ale także – o ile występuje – hałas emitowany przez konstrukcję nośną towarowych pojazdów szynowych);

2) hałas trakcji;

3) hałas aerodynamiczny;

4) hałas uderzeniowy (zwrotnic, przejazdów i węzłów);

5) hałas pisków;

6) hałas wywołany oddziaływaniem akustycznym obiektów infrastruktury towarzyszącej, na przykład mostów i wiaduktów.

Uszczegółowienia:

Ad. 1)

Efekty związane z tzw. chropowatością kół i główek szyny przenoszone poprzez trzy ścieżki transmisji (torowisko, koła i konstrukcja nośna) tworzą hałas toczenia. Płaszczyzną promieniowania dźwięku jest w tym przypadku płaszczyzna A, zlokalizowana na wysokości 0,5 m (patrz rysunek powyżej) i reprezentuje ona źródło dla oddziaływania akustycznego powierzchni torowisk, w tym w szczególności torowisk płytowych (ich części odpowiadającej za propagację dźwięku, oddziaływanie kół i konstrukcji nośnej pojazdu na hałas (w przypadku składów towarowych) [16].

Ad. 2).

Wysokości umiejscowienia równoważnych źródeł dźwięku emitowanego przez zespół trakcyjny wahają się od 0,5 m (źródło A) do 4,0 m (źródło B), zależnie od fizycznego umiejscowienia danego elementu. Takie źródła dźwięku jak przekładnie i silniki elektryczne często umiejscowione są na

[16] Z uwagi na fakt, że efekty związane z chropowatością kół i szyn nie występowa do tej pory w codziennej działalności w sposób jawny i w naszych warunkach stanowią nowość, zostaną scharakteryzowane szerzej w dalszym ciągu tekstu.

wysokości osi 0,5 m (źródło A). Osłony żaluzjowe i nawiewniki mogą być umiejscowione na różnych wysokościach; układy wydechowe silników pojazdów napędzanych olejem napędowym są często umiejscowione na wysokości dachu, tzn. 4,0 m (źródło B). Pozostałe źródła hałasu trakcji, na przykład wentylatory czy zespoły silników diesla, mogą być umiejscowione na wysokości 0,5 m (źródło A) lub 4,0 m (źródło B). Jeżeli dokładna wysokość umiejscowienia źródła mieści się w zakresie wysokości modelowych, energia akustyczna rozchodzi się proporcjonalnie do najbliższych wysokości umiejscowienia źródła przyległego.

Z tego względu metoda zakłada dwie wysokości umiejscowienia źródła, a mianowicie 0,5 m (źródło A) i 4,0 m (źródło B), natomiast związaną z każdym z tych źródeł równorzędną moc akustyczną dzieli się między oba źródła zależnie od konkretnej konfiguracji źródła umiejscowionego na danym typie jednostki.

Ad. 3)

Oddziaływanie akustyczne hałasu aerodynamicznego jest związane ze źródłem umiejscowionym na wysokości 0,5 m (odwzorowującej osłony i ekrany, źródło A) oraz źródłem umiejscowionym na wysokości 4,0 m (modelowanie wszystkich podzespołów umiejscowionych powyżej dachu pojazdu oraz pantografu, źródło B). Dobór wysokości umiejscowienia źródła wynoszącej 4,0 m i uwzględniającej oddziaływanie akustyczne pantografu uznaje się za model prosty, przy czym przyjmowanie tej wysokości wymaga dogłębnej analizy, jeżeli głównym celem modelu jest ustalenie właściwej wysokości ekranu akustycznego.

Ad. 4)

Hałas uderzeniowy jest związany ze źródłem dźwięku umiejscowionym na wysokości 0,5 m (źródło A).

Ad. 5)

Hałas pochodzący z pisków jest związany ze źródłem dźwięku umiejscowionym na wysokości 0,5 m (źródło A).

Ad. 6)

Hałas emitowany dodatkowo podczas przejazdu przez konstrukcje mostowe jest związany ze źródłem dźwięku umiejscowionym na wysokości 0,5 m (źródło A).

Emisję hałasu pochodzącego od ruchu na każdym torze wyznacza sie dla układu 2 źródeł liniowych charakteryzowanych kierunkową mocą akustyczną na jednostkę długości, w danym paśmie częstotliwości. Odpowiada to sumarycznej emisji dźwięku z uwzględnieniem w potoku ruchu kolejowego poszczególne pojazdy kolejowe, a w szczególnym przypadku pojazdy nieruchome, biorąc pod uwagę czasu, przez jaki pojazdy te przebywały na analizowanym odcinku linii kolejowej.

Kierunkową moc akustyczną na jednostkę długości, w danym paśmie częstotliwości z uwzględnieniem wszystkich pojazdów poruszających się po każdym z odcinków torowiska danego typu (j) wyznacza się:

- dla każdego pasma częstotliwości (i),
- dla każdej podanej wysokości źródła (h) (dla źródeł umiejscowionych na wysokości 0,5 h = 1, dla źródeł umiejscowionych na wysokości 4,0 m h = 2),

Otrzymuje się w tej sposób sumę energii akustycznej wszystkich czynników oddziałujących na poziom hałasu emitowany przez wszystkie pojazdów poruszające się po danym odcinku torowiska j. Uwzględnia się czynniki oddziałujące na wyznaczany poziom dźwięku:

- ze wszystkich typów pojazdów (t),
- przy różnych prędkościach (s),
- w konkretnych warunkach jezdnych (prędkość stała) (c),
- dla każdego typu źródła fizycznego (źródeł oddziaływania akustycznego na hałas toczenia, hałas uderzeniowy, hałas pisków, hałas trakcji, hałas aerodynamiczny i dodatkowych od**działywań akustycznych, na przykład hałasu wiaduktów i mostów) (p).**

Wzór do obliczania kierunkowej mocy akustycznej na metr (oddziaływania akustycznego części odpowiadającej za propagację dźwięku) średniego ruchu mieszanego na odcinku torowiska j ma postać:

$$L_{W',eq,T,dir,i} = 10lg\left(\sum_{x=1}^{X} 10^{L_{w',eq,line,x}/10}\right) \qquad (8)$$

gdzie

T_{ref} - referencyjny czas wyznaczony dla rozpatrywanego okresu uśredniania ruchu;

X - całkowita liczba możliwych kombinacji i, t, s, c, p dla każdego odcinka torowiska j;

t - wskaźnik typów pojazdów na odcinku torowiska j;

s - wskaźnik prędkości składu: liczba wskaźników jest równa liczbie rożnych prędkości średnich na odcinku torowiska j;

c - wskaźnik warunków jezdnych: 1 (dla prędkości stałej), 2 (bieg jałowy);

p - wskaźnik typów źródeł fizycznych: 1 (dla hałasu toczenia i uderzeniowego), 2 (pisk na łuku), 3 (hałas trakcji), 4 (hałas aerodynamiczny), 5 (dodatkowe efekty akustyczne);

$L_{W',eq,line,x}$ - kierunkowa moc akustyczna na metr dla źródła liniowego przy jednej z kombinacji t, s, c, p na każdym odcinku torowiska j.

W dalszym tekście załącznika wprowadzono szczegółowe wzory (nie cytowane tutaj), pozwalające na wyliczenie finalnej wersji poziomu emisji hałasu kolejowego.

Chropowatość kół i szyny

Oddziaływanie pojazdu i torowiska na poziom hałasu toczenia dzieli się, jak wyżej wspomniano, na cztery elementy podstawowe, a w tym – efekty chropowatości kół i szyn. Można przyjąć, że hałas toczenia jest wzbudzany przede wszystkim chropowatością szyny i kół w zakresie długości fali od 5–500 mm. Definicja poziomu chropowatości:

Poziom chropowatości L_r definiuje się jako pomnożony przez 10 dziesiętny logarytm z kwadratu wartości średniokwadratowej r^2 chropowatości powierzchni jezdnej szyny lub koła względem kierunku poruszania się (płaszczyzna wzdłużna), mierzonej w µm, na określonej długości szyny lub pełnej średnicy koła, dzieloną przez kwadrat wartości referencyjnej r_0^2. Zapisać to można wzorem:

$$L_r = 10lg\left(\frac{r}{r_0}\right)^2 \quad \text{dB} \qquad (9)$$

gdzie:

r - wartość skuteczna pionowej różnicy przemieszczenia powierzchni styku względem poziomu średniego danej powierzchni (koła, szyny)

r_0 = 1 µm

Poziom chropowatości L_r wyznacza się zazwyczaj w widma fali λ i konwertuje się na widmo częstotliwości f = v/λ, gdzie f oznacza częstotliwość środkowego pasma danej tercji wyrażonej w Hz, λ oznacza długość fali w m, a v to prędkość składu pociągu w km/h. Widmo chropowatości, wyrażone jako funkcja częstotliwości, zmienia się wzdłuż osi częstotliwości wyznaczonej dla różnych prędkości. Z zasady po konwersji do widma częstotliwości w oparciu o prędkość konieczne jest wyznaczenie nowych wartości widma pasma tercjowego, uśrednionych między dwoma odpowiadającymi im pasmami tercjowymi na danej długości fali. Aby oszacować całkowite efektywne widmo częstotliwości chropowatości względem właściwej prędkości składu, dwa odnośne pasma tercjowe zdefiniowane na danej długości fali uśrednia się pod względem energii akustycznej i proporcjonalnie.

Poziom chropowatości szyny (chropowatości przytorowej) dla pasma *i* na określonej długości fali zdefiniowany jest jako $L_{r,TR,i}$. Przez analogię, poziom chropowatości kół (chropowatości bocznej osi pojazdu) dla pasma i na określonej długości fali zdefiniowany jako $L_{r,VEH,i}$.

Poziom chropowatości całkowitej i efektywnej dla pasma *i* ($L_{R,tot,i}$) dla określonej długości fali definiuje się jako sumę energii akustycznej poziomów chropowatości szyny i kół oraz filtra $A_3(\lambda)$ kontaktu, aby uwzględnić efekty filtrowania na ścieżce transmisji między szyną, a kołem:

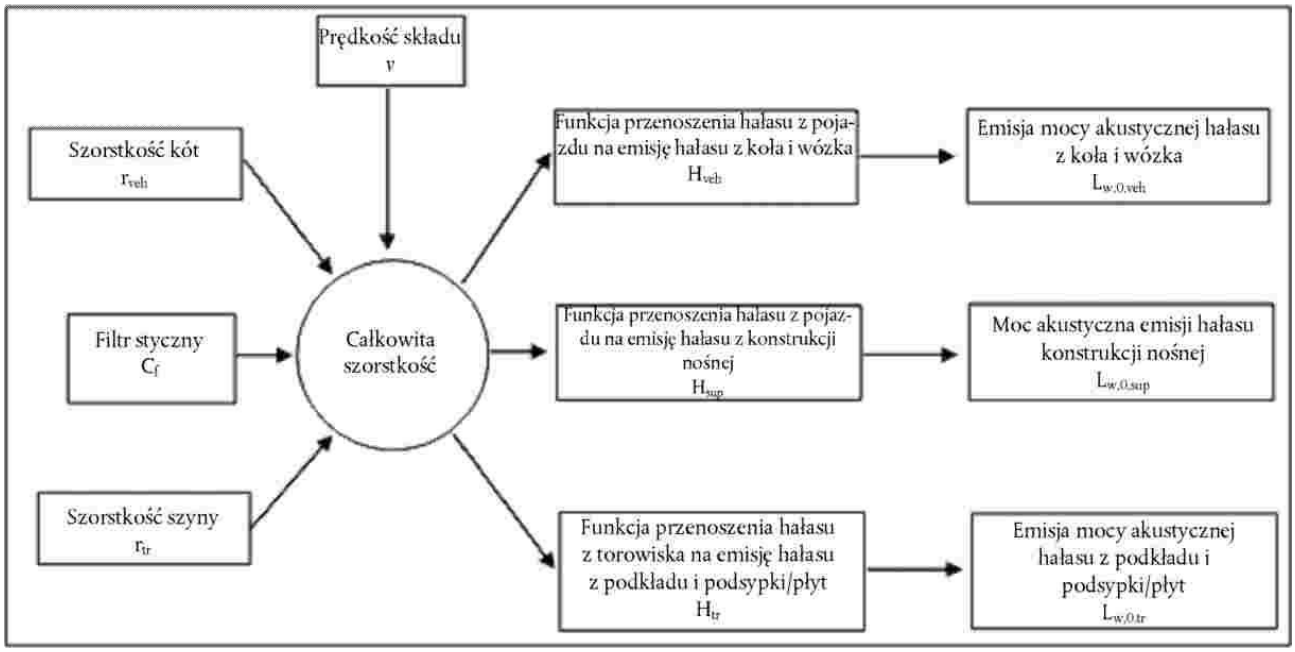
$$L_{R,TOT,i} = 10lg\left(10^{L_{r,TR,i}/10} + 10^{L_{r,VEH,1}/10}\right) + A_{3,i} \qquad (10)$$

Filtr kontaktu (styku) jest zależny od typu szyny i kół oraz obciążenia.

W metodzie tej wykorzystuje się całkowitą chropowatość efektywną dla odcinka torowiska j i typu pojazdu t poruszającego się z właściwą prędkością v.

Schemat stosowania różnych definicji chropowatości i funkcji przenoszenia hałasu pokazano na rysunku poniżej (Rysunek 7).

Do ustalenia całkowitej chropowatości efektywnej, a tym samym mocy akustycznej pojazdów, stosuje się prędkość minimalną 50 km/h (w przypadku tramwajów i lekkich wagonów kolei podziemnej 30 km/h) (prędkość ta nie wpływa na obliczenia przepływu pojazdów), co służy skompensowaniu potencjalnego błędu wynikającego z uproszczenia definicji hałasu toczenia, hałasu hamowania oraz hałasu uderzeniowego na rozjazdach i zwrotnicach.



Rysunek 7. Schemat różnych definicji chropowatości i funkcji przenoszenia

6.2.2.4. Hałas z działalności przemysłowej

Charakterystyka źródła - klasyfikacja typów źródeł (punktowe, liniowe, obszarowe)

Wymiary źródeł hałasu z działalności przemysłowej mogą być bardzo zróżnicowane. Mogą to być duże zakłady przemysłowe lub małe źródła skoncentrowane, na przykład niewielkie urządzenia czy maszyny wykorzystywane w zakładach produkcyjnych. W związku z tym każde oceniane źródło wymaga zastosowania właściwej techniki modelowania.

Rzeczywiste źródła dźwięku modeluje się za pomocą zastępczych źródeł dźwięku odwzorowanych z wykorzystaniem jednego lub większej liczby źródeł punktowych, dzięki czemu ogólna moc akustyczna rzeczywistego źródła odpowiada sumie jednostkowych mocy akustycznych przypisanych do poszczególnych źródeł punktowych.

Zasady ogólne, które należy stosować do definiowania liczby zastosowanych źródeł punktowych są następujące:

- źródła liniowe lub powierzchniowe, których największy wymiar jest mniejszy od 1/2 odległości między źródłem a odbiornikiem, można modelować jako jednostkowe źródła punktowe,
- źródła, których największy wymiar jest większy od 1/2 odległości między źródłem a odbiornikiem, należy modelować za pomocą zestawu niekoherentnych źródeł punktowych umiejscowionych w jednej linii lub zestawu niekoherentnych źródeł punktowych umiejscowionych na danym obszarze, przy czym każde z tych źródeł musi spełniać warunek 1/2. Rozkład na danym obszarze może uwzględniać pionowy rozkład źródeł punktowych,
- w przypadku źródeł, których wysokość w najwyższym punkcie przekracza 2 m lub znajduje się przy powierzchni podłoża, szczególną uwagę należy zwrócić na wysokość umiejscowienia źródła. Zwiększanie liczby źródeł, zmiana ich rozkładu wyłącznie względem wartości z może nie doprowadzić do znacznej poprawy wyników dla tego źródła,

- w przypadku dowolnego źródła podwajanie liczby źródeł na obszarze umiejscowienia źródła (we wszystkich wymiarach) może nie doprowadzić do znacznej poprawy wyników.

Następujące informacje stanowią pełny zestaw danych wejściowych do obliczeń propagacji dźwięku za pomocą metod stosowanych do sporządzania map akustycznych:

- charakterystyka widmowa mocy akustycznej w pasmach oktawowych,
- godziny pracy (średnioroczne dzienne, wieczorne, nocne),
- lokalizacja (współrzędne x, y) oraz wysokość (z) źródła dźwięku,
- typ źródła (punktowe, liniowe, obszarowe),
- wymiary i położenie,
- warunki robocze (operacyjne) aktywności źródła,
- kierunkowość źródła.

Moc akustyczną źródła punktowego, liniowego i obszarowego należy zdefiniować w następujący sposób:

- w przypadku źródła punktowego, moc akustyczną L_W i kierunkowość zdefiniować jako funkcję trzech współrzędnych ortogonalnych (x, y, z),
- istnieje możliwość zdefiniowania dwóch źródeł liniowych:
  - źródeł liniowych odwzorowujących moc akustyczną przenośników taśmowych, rurociągów itp. na metr długości $L_{W'}$, a kierunkowość jako funkcję dwóch współrzędnych ortogonalnych względem osi źródła liniowego,
  - źródeł liniowych odwzorowujących pojazdy w ruchu, z których każdy jest powiązany z mocą akustyczną L_W i kierunkowością wyznaczaną jako funkcja dwóch współrzędnych ortogonalnych względem osi źródła liniowego i mocy akustycznej na metr $L_{W'}$, określonej na podstawie prędkości i liczby pojazdów poruszających się po tej trasie w dzień, wieczorem i w nocy; korekcję godzin pracy dodawaną do mocy akustycznej źródła w celu zdefiniowania skorygowanej mocy akustycznej, która zostanie zastosowana do obliczeń w czasie C_W , wyrażaną w dB, oblicza się w sposób następujący:

$$C_W = -10\lg\left(\frac{l \times n}{1000 \times V \times T_0}\right) \qquad (11)$$

v - prędkość pojazdu [km/h];

n - liczba przejazdów pojazdów w czasie

l - całkowita długość źródła [m],

- w przypadku źródła obszarowego podaje się moc akustyczną na metr L_W/m^2 , ale bez kierunkowości (może być pozioma lub pionowa)

Kierunkowość źródła jest ściśle powiązana z umiejscowieniem równorzędnego źródła dźwięku względem pobliskich powierzchni. Ponieważ metoda obliczania propagacji dźwięku uwzględnia odbicie od pobliskiej powierzchni oraz jej zdolność do pochłaniania dźwięku, należy dokładnie przeanalizować umiejscowienie pobliskich powierzchni. Z zasady zawsze dokonuje się rozróżnienia tych dwóch przypadków:

- moc akustyczną źródła i kierunkowość wyznacza się i odnosi do konkretnego, rzeczywistego źródła, jeżeli jest ono umiejscowione w polu swobodnym (z wyłączeniem akustycznego oddziaływania terenu). Jest to zgodne z definicją propagacji dźwięku, o ile przyjmiemy, że w odległości bliższej niż 0,01 m od źródła nie znajdują się żadne pobliskie powierzchnie, a powierzchnie znajdujące się w odległości 0,01 m lub większej zostały uwzględnione w obliczeniach propagacji dźwięku,
- moc akustyczną źródła i kierunkowość wyznacza się i odnosi do konkretnego, rzeczywistego źródła, jeżeli jest ono umiejscowione w konkretnej lokalizacji, a zatem moc akustyczna i kierunkowość źródła są tak naprawdę „równorzędne", ponieważ uwzględniają modelowanie oddziaływania akustycznego pobliskich powierzchni. Zgodnie z definicjami propagacji dźwięku przypadek ten definiuje się jako „pole częściowo swobodne". W tej sytuacji modelowane pobliskie powierzchnie wyklucza się z obliczeń propagacji dźwięku.

Kierunkowość wyraża się w obliczeniach jako współczynnik $\Delta L_{W,dir,xyz}$ (x, y, z) dodawany do mocy akustycznej w celu uzyskania właściwej kierunkowej mocy akustycznej referencyjnego źródła dźwięku, odwzorowywanej propagacją dźwięku w danym kierunku. Współczynnik ten można wyznaczyć jako funkcję wektora kierunku definiowanego za pomocą (x,y,z).

6.2.2.5. Propagacja dźwięku dla źródeł w ruchu drogowym, kolejowym i z działalności przemysłowej.

Zakres i podstawowe uwarunkowania

Opisana metodę odnosi się do obliczania tłumienia hałasu przy propagacji na otwartej przestrzeni. Umożliwia ona wyznaczenie równoważnego poziomu dźwięku w punkcie umiejscowienia odbiorcy, odpowiadającego dwóm konkretnym typom warunków atmosferycznych, o ile znana jest charakterystyka źródła:

- warunki propagacji dźwięku z załamaniem ku dołowi (dodatni pionowy gradient efektywnej prędkości propagacji dźwięku) od źródła do odbiorcy,
- jednorodne warunki atmosferyczne (zerowy, pionowy gradient prędkości propagacji dźwięku) na całym obszarze propagacji.

Omówiona w tym dokumencie metoda obliczeniowa dotyczy obiektów infrastruktury przemysłowej oraz infrastruktury transportu lądowego. W związku z tym odnosi się w szczególności do infrastruktury drogowej i kolejowej. Metoda ta odnosi się do transportu lotniczego wyłącznie w zakresie hałasu emitowanego podczas czynności naziemnych, a zatem nie uwzględnia startu i lądowania.

Metoda obliczeniowa nie umożliwia uzyskania wyników dotyczących warunków propagacji dźwięku i załamania ku górze (ujemny, pionowy gradient efektywnej prędkości dźwięku), przy czym warunki te przybliża się za pomocą warunków jednorodnych stosowanych w obliczeniach wartości L_{DWN}.

Aby obliczyć tłumienie wywołane atmosferycznym pochłanianiem dźwięku, w przypadku obiektów infrastruktury transportowej warunki temperaturowe i wilgotnościowe oblicza się zgodnie z normą ISO 9613-1:1996.

Metoda umożliwia uzyskanie wyników dla pasma oktawowego o częstotliwości od 63 Hz do 8 000 Hz. Obliczeń dokonuje się dla każdej częstotliwości środkowej odrębnie.

W zakres tej metody obliczeń i modelowania nie wchodzą przegrody półpełne i przeszkody o nachyleniu względem płaszczyzny pionowej przekraczającym 15°.

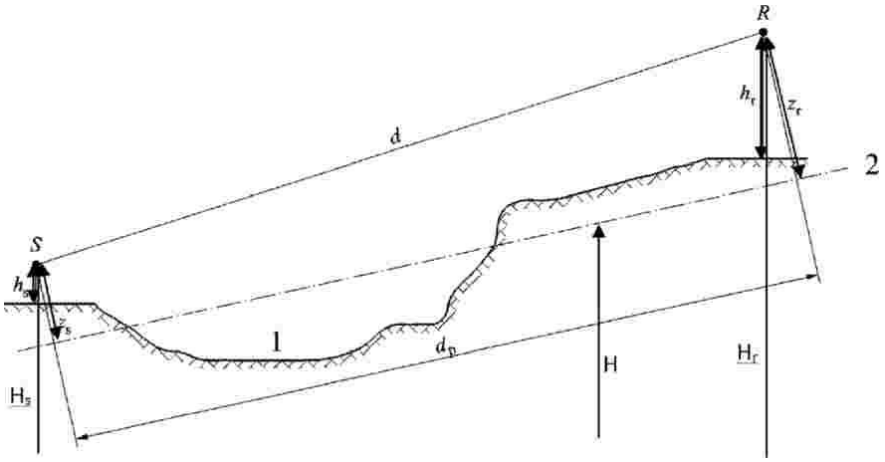
Tłumienie wywołane przez ekran jednostkowy oblicza się za pomocą jednego równania dyfrakcyjnego, tłumienie wywołane dwoma lub większą liczbą ekranów ustawionych w jednej linii uznaje się za ciąg dyfrakcji jednostkowych i w ich przypadku stosuje się specjalną procedurę.

W celu uwzględnienia rzeczywistej rzeźby terenu na drodze propagacji dźwięku wprowadzono wyrażenie „wysokość równorzędna" oznaczane literą z. W równaniach oddziaływania akustycznego podłoża zastępuje ono wysokości rzeczywiste.

W omawianej metodzie stosuje się segmentację źródła. Źródła rzeczywiste opisuje się za pomocą układu źródeł punktowych lub, w przypadku ruchu kolejowego bądź drogowego, za pomocą niekoherentnych źródeł liniowych. W metodzie propagacji przyjmuje się, że źródła liniowe lub obszarowe uprzednio rozdzielono w celu ich odwzorowania za pomocą układu równorzędnych źródeł punktowych. Rozdzielenie źródeł może nastąpić na etapie wstępnego przetwarzania danych źródłowych lub w procesie wyszukiwania danych źródłowych przez oprogramowanie obliczeniowe. Przedmiotowa metodologia nie obejmuje swym zakresem metod rozdzielania źródeł.

Trasy propagacji

Metoda opiera się na modelu geometrycznym obejmującym układ wzajemnie powiązanych powierzchni podłoża i znajdujących się na nim przeszkód. Pionowa trasa propagacji przebiega przez jedną lub większą liczbę płaszczyzn pionowych względem płaszczyzny poziomej. W przypadku trajektorii propagacji obejmujących odbicia od powierzchni pionowych umiejscowionych nieortogonalnie względem płaszczyzny fali padającej, na kolejnym etapie analizuje się inną płaszczyznę pionową, w tym odbitą część trasy propagacji. W takich przypadkach, gdy do opisania całej trajektorii, od źródła do odbiornika, przyjmuje się więcej niż jedną płaszczyznę pionową, płaszczyzny pionowe spłaszcza się.



Rysunek 8. Wysokości równorzędne względem podłoża

Wysokości równorzędne wyznacza się z płaszczyzny symetrii podłoża rozciągającej się między źródłem a punktem odbioru. Wartość ta zastępuje rzeczywistą płaszczyznę podłoża płaszczyzną fikcyjną odwzorowującą średni profil terenu.

Następnym krokiem jest obliczenie „płaszczyzny uśrednionej", według przytoczonego w materiałach szczegółowych zestawów równań.

Model propagacji dźwięku

W celu wyznaczenia końcowej wartości poziomu dźwięku w punkcie odbioru wykonywane są:

1) na każdej trasie propagacji:
   - obliczenie tłumienia w warunkach sprzyjających,
   - obliczenie tłumienia w warunkach jednorodnych,
   - obliczenie długookresowego poziomu dźwięku dla każdej trasy;
2) sumowanie (w sensie energetycznym) długookresowych poziomów dźwięku dla wszystkich tras w danym punkcie odbioru.

Procedura obliczeniowa bazuje na rozbudowanych zależnościach analogicznych do zawartych w normie IOS 9613-2.

W nowej metodzie rozbudowano zagadnienia ***oddziaływania akustycznego podłoża***

Tłumienie wywołane oddziaływaniem akustycznym podłoża jest spowodowane głównie zakłóceniami między odbitym dźwiękiem a dźwiękiem rozchodzącym się bezpośrednio od źródła do odbiornika. Jest ono fizycznie powiązane z pochłanianiem akustycznym podłoża, nad którym następuje propagacja fali dźwięku. Zależy ono jednak w dużej mierze od warunków atmosferycznych występujących w czasie propagacji, ponieważ ugięcie promienia zmienia wysokość trasy biegnącej powyżej poziomu podłoża i zwiększa lub zmniejsza oddziaływanie akustyczne podłoża i terenu położonego w pobliżu źródła.

Charakterystyka akustyczna podłoża

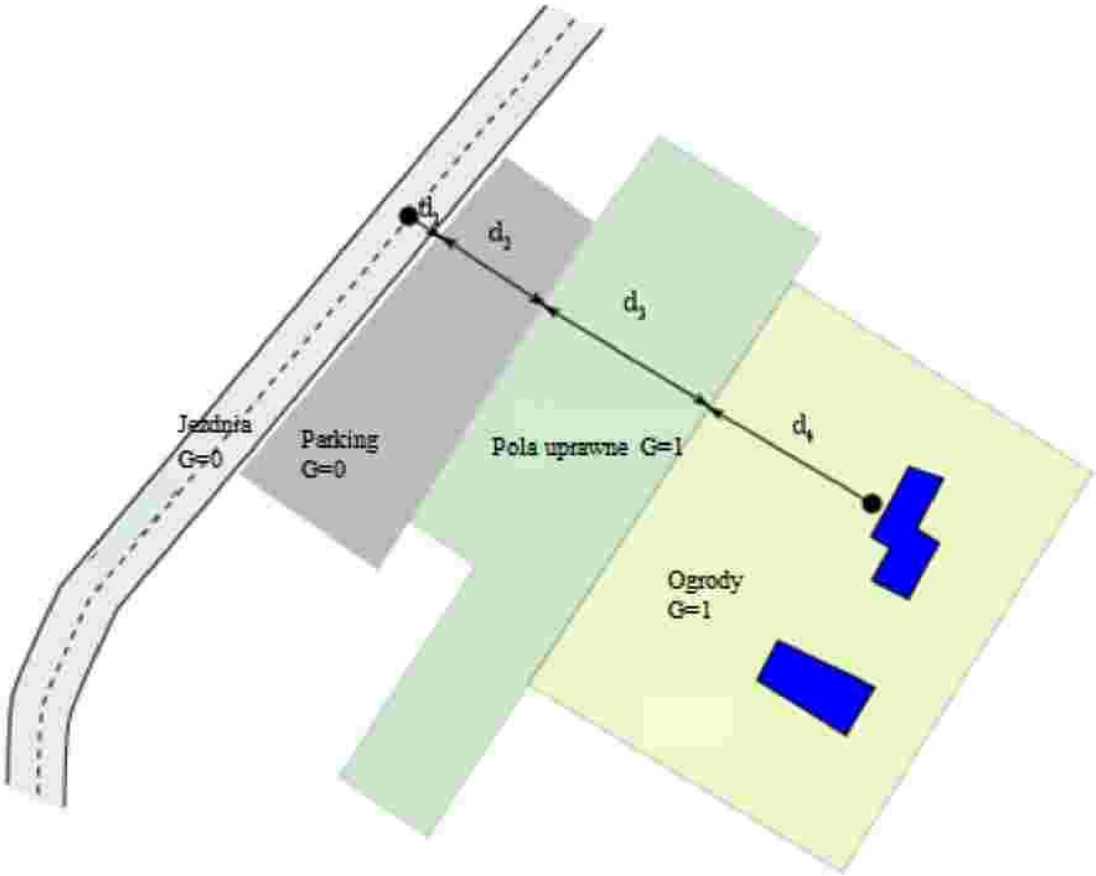
Właściwości podłoża związane z pochłanianiem dźwięku zależą przede wszystkim od jego porowatości. Z zasady grunt zwarty wykazuje tendencję do odbijania dźwięku, natomiast grunt porowaty do jego pochłaniania.

W przypadku obliczeń roboczych, właściwości podłoża związane z pochłanianiem odwzorowuje się za pomocą bezwymiarowego współczynnika G o zakresie od 0 do 1. G jest niezależne od częstotliwości. W poniższej tabeli podano wartości G dla terenów otwartych. Z zasady średnia wartość współczynnika G na trasie mieści się w zakresie od 0 do 1.

Tabela 12. Wartości G dla różnych typów podłoża

Opis	Rodzaj	(kPa · s/m2)	wartość G
Bardzo miękkie (zaśnieżone lub zbliżone do porośniętego mchem)	A	12,5	1
Miękkie poszycie leśne (krótkie, zwarte, zbliżone do wrzosowiska lub porośnięte gęstym mchem)	B	31,5	1

Niezwarte, luźne podłoże (torf, trawa, luźna gleba)	C	80	1
Normalne, niezwarte podłoże (poszycia leśne, pastwiska)	D	200	1
Zwarte pole i żużel (zwarte trawniki, tereny parków)	E	500	0,7
Gęste, zwarte podłoże (droga żużlowa, parking samochodowy)	F	2 000	0,3
Powierzchnie utwardzone (większość normalnych rodzajów asfaltu, beton)	G	20 000	0
Bardzo twarde i zwarte powierzchnie (zwarty asfalt, beton, woda)	H	200 000	0



$$d_p = d_1 + d_2 + d_3 + d_4$$

$$G_{path} = \left(0 \cdot d_1 + 0 \cdot d_2 + 1 \cdot d_3 + 1 \cdot d_4\right) / d_p = \left(d_3 + d_4\right) / d_p$$

gdzie: G_{path} jest wypadkowym współczynnikiem gruntu G, określonym wzdłuż drogi rozprzestrzeniania się fali akustycznej

Rysunek 9. Zasada wyznaczania współczynnika podłoża G_{path} na trasie propagacji

Współczynnik G_{path} służy do obliczenia poprawki związanej z propagacją fali, dla dwóch przypadków:

- warunków sprzyjających,
- warunków neutralnych.

6.2.2.6. Hałas w ruchu lotniczym

Cel i zakres

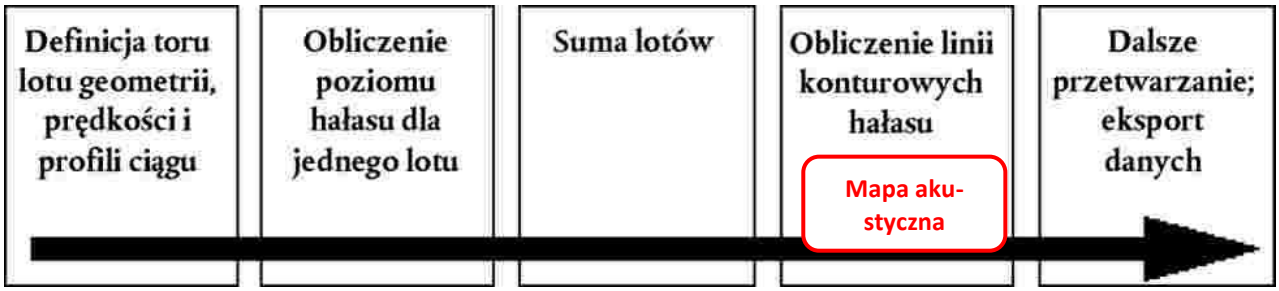
Do oznaczenia zasięgu i wartości poziomów hałasu statku powietrznego w otoczeniu portów lotniczych stosuje się ***mapy izolinii poziomu dźwięku, zwane mapami konturowymi*** (wg oficjalnego tłumaczenia algorytmów dołączonych do Dyrektywy 2015/996); oddziaływanie to oznacza się wartościami zdefiniowanych wskaźników metrycznych lub wskaźników hałasu. Natomiast ***kontur to linia, na której wskaźnik ma wartość stałą*** (w tym sensie ***linia konturowa to izolinia;*** są to synonimy). Wartość wskaźnika do pewnego stopnia sumuje wszystkie zdarzenia akustyczne emitowane przez statek powietrzny, występujące w określonym przedziale czasowym, zazwyczaj mierzonym w dniach lub miesiącach.

Hałas statku powietrznego przylatującego i odlatującego z pobliskiego lotniska rejestrowany w punktach naziemnych zależy od wielu czynników. Do najważniejszych z nich należą typy samolotów i ich zespołów napędowych; moc, wykonywane na pokładach samolotów procedury kontroli wypuszczenia klap i prędkości lotu; odległości od analizowanych punktów względem poszczególnych torów lotu; oraz miejscowe warunki topograficzne i pogodowe. Działalność portów lotniczych wiąże się z korzystaniem z różnych typów samolotów, wykonywaniem różnych procedur lotu oraz pracą przy zróżnicowanych masach roboczych.

Układ algorytmu

Procedurę wykreślania linii konturowych obrazuje poniższy schemat. Linie konturowe wykreśla się w różnych celach i zazwyczaj służą one kontrolowaniu wymogów dotyczących źródeł hałasu oraz wstępnego przetwarzania danych wejściowych.

Procedura wykreślania linii konturowej hałasu



Bez względu na rodzaj źródła danych lotu, każdy ruch statku powietrznego, przylot lub odlot, definiuje się we wskaźnikach geometrii jego toru lotu oraz emisji hałasu ze statku powietrznego w miarę pokonywania toru lotu (ruchy scharakteryzowane identycznymi wskaźnikami poziomu hałasu i warunków toru lotu uwzględnia się za pomocą prostego przemnożenia). Emisja hałasu zależy of charakterystyki ogólnej statku powietrznego – głównie od mocy wytwarzanej przez jego silniki.

Zalecana metodologia oceny hałasu lotniczego podzielona została na bloki zagadnień, które opisano w poszczególnych sekcjach lub grupie sekcji:

W części 1 omówiono elementy metodologii i wyjaśniono zasadę segmentacji, na której metodologia ta się opiera; oznacza to, że rejestrowany poziom hałasu zdarzenia akustycznego jest sumą oddziaływań wszystkich „istotnych w kontekście hałasu" segmentów toru lotu, z których każdy oblicza się niezależnie od pozostałych.

W części 2 omówiono wymogi dotyczące danych wejściowych służących wykreślaniu układu linii równego poziomu dźwięku. Szczegółową specyfikację niezbędnych danych roboczych podano w załączniku A.

Uwaga: wymienione w tym rozdziale załączniki oznaczane jako A, B,… itd. są oznaczeniami załączników w oryginalnym, oficjalnym tłumaczeniu nowych metod, wg Dyrektywy 2015/996.

Część 3 zawiera sposoby obliczania segmentów toru lotu z wstępnie przetworzonych danych wejściowych. Wiążą się one z wykorzystaniem analizy charakterystyki lotu statku powietrznego, dla której szczegółowe równania podano w załączniku B. Tory lotu są w dużej mierze zmienne – statki powietrzne pokonujące dowolną trasę są rozproszone względem pasa rejestracji na skutek zmian zachodzących w warunkach atmosferycznych, masie statku powietrznego i procedurach roboczych, obostrzeń zgłaszanych przez kontrolę lotów itp. Uwarunkowania te uwzględnia się, wyrażając każdy tor lotu w wartościach statystycznych – jako tor „główny" lub podstawowy, wokół którego przebiegają tory dodatkowe.

W części 4 omówiono etapy obliczania poziom hałasu jednostkowego zdarzenia akustycznego – zarejestrowanego w punkcie naziemnym hałasu wyemitowanego przez ruch jednostkowego statku powietrznego. W załączniku D omówiono ponowne obliczanie danych zaczerpniętych z bazy NPD dla warunków innych niż warunki odniesienia. W załączniku E wyjaśniono pojęcie dipolowego źródła akustycznego, które w modelu stosuje się do definiowania promieniowania dźwięku z segmentów toru lotu o skończonej długości.

Oprócz pozyskania danych dotyczących właściwych torów lotu, aplikacje modelujące zależności wymagają pozyskania danych dotyczących emitowanego hałasu oraz eksploatacyjnych analizowanego statku powietrznego.

Kluczowym obliczeniem jest wyznaczenie poziomu zdarzenia akustycznego dla ruchu pojedynczego statku powietrznego w jednym punkcie umiejscowienia rejestratora. Obliczenie to należy powtórzyć dla ruchu wszystkich statków powietrznych w każdym z wybranych układów punktów pokrywających szacowany zasięg odnośnych linii konturowych hałasu. Poziomy zdarzenia akustycznego zarejestrowane w każdym punkcie sumuje się lub uśrednia za pomocą dowolnej metody, aby w ten sposób otrzymać „łączny poziom" lub wartość wskaźnika hałasu. Tę część procedury omówiono w następnych częściach tekstu.

W ostatniej części tekstu podsumowano możliwości i wymogi dotyczące dopasowywania linii równego poziomu dźwięku do siatek wartości wskaźnika hałasu. Możliwości i wymogi, o których mowa powyżej, stanowią wytyczne wykreślania linii konturowych i dalszego przetwarzania danych.

Reasumując:

- Zastosowanie powyższego modelu polega na obliczaniu poziomów dźwięku emitowanego przez poszczególne typy statków powietrznych poruszających się określonymi dla danego lotniska ścieżkami startów i lądowania.
- Parametry akustyczne poszczególnych typów statków lotniczych są zgromadzone w międzynarodowych i krajowych bazach danych.

W tym celu, do opisu metody (algorytmu) oceny hałasu lotniczego dołączono kilkaset stron załączników.

6.2.2.7. Przypisywanie budynkom poziomów hałasu i liczby mieszkańców

Część zawierająca algorytmy metod oceny hałasu została rozszerzona o problematykę oceny ekspozycji ludzi i budynków na hałas w środowisku.

W ocenie ekspozycji mieszkańców na hałas uwzględnia się ***wyłącznie budynki mieszkalne***. Mieszkańców nie przypisuje się innym budynkom o charakterze niemieszkalnym, na przykład szkołom, szpitalom, budynkom biurowym czy zakładom. Przypisywanie liczby mieszkańców budynkom mieszkalnym powinno się opierać na najbardziej aktualnych danych urzędowych (zależnie od regulacji obowiązujących w danym państwie członkowskim).

Szacowanie liczby mieszkańców budynku

Liczba mieszkańców budynku mieszkalnego jest istotnym parametrem pośrednim, służącym szacowaniu ekspozycji na hałas. Niestety, dane dotyczące tego parametru nie zawsze są dostępne. Poniżej przedstawiono metodę pozyskiwania tego parametru z bardziej dostępnych danych.

Zastosowane symbole[17] to:

BA - powierzchnia całkowita budynku;

DFS - powierzchnia użytkowa lokali mieszkalnych;

DUFS - powierzchnia użytkowa jednego lokalu mieszkalnego;

H - wysokość budynku;

FSI - powierzchnia użytkowa lokali mieszkalnych w przeliczeniu na jednego mieszkańca;

Inh - liczba mieszkańców;

NF - liczba pięter;

V - kubatura budynków mieszkalnych.

Do obliczenia liczby mieszkańców, zależnie od dostępności danych, stosuje się procedurę omówioną w przypadku 1 lub 2.

[17] Symbole te pozostawiono w polskiej wersji Dyrektywy 2015/996 bez tłumaczenia i taką konwencję zastosowano tutaj w celu uniknięcia niejasności

PRZYPADEK 1: dane dotyczące liczby mieszkańców są dostępne

1A: Liczba mieszkańców jest znana lub oszacowano ją w oparciu o liczbę lokali mieszkalnych. W tym przypadku liczba mieszkańców budynku to suma liczby mieszkańców wszystkich lokali mieszkalnych w budynku:

$$Inh_{building} = \sum_{i=1}^{n} Inh_{dwelling_{unit_i}} \qquad (12)$$

1B: Liczba mieszkańców jest znana tylko dla jednostek większych niż budynek, np. części osiedli, osiedli, dzielnic czy nawet całych miast. W tym przypadku liczbę mieszkańców budynku szacuje się na podstawie kubatury budynku.

$$Inh_{building} = \frac{V_{building}}{V_{total}} \times Inh_{total} \qquad (13)$$

Wskaźnik „total" dotyczy właściwej analizowanej jednostki. Kubatura budynku to iloczyn jego powierzchni całkowitej i wysokości.

$$V_{building} = BA_{building} \times H_{building} \qquad (14)$$

Jeżeli wysokość budynku nie jest znana, szacuje się ją na podstawie liczby pięter, zakładając że średnia wysokość piętra wynosi 3 m:

$$H_{building} = NF_{building} \times 3\ \mathrm{m} \qquad (15)$$

Jeżeli liczba pięter również nie jest znana, stosuje się wartość domyślną dla liczby pięter reprezentatywnej w danej dzielnicy lub okręgu.

Całkowitą kubaturę budynków mieszkalnych w całej analizowanej jednostce V_{total} oblicza się jako sumę kubatur wszystkich budynków mieszkalnych na terenie jednostki.

$$V_{total} = \sum_{i=1}^{n} V_{building_i} \qquad (16)$$

PRZYPADEK 2: dane dotyczące liczby mieszkańców nie są dostępne

W tym przypadku liczbę mieszkańców szacuje się na podstawie średniej powierzchni użytkowej lokali mieszkalnych w przeliczeniu na jednego mieszkańca FSI. Jeżeli parametr ten nie jest znany, stosuje się krajową wartość domyślną.

2A: Powierzchnia użytkowa lokalu mieszkalnego jest znana dzięki dostępności danych dotyczących liczby lokali mieszkalnych. W tym przypadku liczbę mieszkańców każdego lokalu mieszkalnego szacuje się w następujący sposób:

$$Inh_{dwelling_{unit_i}} = \frac{DUFS_i}{FSI} \qquad (17)$$

Teraz można oszacować liczbę mieszkańców budynku podobnie jak w podanym powyżej PRZYPADKU 1A.

2B: Znana jest powierzchnia użytkowa lokali mieszkalnych w budynku, tzn. znana jest suma powierzchni użytkowej wszystkich lokali mieszkalnych. W tym przypadku liczbę mieszkańców szacuje się w następujący sposób:

$$Inh_{building} = \frac{DFS_{building}}{FSI} \qquad (18)$$

2C: Znana jest powierzchnia użytkowa lokali mieszkalnych dotycząca wyłącznie jednostek większych niż budynek, np. części osiedli, osiedli, dzielnic czy nawet całych miast.

W tym przypadku liczbę mieszkańców budynku szacuje się na podstawie kubatury budynku, zgodnie z przykładem ilustrującym PRZYPADEK 1B, natomiast całkowitą liczbę mieszkańców szacuje się w następujący sposób:

$$Inh_{total} = \frac{DFS_{total}}{FSI} \qquad (19)$$

2D: Powierzchnia użytkowa lokali mieszkalnych nie jest znana. W tym przypadku liczbę mieszkańców budynku szacuje się zgodnie z przykładem ilustrującym PRZYPADEK 2B, natomiast powierzchnię użytkową lokali mieszkalnych szacuje się w następujący sposób:

$$DFS_{building} = BA_{building} \times 0{,}8 \times NF_{building} \qquad (20)$$

Współczynnik 0,8 to współczynnik konwersji: ”powierzchnia użytkowa brutto → powierzchnia użytkowa lokali mieszkalnych”. Jeżeli znany jest inny współczynnik reprezentatywny dla danego obszaru, należy go zastosować i udokumentować źródło, z którego go zaczerpnięto.

Jeżeli liczba kondygnacji w budynku nie jest znana, należy ją oszacować na podstawie wysokości budynku, $H_{building}$, co zazwyczaj pozwala na obliczenie niecałkowitej liczby kondygnacji:

$$NF_{building} = \frac{H_{building}}{3\ \mathrm{m}} \qquad (21)$$

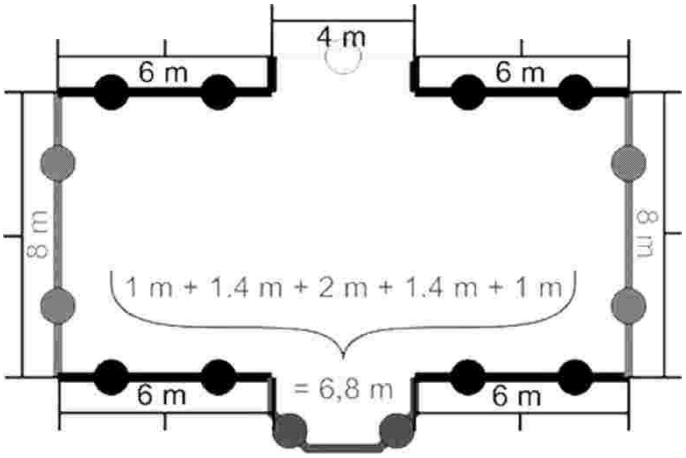
Jeżeli nie jest znana ani wysokość budynku ani liczba pięter, stosuje się wartość domyślną dla liczby pięter reprezentatywnej w danej dzielnicy lub okręgu.

Przypisywanie punktów umiejscowienia odbioru do elewacji budynków

Oceny ekspozycji mieszkańców na hałas dokonuje się na podstawie pomiarów wykonanych w punkcie znajdującym się na wysokości 4 m nad poziomem terenu, przed elewacjami budynków mieszkalnych.

W przypadku szacowania poziomu ekspozycji z naziemnych źródeł hałasu, do obliczania liczby mieszkańców podlegających ekspozycji stosuje się procedurę omówioną w poniższym przypadku 1 lub procedurę omówioną w przypadku 2. W przypadku hałasu statku powietrznego obliczanego zgodnie z treścią sekcji 2.6, całkowitą liczbę mieszkańców budynku odnosi się do najbliższego, wyznaczonego na siatce punktu obliczania poziomu hałasu.

PRZYPADEK 1:



Rysunek 10. Przykład umiejscowienia odbiorników wokół budynku z zastosowaniem procedury omówionej w PRZYPADKU 1

a) Segmenty o długości przekraczającej 5 m dzieli się na równe odcinki o możliwie największej długości, ale mniejszej lub równej 5 m. Punkty umiejscowienia odbiornika znajdują się w środku każdego z odcinków o równej długości;

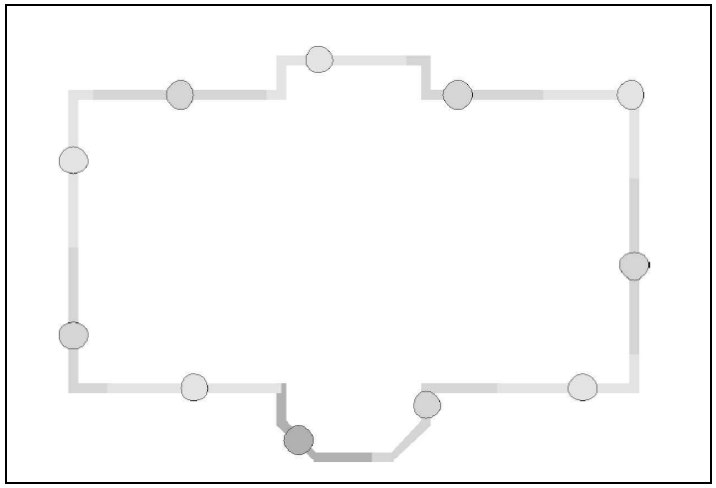
b) pozostałe segmenty o długości większej niż 2,5 m odwzorowuje się za pomocą jednego odbiornika umiejscowionego pośrodku każdego segmentu;

c) pozostałe segmenty przyległe o długości całkowitej przekraczającej 5 m uznaje się za obiekty linii łamanych i traktuje w sposób zbliżony do procedury omówionej w lit. a) i b).

d) liczbę mieszkańców przypisaną do punktu umiejscowienia odbiornika waży się długością odwzorowywanej elewacji tak, aby suma wszystkich punktów umiejscowienia odbiornika odpowiadała całkowitej liczbie mieszkańców;

e) wyłącznie w przypadku budynków, z których całkowitej powierzchni użytkowej można wyznaczyć powierzchnię użytkową jednego budynku mieszkalnego, dla celów statystycznych przyjmuje się poziom hałasu z elewacji o najwyższym stopniu ekspozycji i odnosi się go bezpośrednio do liczby mieszkańców tych budynków.

PRZYPADEK 2:



Rysunek 11. Przykład umiejscowienia punktów odbioru wokół budynku z zastosowaniem procedury omówionej w PRZYPADKU 2

a) Elewacje rozpatruje się oddzielnie lub dzieli na odcinki o długości do 5 m, począwszy od pierwszego punktu, a odbiornik umieszcza się w połowie długości elewacji lub segmentu o długości 5 m.

b) Na pozostałych odcinkach odbiorniki ustawia się pośrodku.

c) Liczbę mieszkańców przypisaną do punktu umiejscowienia odbiornika waży się długością odwzorowywanej elewacji tak, aby suma wszystkich punktów umiejscowienia odbiornika odpowiadała całkowitej liczbie mieszkańców.

d) Wyłącznie w przypadku budynków, z których całkowitej powierzchni użytkowej można wyznaczyć powierzchnię użytkową jednego budynku mieszkalnego, dla celów statystycznych przyjmuje się poziom hałasu z elewacji o najwyższym stopniu ekspozycji i odnosi się go bezpośrednio do liczby mieszkańców tych budynków.

6.2.3. Dane wejściowe

Dane wejściowe uznawane za właściwe w kontekście opisanych powyżej metod podano w załączniku (dodatku) do opisu algorytmu.

W przypadkach, w których nie można zastosować danych wejściowych wskazanych we właściwym załączniku, lub jeżeli ich zastosowanie powoduje odchylenia od wartości rzeczywistej niespełniające warunków wskazanych w sekcji odnoszącej się do ram jakościowych, można posłużyć się innymi wartościami, pod warunkiem, że wartości te oraz **metodologia ich pozyskiwania, a także ich przydatność, zostaną odpowiednio udokumentowane**.[18] Informacje na ten temat należy opublikować.

6.2.4. Metody pomiarowe

W przypadkach, w których prowadzi się pomiary – **bez względu na powód ich prowadzenia** – pomiary te powinny być zgodne z zasadami prawa nadrzędnego odnoszącego się do pomiarów, wskazanego w:

- normie ISO 1996-1:2003 oraz ISO 1996-2: 2007 lub,
- w przypadku hałasu statków powietrznych, w normie ISO 20906:2009…….

[18] Wyróżnienie dokonane przez Autorów

CZĘŚĆ II – REALIZACJA MAPY AKUSTYCZNEJ

Tekst tej części (i następnej) ilustrowany będzie wieloma mapami akustycznymi lub ich fragmentami. Mapy te:

- zostały ***odindywidualizowane***, tzn. nie odpowiadają w pełni konkretnej sytuacji, choć mogą zawierać fragmenty sytuacji rzeczywistych,
- są zdezaktualizowane, tzn. dane zawarte na tych ilustracjach nie są prawdziwe, choć są one ***prawidłowe metodologicznie***.
- w pewnych przypadkach pozostawiono materiał ilustracyjny z poprzedniej wersji wytycznych wtedy, gdy jego ***zawartość metodyczna jest nadal aktualna*** i odpowiada w pełni celom rozważań.

7. MAPA AKUSTYCZNA JAKO ELEMENT SYSTEMU ZARZĄDZANIA HAŁASEM W ŚRODOWISKU

7.1. DEFINICJE I KLASYFIKACJE MAP AKUSTYCZNYCH

Definicje map akustycznych sformułowane zostały w różnym zakresie, w charakteryzowanych wyżej aktach prawnych takich jak:

- ustawa Prawo ochrony środowiska – poziom krajowy,
- Dyrektywa 2002/49/WE – poziom europejski.

Definicja mapy akustycznej w prawie krajowym (Poś) nie jest definicją wprost. Do określenia istoty mapy akustycznej dochodzi się opisowo, przez stwierdzenie w art. 118 ust. 1, że mapy akustyczne sporządzane są na potrzeby oceny stanu akustycznego środowiska. W dalszym ciągu art. 118, w ust. 4 oraz ust. 5 wyspecyfikowano cechy charakterystyczne mapy akustycznej, zarówno w jej części opisowej, jak też graficznej.

Odnosząc się do przepisów Poś, część graficzna mapy powinna składać się z czterech warstw, charakteryzujących:

- emisję hałasu ze źródła (źródeł) (wprawdzie realizacja mapy emisyjnej jest zapisana w przepisach prawnych, lecz
- stan akustyczny środowiska (imisję), z odniesieniem do planu zagospodarowania przestrzennego,
- tereny zagrożone hałasem,
- rezultaty działań w zakresie ochrony środowiska przed hałasem.

W przypadku regulacji europejskich, zawartych w Dyrektywie 2002/49/WE, definicje mapy akustycznej sformułowano w art. 3, w brzmieniu:

q) "sporządzanie mapy hałasu" oznacza przedstawianie, w kategoriach wskaźnika hałasu, danych dotyczących aktualnej lub przewidywanej sytuacji w zakresie hałasu, ze wskazaniem przypadków naruszenia odnośnej obowiązującej wartości granicznej, liczby dotkniętych osób na określonym obszarze lub liczby lokali mieszkalnych poddanych działaniu pewnej wartości wskaźnika hałasu na pewnym obszarze;

r) "strategiczna mapa hałasu" — oznacza mapę, opracowaną do celów całościowej oceny narażenia na hałas z różnych źródeł na danym obszarze, albo do celów sporządzania ogólnych prognoz dla danego obszaru.

Definicje powyższe, przytoczone w oryginalnym brzmieniu (po tłumaczeniu), są definicjami bardzo ogólnymi. Jednakże Dyrektywa 2002/49/WE precyzuje, podobnie jak w prawodawstwie polskim, pojęcie mapy akustycznej w sposób opisowy w załączniku nr IV. I tak, mapa akustyczna, w swej formie graficznej, powinna zawierać informacje o:

- aktualnej, poprzedniej i prognozowanej sytuacji akustycznej w środowisku (na rozpatrywanym obszarze),
- przekraczaniu dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku,
- zmianach (różnicach) między sytuacją bieżącą, a stanem prognozowanym,
- poziomach dźwięku na innych wysokościach niż standardowe 4 m (mapy przeznaczone do

informacji społecznej).

Opierając się na powyższych regulacjach prawnych można przyjąć, iż mapa akustyczna stanowi wieloaspektową, wielowarstwową diagnozę graficzną oraz opisową stanu akustycznego danego obszaru.

Taką definicją posługiwać się będziemy w niniejszym materiale.

Uwaga:

Do klasyfikacji map akustycznych wprowadzono także kategorię „mapy lokalnej". Wykonanie mapy lokalnej wynika głównie z aktualnych potrzeb, a więc może być ona wykonywana ***w dowolnym czasie*** *i obejmować* ***dowolny obszar****. Natomiast punktem wspólnym dla wszystkich map, czy to obligatoryjnych, czy lokalnych, powinien być wspólny od strony metodycznej algorytm ich wykonania, choć mapy lokalne mogą być realizowane* ***w sposób uproszczony****, gdy brak jest odpowiednich danych wejściowych (specyficznym problemom realizacji map lokalnych poświęcono osobny rozdział).*

W celu usystematyzowania podejścia do problematyki realizacji map akustycznych wprowadzono, opierając się na regulacjach prawnych:

- podstawową klasyfikację map akustycznych (wg zał.1 - 3 do rozp. z art. 118a ustawy Poś)
- klasyfikację uzupełniającą, zawierającą zestaw map opracowywanych fakultatywnie w miarę aktualnych potrzeb.

Klasyfikacja podstawowa map akustycznych obejmuje następujące ich rodzaje:

Tabela 13. Podstawowa klasyfikacja map akustycznych

Lp	Nazwa	Uwagi
1	Mapa emisyjna	*Mapa ta jest stosowana w wyjściowej fazie oceny. Przykład takiej mapy pokazano graficznie (Rysunek 12 – pierwszy fragment rysunku)* Mapy emisyjne wychodzą już z użytkowania, choć ich opracowanie jest nadal prawnie wymagane.
2	Mapa imisyjna (linie równego poziomu dźwięku	*Mapa ta stanowi najpełniejszy, końcowy produkt procesu realizacji map akustycznych, zgodnie z art. 118 ustawy Poś oraz art. 7 i Załącznikiem IV Dyrektywy 2002/49/WE (przykłady mapy imisyjnej – Rysunek 12 – Rysunek 14).*
3.	Mapa wrażliwości hałasowej obszarów	*Mapy wrażliwości na hałas oparte są w znacznym stopniu na planie zagospodarowania przestrzennego. Jednakże „rodzina" tych map jest znacznie szersza. Generalnie rzecz biorąc do tej kategorii należą mapy ogólnie związane z kierunkami zagospodarowania terenu i zainwestowaniem terenu w powiązaniu z obszarami wymagającymi ochrony przed hałasem i gęstością zaludnienia. Przykład tak skomponowanej mapy*

		zaprezentowano dalej (Rysunek 16)
4	Mapa terenów zagrożonych hałasem	Mapa ta obrazuje rozkład przekroczeń dopuszczalnych poziomów dźwięku na terenach wymagających ochrony przed hałasem, w przedziałach co 5dB (schemat realizacji takiej mapy - Rysunek 17)
5	Mapa zagrożeń w odniesieniu do liczby osób zagrożonych hałasem	Jest to mapa pokazująca rozkład liczby mieszkańców terenu objętego mapą w poszczególnych klasach ekspozycji/zagrożenia nadmiernym hałasem.
6	Mapa rozkładu wskaźnika M	Wskaźnik M wg definicji z rozporządzenia Ministra Środowiska w sprawie szczegółowych wymagań, jakim powinien odpowiadać program ochrony środowiska przed hałasem (Rysunek 22).

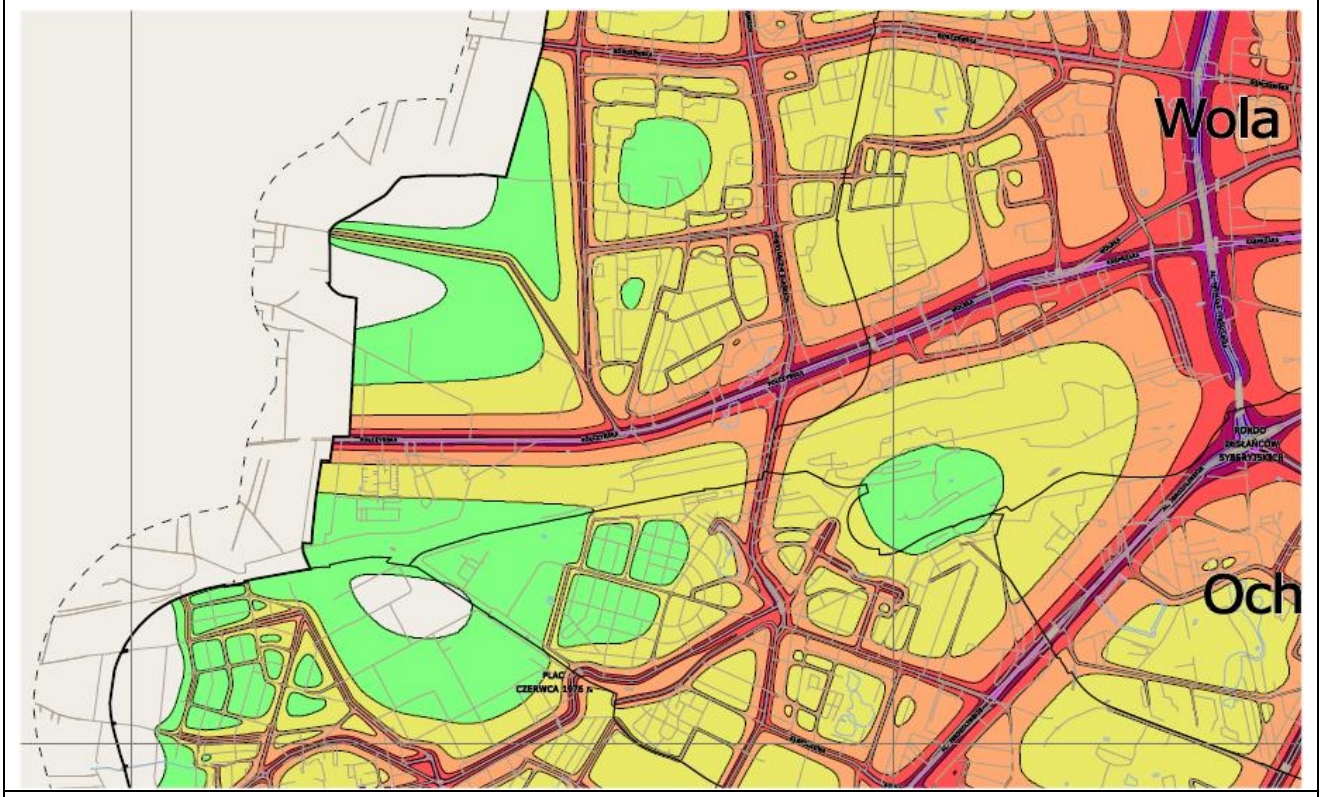
Klasyfikacja uzupełniająca map akustycznych zawiera następujące elementy:

Tabela 14. Uzupełniająca klasyfikacja map akustycznych

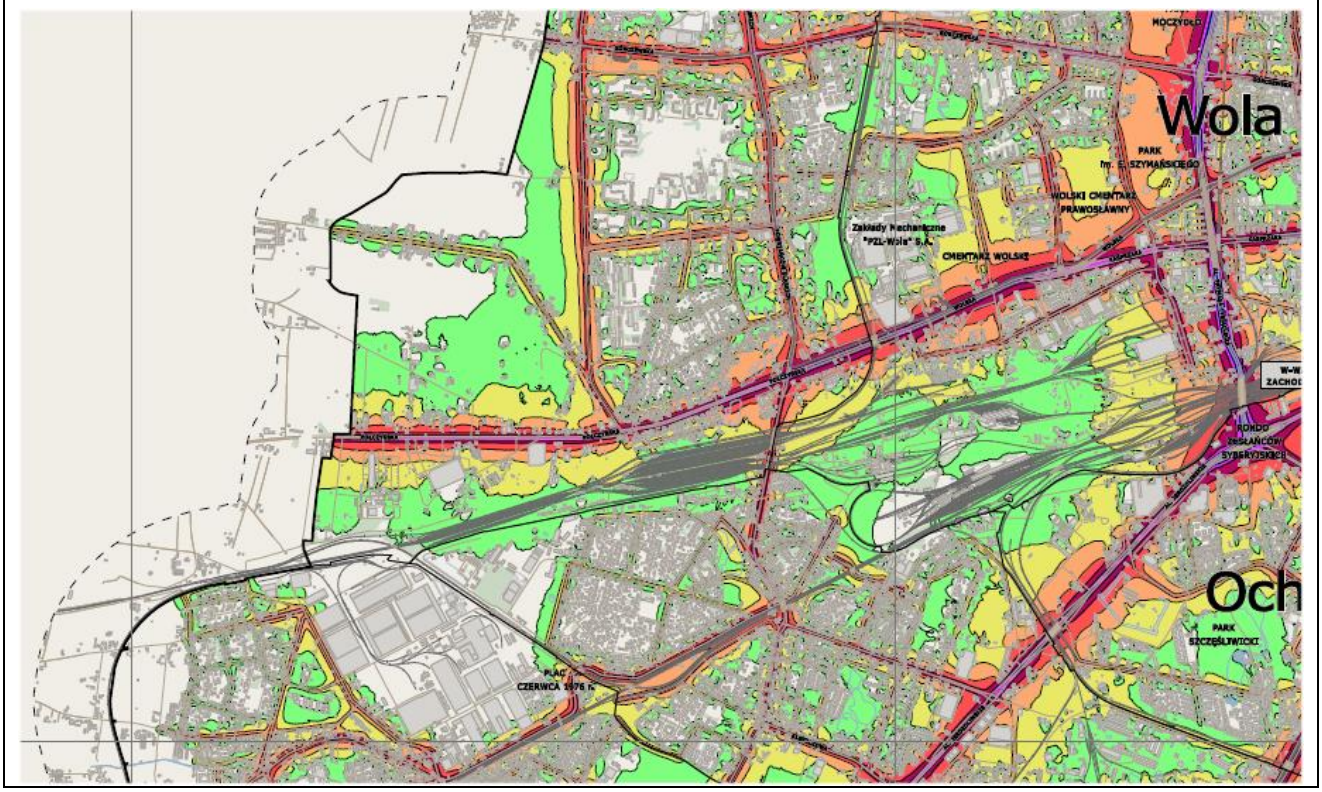
Lp	Nazwa	Uwagi
1	Mapa zagrożeń odniesiona do obiektów wymagających szczególnej ochrony przeciw dźwiękowej, zawierającej klasyfikację wrażliwości budynków podlegającej ochronie itp. (np. obiektów służby zdrowia etc.)	Przykładowy fragment takiej mapy – patrz Rysunek 20.
2	Mapa skuteczności podejmowanych działań naprawczych	Mapy takie powstają w celu sprawdzenia, czy przewidywane środki ochrony przed hałasem będą charakteryzowały się wystarczającą skutecznością. Opracowanie tych map (często o zasięgu lokalnym) towarzyszy na ogół pracom nad programami ochrony środowiska przed hałasem.
3	Mapy emisyjne z elementami imisji	Wśród omawianych kategorii map akustycznych należy wyróżnić dodatkowy rodzaj map, nie uwzględnianych w Dyrektywie 2002/49/WE, a stanowiących pośrednie ogniwo między wyjściową mapą emisji hałasu, a pełną mapą imisyjną. Ten rodzaj map można zwać mapami **emisyjnymi z elementami imisji;** stanowią one uproszczoną, a więc tańszą wersję mapy imisyjnej. Mapy takie wykorzystują uproszczone modele rozprzestrzeniania się dźwięku, ignorując wiele elementów ekranujących na drodze propagacji. Stąd też wyznaczone zasięgi hałasu są na ogół większe niż w rzeczywistości, lecz w takiej sytuacji

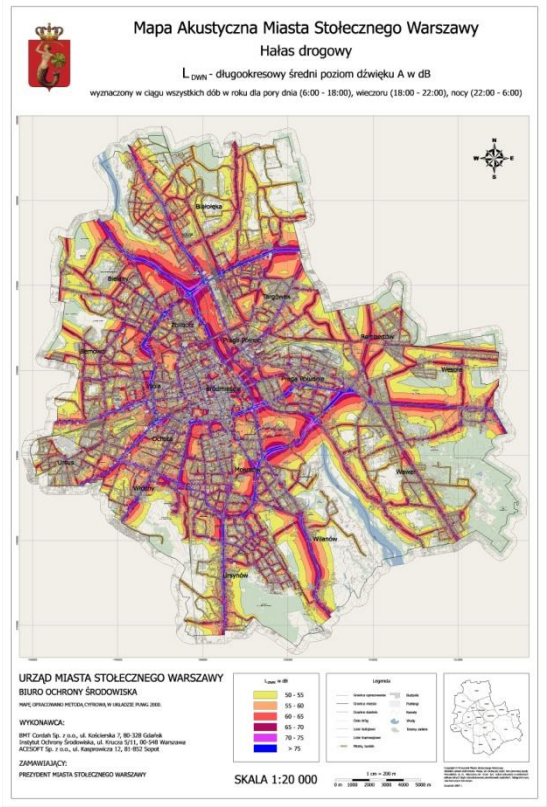
		mapy odpowiadają zasadzie „przezorności” przyjętej w UE. Mapy tego typu mogą czasowo wypełnić lukę w zakresie wstępnej oceny hałasu w środowisku i programowania działań ochronnych do chwili możliwości wykonania pełnej mapy akustycznej - imisyjnej (do momentu zaistnienia właściwych warunków technicznych, a przede wszystkim – ekonomicznych). Jest to szczególnie przydatne przy realizacji **lokalnych map akustycznych**. Na ilustracjach (Rysunek 18 - Rysunek 19Rysunek 20) pokazano fragmenty bardziej zaawansowanych map emisyjnych z elementami imisji, na których uwzględniono wpływ elementów zagospodarowania terenu na propagację dźwięku, jednakże wpływ ten został oszacowany w sposób uproszczony i uśredniono go dla wybranych rodzajów zagospodarowania. Do realizacji mapy wykorzystano techniki GIS.

Dla wszystkich kategorii map akustycznych tworzyć można mapy prognostyczne (przykład - Rysunek 21 Rysunek 21) pokazujący uproszczoną, emisyjną mapę akustyczną Warszawy obrazującą przewidywane, perspektywiczne skutki jednego z rozwiązań komunikacyjnych).

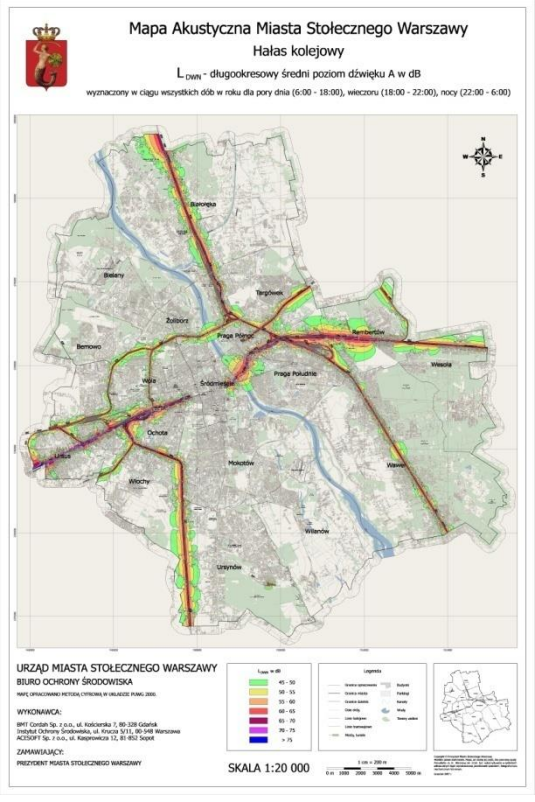


Rysunek 12. Ilustracja różnic między mapą emisyjną (na górze), a imisyjną (rysunek dolny). W tym przykładzie mapa emisyjna odzwierciedla stan taki „jakby nie było zabudowy" (wykorzystano fragmenty opracowań M.ST.Warszawy)

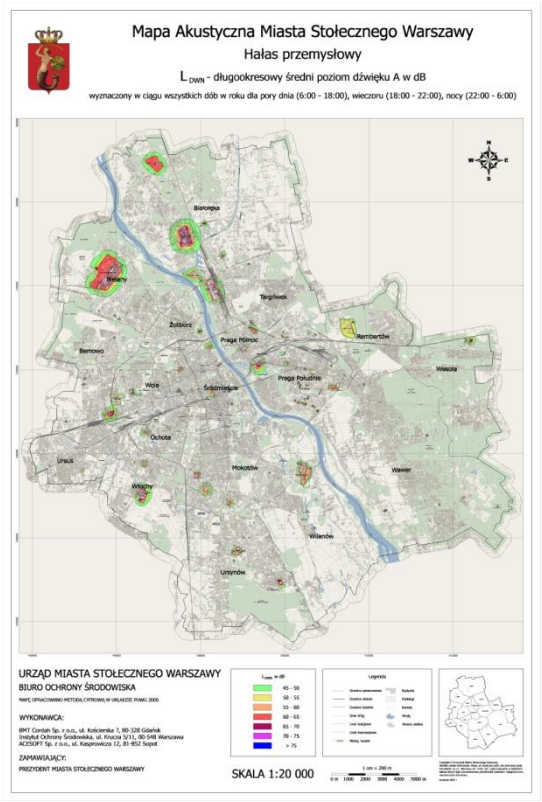




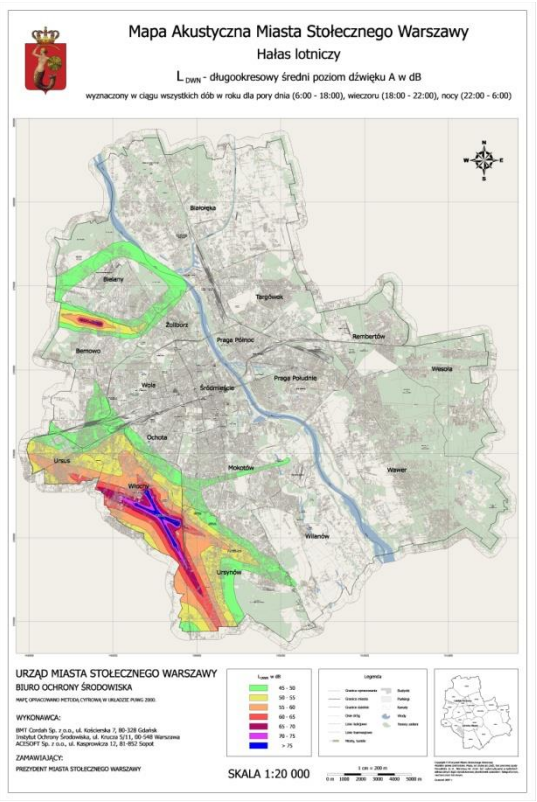
Mapa imisyjna – L_{DWN} – hałas drogowy



Mapa imisyjna – L_{DWN} – hałas kolejowy

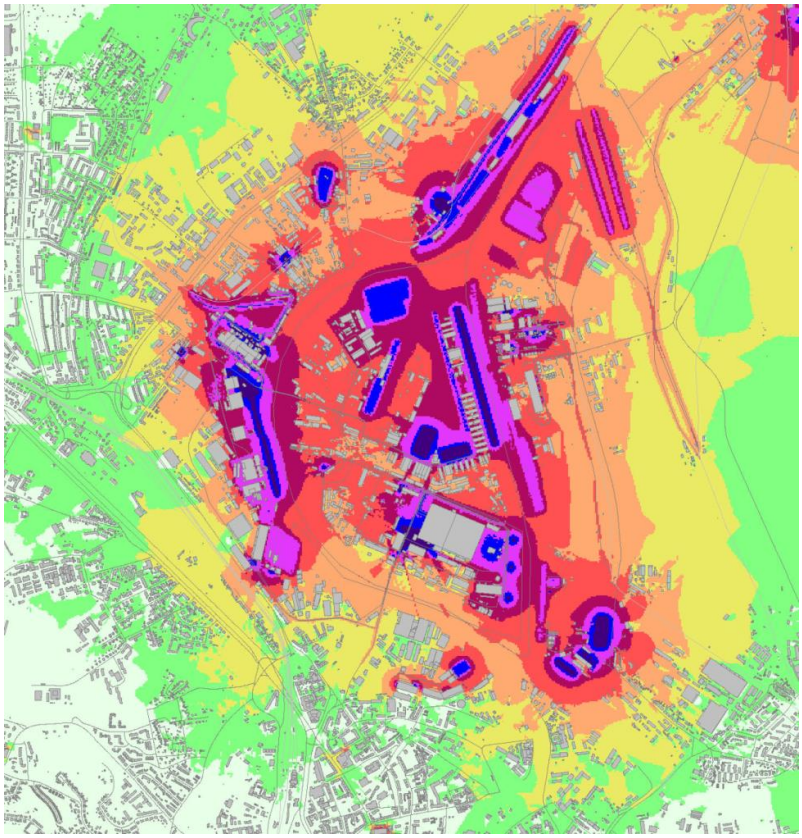


Mapa imisyjna – L_{DWN} – hałas przemysłowy

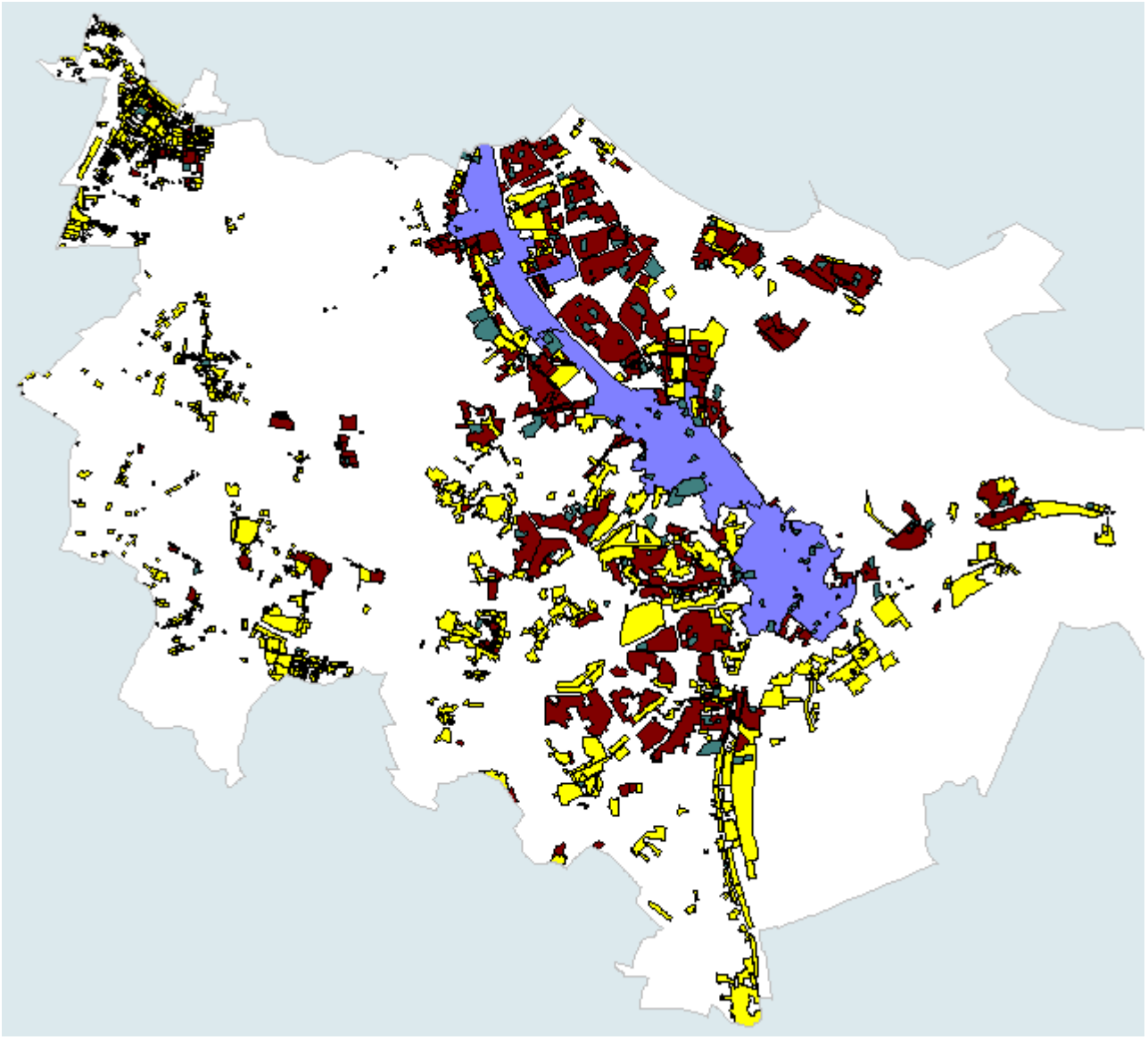


Mapa imisyjna – L_{DWN} – hałas lotniczy

Rysunek 13. Przykłady czterech warstw imisyjnej mapy akustycznej dla całego miasta (©M.St. Warszawa, 2007) – Przykłady FORM REALIZACJI (dane zdezaktualizowane)

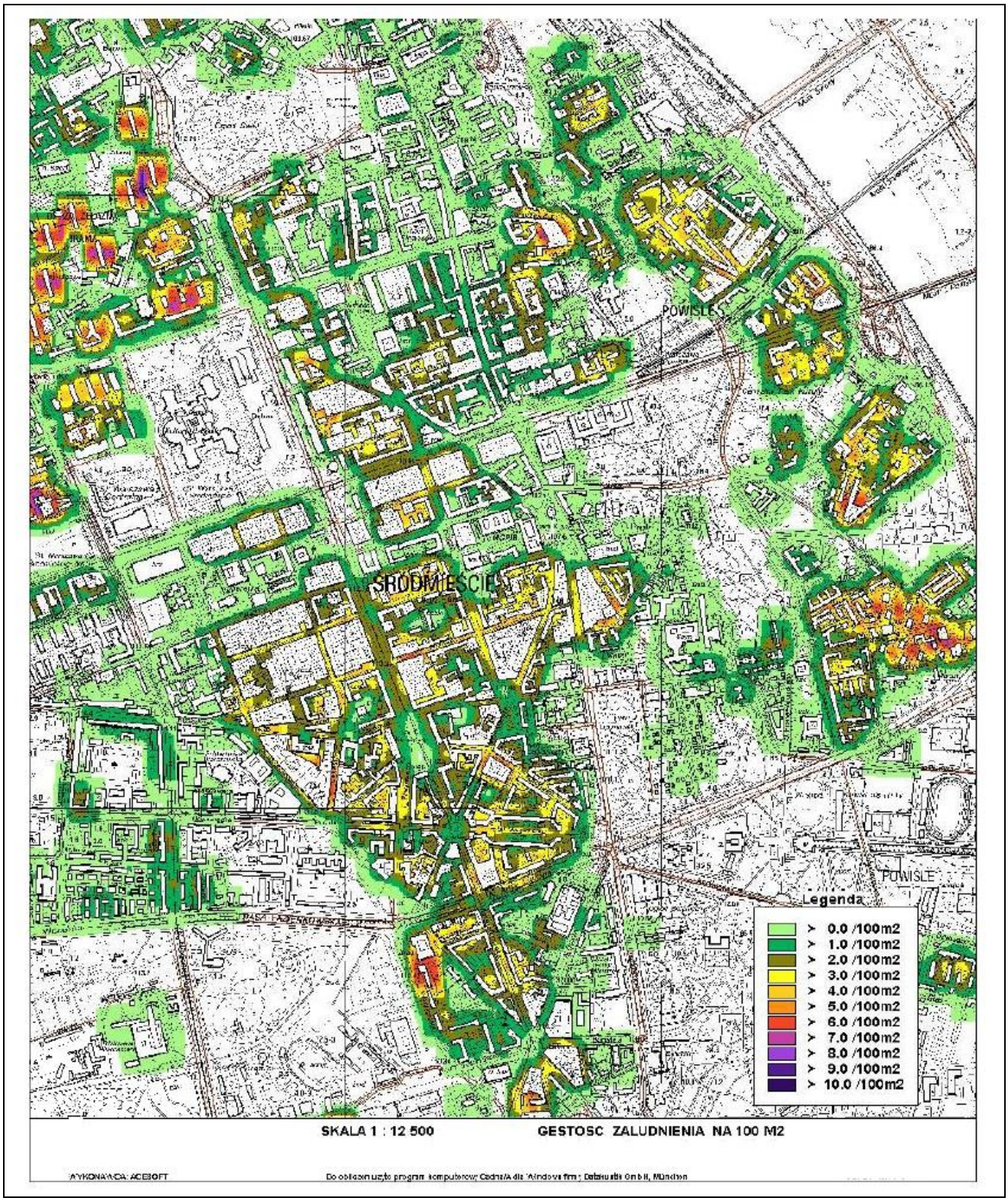


Rysunek 14. Fragment imisyjnej mapy akustycznej hałasu przemysłowego.



Rysunek 15. Fragment opracowywania mapy wrażliwości na hałas (opartej na kierunkach zagospodarowania terenu)(na przykładzie metodycznym obszaru m.Gdańska).

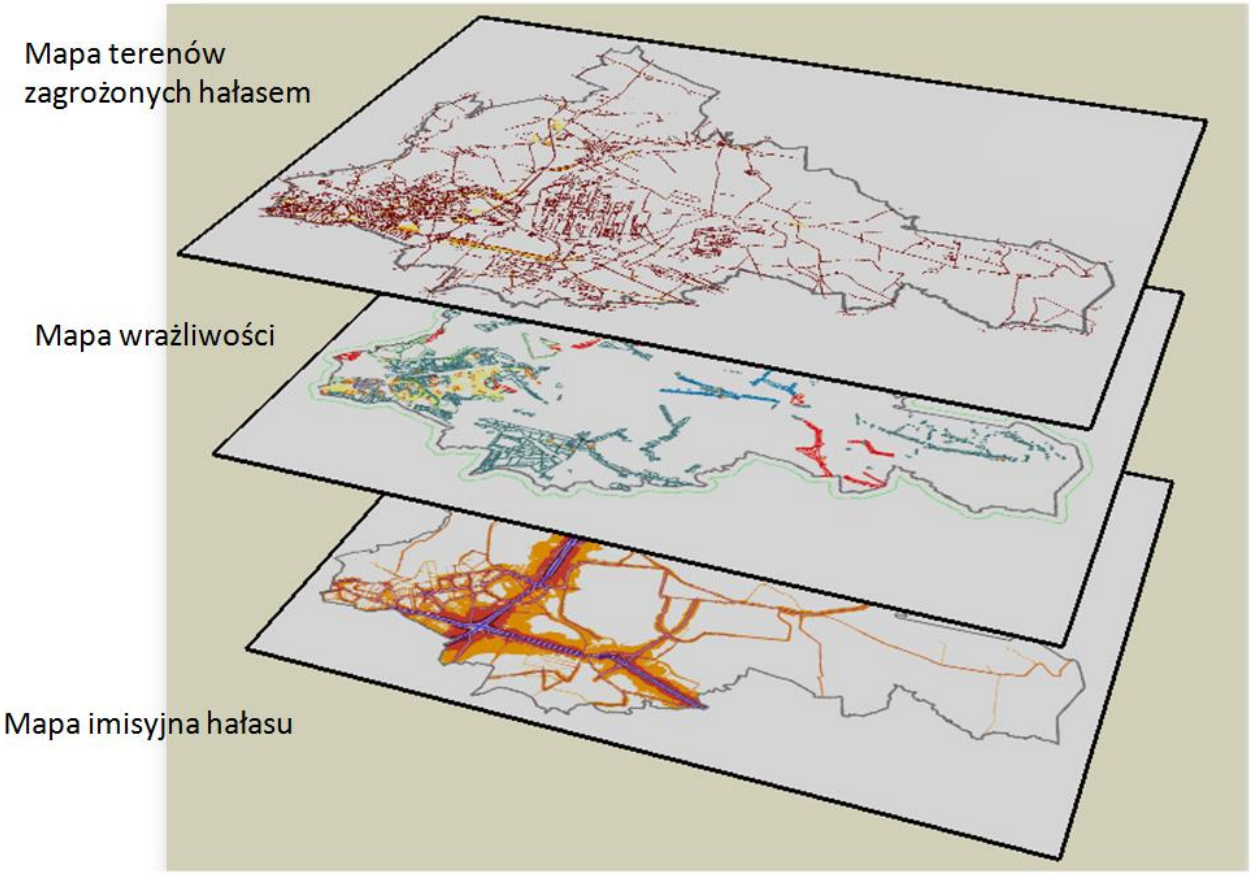
Obszar oznaczony kolorem niebieskim stanowi jednostkę planistyczną „centralna część miasta”



Rysunek 16. Przykład innego rodzaju mapy wrażliwości akustycznej (fragment). Sieć podstawowych ulic – źródeł hałasu, na tle gęstości zaludnienia (baza adresowa) (mapę wykonano w ACE Soft wykorzystując oprogramowanie CADNA)

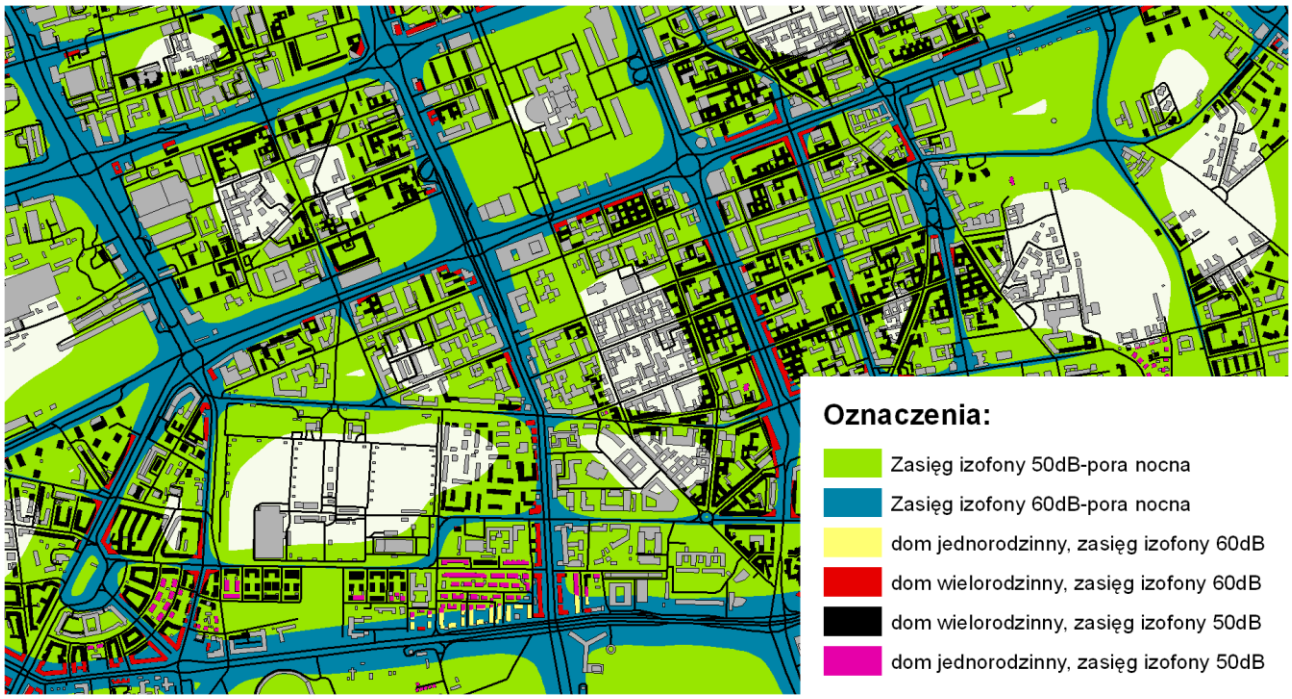
Mapy terenów zagrożonych hałasem – to na ogół mapy obrazujące zakres przekroczeń dopuszczalnych poziomów hałasu lub innych limitów (np. poziomów dźwięku określonych z uwagi na wpływ zdrowotny hałasu itp.).

Schemat tworzenia mapy zagrożenia pokazano na poniższej ilustracji: od warstwy mapy imisyjnej, obrazującej ekspozycję na hałas „odejmuje się" warstwę mapy wrażliwości, odpowiadającej rozkładowi przestrzennemu kryteriów oceny hałasu (np. obszarów o danym poziomie dopuszczalnym).

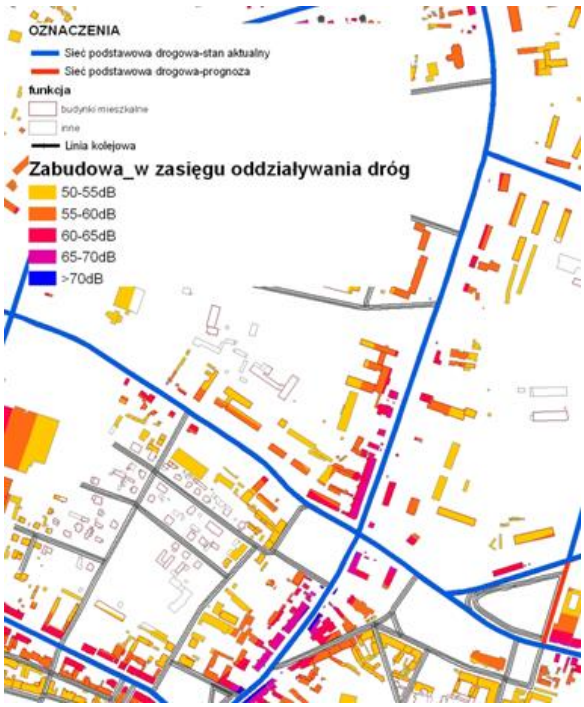


Rysunek 17. Schemat tworzenia mapy zagrożeń akustycznych (oprac. BMT-Argoss)

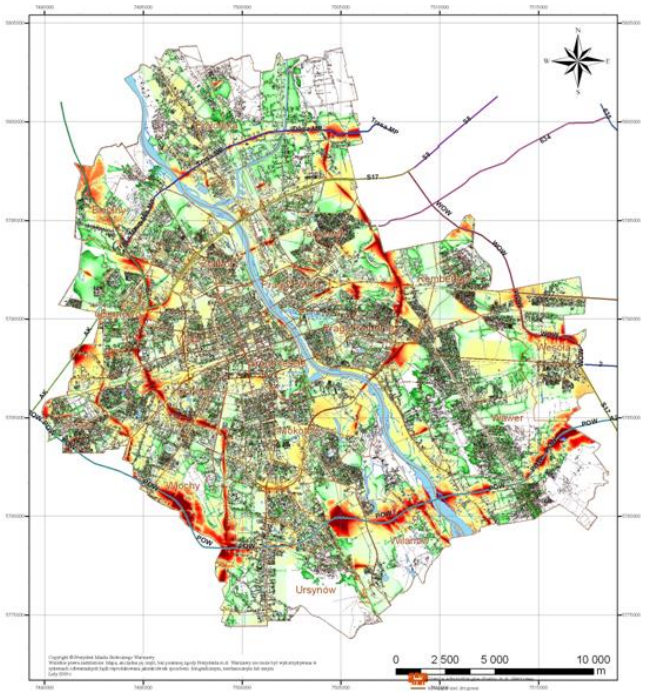
Rysunek 18. Przykład zaawansowanej emisyjnej mapy akustycznej z elementami imisji z identyfikacją obszarów zabudowanych różnego typu, eksponowanych na hałas w wybranym zakresie poziomów (oprac. R.Kucharski, P.Chacińska, A.Taras)



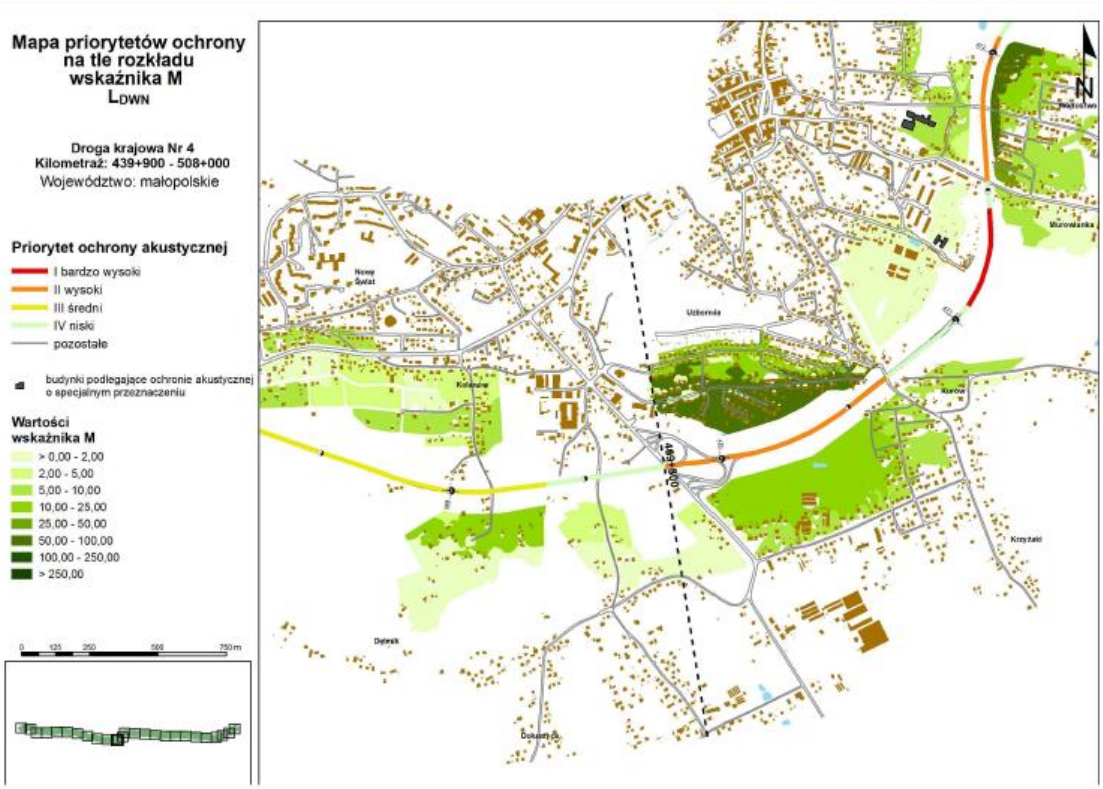
Rysunek 19. Przykład zaawansowanej emisyjnej mapy akustycznej z elementami imisji z identyfikacją typów zabudowy (budynków) eksponowanych na hałas w wybranym zakresie poziomów (oprac. R.Kucharski, P.Chacińska, A.Taras)



Rysunek 20. Budynki zagrożone hałasem w poszczególnych klasach zagrożenia (wynik analizy mapy emisyjnej z elementami imisji)- wykonano w IOŚ na podstawie danych uzyskanych z Urzędu Miasta Radomia



Rysunek 21. Mapa akustyczna prognozowanych zmian zagrożenia hałasem w wyniku rozbudowy systemu komunikacyjnego miasta



Rysunek 22. Przykładowy fragment mapy wskaźnika M dla otoczenia drogi krajowej (wykonawca: EKKOM Sp.z o.o.)(mapa zamieszczona w pierwszej wersji programu ochrony środowiska przed hałasem dla dróg woj. małopolskiego; wykorzystywana tutaj do celów prezentacji metodycznych)

7.2. SCHEMAT LOGICZNY REALIZACJI MAPY

Mapa akustyczna, której realizacja wynika z aktualnych przepisów prawnych (mapa strategiczna wg nazewnictwa z Dyrektywy 2002/49/WE) jest wykonywana przede wszystkim przy pomocy MODELU OBLICZENIOWEGO, przyjmowanego w danych warunkach za model referencyjny[19].

Nie jest praktykowane wykonanie mapy akustycznej wyłącznie przy pomocy pomiarów terenowych. Natomiast w procesie realizacji mapy akustycznej WYNIKI POMIARÓW hałasu są wykorzystywane do celów:

- ***pozyskiwania danych wejściowych nt. parametrów źródeł hałasu,***
- ***kalibracji modelu obliczeniowego,***
- ***częściowych walidacji uzyskanych wyników obliczeń (zgodności wyników z sytuacją rzeczywistą).***

Schemat logiczny realizacji mapy akustycznej pokazano na załączonym diagramie. Schemat ten został opracowany dla realizacji pełnej mapy (wszystkich niezbędnych jej elementów i części). Oparto się przy tym na doświadczeniach zespołu J. Hintona, który był kierownikiem zespołu realizacyjnego mapy dla Birmingham, a jednocześnie kierownikiem europejskiej Grupy Roboczej ds. map akustycznych (szerzej – oceny i ekspozycji na hałas).

Etap I. – zbieranie danych

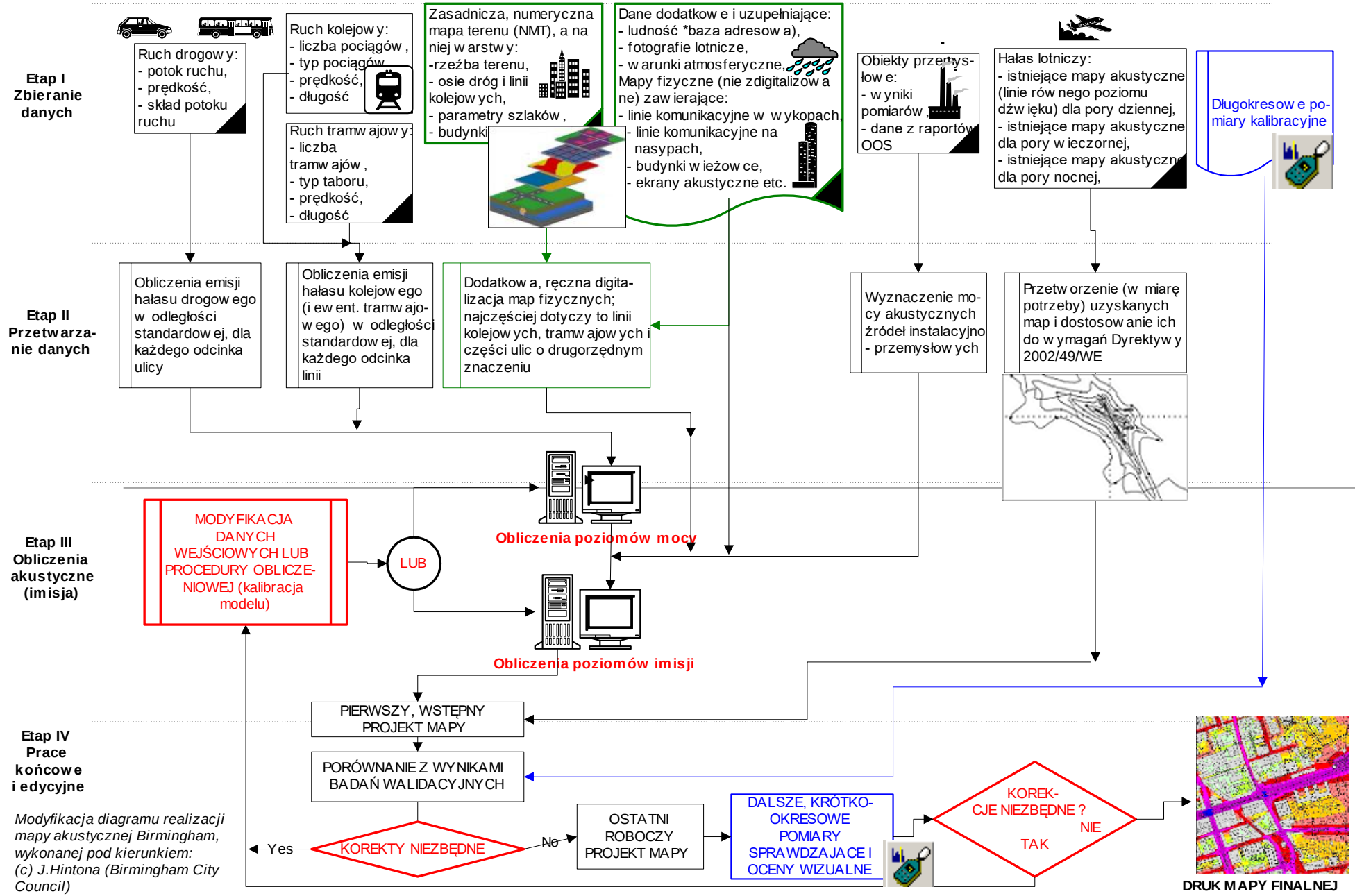
Pierwszym etapem przygotowania się do realizacji mapy akustycznej miasta jest zgromadzenie danych wyjściowych. Dane te generalnie dotyczą[20]:

- źródeł hałasu, a w tym:
  - parametrów ruchu samochodowego na poszczególnych odcinkach ulic;
  - parametrów transportu szynowego (koleje i ewentualnie – tramwaje);
  - danych dotyczących emisji hałasu przemysłowego;
  - mapy zasięgów hałasu lotniczego (mapa akustyczna dla hałasu lotniczego),
- zasadniczej mapy numerycznej terenu (najlepiej w wersji elektronicznej),
- informacji z dodatkowych baz danych, odnoszące się do np. do baz adresowych, szczegółów dotyczących niwelety dróg, warunków atmosferycznych, niezbędnych do oszacowania poziomów długookresowych itp.,
- szczegółowych wyników terenowych pomiarów hałasu, podjętych wcześniej, których wyniki podczas realizacji mapy służą do walidacji i ewentualnej kalibracji modelu obliczeniowego.

Więcej informacji na temat zbiorów niezbędnych danych wejściowych zamieszczono w następnych rozdziałach niniejszego opracowania. Wyspecyfikowano w nim komplet informacji, które nie zawsze będą potrzebne lub dostępne. Należy więc dokonać stosownego wyboru danych. Podano także informacje na temat zbierania niezbędnych danych wejściowych przy pomocy pomiarów terenowych.

[19] w tym przypadku określenie referencyjny przypisane jest do modelu akceptowanego przez Dyrektywę 2002/49/WE

[20] w tym miejscu przestawiana jest lista niezbędnych danych. Więcej szczegółów na temat zakresu niezbędnych danych wyjściowych, a w szczególności – na temat numerycznej mapy terenu, znajduje się w dalszych partiach tekstu.



Modyfikacja diagramu realizacji mapy akustycznej Birmingham, wykonanej pod kierunkiem: (c) J.Hintona (Birmingham City Council)

Schemat opracował: (c) Radosław J.Kucharski

Jednym z istotniejszych elementów przygotowania danych jest pozyskanie i przetworzenie danych przestrzennych, głównie związanych z podkładami mapowymi terenu. Im więcej map w postaci cyfrowej uda się pozyskać, tym praca nad sporządzeniem mapy akustycznej będzie łatwiejsza, szybsza i gwarantująca lepszą precyzję. Można stwierdzić, iż obecnie standardem jest realizacja mapy akustycznej oparta na wykorzystaniu Numerycznego Modelu Terenu.

Bardziej szczegółowe wskazówki odnośnie narzędzi pozyskiwania i sposobów opracowania podkładów cyfrowych zawarto w następnych rozdziałach niniejszych wytycznych.

Należy też zauważyć, iż wykonanie mapy akustycznej można zlecić firmie zewnętrznej, uzyskując po określonym czasie dzieło finalne. Jednakże dalsze działania oparte o mapę akustyczną, np. opracowanie programu ochrony środowiska przed hałasem, wymaga możliwości przekształcania tej mapy i nieskrępowanego operowania zasobami baz danych, stanowiących podstawę wykonania mapy. Optymalnym rozwiązaniem w tym zakresie jest tworzenie systemu wykorzystania mapy u odbiorcy.

Etap II.- przetwarzanie danych

W ramach drugiego etapu prac należy podjąć dwa rodzaje działań:

- wstępne obliczenia parametrów emisji hałasu ze źródeł hałasu samochodowego, od pojazdów szynowych, przemysłowych i ewentualnie – jeśli zachodzi taka potrzeba – dodatkowe przeliczenia związane z emisją hałasu lotniczego (np. dostosowanie istniejących map zasięgów hałasu lotniczego do aktualnych wymagań,
- uzupełnienie ewentualnych braków w materiałach wyjściowych, np. dodatkowa digitalizacja map, których nie ma w wersji elektronicznej.

Przetwarzając wstępnie dane zgromadzone w ramach etapu pierwszego należy dysponować odpowiednimi zestawami narzędzi informatycznych (uwagi dotyczące oprogramowania do obliczeń akustycznych przedstawiono w dalszych częściach tekstu).

Wybierając oprogramowanie do obliczeń niezbędnych podczas realizacji mapy należy wziąć pod uwagę także uwarunkowania wynikające z:

- aktualnie obowiązujących wskaźników oceny hałasu,
- zalecanych, referencyjnych metod oceny hałasu.

Etap III. - zasadnicze obliczenia

Jest to podstawowy, zasadniczy etap prac, w ramach którego wykonuje się obliczenia wartości poziomów mocy akustycznej źródeł i na ich podstawie – zasięgu emisji hałasu. W szczególności, czynności w ramach tego etapu są powtarzane cyklicznie. W wyniku prac w ramach etapu III wykonany zostaje wstępny, roboczy projekt mapy akustycznej.

Podczas prac obliczeniowych następuje wyznaczenie poziomów dźwięku w sieci punktów obliczeniowych (od kilkunastu do kilkuset tysięcy w zależności od wielkości obszaru objętego mapą). Przy dużych projektach obliczeniowych nie ma możliwości wykonania obliczeń w całości; obszar badań dzieli się na „podobszary", w których obliczania poziomów dźwięku obliczane są autonomicznie (przykład takiego podziału pokazano na ilustracji - Rysunek 23). Następnie, dla uzyskania produktu końcowego, należy „podobszary" połączyć w jeden obszar wyjściowy.

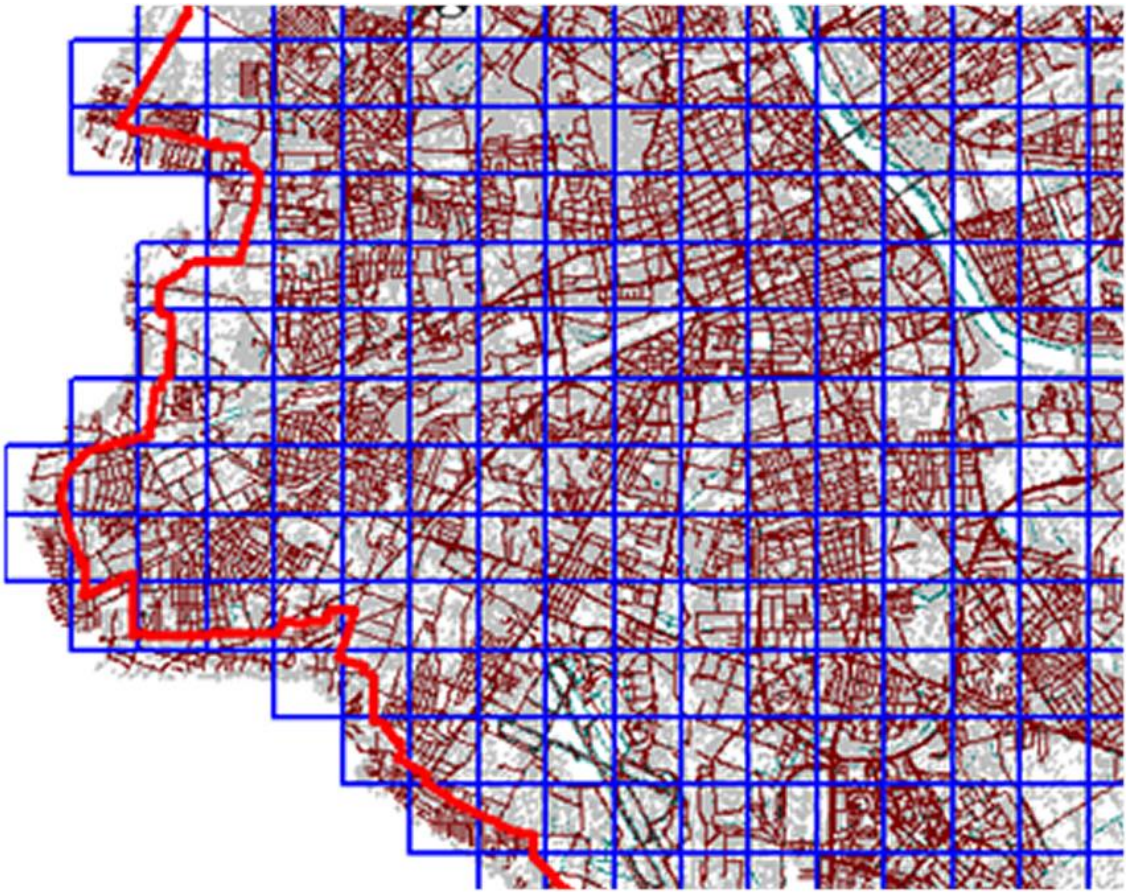
W przypadku, gdy przewidywana jest konieczność wykonania obliczeń cząstkowym, należy zapewnić taką wersję oprogramowania, które w sposób automatyczny łączy podobszary obliczeń w obszar końcowy z zachowaniem poprawności topologicznej.

Na przebieg obliczeń operator nie ma wpływu. Istotne jest natomiast wyznaczenie rozmiarów sieci obliczeń, z rozmiarami której związany jest czas obliczeń. Z drugiej strony od rozmiaru siatki obliczeniowej związana jest precyzja rozpoznania stanu akustycznego środowiska (rozkład przestrzenny hałasu). Proponuje się więc:

- przy konieczności wykonania bardzo szczegółowych obliczeń, np. w celu oceny rozkładu hałasu na elewacji budynku, zaleca się rozmiary siatki obliczeniowej rzędu 10 m x 10 m,
- w obliczeniach, gdy tak znaczna dokładność nie jest wymagana stosuje się siatkę obliczeniową o rozmiarach 20 m x 20 m

  Należy dodać, iż niektóre narzędzia programowe są w stanie optymalizować rozmiar siatki, w celu usprawnienia (zwiększenia) szybkości obliczeń.

Ponadto istotnym elementem na tym etapie prac jest ***kalibracja modelu obliczeniowego*** na podstawie pomiarów, o czym będzie mowa w rozdziale dotyczącym pomiarów hałasu związanych z realizacją mapy.



Rysunek 23. Podział mapy obszaru zurbanizowanego (na przykładzie m.st. Warszawy) na obszary, w których wykonywano obliczenia mapy akustycznej równolegle (wg ACE Soft)

Etap IV. – prace końcowe i edycyjne

Pierwszą czynnością w ramach etapu IV jest sprawdzenie zgodności wyników badań symulacyjnych (obliczeń) z rezultatami rzeczywistych wartości walidacyjnych. Jest to jeden z najważniejszych etapów decyzyjnych, ponieważ w tym miejscu przesądza się o jakości mapy (dokładności odwzorowaniu rzeczywistych wartości parametrów klimatu akustycznego), co przekłada się później na prawidłowość podejmowanych działań zaradczych.

W przypadku stwierdzenia różnic podejmuje się kalibrację modelu, która polega na szczegółowej analizie jakości danych wejściowych i ewentualnej ich korekcie. W przypadku ekstremalnym, jeśli nie znajduje się podstaw do korekty danych wejściowych, należy zakwestionować przydatność stosowanego modelu obliczeniowego w danych warunkach (zmiana modelu).

Po kalibracji modelu dokonuje się ponownego przeliczenia parametrów imisji hałasu, uzyskując drugi projekt mapy. Ten drugi projekt przechodzi analogiczną procedurę walidacyjną jak opisano wyżej. Jeśli wyniki walidacji są pomyślne przygotowywany jest finalny projekt mapy. Projekt ten jest dodatkowo sprawdzany przez szereg wyrywkowych badań (pomiarów) hałasu, ocen wizualnych itp.

W przypadku pozytywnego wyniku oceny końcowej dokonuje się edycji finalnego produktu – mapy akustycznej rozpatrywanego obszaru. W przeciwnym przypadku – mapa jest modernizowana ponownie.

Należy dodać, iż finalny produkt w postaci części tekstowej i tabelarycznej oraz graficznej musi odpowiadać celom, dla których został wykonany. Niezbędny zakres informacyjny opracowań finalnych, zaprezentowany w sposób szczegółowy, zawarto na końcu opracowania.

7.3. OGÓLNE UWAGI DOTYCZĄCE LOGISTYKI OPRACOWANIA A NASTĘPNIE – BIEŻĄCEGO WYKORZYSTYWANIA MAPY AKUSTYCZNEJ

7.3.1. Organizacyjno – techniczne środowisko do przygotowania i korzystania z mapy

Mapa akustyczna musi się składać z wielu różnego rodzaju danych źródłowych. Do nich należy zaliczyć:

- mapy geograficzne,
- podkłady geodezyjne (mapy),
- wszelkie informacje pozyskane od zarządców poszczególnych źródeł hałasu,
- dostępne dane monitoringowe hałasu,
- dane meteorologiczne itd.

Mapa akustyczna w swoim kształcie, zgodnym z wymaganiami ustawy Poś oraz Dyrektywy 2002/49/WE, będzie stanowiła z założenia potężne źródło wszelkich i różnorodnych informacji o obszarze, na rzecz którego będzie wykonywana.

Nie jest to więc tylko opracowanie zawierające obliczenia i wyniki stricte akustyczne. W swoich warstwach informacyjnych mapa akustyczna jest to m.in. szeroka baza danych GIS-owych. Dane te będą musiały być przekształcane w sposób ciągły lub okresowy dla badania wpływu różnych rozwiązań, na zmiany klimatu akustycznego, rozwiązań które mogą być związane z celową działalno-

ścią w zakresie ochrony środowiska przed hałasem lub pochodną innych przedsięwzięć (np. inwestycyjnych).

Działalność powyższa stanowi istotę zarządzania hałasem w środowisku akustycznym, w celu jego ochrony.

Potrzeby w zakresie zarządzania mapą akustyczną wymagają stworzenia odpowiednich warunków techniczno - organizacyjnych w organie odpowiedzialnym za opracowanie, a przede wszystkim - wykorzystanie mapy (idea ogólna -*Rysunek 24*).

Konkretne rozwiązania szczegółowe mogą się różnić (i zapewne będą się różniły) między sobą. Jednak pewne uwarunkowania są wspólne i generalnie odnoszą się do:

- pozyskiwania na bieżąco i przekształcania danych wejściowych w formie elektronicznej,
- możliwości bieżącego przekształcania mapy akustycznej (bieżące analizy akustycznego stanu środowiska).

Możliwości takie spełnia m.in. zaprezentowany niżej zarys koncepcji systemu opracowania a następnie wykorzystywania mapy akustycznej. Graficznie, koncepcję zaprezentowano na poniższym diagramie.

Istotą koncepcji jest wydzielenie dwóch poziomów funkcjonalnych zarysowującego się sytemu:

- gromadzenie i obsługa danych,
- opracowanie i zarządzanie (analizowanie) mapą akustyczną

z warunkiem, aby warstwa gromadzenia i obsługi danych była niezależna od procesów tworzenia mapy oraz jej analizy.

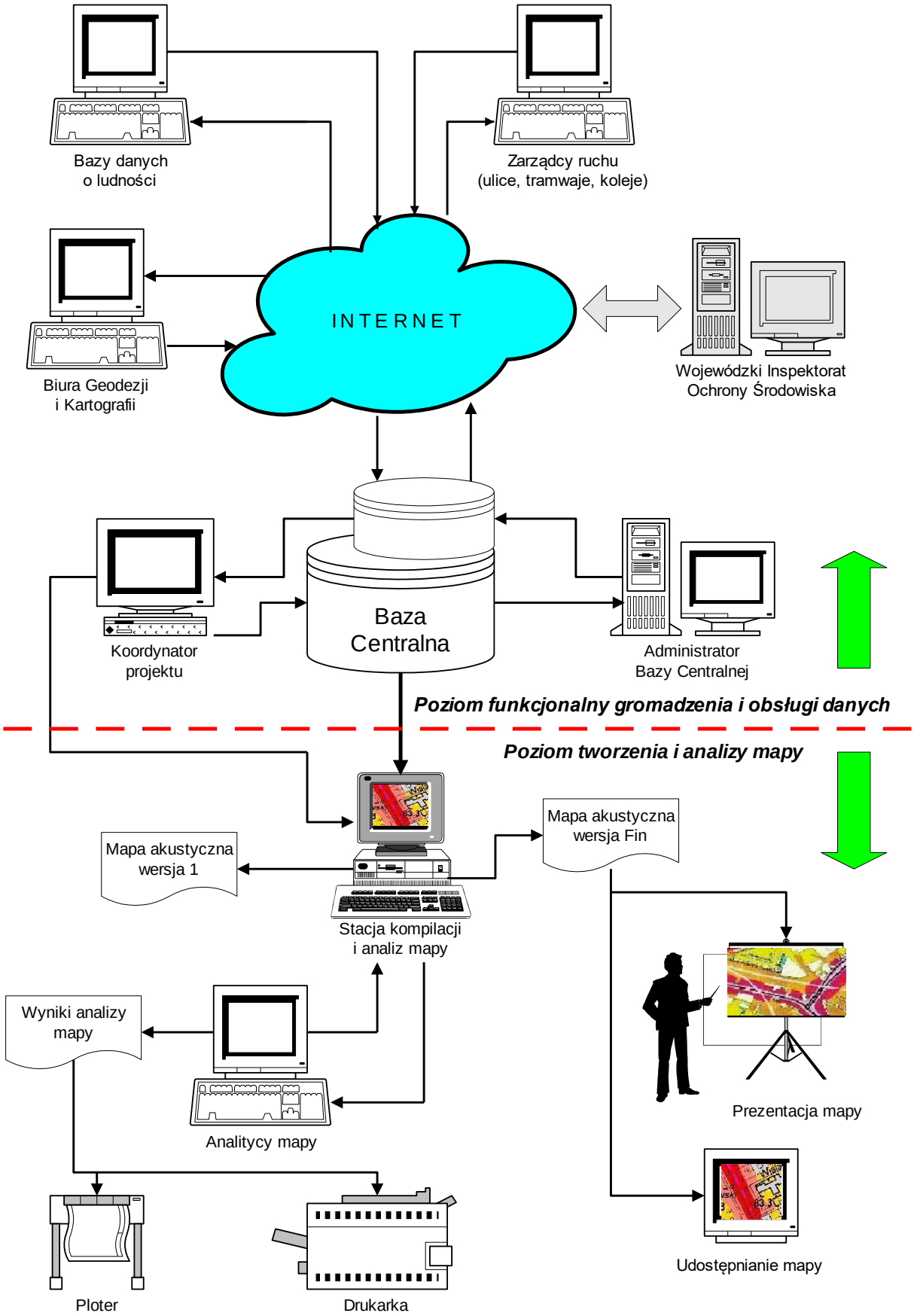
Poziom funkcjonalny I - Gromadzenie i obsługa danych:

Podstawowymi elementami tego poziomu funkcjonalnego są:

- baza centralna,
- interfejs graficzny,
- środowisko wymiany danych,
- administrator bazy centralnej,
- koordynator projektu.

Na tym poziomie funkcjonalnym najistotniejszą rolę pełni Baza Centralna będąca miejscem gromadzenia przetwarzania i udostępniania danych numerycznych. Ponadto na tym poziomie pojawia się zagadnienie rozbudowanego interfejsu graficznego zintegrowanego z podkładem geodezyjnym. W oparciu o ten podkład gromadzone i organizowane będą dane.

Wynika z tego, iż niezbędnym warunkiem niezakłóconego funkcjonowania systemu jest przygotowanie bezpiecznego i wydajnego środowiska, poprzez które będzie następowała wymiana danych. Bezpośrednie wprowadzanie danych przez jednostki współpracujące z organem władającym mapą jest warunkiem ciągłej aktualności mapy oraz najwyższej wiarygodności danych. Nad całością czuwać powinien koordynator projektu (najlepiej o specjalności akustycznej) oraz administrator Bazy Centralnej.



Rysunek 24. Ogólna koncepcja systemu tworzenia mapy akustycznej, jej przekształcania i wykorzystywania zasobów (wg opracowania Piotra Gołaszewskiego)

Trzeba podkreślić, że infrastruktura informatyczna omawianego poziomu może posłużyć jako podstawa do gromadzenia i przetwarzania danych dotyczących każdego zagadnienia, nie tylko związanego z akustyką środowiska. Poprzez niewielkie rozwinięcie interfejsu graficznego i modelu danych możliwe będzie gromadzenie danych każdego rodzaju w ścisłym powiązaniu z przestrzenią (danych przestrzennych). Przykładem takiego wykorzystania może być przeprowadzanie inwentaryzacji przyrodniczej lub monitoringu rejonów w odniesieniu do zagrożenia wypadkami.

Poziom funkcjonalny II - Tworzenie i analiza mapy akustycznej:

Podstawowymi elementami poziomu funkcjonalnego II są:

- oprogramowanie do kompilacji i analiz mapy akustycznej,
- stacja kompilacji i analiz mapy oraz stacje analityków,
- środowisko udostępniania wyników analiz i gotowych map (np. strony www).

Na tym poziomie funkcjonalnym najistotniejszą rolę pełni oprogramowanie narzędziowe do kompilacji i analiz mapy akustycznej. Oprogramowanie to jest zasilane przetworzonymi i przystosowanymi do konkretnego celu (agregacja i filtracja) danymi z Bazy Centralnej. Ponadto na tym poziomie pojawiają się zagadnienia udostępniania gotowych map akustycznych oraz wyników analiz.

Należy podkreślić, iż z tego poziomu może (i powinna) zachodzić wymiana danych pomiędzy istniejącą i wciąż rozbudowywaną w biurze geodezji[21] numeryczną mapą terenu (NMT) dla rozpatrywanego obszaru a mapą akustyczną. Wymiana ta powinna zachodzić poprzez pliki .mif lub .dxf, co jest standardem zarówno środowiska AutoDesk (mapa cyfrowa) jak i wielu programów do tworzenia map hałasu.

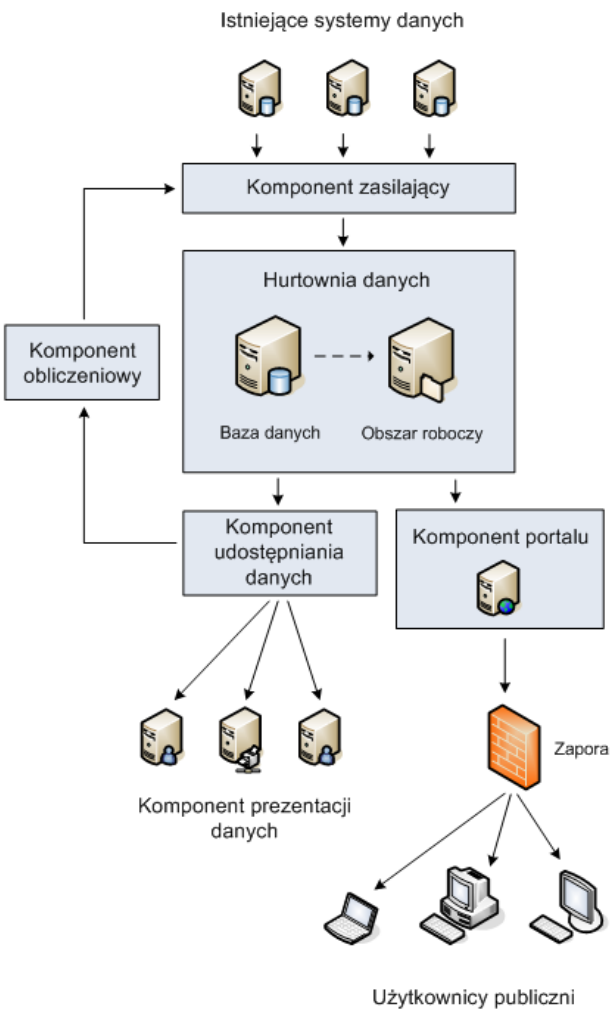
Jedno z praktycznych (wdrożonych) rozwiązań Systemu Informatycznego Mapy Akustycznej zaprezentowano na ilustracjach (Rysunek 25 - BMT Argoss).

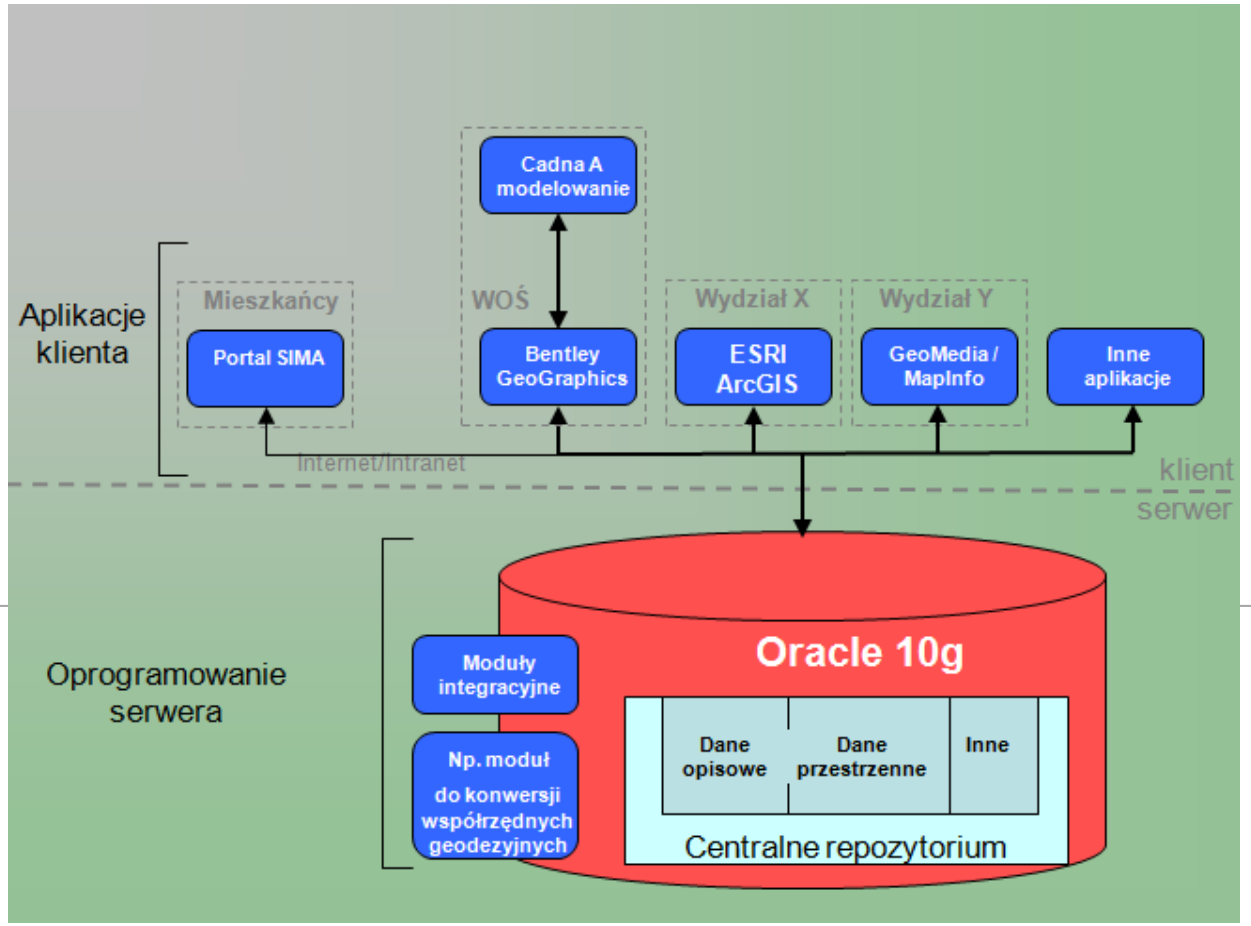
7.3.2. Minimalny skład zespołu do realizacji mapy akustycznej

Pierwszą mapę akustyczną danej aglomeracji zwykle opracowywały wyspecjalizowane firmy. Praktyka taka została przeniesiona do II rundy mapowania. Przewidywać też można, że w wielu przypadkach sytuacja powtórzy się także w III rundzie. Mimo wszystko, wydaje się niezbędne, aby organy, które będą odpowiedzialne za realizację mapy już na wstępnych etapach prac przygotowywały się do procesu jej zarządzania, o czym była szerzej mowa w rozdziale poprzednim.

Nauka zarządzania mapą, tworzoną właśnie w rundzie III, powinna zostać rozpoczęta od początku jej opracowywania. Stąd też jest pożądane, aby tworząc zespoły do realizacji mapy akustycznej przewidywać od razu współpracę organów i poszczególnych wydziałów. Najkorzystniejszym rozwiązaniem jest powołanie zespołu koordynacyjnego, w skład którego wchodzą zarówno bezpośredni wykonawcy mapy, jak też przedstawiciele jej odbiorcy, którzy w przyszłości mapę taką będą eksploatować.

[21] lub innym, pełniącym analogiczną funkcję





b) Rozwiązanie praktyczne

a) Struktura systemu

Rysunek 25. Praktyczny przykład Systemu Informatycznego Mapy Akustycznej (©BMT Argoss)

W tabeli poniższej zaproponowano optymalny skład zespołu kierującego (komitet sterujący) realizacją mapy (jako jedna z propozycji).

Tabela 15. Optymalny skład zespołu realizacyjnego

Organ / Firma / Wydział		Umocowanie w projekcie
Wydział Ochrony Środowiska Miasta[22] lub właściwy Zarząd Dróg lub linii kolejowych (w przypadku realizacji mapy poza aglomeracjami)		Kierownictwo Projektu
		Kierownictwo Techniczne Projektu
(opcjonalnie): Specjalista lub firma pełniąca rolę jednostki nadzorującej od strony merytorycznej w imieniu Inwestora Projektu. Korzystnym jest włączenie tego typu „Inspektora Nadzoru" do prac już na etapach tworzenia SIWZ i rozstrzygania przetargów (głos doradczy od strony merytorycznej)		Najwyższej rangi specjaliści konsultujący i rozwiązujący problemy akustyczne, których doświadczenie i dorobek przekraczają merytorycznie wymagania stawiane wykonawcy mapy w postępowaniu przetargowym
Wydział Ochrony Środowiska lub wyodrębniony Wydział (Zespół) Informatyczny		Szef zespołu informatyków
		Specjalista od Systemów GIS
Wydział Transportu lub Zarząd Ruchu		Specjalista od Systemów Transportowych
Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska (i inne zespoły pomiarowo - badawcze)		Specjaliści od realizacji terenowych pomiarów hałasu
Firma (firmy) konsultingowe w zakresie akustyki środowiska (w tym: instytuty, wydziały uczelni itp.)		Specjaliści konsultujący i rozwiązujący problemy akustyczne
Firma realizująca techniczną stronę przedsięwzięcia		Firma (konsorcjum) wyłoniona w drodze przetargu zapewniająca od strony technicznej możliwości wykonania przedsięwzięcia (wykonania obliczeń akustycznych, edycji map itp.) – bezpośredni wykonawcy, kierownictwo organizacyjno - techniczne

[22] w konkretnych przypadkach wymienione tutaj przykładowo nazwy jednostek, wydziałów itp. mogą być inne. Ważne są funkcje tych jednostek

8. OBSZAR OBJĘTY MAPĄ AKUSTYCZNĄ

Problem oznaczenia obszaru objętego mapą akustyczną rozpatrywać należy w dwóch aspektach:

1) Co uznać za obszar aglomeracji, tzn. gdzie ustalać jej granice. Natomiast w przypadku głównych dróg, linii kolejowych i portów lotniczych – jakie powinny być granice zasięgu obszaru objętego mapą akustyczną?
2) Jak odległe obiekty hałaśliwe poza obszarem aglomeracji, mają jeszcze zauważalny wpływ na klimat akustyczny w tej aglomeracji?

8.1. ZAGADNIENIE DEFINICJI OBSZARU AGLOMERACJI

Przepisy Prawa ochrony środowiska zobowiązują starostę do wykonania mapy akustycznej w terminach różnych, zależnych od ilości mieszkańców danej aglomeracji.

Z nałożonego obowiązku wynikają problemy z wyznaczeniem obszaru, jaki ma być objęty opracowaniem mapy akustycznej. W zasadzie jest to teren objęty granicami administracyjnymi miasta np. o liczbie mieszkańców powyżej 100 tys. Jednakże w ustawie prawo ochrony środowiska w art. 3 znajduje się definicja aglomeracji:

„ Ilekroć w ustawie jest mowa: aglomeracji – rozumie się przez to miasto lub kilka miast o wspólnych granicach administracyjnych, …”.

Na potrzeby realizacji map akustycznych przyjmowana więc będzie definicja aglomeracji, jako obszaru w graniach administracyjnych miasta o liczbie ludności odpowiadającej kryterium, przy którym wykonanie mapy jest obligatoryjne. Poniższa tabela przedstawia listę miast, które mają obowiązek opracowania mapy akustycznej do 30 czerwca 2017 roku.

W ramach sprawozdawczości do Komisji Europejskiej podano liczbę ludności miast Polski, które zostaną objęte procesem mapowania akustycznego. Dane, które zostały zamieszczone w bazach danych EU (http://cdr.eionet.europa.eu/pl/eu/noise/df5/), zaprezentowano w poniższej tabeli.

Tabela 16. Miasta objęte obowiązkiem wykonania map hałasowych w roku 2017 (dane przekazane do Komisji Europejskiej)

Nazwa aglomeracji	Liczba mieszkańców	powierzchnia [km^2]
Białystok	294298	102
Bielsko- Biała	175402	125
Bydgoszcz	356177	176
Bytom	181997	69
Chorzów	113007	33
Częstochowa	234472	160
Dąbrowa Górnicza	127686	189
Elbląg	126419	80

Gdańsk	456591	262
Gdynia	238899	135
Gliwice	196167	134
Gorzów Wielkopolski	125383	86
Kalisz	107019	69
Kielce	204835	110
Koszalin	107986	98
Kraków	755000	327
Legnica	103900	56
Lublin	349440	147
Łódź	742387	293
Olsztyn	174775	88
Opole	125792	97
Płock	126542	88
Poznań	554221	262
Radom	222496	112
Ruda Śląska	143394	78
Rybnik	141372	148
Rzeszów	177521	116
Sosnowiec	219300	91
Szczecin	372937	301
Tarnów	112100	72
Toruń	205718	116
Tychy	124044	82
Warszawa	1714446	517
Włocławek	117402	84
Wrocław	631377	293
Zabrze	178357	80
Zielona Góra	138000	278
Wałbrzych	117900	85
RAZEM	**10412762**	**5640**

W aglomeracjach (miastach), dla których będą wykonane mapy akustyczne w roku 2017 mieszka ponad 10 milionów osób.

Można więc oszacować, iż III runda mapowania akustycznego obejmie:

- ok. **26, 0% liczby** ludności kraju,
- ok. **42, 7% populacji** miejskiej.

Liczby te są analogiczne z dokładnością do niewielkiego odsetka z liczbami zidentyfikowanymi w II rundzie mapowania.

Starostowie powiatów graniczących ze sobą, a mogących tworzyć aglomerację w pojęciu ustawy prawo ochrony środowiska powinni podjąć wzajemne rozmowy, których efektem byłoby porozumienie określające kierunki realizacji i finansowania mapy akustycznej dla danych powiatów i aglomeracji. Jest to niewątpliwie obszar tematyczny, na który niewielu przedstawicieli organów administracji samorządowej zwraca uwagę i uświadamia sobie wagę i trudności z realizacją obowiązku ustawowego, który spoczywa na nich.

8.2. GŁÓWNE DROGI, LINIE KOLEJOWE I PORTY LOTNICZE OBJĘTE OBOWIĄZKIEM OPRACOWANIA MAP AKUSTYCZNYCH

Obiekty komunikacyjne o parametrach wskazujących na obowiązek wykonania w ich otoczeniu map akustycznych, tzn.:

a. odcinki dróg o rocznych potokach ruchu powyżej 3 mln pojazdów samochodowych,
b. odcinki linii kolejowych, po których przejeżdża ponad 30 tysięcy pociągów,
c. porty lotnicze, na których ma miejsce powyżej 50 tysięcy operacji lotniczych rocznie

omówiono poniżej (wg informacji przekazanych do Komisji Europejskiej - http://cdr.eionet.europa.eu/pl/eu/noise/df5/).

8.2.1. Główne drogi

Zgodnie z informacjami otrzymanymi od zarządzających drogami, obowiązkiem wykonania map akustycznym objęte jest **9803,5 km** dróg. Wykaz wszystkich odcinków dróg zawarty został w materiale przekazanym do Komisji Europejskiej w ramach obligatoryjnej sprawozdawczości.

W porównaniu z poprzednim etapem mapowania długość dróg objętych obowiązkiem mapowania zmniejszyła się **o 18 km**.

Dane statystyczne dotyczące zidentyfikowanych odcinków dróg podano w poniższej tabeli oraz zobrazowano graficznie.

Tabela 17. Statystyka odcinków dróg krajowych obciążonych ruchem powyżej 3 mln pojazdów rocznie (wg informacji przekazanej Komisji Europejskiej w ramach wypełnienia obowiązku wynikającego z art. 7, ust. 1 dyrektywy 2002/49/WE)

lp	Wielkość	Długość w km
1	Sumaryczna długość odcinków	9803,5

2	Średnia długość odcinka	7,0
3	Odchylenie standardowe	6,6
4	Liczba odcinków	1397
5	Przedział niepewności U_{95}	0,3
6	Maksymalna długość odcinka	89,2
7	Minimalna długość odcinka	0,1

8.2.2. Główne linie kolejowe

Zgodnie z informacjami od zarządzających kolejami, obowiązkiem wykonania map akustycznym objęte jest **1159 km** linii kolejowych. Wykaz wszystkich odcinków linii kolejowych zawarty został w materiale przekazanym do Komisji Europejskiej w ramach obligatoryjnej sprawozdawczości. W porównaniu z poprzednim etapem mapowania długość dróg szynowych objętych obowiązkiem mapowania zmniejszyła się o **54,8 km**.

Dane statystyczne dotyczące zidentyfikowanych odcinków linii kolejowych podano w poniższej tabeli oraz zobrazowano graficznie.

Tabela 18. Statystyka odcinków dróg krajowych obciążonych ruchem powyżej 3 mln pojazdów rocznie (wg informacji przekazanej Komisji Europejskiej w ramach wypełnienia obowiązku wynikającego z art. 7, ust. 1 dyrektywy 2002/49/WE)

lp	Wielkość	Długość w km
1	Sumaryczna długość odcinków	11593
2	Średnia długość odcinka	105,4
3	Odchylenie standardowe	119,8
4	Liczba odcinków	110
5	Przedział niepewności U_{95}	22,4
6	Maksymalna długość odcinka	528,7
7	Minimalna długość odcinka	2,6

8.2.3. Główne porty lotnicze

W wykazie cywilnych portów lotniczych, na których odbywa się powyżej 50 tysięcy operacji lotniczych rocznie, wg informacji przekazanej Komisji Europejskiej w ramach wypełnienia obowiązku wynikającego z art. 7, ust. 1 dyrektywy 2002/49/WE, znalazł się tylko jeden krajowy port lotniczy tj. Port Lotniczy im. Fryderyka Chopina w Warszawie.

8.3. OCENA ZASIĘGU HAŁASU ZE ŹRÓDEŁ ODDZIAŁYWUJĄCYCH NA OBSZAR AGLOMERACJI LUB OBIEKTU KOMUNIKACYJNEGO, UWZGLĘDNIANYCH W OPRACOWANIACH MAP AKUSTYCZNYCH

Problem postawiony w tytule niniejszego rozdziału sprowadza się do oceny odległości:

- źródeł hałasu od granic aglomeracji, położonych poza nią, lecz jeszcze oddziaływujących na jej teren

  lub

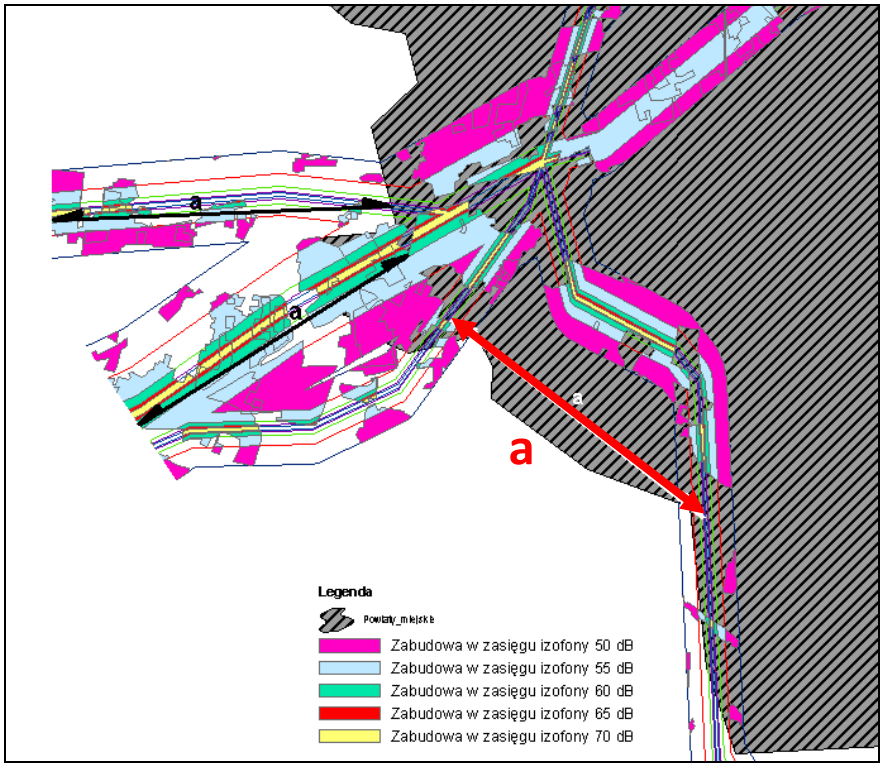
- źródeł komunikacyjnych hałasu (główne drogi, linie kolejowe itp.), który należy uwzględniać przy realizacji mapy akustycznej.

Oba powyższe zagadnienia związane są z oceną zasięgu oddziaływania hałasu z rozpatrywanego źródła, a to zależy od parametrów akustycznych tego źródła (wielkości emisji dźwięku).

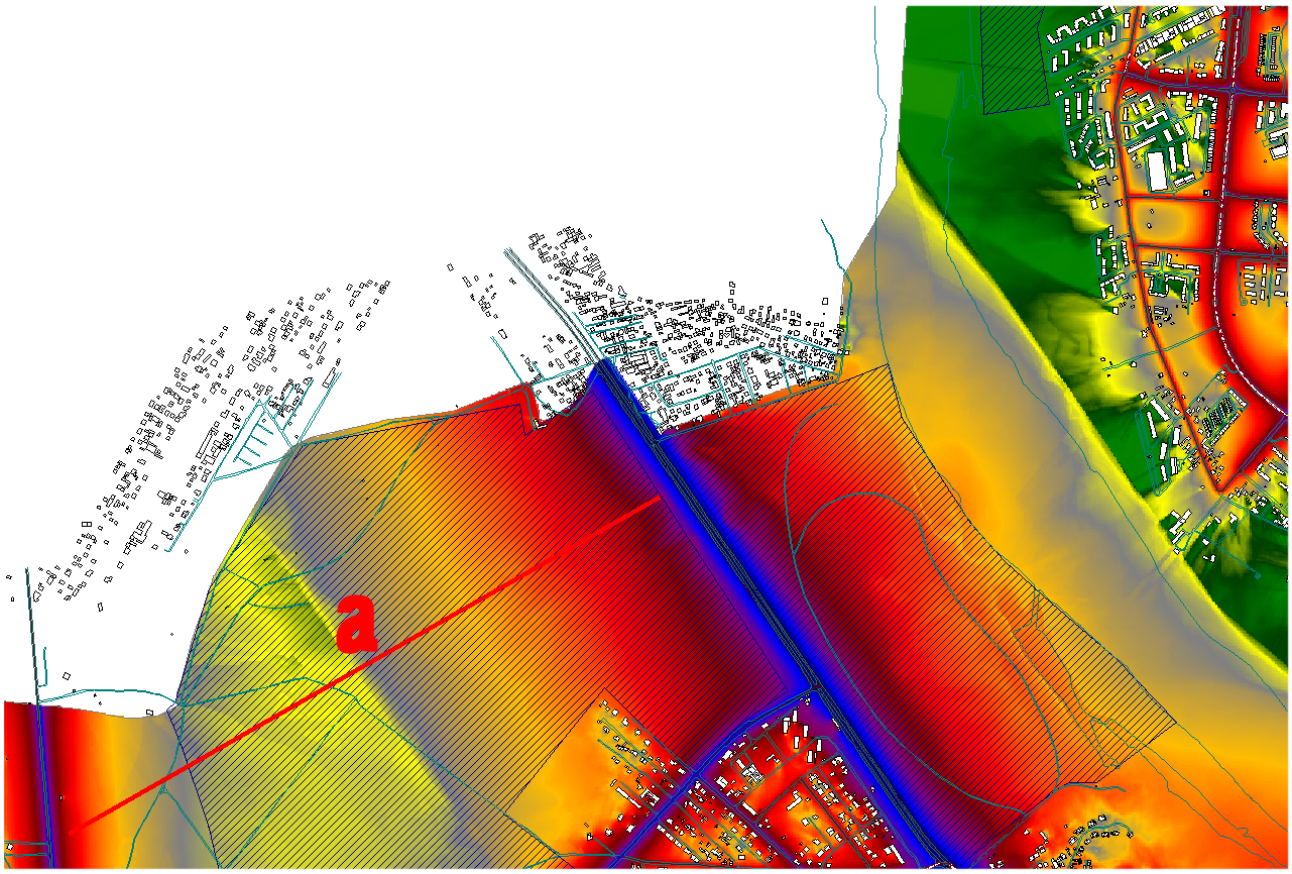
8.3.1. Aglomeracje

Oszacowania zasięgu obiektów, które należy jeszcze uwzględniać w procesie opracowywania mapy akustycznej dokonano w oparciu o przygotowany przez Grupę Roboczą KE WG-AEN „Przewodnik Dobrych Praktyk"[60] (materiał ten nie ma charakteru oficjalnego dokumentu Komisji Europejskiej, lecz jest powszechnie wykorzystywany w praktyce).

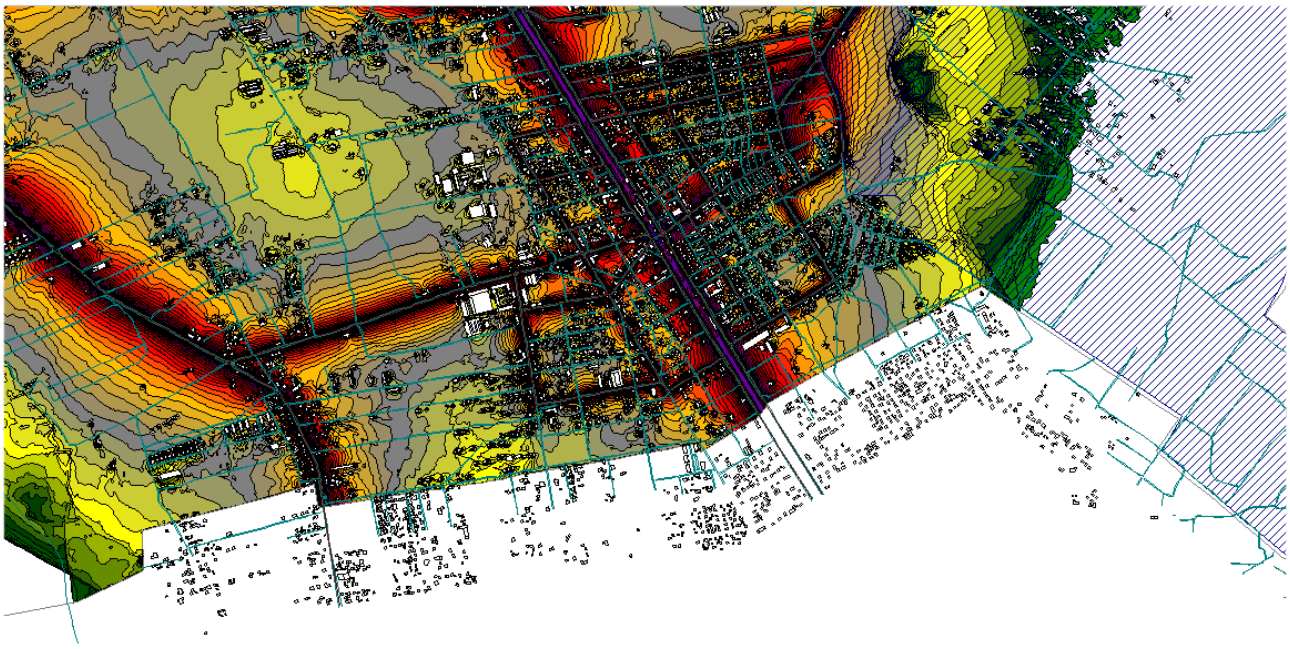
W przypadku oceny zasięgu źródeł oddziałujących na obszar aglomeracji bierze się pod uwagę główne linie komunikacyjne wychodzące poza granice administracyjne. Bada się najmniejszą odległość między sąsiednimi liniami. Ta odległość jest właściwa do przyjęcia długości uwzględnianego odcinka linii komunikacyjnej poza granicami aglomeracji. Proces ten wyjaśniono na wykresie (Rysunek 26), gdzie wyznaczono odległość „a" i w tej odległości „ucięto" zasięg oddziaływania głównych ciągów komunikacyjnych.



Rysunek 26. Ocena zasięgu istotnych źródeł hałasu wykraczających poza granicę aglomeracji – wykonano w IOŚ-PIB.



Rysunek 27. Strefa poza granicami aglomeracji brana pod uwagę w obliczeniach poziomów dźwięku, wykonywanych do mapy akustycznej (przykład 1)



Rysunek 28. Strefa poza granicami aglomeracji brana pod uwagę w obliczeniach poziomów dźwięku, wykonywanych do mapy akustycznej (przykład 2)

Przywołany uprzednio „Przewodnik Dobrych Praktyk"[60] wprowadza drugie, poza sposobem zilustrowanym wyżej, ograniczenie długości rozpatrywanego odcinka drogi i/lub linii kolejowej od 500 m do 3 km. I tak, w większości przypadków nie należy włączać do obliczań źródeł oddalonych o więcej niż 1 km. Drogi i linie kolejowe powinny być włączane maks. do 2 km. Jedynie autostrady i drogi ekspresowe, zlokalizowane w odległości powyżej 2 km należy brać pod uwagę podczas realizacji mapy.

Wychodząc z założeń czysto ekonomicznych, mając także na poparcie doświadczenia pomiarowe można założyć, iż w wielu mało krytycznych sytuacjach wystarczające jest ograniczenie odcinka „a" do ok. 500 – 800 m (Rysunek 26).

Rozpatrując wpływ położonych poza granicami aglomeracji źródeł hałasu, na warunki akustyczne w tej aglomeracji oddziałujące, należy także uwzględnić obiekty stałe o charakterze ośrodków przemysłowych lub hałaśliwych usługowych.

W większości przypadków nie należy uwzględniać w obliczeniach źródeł tego typu oddalonych o więcej niż 1 km. Jedynie obiekty przemysłu ciężkiego mogą być ewentualnie uwzględniane do odległości do 2 km; natomiast duże obszary przemysłu, takie jak porty - do odległości 3 km.

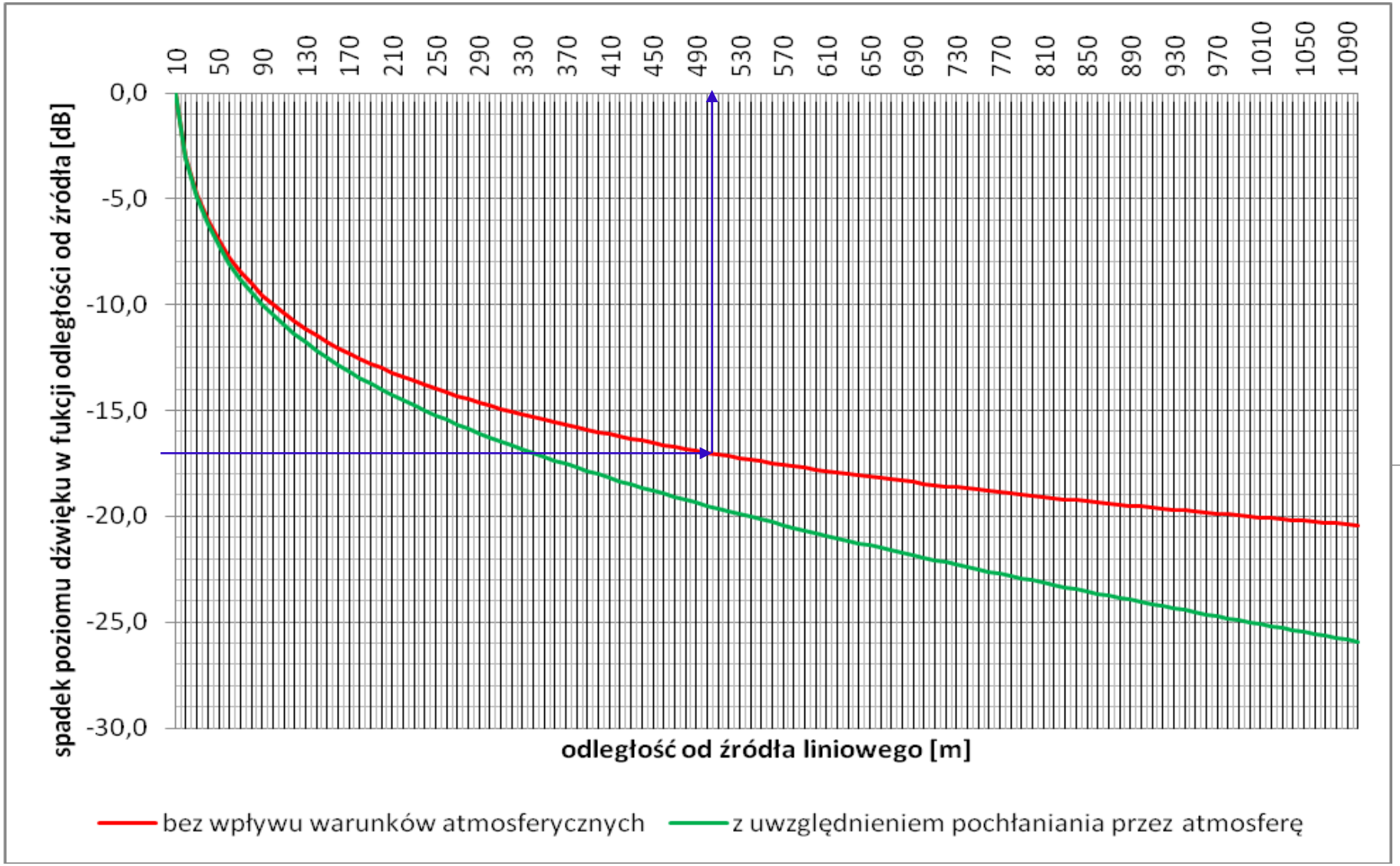
Podczas prac nad mapami akustycznymi w ramach pierwszego cyklu mapowania stosowano, po wstępnych testach, stosowano w wielu przypadkach bufor o szerokości ok. 500 m na zewnątrz granic administracyjnych aglomeracji (miasta). Dla obszaru tego niezbędne było pozyskanie praktycznie wszystkich danych, jakie skompletowano w celu opracowania mapy akustycznej aglomeracji, nie wyłączając numerycznego modelu terenu. Przykłady takich „buforów" pokazano na powyższych ilustracjach.

8.3.2. Obiekty liniowe (główne drogi i linie kolejowe)

W przypadku realizacji map akustycznych dla obszarów położonych wzdłuż głównych dróg i linii kolejowych wielkość obszaru eksponowanego na hałas jest każdorazowo funkcją wielkości emisji hałasu ze źródła. Stąd też dobór zasięgu tego obszaru powinien odbywać się z zastosowaniem trzy etapowej procedury:

Etap I	Oszacowanie zasięgu hałasu, określonego wartościami wskaźników[23]: L_{DWN} = 55 dB oraz L_N = 50 dB. Poziomy te są różne od aktualnych poziomów dopuszczalnych, lecz są zgodne z obligatoryjnym zakresem zbierania i raportowania danych wg Dyrektywy 2002/49/WE
Etap II	Wybór większego zasięgu z dwóch wyznaczonych w etapie I.
Etap III	Obszar objęty mapą wyznaczony jest zasięgiem większym, wybranym w etapie II, powiększonym dla bezpieczeństwa o 20% - 50%.

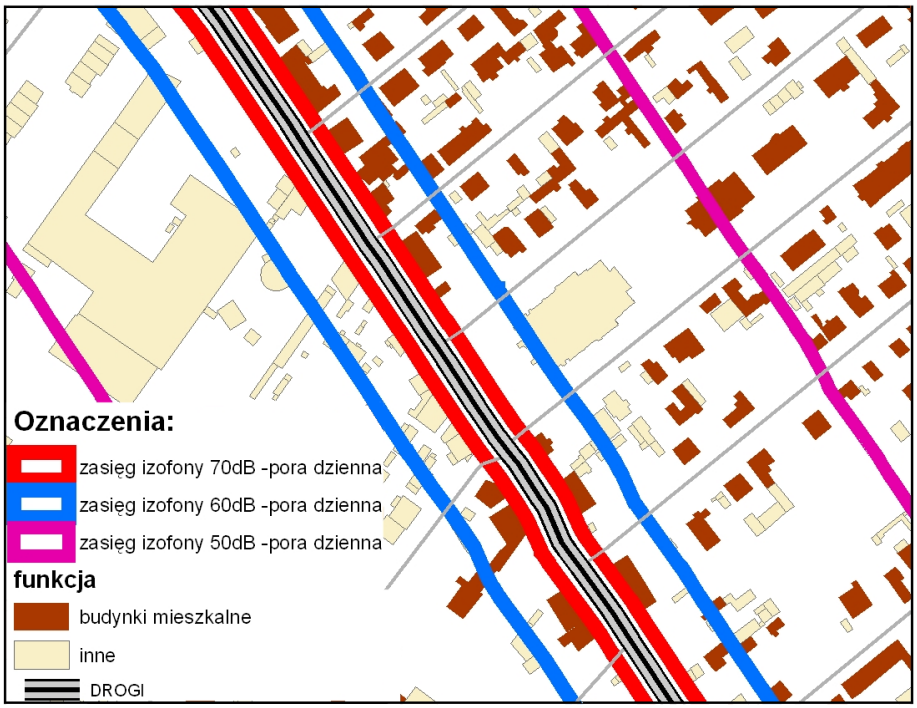
[23] Co jest zgodne z omawianym w rozdziale 4 Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 14 grudnia 2006 r. w sprawie dróg, linii kolejowych i lotnisk, których eksploatacja może powodować negatywne oddziaływanie akustyczne na znacznych obszarach, dla których jest wymagane sporządzanie map akustycznych, oraz sposobów określania granic terenów objętych tymi mapami



Rysunek 29. Nomogram do wyznaczania zakresu mapy akustycznej dla źródła liniowego (główne drogi i linie kolejowe)

Alternatywnym rozwiązaniem może być określenie teoretycznie największych zasięgów dla wskaźników wymienionych powyżej (Etap I). Wyznaczenie tych zasięgów odbywa się w warunkach przewidywanego charakteru aktywności (działania) źródła, lecz w obliczeniach dotyczących propagacji dźwięku nie uwzględnia się ekranujących (tłumiących) wpływów zagospodarowania terenu (przykład – omawiana sytuacja -patrz Rysunek 30).

Obliczenia teoretycznego, maksymalnego zasięgu wykonywane są więc w polu fali swobodnie biegnącej, bez przeszkód na drodze jej rozprzestrzeniania się.



Rysunek 30. Przykład wyznaczenia zasięgów hałasu bez uwzględnienia tłumiącego wpływu elementów zagospodarowania przestrzennego (opracowano w IOŚ).

Oszacowany zasięg przyjmuje się w takiej sytuacji bez zastosowania współczynnika bezpieczeństwa, który wprowadzono wyżej (Etap III).

W celu szacunkowych obliczeń opracowano dla potrzeb niniejszych wytycznych nomogram - Rysunek 29. Na jego podstawie wyznacza się wstępnie szerokość obszaru, który należy uwzględnić przy opracowaniu mapy akustycznej. Zastosowanie nomogramu wymaga wyznaczenia wartości poziomu dźwięku w odległości 10 m od źródła (od krawędzi drogi lub linii kolejowej). Oznaczmy tę wartość jako L_0.

Następnie określa się wartość niezbędnego zmniejszenia poziomu wyjściowego do takiej granicy, aby uzyskać wartość graniczną 50 dB lub 55 dB (lub ewentualnie inną) w zależności od sytuacji. Na podstawie wymaganego zmniejszenia wyjściowej wartości L_0 określa się z nomogramu szacunkową odległość od źródła.

Stosuje się w tym celu krzywą czerwoną na wykresie. Krzywa zielona jest naniesiona orientacyjnie w celu pokazania jaki margines bezpieczeństwa jest do dyspozycji.

Przykład (oznaczony na nomogramie, dane wyjściowe dobrane arbitralnie).

1. Wyjściowa wartość poziomu dźwięku L_0 = 67 dB
2. Wartość graniczna obliczeń 50 dB (pora nocna, poziom L_N).
3. Wymagane zmniejszenie poziomu dźwięku 17 dB
4. Z nomogramu odczytuje się przybliżoną wartość zasięgu mapy akustycznej **495 m.**

Na zakończenie należy zauważyć, że niektóre metody obliczeniowe określają ograniczony zakres ich obowiązywania w przeliczeniu na maksymalny dystans:

- w przypadku metody francuskiej obliczania hałasu drogowego XP S 31-133 praktyczny zasięg obliczeń jest ograniczony do 800 m.,
- dokładność metody rozprzestrzeniania się dźwięku, określoną w normie PN-ISO 9613-2:2002 jest sprecyzowana do maksymalnej odległości 1 km od źródła, co oznacza, iż autorzy modelu nie są w stanie zagwarantować poprawności uzyskiwanych wyników powyżej wymienionej odległości.

Tego typu ograniczenia stosowanych metod należy każdorazowo uwzględniać, wybierając granicę zasięgu obszaru obejmowanego procesem realizacji mapy akustycznej.

9. ZAKRES I CHARAKTERYSTYKA DANYCH WEJŚCIOWYCH DO SPORZĄDZANIA MAPY AKUSTYCZNEJ

9.1. ZESTAWIENIE DANYCH WEJŚCIOWYCH Z ICH CHARAKTERYSTYKĄ W ODNIESIENIU DO ŹRÓDEŁ HAŁASU

W niniejszym rozdziale przedstawiono zakres (listę) danych wejściowych (rodzaj „listy kontrolnej"), które należy pozyskać dla opracowania mapy akustycznej, w zależności od rodzaju źródła. Lista ta została opracowana na podstawie praktycznych doświadczeń podczas gromadzenia danych na potrzeby przygotowania map akustycznych dla większych aglomeracji. Z uwagi na fakt, iż lista ta jest bardzo szeroka i zawiera pełen zestaw informacji, może służyć jako pomoc w analogicznych pracach na innych terenach (mniejszych miast i miejscowości).

9.1.1. Podstawowe dane dotyczące hałasu drogowego

Do opracowania mapy hałasu drogowego dane wejściowe należy przygotować w zakresie określonym niżej.

Wszystkie uwzględniane w mapie akustycznej drogi (ulice) należy podzielić na odpowiednie odcinki lub w przypadku drogi o kilku jezdniach na odcinki jezdni, dla których wszystkie parametry decydujące o poziomie hałasu są w przybliżeniu stale. Dla tak wyodrębnionych odcinków muszą być znane następujące parametry:

- położenie osi jezdni,
- szerokość jezdni,
- rodzaj nawierzchni,
- nachylenie (może być odczytane automatycznie z rzeźby terenu),
- lokalizacja sygnalizacji świetlnej.

Ponadto niezbędne są następujące dane dotyczące ruchu parametrów:

- średnie dla roku natężenie ruchu oddzielnie dla pory dziennej, wieczorowej i nocnej,
- struktura ruchu (procentowy udział samochodów ciężarowych o ciężarze większym od 3,5 t dla ww. pór doby),
- średnia prędkość pojazdów osobowych,
- średnia prędkość pojazdów ciężarowych,
- rodzaj ruchu (jednostajny, niejednostajny (pulsujący) o stałej w przybliżeniu prędkości średniej, niejednostajny z hamowaniem, niejednostajny z przyspieszaniem).

9.1.2. Dane dotyczące hałasu tramwajowego

Linie tramwajowe zlokalizowane są w ograniczonej liczbie miast w kraju. Jednakże znaczna ich liczba znajduje się w aglomeracjach objętych procesem realizacji map akustycznych w pierwszej kolejności (aglomeracje powyżej 250 tys. mieszkańców). Dane wejściowe do opracowania mapy hałasu tramwajowego należy przygotować zakresie podanym niżej.

Najmniejszym elementem uwzględnionym w obliczeniach do mapy akustycznej jest odcinek linii tramwajowej, reprezentowany przez odcinek trasy lub w przypadku trasy wielotorowej, odcinek toru, dla którego muszą być znane następujące parametry:

- położenie osi każdego istotnego toru trasy tramwajowej- geometria nasypu lub wgłębienia, tor zabudowany w jezdni czy na wyodrębnionym torowisku,
- rodzaj podłoża oraz sposób mocowania szyn do podłoża względnie podkładów (jeśli występują),
- dokładna lokalizacja współrzędnej (wysokość) górnej powierzchni szyn,
- nachylenie (może być odczytane automatycznie z rzeźby terenu),
- rodzaj i stan techniczny szyn (systematycznie szlifowane, nieszlifowane) oraz podkładów,
- sposób łączenia szyn (spawanie, skręcanie),
- liczba połączeń na 100 m toru (jeśli występują),
- liczba zwrotnic na 100 m (jeśli występują),
- rodzaj podkładów,
- sposób mocowania szyn do podkładów (za pomocą elementów sprężystych lub na sztywno).

Dla wyodrębnionych odcinków ww. parametry muszą być stałe.

Ponadto, do obliczeń akustycznych niezbędne są następujące dane dotyczące ruchu pojazdów:

- klasy – rodzaje (typ pojazdów tramwajowych),
- struktura ruchu (średnia roczna ilości pojazdów poszczególnych klas w porze dziennej, wieczorowej i nocnej),
- liczba pojazdów hamujących dla poszczególnych klas pojazdów na wyodrębnionych odcinkach,
- średnia prędkość pojazdów,
- średnia prędkość pojazdów hamujących,
- prędkość maksymalna.

Z uwagi na brak referencyjnych modeli oceny emisji hałasu tramwajowego, zarówno w kraju, jak też w modelach europejskich, dane wejściowe dotyczące komunikacji tramwajowej **muszą** być uzupełnione wynikami badań hałasu emitowanego przez tabor tramwajowy w warunkach rzeczywistych. Badania pomiarowe prowadzić można w oparciu o postanowienia normy PN-EN IOS 3095:2005 (U).

9.1.3. Dane dotyczące hałasu kolejowego

Do opracowania mapy hałasu kolejowego dane wejściowe należy przygotować w zakresie określonym niżej.

Odcinek linii kolejowej jest najmniejszym elementem uwzględnionym w obliczeniach akustycznych i reprezentuje on odcinek trasy lub w przypadku trasy wielotorowej, odcinek toru, dla którego muszą być znane następujące parametry:

- położenie osi każdego istotnego toru trasy kolejowej - geometria nasypu lub wykopu,
- rodzaj podłoża oraz sposób mocowania szyn do podłoża względnie podkładów (jeśli występują),
- dokładna lokalizacja współrzędnej z (wysokość) górnej powierzchni szyn,
- nachylenie (może być odczytane automatycznie z rzeźby terenu),
- rodzaj i stan techniczny szyn (systematycznie szlifowane, nieszlifowane),
- sposób łączenia szyn (spawanie, skręcanie),
- liczba połączeń na 100 m toru (jeśli występują),
- liczba zwrotnic na 100 m (jeśli występują),
- sposób mocowania szyn do podkładów (za pomocą elementów sprężystych lub na sztywno).

Dane powyższe są praktycznie tego samego rodzaju, jak dla linii tramwajowej. Dla wyodrębnionych odcinków ww. parametry muszą być stałe.

Oprócz tego do obliczeń akustycznych niezbędne są następujące dane dotyczące ruchu pojazdów:

- klasy (rodzaje) pociągów,

  Uwaga:

  W większości przypadków wystarczający jest podział na trzy klasy pociągów:

  - pasażerskie pospieszne (kwalifikowane) jak EC, IC, Ekspres itp.,

  - pasażerskie regionalne,

  - towarowe.
- struktura ruchu (średnia roczna ilości pojazdów poszczególnych klas w porze dziennej, wieczorowej i nocnej),
- liczba pojazdów hamujących dla poszczególnych klas pociągów na wyodrębnionych odcinkach,
- średnia prędkość pociągów,
- średnia prędkość pociągów hamujących,
- prędkość maksymalna.

Zalecana, holenderska metoda oceny hałasu kolejowego RMR [26] posiada źródłową bazę danych, zawierającą parametry emisji hałasu przez poszczególne rodzaje pociągów. Baza ta wyodrębnia 9 klas, lecz odnoszą się one do taboru kolejowego eksploatowanego w Holandii. Tylko w niektórych przypadkach można dla konkretnych sytuacji dobrać odpowiedni typ pociągów zawarty w bazie. W większości jednak przypadków parametry akustyczne dotyczące emisji hałasu przez tabor używany w kraju powinny być określone przy pomocy pomiarów terenowych. Pomiary takie należy prowadzić w oparciu o metody proponowane w dokumencie źródłowym lub w oparciu o postanowienia normy PN-EN IOS 3095:2005 (U).

9.1.4. Dane dotyczące hałasu przemysłowego i pochodzącego z dużych centrów usługowych

Do opracowania mapy hałasu przemysłowego dane wejściowe należy przygotować w zakresie określonym niżej. Przy czym należy rozróżnić tutaj dwie kategorie obiektów:

- centra handlowe i spedycyjne, hurtownie, porty, dworce towarowe,
- zakłady produkcyjne (przemysłowe).

W przypadku opracowywania mapy akustycznej na obszarach otaczających centra handlowe i spedycyjne, hurtownie, porty, dworce towarowe oraz zakłady przemysłowe, zgromadzić należy następujące dane wejściowe.

Informacje graficzne:

- położenie działki z zaznaczonymi granicami,
- rzuty istniejącej zabudowy obiektu,
- zaznaczone trasy samochodów osobowych i ciężarowych na obszarze działki,
- zaznaczone trasy ew. kolei przemysłowych,
- położenie parkingów dla samochodów osobowych i ciężarowych,
- położenie miejsc przeładunku dla samochodów ciężarowych,
- położenie miejsc przeładunku dla statków (dźwigi przeładunkowe),
- położenie innych źródeł hałasu na obszarze przemysłowym np. warsztaty, stacje paliwowe itd.

Dane tekstowe i numeryczne:

- czas pracy obiektu (ew. czas pracy poszczególnych stanowisk przeładunkowych o ile czas jest różny),
- liczba miejsc postojowych dla samochodów osobowych,
- średnie (szacunkowe) natężenie ruchu samochodów osobowych - oddzielnie dla:
  - pory dziennej;
  - pory wieczorowej;
  - pory nocnej,
- liczba miejsc postojowych dla samochodów ciężarowych,
- średnie (szacunkowe) natężenie ruchu samochodów ciężarowych - oddzielnie dla:
  - pory dziennej;
  - pory wieczorowej;
  - pory nocnej,
- liczba miejsc przeładunkowych dla samochodów ciężarowych,
- średnie (szacunkowe) ilości przeładowywanych samochodów ciężarowych - oddzielnie dla:
  - pory dziennej;

  - pory wieczorowej;
  - pory nocnej,
- średnie (szacunkowe) ilości przeładowywanych wagonów kolejowych - oddzielnie dla:
  - pory dziennej;
  - pory wieczorowej;
  - pory nocnej,
- średni (szacunkowy) czas rozładunku lub załadunku 1 samochodu ciężarowego,
- średni (szacunkowy) czas rozładunku lub załadunku 1 wagonu,
- technika przeładunku (rodzaj i ilość dźwigów, stacjonarne rampy zewnętrzne, przeładunek z wykorzystaniem platformy samochodowej, wykorzystanie elektrycznych wózków widłowych, wykorzystanie wózków widłowych z napędem spalinowym, kontenery inne techniki przeładunkowe),
- technika przeładunku (rodzaj i ilość dźwigów, stacjonarne rampy zewnętrzne, przeładunek z wykorzystaniem platformy samochodowej, wykorzystanie elektrycznych wózków widłowych, wykorzystanie wózków widłowych z napędem spalinowym, kontenery inne techniki przeładunkowe),
- wysokość zabudowy ew. wysokość urządzeń przeładunkowych,
- kopie ewentualnych opracowań dotyczących hałasu emitowanego przez zakład względnie protokóły pomiarów hałasu.

Poza danymi graficznymi niezbędne są kopie opracowań dotyczących emisji hałasu do środowiska (np. opracowanych w ramach pozwoleń zintegrowanych) względnie protokółów pomiarowych hałasu emitowanego przez zakład do środowiska oraz dodatkowo, informacje dotyczące ruchu i miejsc postojowych środków transportu osobowego i towarowego jak w specyfikacji dotyczącej centrów handlowych.

Jeśli powyższych opracowań nie ma do dyspozycji należy znać charakterystyki (rodzaj) źródła hałasu, położenie i czas emisji hałasu do środowiska (albo czas pracy urządzeń emitujących hałas na zewnątrz do środowiska). Zalecić można tutaj analizę materiałów przygotowywanych do różnego rodzaju pozwoleń i decyzji (np. o dopuszczalnym poziomie hałasu) lub materiałów o charakterze OOŚ (o ile były takie opracowywane).

9.1.5. Dane dotyczące hałasu lotniczego

Do opracowania mapy hałasu lotniczego dane wejściowe należy przygotować w zakresie określonym niżej.

Dane dotyczące lotniska (portu lotniczego, lądowiska itp.):

- położenie osi każdego pasa startowego,
- szerokość pasa startowego,
- rodzaj nawierzchni pasa,
- współrzędne punktu przyziemienia i startu,

- położenie i długość dróg kołowania oraz miejsc postojowych samolotów,
- określenie głównych osi korytarzy podchodzenia do lądowania oraz korytarzy startowych z lotniska oraz parametrów wysokościowych na poszczególnych odcinkach ww. korytarzy.

Dla wyodrębnionych odcinków ww. parametry muszą być stałe.

Ponadto do obliczeń akustycznych niezbędne są dane dotyczące ruchu i taboru lotniczego, zestawione na poniższej liście:

- klasy- rodzaje (typy taboru lotniczego),
- struktura ruchu (średnia roczna ilości operacji lotniczych dla poszczególnych klas w porze dziennej, wieczorowej i nocnej).

9.2. BAZA DANYCH „BUDYNKI”

Dane niezbędne do opracowania warstwy informacyjnej dotyczącej zabudowy, przekształcone do postaci cyfrowej, zestawiono niżej.

Podstawowymi danymi wyjściowymi są rzuty budynków, które powinny mieć postać linii zamkniętej. Do każdego rzutu budynku dołączona powinna zostać tabela atrybutów zawierająca następujące informacje:

- „ID” każdego budynku (np. „Budynek ####, gdzie #### oznacz kolejny numer),
- adres budynku (ulica i numer domu),
- wysokość (względna),
- rodzaj (mieszkalny, gospodarczy zakład przemysłowy, biuro, szkoły, przedszkola, szpitale, sanatoria, domy opieki społecznej itd.),
- ilość mieszkańców, uczniów, studentów, pacjentów itd.

Powyższe dane uzyskać można w:

- jednostce organizacyjnej prowadzącej mapę zasadniczą dla danego obszaru, najczęściej będzie to Wydział Geodezji Urzędu Miasta (lub analogiczny),
- jednostce organizacyjnej opracowującej plany zagospodarowania przestrzennego dla danego obszaru.

Baza danych „budynki” powinna zostać skojarzona z informacjami z bazy danych o ludności (baza adresowa).

9.3. ZASOBY ZASADNICZEJ MAPY TERENU I ICH WŁĄCZENIE W PROCES REALIZACJI MAPY AKUSTYCZNEJ

9.3.1. Układy współrzędnych

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 (Dz.U. 2007 nr 187 poz. 1340) podkłady mapowe dla potrzeb Państwowego Monitoringu Środowiska udostępniane są w formie elektronicznych map wektorowych o dokładności odpowiadającej skali minimum1:10 000 (§ 11 ust 1).

W odniesieniu do stosowanych układów współrzędnych odniesienie ma Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 15 października 2012 r. w sprawie państwowego systemu odniesień przestrzennych (Dz.U. 2012 poz. 1247). Zgodnie z nim do wykonywania warstw wektorowych map akustycznych stosuje się następujące układy odniesienia

- układ współrzędnych PL-1992 – stosowany przy opracowaniach niestandardowych,
- układ współrzędnych PL-2000 stosowany się na potrzeby wykonywania map w skalach większych od 1:10 000.

9.3.2. Pozyskiwanie zasadniczej mapy terenu

Zasoby mapy zasadniczej są z punktu widzenia opracowania mapy akustycznej podstawowym źródłem danych o terenie, jego infrastrukturze, zabudowie itd. Z pomocą tych informacji można opracować bazę danych o terenie.

Obecnie źródłem danych odnośnie materiałów kartograficznych są zasoby geodezyjne i kartograficzne gromadzone w:

a) państwowe: w Centralnym Ośrodku Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej (CODGiK) – http://codgik.gov.pl/
b) wojewódzkie: w wojewódzkich ośrodkach dokumentacji geodezyjnej i kartograficznej:
   - WODGiK Białystok – www.wrotapodlasia.pl/pl/psip/WODGiK.htm
   - WODGiK Gdańsk – http://pomorskie.eu/mapy-gis/gps/wodgik,
   - WODGiK Katowice – http://www.wodgik.katowice.pl/,
   - WODGiK Kielce – http://www.wrota-swietokrzyskie.pl/pio/geodezja-i-kartografia/dane-geodezyjne,
   - WODGiK Kraków – http://www.malopolskie.pl/region/WODGIK/,
   - WODGiK Lublin – http://umwl.bip.lubelskie.pl/index.php?id=26&tryb=&p0=szczegoly&p1=4971&p2=,
   - Urząd Marszałkowski w Łodzi, Departament Geodezji i Kartografii, Wydział-WODGiK – www.wodgik.lodzkie.pl,
   - WODGiK Olsztyn – http://atlas.warmia.mazury.pl/index.php/wodgik,
   - WODGiK Opole – http://www.osip.opole.pl/,
   - WODGiK Poznań – http://www.wodgik.poznan.pl/,
   - WODGiK Rzeszów – http://www.wodgik.rzeszow.pl/,
   - WODGiK Szczecin – http://www.geodezja.wzp.pl/wojewodzki-osrodek-dokumentacji-geodezyjnej-i-kartograficznej,
   - Biuro Geodety Województwa Mazowieckiego – http://www.geodezja.mazovia.pl/zasob_gik.htm,
   - Urząd Marszałkowski Województwa Kujawsko-Pomorskiego, Wydział Geodezji i Kartografii (WODGiK Włocławek) – http://geoportal.infoteren.pl/portal/,
   - WODGiK Wrocław – http://wgik.dolnyslask.pl/web/start/wodgik,

– WODGiK Zielona Góra- http://www.wodgik.lubuskie.pl/.

Podstawową trudnością w stworzeniu omawianej bazy danych może być sposób prowadzenia geodezyjnej mapy zasadniczej danej aglomeracji. Jeżeli w danym mieście mapa zasadnicza jest prowadzona w sposób cyfrowy, to wydaje się najbardziej ekonomicznym rozwiązaniem wykorzystanie zawartych w niej informacji do stworzenia Numerycznego Modelu Terenu (NMT). Istnieją w chwili obecnej możliwości programowo – informatyczne do pozyskania tzw. „trzeciego wymiaru" z numerycznej mapy zasadniczej. Mapa taka jest na bieżąco aktualizowana, co powoduje, ze NMT też będzie cały czas uaktualniany.

Natomiast jeżeli wydziały geodezji (lub inne jednostki o podobnym charakterze) prowadzą mapę zasadniczą w sposób tradycyjny[24] to można zakładać pojawienie się kolejnych trudnych progów dla przygotowania niezbędnej bazy danych. Trudności te będą określone przez następujące przykładowe technologie pozyskania niezbędnych danych, a mianowicie:

- digitalizowanie map rastrowych do postaci cyfrowej – czynności czasochłonne i kosztowe,
- pozyskanie danych poprzez wykonanie zdjęć lotniczych, zastosowania technik laserowych itp.

Wszystkie przytoczone powyżej przykładowe technologie są dosyć kosztowne, szczególnie cyfrowa obróbka pozyskanego materiału źródłowego.

Bardzo podobnie będzie przebiegał proces pozyskiwania danych z miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego. Będzie on uzależniony od sposobu prowadzenia przez wyspecjalizowane jednostki tego zasobu[25].

Informacje o planach zagospodarowania przestrzennego w postaci jednej z warstw bazy danych są niezmiernie istotnymi informacjami, gdyż dla poszczególnych funkcji przeznaczenia terenu, zgodnie z obowiązującymi przepisami prawa ochrony środowiska, mamy określone dopuszczalne poziomy hałasu w środowisku i/lub inne kryteria oceny stanu akustycznego środowiska, np. związane z wpływem hałasu na zdrowie. W związku z powyższym w bazie danych (NMT) należy uwzględnić funkcję terenu określoną w planie zagospodarowania przestrzennego i określić dla niej wartości dopuszczalne. Na podstawie tej informacji w etapie końcowym opracowania mapy akustycznej zostaną określone obszary zagrożone hałasem i obszary, na których zidentyfikowano przekroczone poziomy dopuszczalne. Ta informacja będzie podstawą opracowania programu ograniczenia hałasu dla danej aglomeracji.

9.3.3. Wykorzystanie NMT w mapowaniu akustycznym

Dostosowanie i wykorzystanie Numerycznej Mapy Terenu w przygotowaniach do procesu realizacji mapy akustycznej zaprezentowano na kilku ilustracjach, z wykorzystaniem praktycznych doświadczeń z realizacji poprzednich map akustycznych. Materiały ilustracyjne oparto na materiałach przygotowywanych dla map akustycznych Gdańska i Warszawy.

Pierwszy etap budowy modelu terenu spełniającego wymagania stawiane mapie akustycznej polega na odwzorowaniu ukształtowania i zagospodarowania terenu. W tym celu należy zakodować:

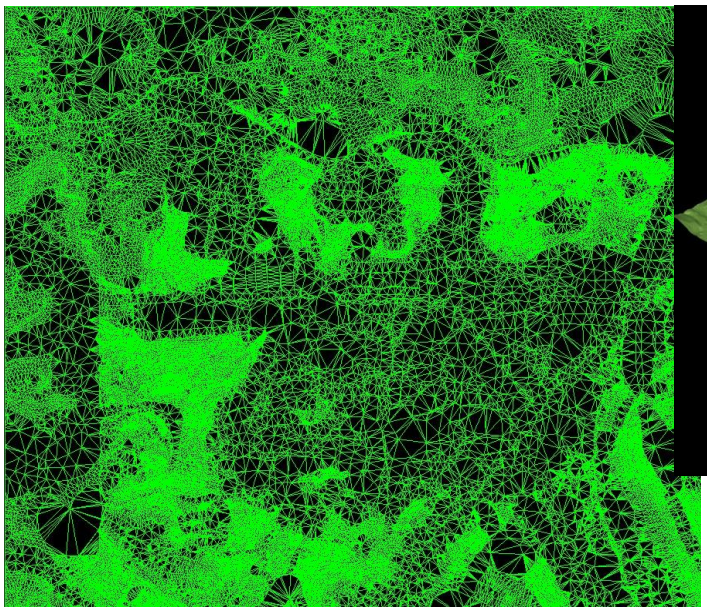
[24] Jest to sposób powoli wychodzący z użycia
[25] Jeszcze wiele graficznych materiałów planistycznych nie jest zdigitalizowanych

- punkty określonej wysokości naturalnej i sztucznej powierzchni terenu,
- linie warstwic,
- budynki.

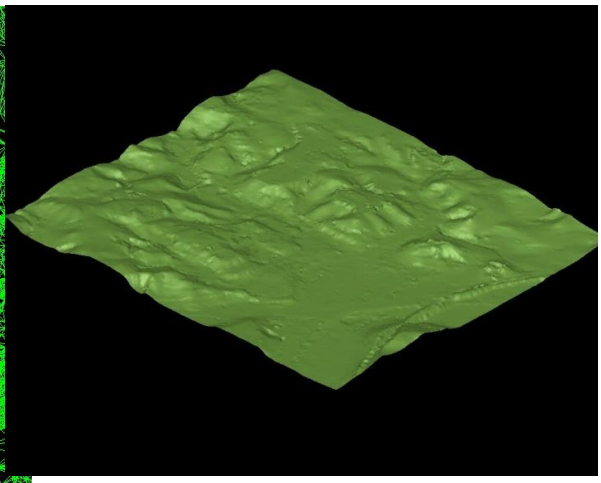
Aby zorientować się w rzędzie wielkości liczby obiektów na mapie, które podlegają różnego rodzaju operacjom, posłużyć się można przykładem z terenu Gdańska:

- ok. 800 tys. punktów wysokościowych,
- ok. 100 tys. linii warstwic,
- ok. 90 tys. budynków.

Na podstawie obiektów punktowych i liniowych tworzona jest siatka nieregularnych trójkątów, tzw. TIN. Na podstawie tej siatki generowany jest model terenu (pierwsze przybliżenie).



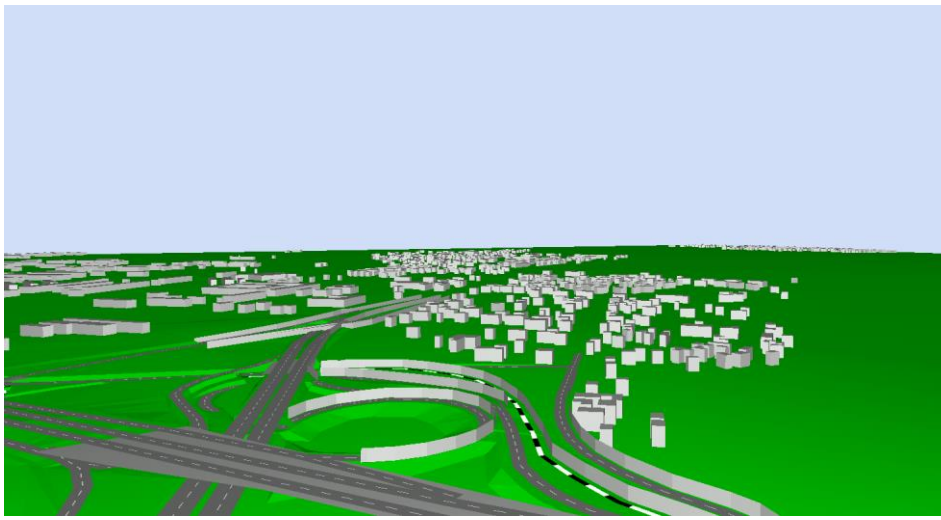
Rysunek 32. Pierwsze przybliżenie modelu terenu na podstawie siatki TIN



Rysunek 31. Aproksymacja modelu TIN do gładkiej powierzchni

Następnie w model TIN wkomponowane zostają obszary wód i lasów. Końcowym etapem tej części prac jest aproksymacja TIN do gładkiej powierzchni w celu stworzenia modelu w postaci GRID o wymiarach 5 x 5 m oraz 20 x 20 m, które używane będą do obliczeń w mapie akustycznej.

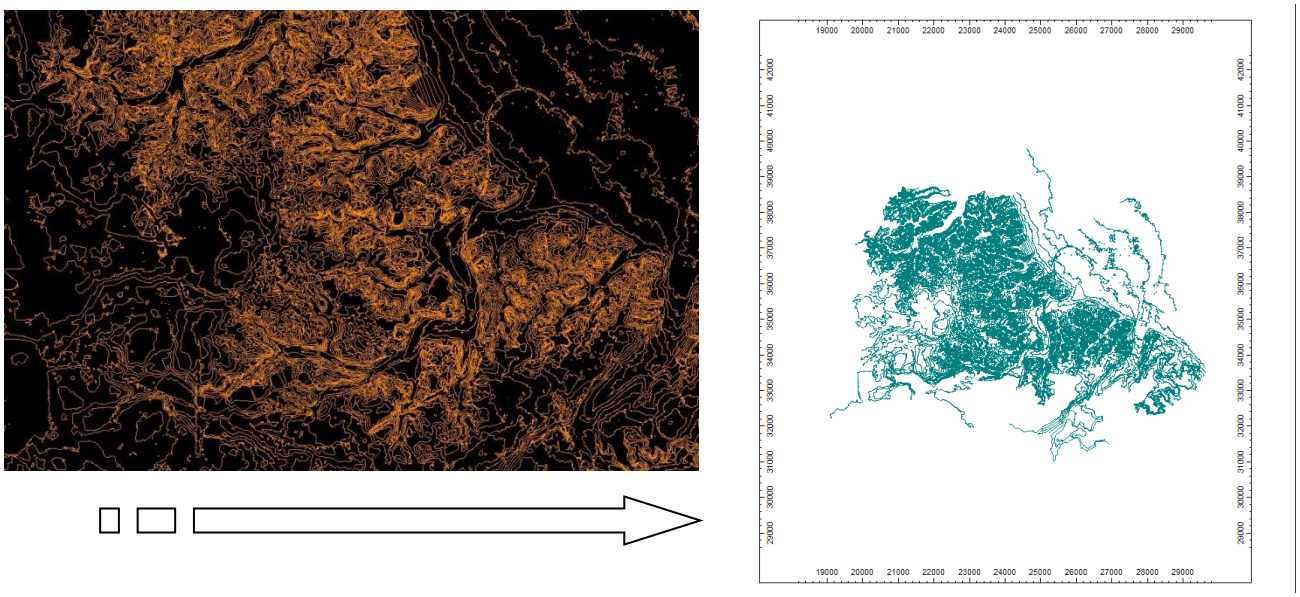
Na tym etapie możliwe staje się już tworzenie warstw tematycznych niezbędnych do opracowania mapy hałasu.



Rysunek 33. Warstwy tematyczne na podkładzie NMT

Można podać dla przykładu, iż zaawansowana numeryczna mapa terenu - NMT wraz z niezbędnymi warstwami tematycznymi liczy sobie (przykład z terenu miasta Gdańska):

- prawie 8 mln trójkątów,
- 282 MB – objętości pliku w formacie DGN,
- ponad 3 GB – objętości pliku w bazie danych Oracle SDO.



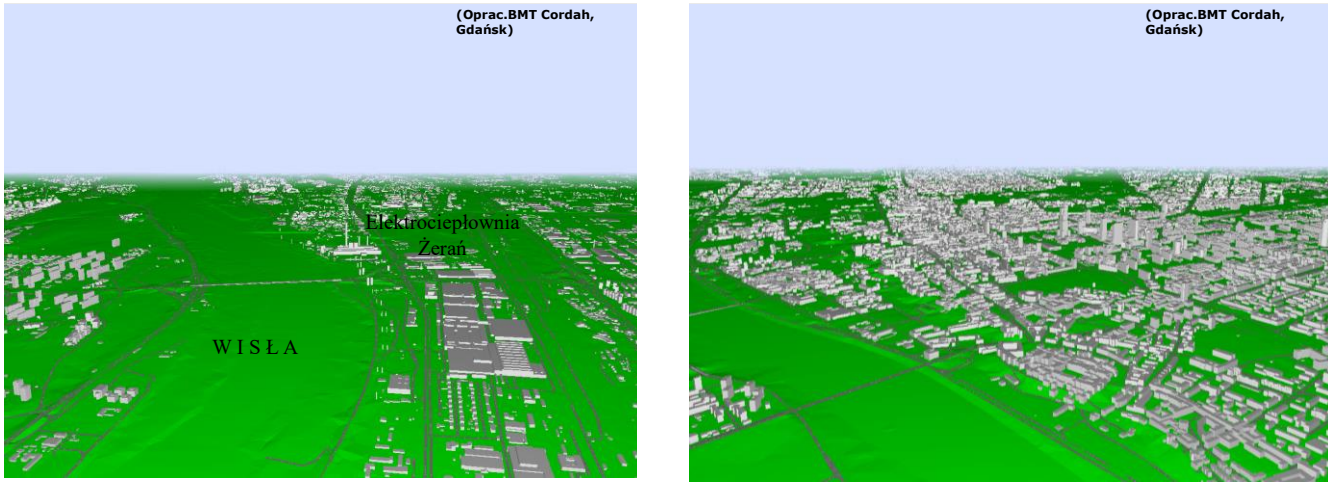
Rysunek 34. Przykład eksportu warstwic NMT (lewa strona) do oprogramowania obliczeń akustycznych

Osiągnięty stan zaawansowania prac pozwala na eksport warstwic z NMT do pakietu oprogramowania do obliczeń map akustycznych.

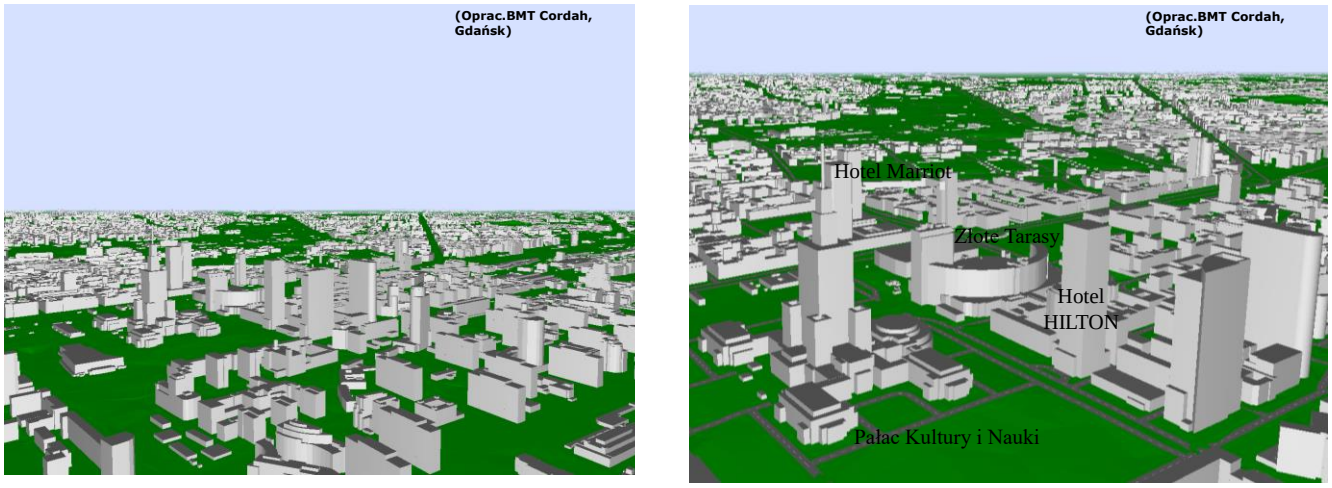
W tej fazie następuje w programie do obliczeń akustycznych połączenie numerycznego modelu terenu (NMT) z danymi nt. dróg i tras tramwajowych (rzutami uwzględnionych obiektów). Umożliwia to przejrzenie danych w formacie trójwymiarowym (3D) oraz rozpoczęcie obliczeń zasięgów hałasu (próbny fragment mapy – Rysunek 40).

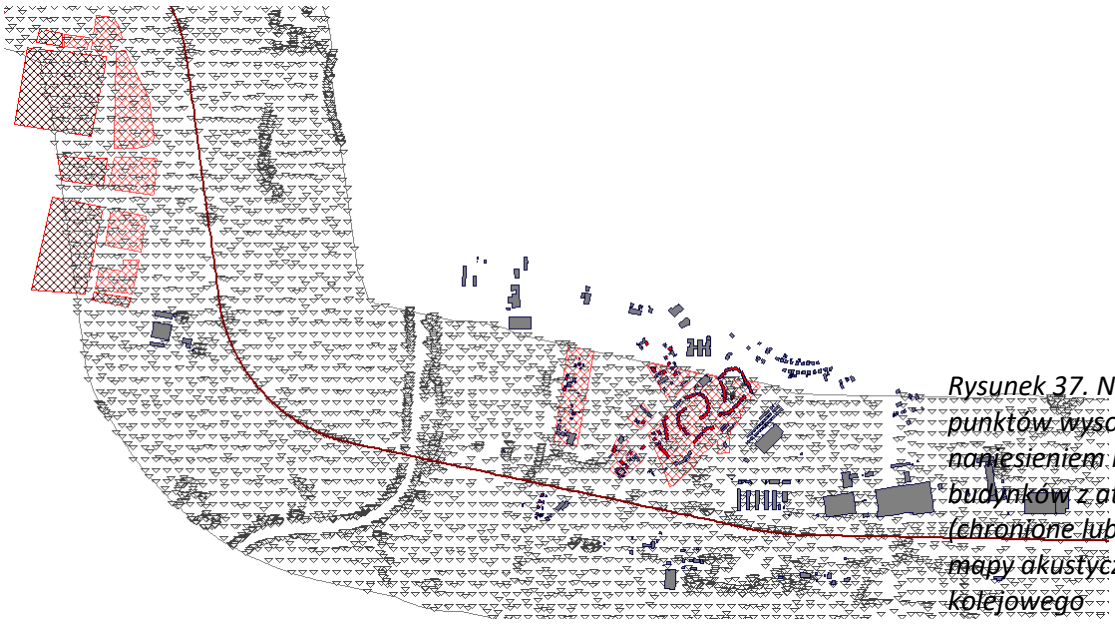
Rysunek 35. Przykład fragmentu NMT z danymi na temat infrastruktury (drogi, budynki itp.) importowanych do oprogramowania obliczeń akustycznych (rzut – lewa strona, obraz 3D – prawa)

Na następnych ilustracjach pokazano fazy budowy warstw NMT dla dużego miasta (Warszawa, opracował BMT-Agross).



Rysunek 36. Budowa fragmentów NMT dla dużego miasta, w celu wykorzystania do opracowania mapy akustycznej

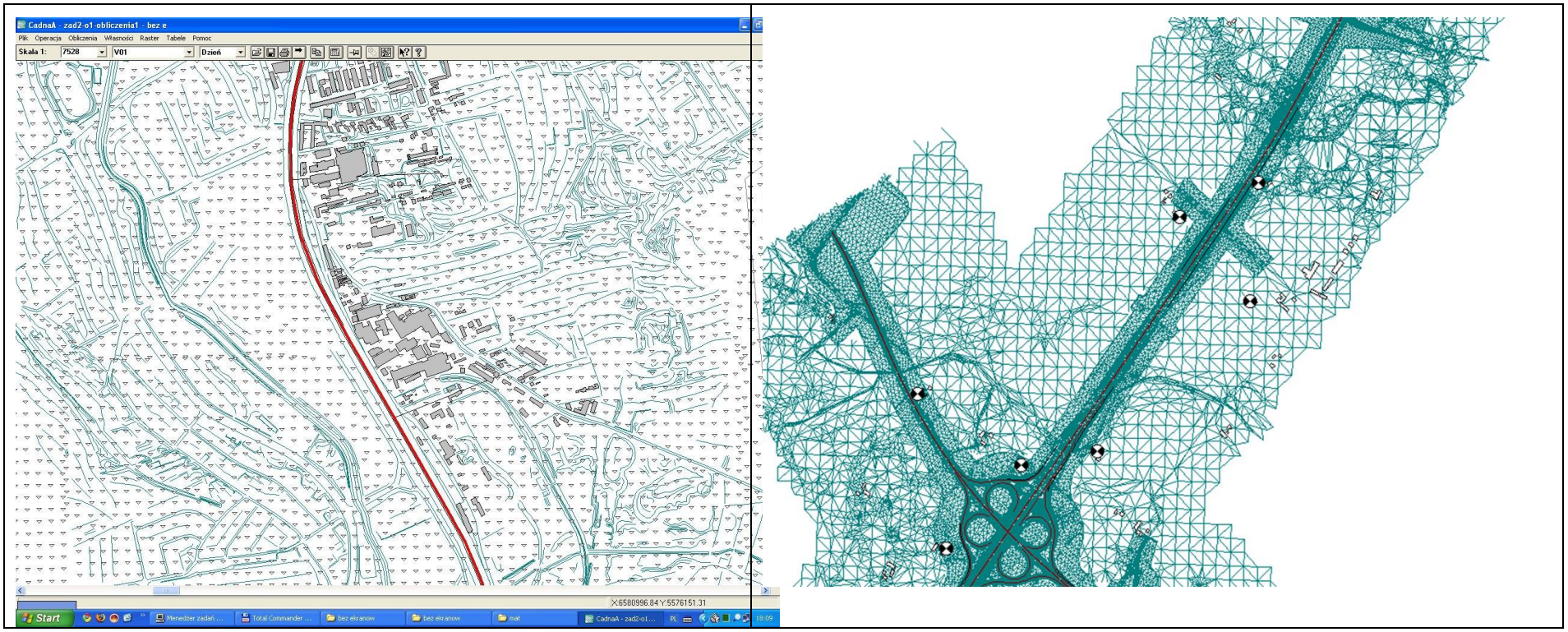




Rysunek 37. NMT w postaci punktów wysokościowych, z naniesieniem linii kolejowej, budynków z atrybutami (chronione lub nie); dane do mapy akustycznej dla hałasu kolejowego

Na terenach mocno sfałdowanych, szczególnie podgórskich, model terenu musi zawierać dodatkowo linie załamania, obrazujące skarpy, strome uskoki itp. elementy ukształtowania terenu. Pokazano to na poniższej ilustracji.

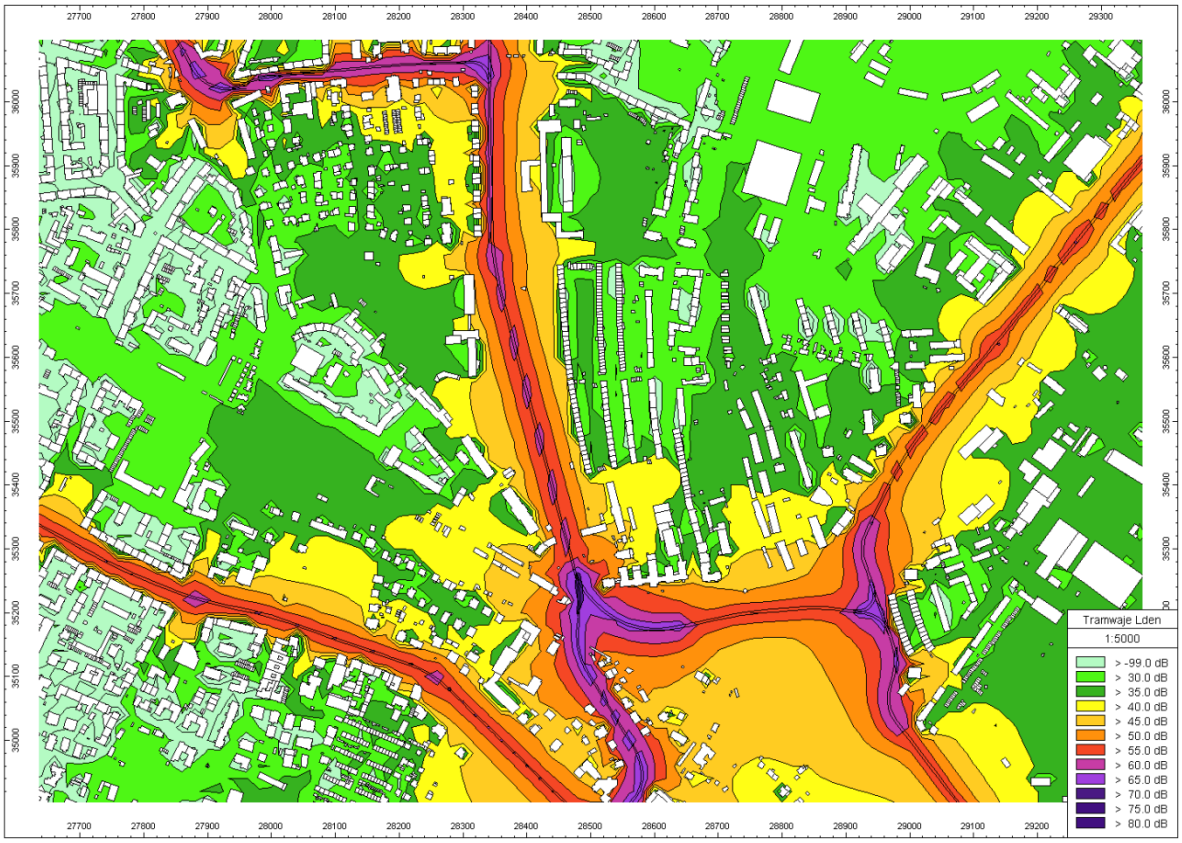
Rysunek 38. Numeryczny model terenu dla obszarów podgórskich, z uwzględnieniem znacznej liczby linii załamań

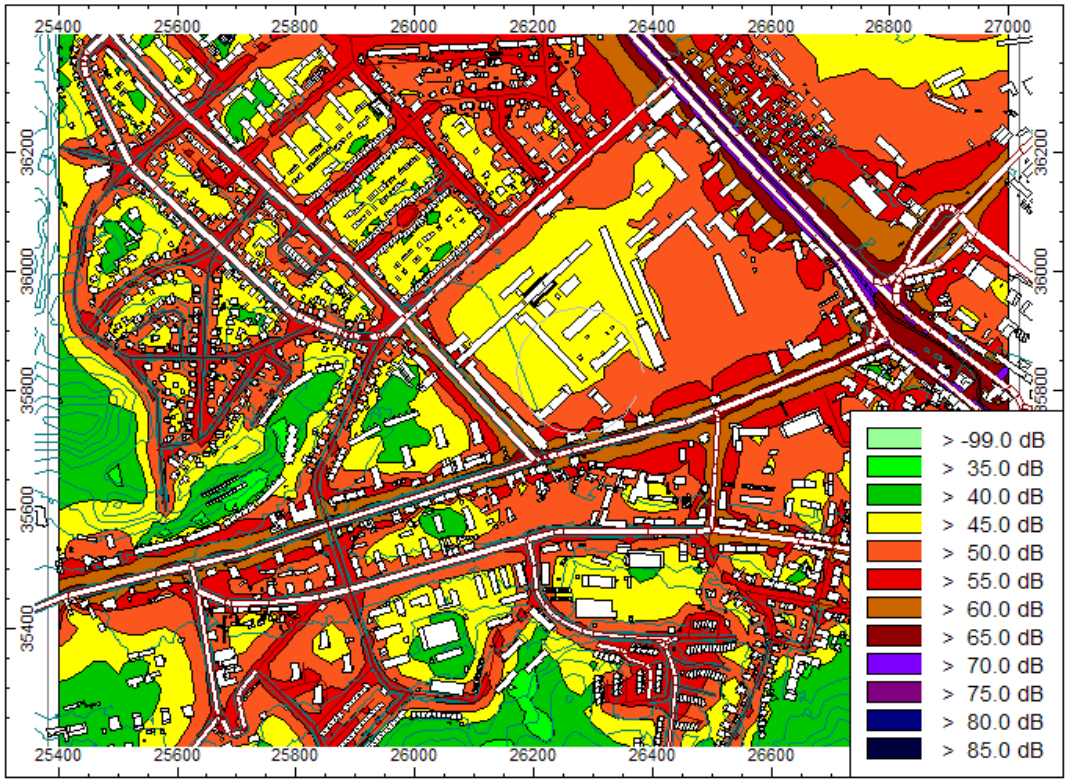


Rysunek 39. Inne przykłady opracowania numerycznego modelu terenu, wykorzystywanego do obliczeń imisji hałasu w otoczeniu obiektów liniowych (drogi , linie kolejowe itp.)

a) *NMT zawierający punkty wysokościowe, poziomice i linie załamania z warstwą budynków*

b) *NMT zawierający sieć TIN, poziomice i linie załamania*





Rysunek 40. Wynikowe, przykładowe fragmenty map akustycznych opracowanych z wykorzystaniem danych z NMT i skojarzonych z nią baz danych.

10. WSKAZÓWKI DOT. REALIZACJI LOKALNYCH MAP AKUSTYCZNYCH

10.1. CEL I ZAKRES MERYTORYCZNY PROCEDURY

Wprowadzane obecnie i unifikowane metody oceny warunków akustycznych środowiska bazują w coraz większym stopniu na mapach akustycznych obszaru.

W konsekwencji - opracowując znowelizowane *Zasady* wprowadzono procedury wykonywania lokalnych map akustycznych na terenach poza obszarami na których realizuje się obligatoryjne mapy akustyczne.

Mapy te obejmują przejściowo tylko hałas drogowy.

Mapy te będą realizowane dla:

- obszarów miejskich o liczbie ludności mniejszej niż 100 tysięcy,
- dla dróg o średniorocznym ruchu mniejszym niż 3 000 000 pojazdów.

Podstawą wykonania mapy akustycznej jest numeryczny model terenu (NMT) oraz szczegółowe dane na temat parametrów źródeł hałasu (natężenia ruchu pojazdów różnego typu, ich prędkości, tory ruchu zakodowane elektronicznie w modelu terenu, wielkość i struktura zaludnienia itp.).

Z drugiej strony dla obszarów wymienionych wyżej (a więc obszarów mniejszych miejscowości, obszarów poza głównymi szlakami komunikacyjnymi itp.) dysponowanie kompletem danych nie zawsze będzie możliwe. Dane takie mogą być często niedostępne, niekompletne, a czasem – nie będą istnieć.

Wojewódzkie inspektoraty dysponują profesjonalnym programem CADNA A. Nie istnieje więc problem wykonania mapy jako takiej, lecz wykonania mapy w warunkach, ***gdy nie dysponuje się wystarczającymi danym wejściowymi***.

Niniejsza propozycja ma zastosowanie w przypadkach:

- braku cyfrowych map obszaru przy konieczności wykonania diagnozy stanu akustycznego środowiska,
- ograniczonego dostępu do parametrów źródeł hałasu,
- kiedy zachodzi konieczność posłużenia się uproszczeniami.

10.2. SPOSOBY POSTĘPOWANIA

10.2.1. Zestawienie niezbędnych danych wejściowych z komentarzami

Proponowane sposoby postępowania przyjmowania niepewnych (zgrubnych) danych rozpatrzono na tle zestawienia niezbędnych danych wejściowych.

ZESTAWIENIE NIEZBĘDNEGO ZAKRESU DANYCH WEJŚCIOWYCH

lp	Rodzaj danych wejściowych	Komentarz
1	Baza danych obiektów topograficznych BDOT10k:	Aktualność danych w poszczególnych rejonach Polski jest różna. Najnowsze dane pochodzą z lat 2012 – 2013. Możliwości dostępu do tych danych scharakteryzowano w rozdziale 9.2.

	1. warstwa budynków: – położenie (współrzędne) – wysokość	W przypadku braku możliwości pozyskania, lub częściowego pozyskania – postępowanie opisane w rozdziale 10.2.2.4.
	2.baza osi dróg (ulic) lub linii kolejowych	Sposoby postępowania w sytuacji, gdy niemożliwe jest pozyskanie tych danych zawarto w rozdziale 10.2.2.6.
	3.parametry arterii (drogowej):	
	liczba jezdni,	Optymalnym sposobem pozyskania tego typu danych jest wizja terenowa połączona z inwentaryzacją.
	liczba pasów ruchu,	
	szerokość pasa ruchu,	
	szerokość pasa dzielącego	
	nawierzchnia (stan, rodzaj)	
	4. pozostałe warstwy BDOT: 1. sieć wodna, 2. sieć uzbrojenia terenu, 3. pokrycie terenu, 4. budowle i urządzenia, 5. kompleksy użytkowania terenu, 6. tereny chronione, 7. jednostki podziału terytorialnego, 8. obiekty inne.	Warstwy te nie są konieczne do wykonania obliczeń zasięgów hałasu oraz wykonania analiz akustycznych, niemniej sugerowane są do wykorzystania w opracowaniach graficznych
2.	Numeryczny model terenu (NMT)	Możliwości dostępu do tych map scharakteryzowano w rozdziale 9.3.2. oraz 9.3.3.; sposoby postępowania w przypadku ich braku scharakteryzowano niżej w rozdziale 10.2.2.3.
3.	Ocena wrażliwości akustycznej terenów podlegających ocenie. Mpzp oraz dokumenty planistyczne, który mogą pełnić rolę zastępczą w stosunku do planu zagospodarowania terenu; optymalnie – w formie elektronicznej, np.: – studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego – mapy i tekst z opracowań ekofizjograficznych – ustalenie wiążące (itp.)	Ocenie wrażliwości akustycznej terenu służą przede wszystkim dokumenty planistyczne Podstawą oceny wrażliwości akustycznej, a więc przypisanie danemu obszarowi wartości poziomu dopuszczalnego, lub braku takiego działania, w przypadku, gdy treny nie podlegają ochronie akustycznej jest miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego, jako akt prawa miejscowego. Problem ten został pogłębiony w rozdziale 10.2.2.5. W przypadkach tutaj rozpatrywanych precyzja ustaleń planistycznych nie jest zagadnieniem istotnym.
4.	Parametry ruchu na drogach:	Dane pozyskiwane w trakcie pomiarów, na ob-

		szarach, gdzie nie wykonywano pomiarów należy zastosować procedurę opisaną w rozdziale nr 10.2.2.7.
	1. średniodobowe natężenia ruchu w skali roku z podziałem na pory doby	
	– dzienna, – wieczorna , – nocna	
	2. struktura ruchu z podziałem na: – samochody osobowe i furgonetki – samochody ciężarowe i autobusy	
	3.średnie prędkości potoków ruchu na poszczególnych odcinkach ulic	
5	Wyniki pomiarów hałasu drogowego (ulicznego)	Będące do dyspozycji wioś wyniki pomiarów hałasu drogowego, czy też kolejowego znakomicie ułatwiają proces kalibracji modelu
6.	Baza adresowa	Z uwagi na ochronę danych osobowych i inne przepisy – bazy adresowe nie są powszechnie dostępne. Wioś może uzyskać informuje o liczbie ludności zamieszkującej poszczególne budynki z właściwego urzędu gminy. W sposób uproszczony liczbę osób eksponowanych na hałas można oszacować na podstawie liczby mieszkań (domów) pomnożonej przez przeciętną liczebność rodziny.

10.2.2. Wyjaśnienia szczegółowe

10.2.2.1. Źródła pozyskania danych

Źródła danych odnośnie materiałów kartograficznych, czyli miejsca gromadzenia zasobów geodezyjnych i kartograficznych wyszczególniono w poprzednim rozdziale.

10.2.2.2. Możliwość pozyskania (podstawowe akty prawne)

Wojewódzki inspektorat ochrony środowiska może uzyskać bezpłatnie dane BDOT10k oraz NMT na podstawie przepisów ustaw:

- Ustawy z dnia 4 marca 2010 r. o infrastrukturze informacji przestrzennej,
- Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska,
- Ustawa z dnia 20 lipca 1991 r. o Państwowej Inspekcji Ochrony Środowiska,

- Ustawa z dnia 17 lutego 2005 r. o informatyzacji działalności podmiotów realizujących zadania publiczne.

Dane wojewódzkiego zasobu geodezyjnego i kartograficznego są udostępniane na podstawie Ustawy z dnia 4 marca 2010 r. o infrastrukturze informacji przestrzennej w zakresie niezbędnym do realizacji zadań publicznych:

Art. 14. Ustawy o infrastrukturze informacji przestrzennej: *„1. Objęte infrastrukturą zbiory oraz usługi danych przestrzennych, prowadzone przez organ administracji, podlegają nieodpłatnemu udostępnianiu innym organom administracji w zakresie niezbędnym do realizacji przez nie zadań publicznych.*

1. *Przy udostępnianiu zbiorów organom administracji przepisy art. 15 ustawy z dnia 17 lutego 2005 r. o informatyzacji działalności podmiotów realizujących zadania publiczne stosuje się odpowiednio*."

Art. 15.1 Ustawy o infrastrukturze informacji przestrzennej *„Podmiot prowadzący rejestr publiczny zapewnia podmiotowi publicznemu albo podmiotowi niebędącemu podmiotem publicznym, realizującym zadania publiczne na podstawie odrębnych przepisów albo na skutek powierzenia lub zlecenia przez podmiot publiczny ich realizacji, nieodpłatny dostęp do danych zgromadzonych w prowadzonym rejestrze, w zakresie niezbędnym do realizacji tych zadań."*

Do zadań publicznych wojewódzkiego inspektora ochrony Środowiska należy zgodnie z Poś (Art.117 ust.5) należy wykonanie oceny stanu akustycznego środowiska na pozostałych terenach, nie ujętych w art. 117 ust. 2, czyli w miastach poniżej 100 000 mieszkańców, na wszystkich terenach położonych przy: drogach, przez które rocznie przejeżdża poniżej 3 mln pojazdów, liniach kolejowych, po których rocznie przejeżdża poniżej 30 tys. Pociągów, oraz dla portów lotniczych, na których odbywa się poniżej 50 tys. operacji lotniczych rocznie.

Zadania publiczne Inspekcji Ochrony Środowiska i wojewódzkiego inspektora ochrony środowiska związane z pozyskiwaniem danych BDOT i NMT opisano w ustawie z dnia 20 lipca 1991 r. o Inspekcji Ochrony Środowiska.

Art. 2 ust 2 tej ustawy stanowi, że do *zadań Inspekcji Ochrony Środowiska należy prowadzenie państwowego monitoringu środowiska, w szczególności:*

a) opracowywanie programów państwowego monitoringu środowiska,

b) koordynacja realizacji zadań państwowego monitoringu środowiska,

c) gromadzenie informacji o środowisku w zakresie ujętym w programach państwowego monitoringu środowiska,

d) przetwarzanie zgromadzonych informacji o środowisku i dokonywanie ocen stanu środowiska,

e) opracowywanie raportów o stanie środowiska,

f) udział w międzynarodowej wymianie informacji o stanie środowiska, w tym koordynacja współpracy z Europejską Agencją Środowiska, o której mowa w rozporządzeniu Parlamentu Europejskiego i Rady (WE)

nr 401/2009 z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie Europejskiej Agencji Środowiska oraz Europejskiej Sieci Informacji i Obserwacji Środowiska (Dz. Urz. UE L 126 z 21.05.2009, str. 13).

Art. 5 ust. 4 ustawy o Inspekcji Ochrony Środowiska stanowi:

Wojewódzki inspektor ochrony środowiska, kierując działalnością Inspekcji Ochrony Środowiska na obszarze województwa:

1) wykonuje jej zadania zgodnie z ogólnymi kierunkami działania, zaleceniami i wytycznymi Głównego Inspektora Ochrony Środowiska;

2) ustala, w porozumieniu z wojewodą, kierunki działania oraz roczne plany pracy Inspekcji Ochrony Środowiska w województwie, których elementem są roczne plany działalności kontrolnej;

3) opracowuje i realizuje wojewódzkie programy monitoringu środowiska;

4) dokonuje na obszarze województwa analiz i ocen:

a) przestrzegania przepisów, o których mowa w art. 2 ust. 1,

b) stanu środowiska;

5) przedkłada Głównemu Inspektorowi Ochrony Środowiska informacje o realizacji zadań Inspekcji Ochrony Środowiska na obszarze województwa za dany rok w terminie do 15 lutego roku następnego oraz na żądanie, w każdym czasie.

Ustawa z dnia 17 lutego 2005 r. o informatyzacji działalności podmiotów realizujących zadania publiczne stanowi:

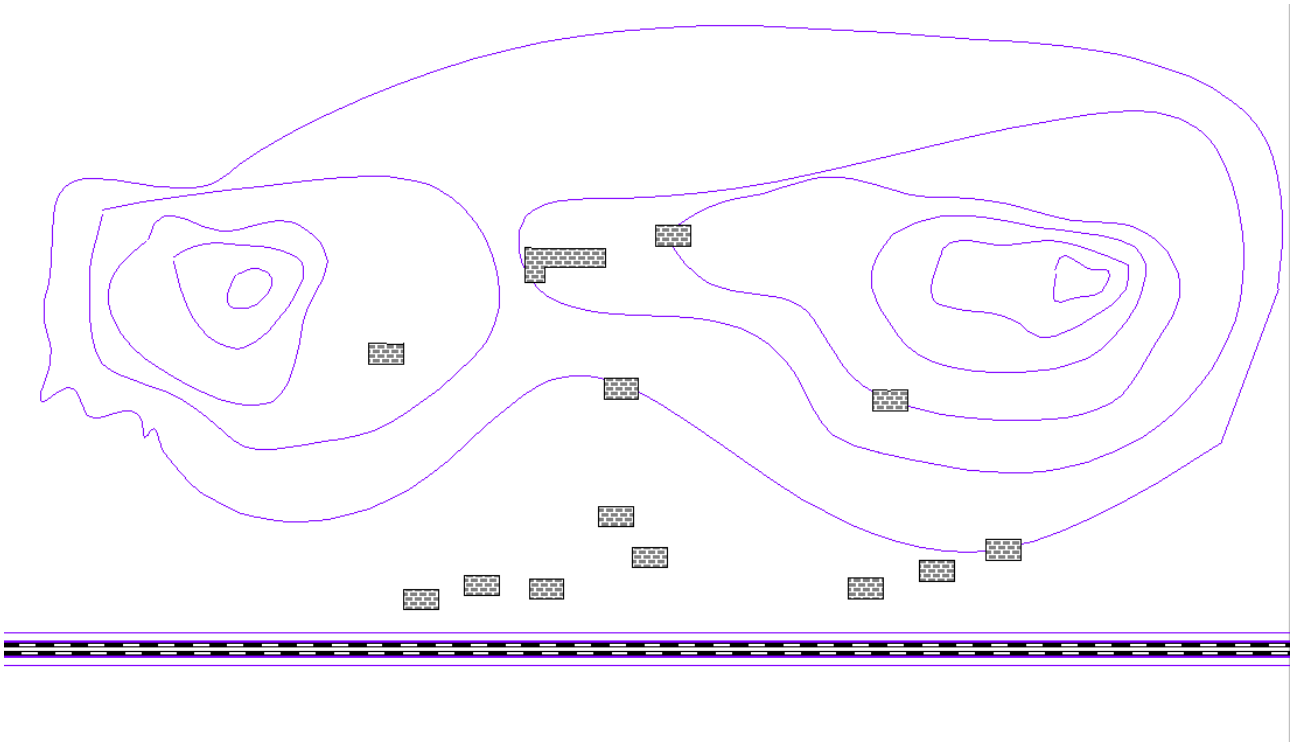
Art. 15. 1. *Podmiot prowadzący rejestr publiczny zapewnia podmiotowi publicznemu albo podmiotowi niebędącemu podmiotem publicznym, realizującym zadania publiczne na podstawie odrębnych przepisów albo na skutek powierzenia lub zlecenia przez podmiot publiczny ich realizacji, nieodpłatny dostęp do danych zgromadzonych w prowadzonym rejestrze, w zakresie niezbędnym do realizacji tych zadań.*

2. *Dane, o których mowa w ust. 1, powinny być udostępniane za pomocą środków komunikacji elektronicznej i mogą być wykorzystane wyłącznie do realizacji zadań publicznych.*

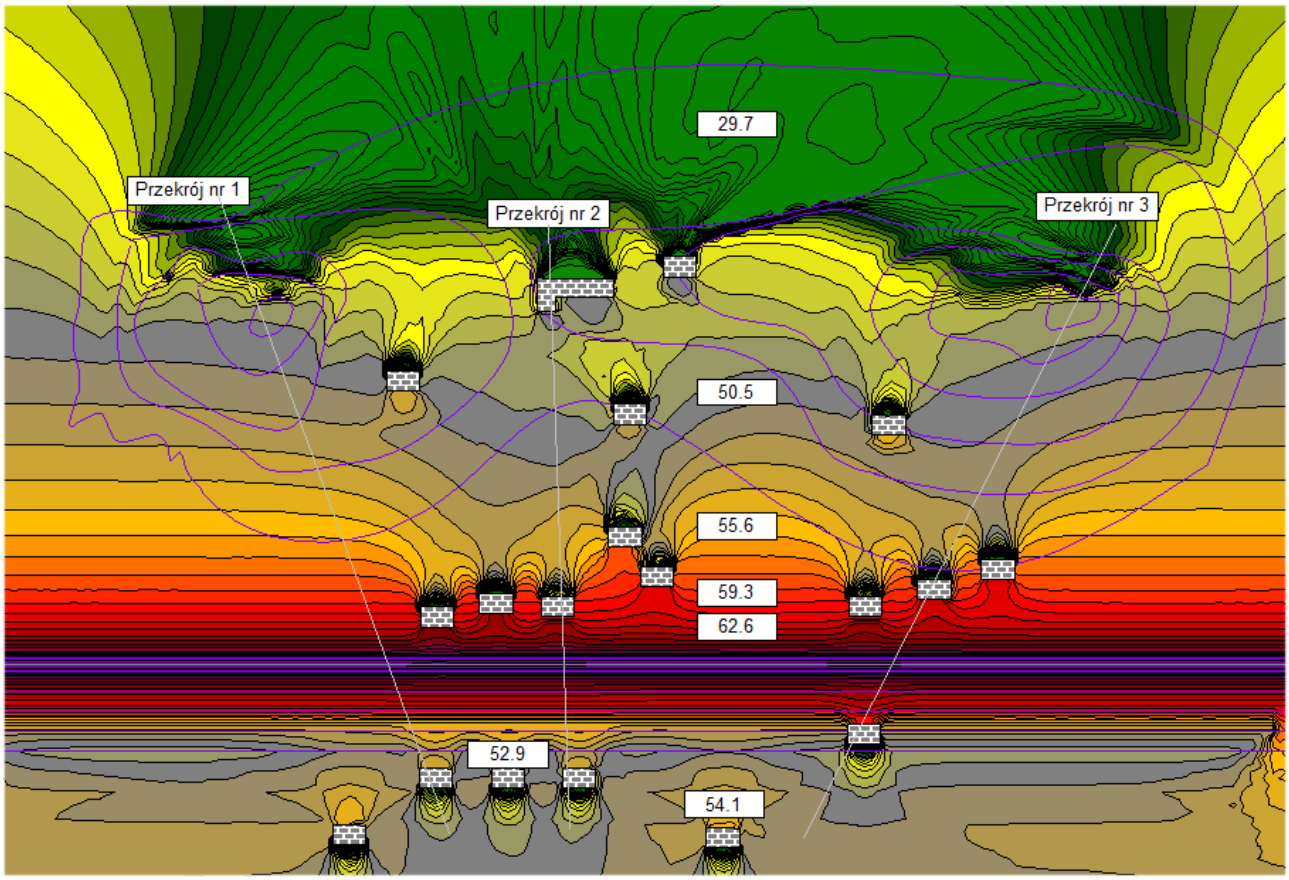
10.2.2.3. Dopuszczalne uproszczenia odnośnie realizacji lokalnych map akustycznych

W wielu przypadkach założyć można, że teren objęty mapą akustyczną jest w pierwszym przybliżeniu terenem płaskim. Wtedy, dla celów monitoringu hałasu wystarczająca jest jedynie mapa podkładowa.

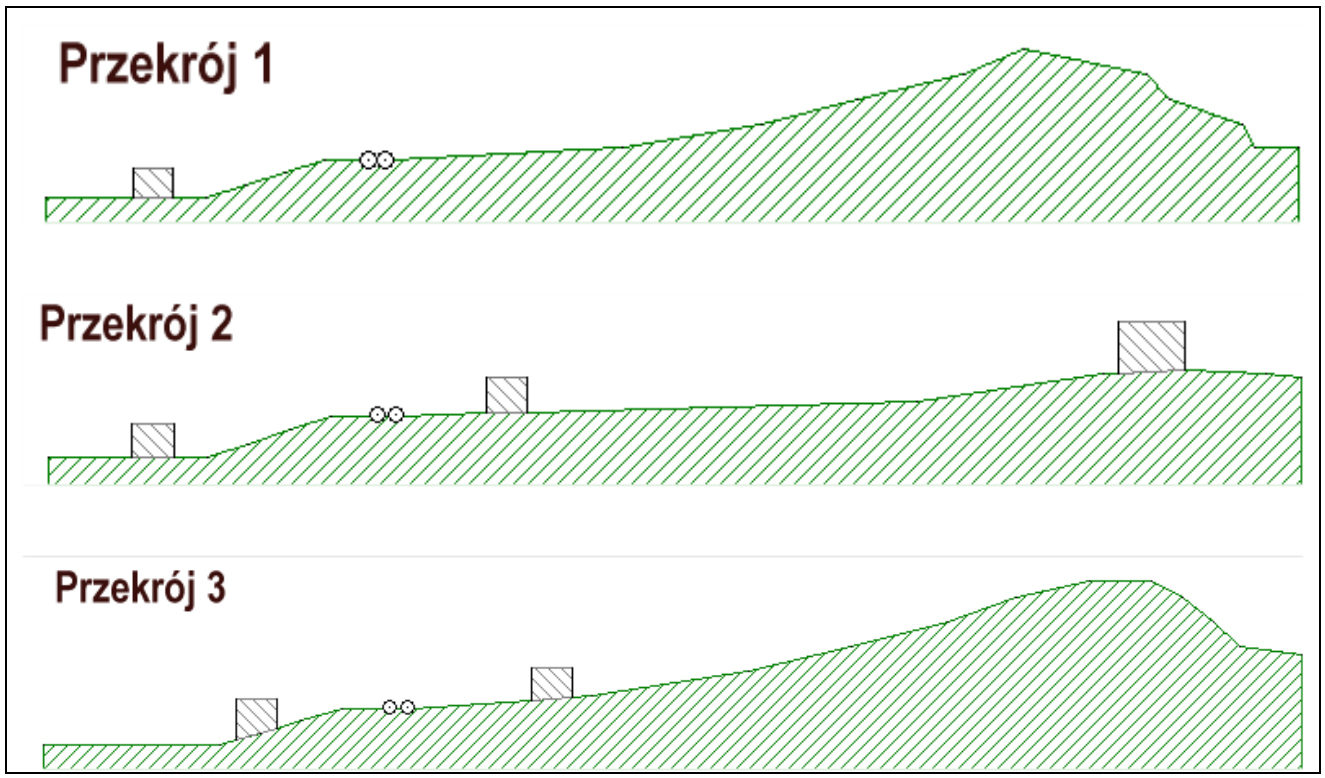
Decyzja o przyjęciu takiego rozwiązania musi jednak być przedmiotem wstępnych analiz. Na poniższych ilustracjach pokazano przebiegi linii równego poziomu dźwięku od źródła liniowego przy założeniu terenu płaskiego oraz tego samego terenu (pod względem zagospodarowania) po wprowadzeniu sfałdowania terenu przy pomocy ręcznie wprowadzonych poziomic (Rysunek 41).



Rysunek 41. Manualnie wprowadzony model terenu (poziomice, budynki, źródło liniowe)



Rysunek 42. Przebieg linii równego poziomu dźwięku na obszarze sfałdowanym. Rodzaj sfałdowania pokazano na następnym rysunku, wg zaznaczonych przekrojów poprzecznych.



Rysunek 43. Przekroje poprzeczne terenu

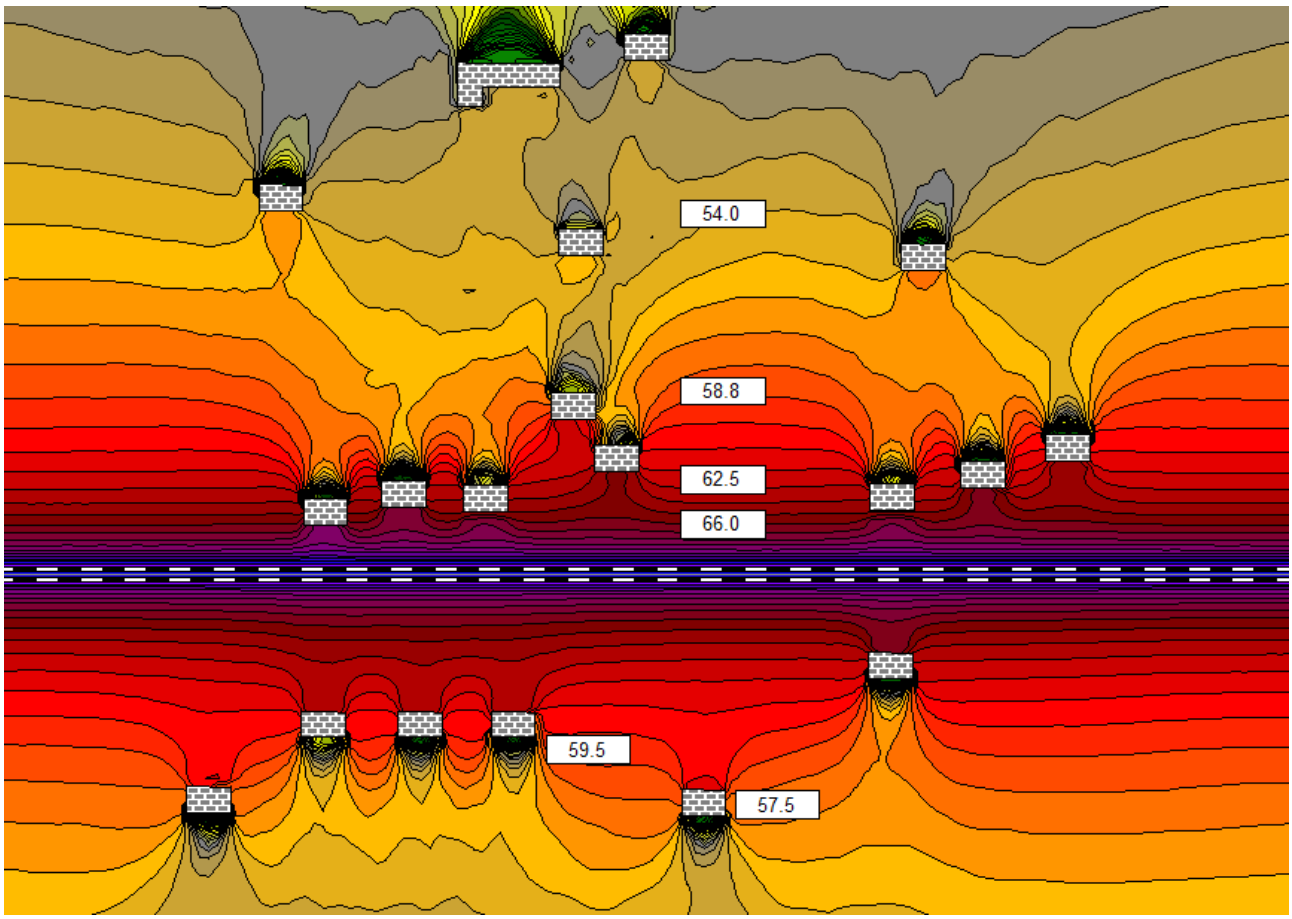
Na ilustracji (Rysunek 42) zaprezentowano mapę akustyczną obszaru, na którym na podkładzie płaskim, dwuwymiarowym wprowadzono odręcznie poziomice (w postaci otwartych, lub zamkniętych poligonów) (pokazano także graficznie przykładowe przekroje poprzeczne - Rysunek 41).

Natomiast Rysunek 44Rysunek 44 prezentuje mapę akustyczną dla tego samego obszaru, lecz przy założeniu, że jest to teren płaski.

W obu przypadkach, oprócz oznaczenia linii równego poziomu dźwięku, naniesiono także liczbowe wartości poziomów w wybranym przekroju (na pierwszej mapie poziom dźwięku jest obniżony w stosunku do drugiej mapy o ok. 3,5 dB)

Praktycznie rzecz biorąc różnice w poziomach dźwięku w kierunku północnym (teren wnoszący się) są między oboma sytuacjami nieistotne w obszarze wzrostu wysokości (uwzględniając poprawkę 3,5 dB różnice te nie przekraczają nawet 1 dB). Dopiero wejście w obszar „poza wzgórzami" powoduje występowanie znacznych różnic. W przypadku oceny hałasu w umiarkowanych odległościach od źródła (np. do 50 m) zupełnie wystarczająca jest mapa płaska.

Natomiast różnice większe występują w kierunku południowym w stosunku do źródła, gdzie mamy do czynienia z obniżaniem się wysokości i w związku z tym powstaje obszar cienia akustycznego. Wykonanie w tej sytuacji mapy akustycznej z wykorzystaniem mapy płaskiej (brak odwzorowania na mapie różnic wysokościowych) może prowadzić do stosunkowo dużych błędów, w rozpatrywanym przykładzie – do 3 dB (oczywiście poza korektą związaną z różnicami w mocy akustycznej źródła ok. 3,5 dB).



Rysunek 44. Rozkład przebiegu linii równego poziomu dźwięku dla terenu płaskiego.

Wniosek: jeżeli interesuje nas w tym przypadku strona północna, dla uproszczonej mapy akustycznej dysponowanie Numerycznym Modelem Terenu nie jest niezbędne. Można się posłużyć modelem terenu płaskiego

10.2.2.4. Warstwa budynków

Uprzednio była mowa o bazach danych zawierających m.in. warstwę budynków. Bazy te nie pokrywają wszystkich rejonów. Ponadto w wielu jeszcze przypadkach brakuje opisu atrybutów wysokości budynków (lub, co częściej się zdarza, atrybutu te nie mogą zostać przeniesione automatycznie do programów obliczeniowych).

W takiej sytuacji należy wprowadzić obrysy budynków ręcznie na podkładzie mapy topograficznej lub ortofotomapy (procedura taka jest możliwa do przeprowadzenia m.in. w oprogramowaniu CADNA).

Rozpatrzmy przykładowo rejon, dla którego wykonana będzie lokalna mapa akustyczna (Rysunek 45). Na następnej ilustracji pokazano opracowaną manualnie bazę odcinków dróg i budynków.

Rysunek 45. Przykładowy teren, na którym zostanie wykonana lokalna mapa akustyczna

Rysunek 46. Baza (w formie graficznej) budynków i dróg do wykorzystania przy realizacji mapy akustycznej

Pozostaje jeszcze problem wprowadzenia wysokości budynków. W przypadku braku jakichkolwiek danych można operować następującym uproszczeniami:

1.	Domy jednorodzinne, parterowe	h = 5 m
2.	Domy jednorodzinne, minimum dwukondygnacyjne	h = 7 - 8 m
3	Domy wielorodzinne 2 – 3 piętrowe	h = 12 m
4	Domy wielorodzinne 4 i więcej piętrowe	H = 15 m

Rysunek 47. Lokalna, uproszczona mapa akustyczna dla wycinka obszaru wprowadzonego wyżej (Rysunek 45)

10.2.2.5. Ocena wrażliwości akustycznej terenów

Podstawę prawną oceny warunków akustycznych środowisku, jak już zaznaczono przy innej okazji, stanowi rozporządzenie wykonawcze do ustawy – Prawo ochrony środowiska tj. rozporządzenie Ministra Środowiska *w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku*. Na jego podstawie wyznaczana jest dopuszczalna wartość poziomu dźwięku, zarówno z wykorzystaniem:

- wskaźników hałasu mających zastosowanie do prowadzenia długookresowej polityki w zakresie ochrony środowiska przed hałasem, oceny warunków akustycznych środowiska, a w szczególności do sporządzania map akustycznych, o których mowa w art. 118 ust. 1:
  - L_{DWN} - *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_N - *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),*
- wskaźników hałasu mających zastosowanie do ustalania i kontroli warunków korzystania ze środowiska w odniesieniu do jednej doby, a wyrażonych przez poziomy:
  - $L_{Aeq\ D}$ *– równoważny poziom hałasu dla pory dnia (rozumianej jako przedział czasu od godz. 6.00 do godz. 22.00),*
  - $L_{Aeq\ N}$ *– równoważny poziom hałasu dla pory nocy (rozumianej jako przedział czasu od godz. 22.00 do godz. 6.00).*

Wartości dopuszczalne przypisywane są określonym w ustawie Poś rodzajom terenów.

Procedury określania wartości dopuszczalnych

Procedury ustanawiania dopuszczalnych poziomów hałasu wynikają bezpośrednio z ustawy Prawo ochrony środowiska. Opisano je skrótowo poniżej.

1) Obszary akustycznie chronione są obszarami o funkcjach wymienionych w tabelach rozporządzenia w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku.
2) Art. 114 ust. 1 ustawy Prawo ochrony środowiska (Poś) stanowi, że:

   „Przy sporządzaniu miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego, różnicując tereny o różnych funkcjach lub różnych zasadach zagospodarowania, wskazuje się, które z nich należą do poszczególnych rodzajów terenów, o których mowa w art. 113 ust. 2 pkt.1”

   Oznacza to, że te tereny rozgraniczone w miejscowym planie zagospodarowania przestrzennego, które podlegają ochronie przed hałasem, mają przypisane wartości poziomu dopuszczalnego. Natomiast tereny bez przypisanych poziomów dopuszczalnych są terenami prawnie nie chronionymi.

3) W następnym ustępie 2 tego artykułu Poś zapisano:

   „Jeżeli teren może być zaliczony do kilku rodzajów terenów, o których mowa w art. 113 ust. 2, pkt. 1, uznaje się, że dopuszczalne poziomy hałasu powinny być ustalone jak dla przeważającego rodzaju terenu”.

   Tak więc w sytuacji, gdy istnieje mpzp i związane z tym rozgraniczenie terenów, przypisanie dopuszczalnego poziomu hałasu danemu obszarowi jest jednoznaczne.

   Poziomy dopuszczalne określane są praktycznie, pomocniczo, choć nie zapisano tego w prawie bezpośrednio, także na podstawie innych dokumentów planistycznych, które wprowadzają rozgraniczenie terenów (np. „Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego obszaru”; studium nie jest jednak aktem prawa miejscowego).

4) Powyższe postępowanie jest przyjmowane wszędzie tam, gdzie brakuje właściwego mpzp, a istnieje inny dokument planistyczny rozgraniczający tereny pod względem funkcji. Należy dodać, iż zgodnie z przepisami, opracowywany plan zagospodarowania przestrzennego nie może być w sprzeczności ze Studium, choć nie stanowi ono prawa miejscowego. Studium więc dokładnie wyznacza ramy planu zagospodarowania przestrzennego, który może powstać dopiero za jakiś czas; w tym sensie, nie będąc aktem prawnym sensu stricte, Studium określa obszary, które wymagać będą ochrony przed hałasem.
5) W sytuacji braku jakiegokolwiek dokumentu planistycznego ustawa Poś określa następującą procedurę (art. 115):

   „W razie braku miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego oceny, czy teren należy do rodzajów terenów, o których mowa w art. 113 ust. 2 pkt 1, właściwe organy dokonują na podstawie faktycznego zagospodarowania i wykorzystania tego i sąsiednich terenów; przepis art 114 ust. 2 stosuje się odpowiednio.”

6) Zauważyć należy, że w artykule tym wyraźnie zapisano *„właściwe organy dokonują (…)”*. Jest to o tyle uzasadnione, iż w przypadku braku dokumentów planistycznych nie występuje na ogół odpowiednie i jednoznaczne rozgraniczenie terenów. Może poza terenami o charakterze rolnym. Lecz na takich terenach powstać może siedlisko (lub już istnieje), które z uwagi na zamieszkanie ludzi powinno być także chronione przed hałasem.

Reasumując, przy braku dokumentacji planistycznej można:

a. określić dopuszczalny poziom hałasu obejmujący określony obszar, rozgraniczony przez kompetentne w tym zakresie organy, w wyniku prac geodezyjnych (ten punkt dotyczy działań organu),
b. określić dopuszczalny poziom hałasu punktowo, w pobliżu zabudowy (funkcji) wymagającej ochrony przed hałasem; w takiej sytuacji bazuje się *na domniemaniu z bardzo wysokim stopniem prawdopodobieństwa*, że punkt ten znajduje się na terenie o funkcji chronionej akustycznie (ten sposób postępowania wymaga zawsze potwierdzenia przez właściwy organ).

Specjalista wykonujący oceny akustyczne może postępować zgodnie z drugim z wymienionych sposobów, nie ma natomiast żadnych uprawnień do dokonywania rozgraniczeń terenu, o ile nie dokonano tego wcześniej.

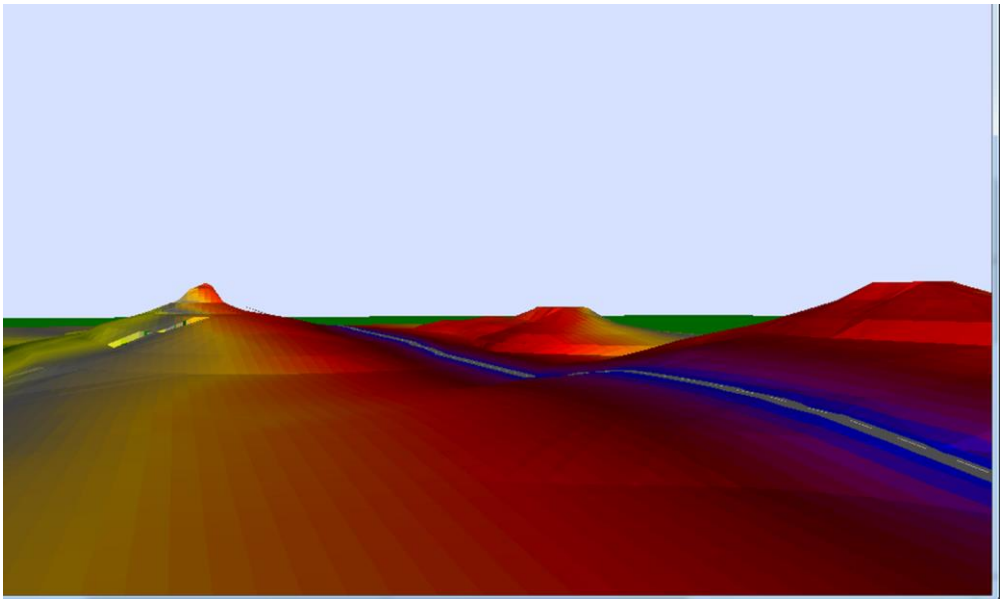
10.2.2.6. Baza osi dróg

Przy braku możliwości pozyskania warstwy danych osi ulic, odcinki ich można z dostateczną dokładnością wprowadzić manualnie z poziomu oprogramowania CADNA, jak pokazano to na wcześniejszych ilustracjach.

Narzędzie informatyczne CADNA ma także zakodowaną bibliotekę „typowych" przekrojów drogowych, z których można dobrać właściwe dla rozpatrywanej sytuacji.

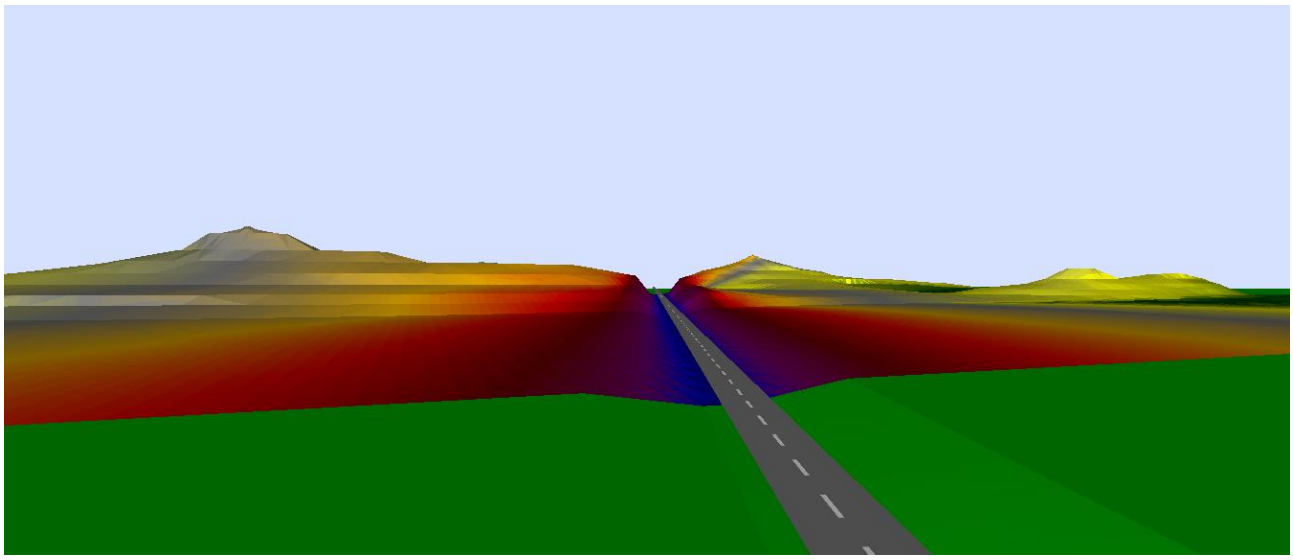
Problemem może być tutaj konieczność ręcznego wprowadzenia obiektów liniowych na cyfrowy model terenu (który – jak pokazano to wyżej – może być także wprowadzony manualnie). Niektóre narzędzia obliczeniowe pozwalają na zautomatyzowane dopasowanie przebiegu źródła liniowego do sfałdowania terenu. Może to zostać osiągnięte w dwojaki sposób:

1. Źródło liniowe (droga) biegnie po powierzchni terenu sfałdowanego



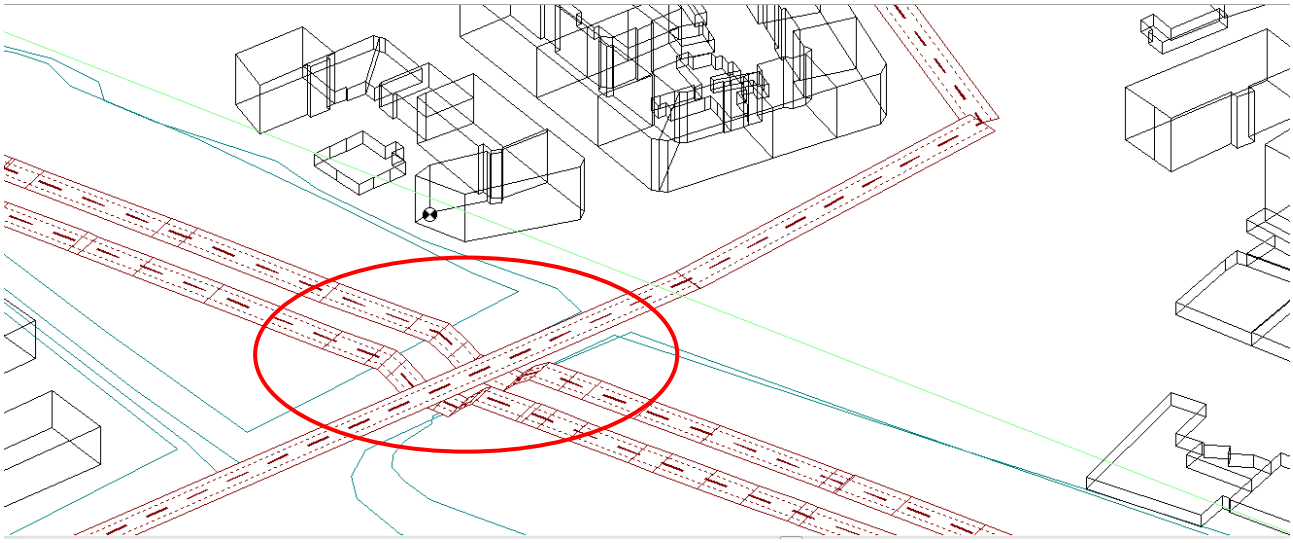
Rysunek 48. Automatyczne dopasowanie przebiegu drogi do sfałdowania terenu (przykład w oparciu o oprogramowanie CADNA ©Datakustik)

2. Źródło liniowe przecina sfałdowania terenu (przebiegi w wykopie)



Rysunek 49. Automatyczne dopasowanie pofalowania terenu do przebiegu drogi (przykład w oparciu o oprogramowanie CADNA ©Datakustik)

Prezentując tutaj automatyzację procesu tworzenia modelu akustycznego do obliczeń rozprzestrzeniania się hałasu należy zauważyć, iż istnieje możliwość popełnienia błędu w przypadku wielopoziomowego krzyżowania się tras komunikacyjnych.



Rysunek 50. Często zdarzający się błąd popełniany podczas wymuszenia dostosowania przebiegu źródła liniowego „do terenu" w przypadku skrzyżowań wielopoziomowych (przykład w oparciu o oprogramowanie CADNA ©Datakustik)

Na powyższym rysunku pokazano błąd polegający na przeoczeniu konieczność zastosowania wiaduktu wzdłuż przebiegu trasy na nasypie.

10.2.2.7. Parametry ruchu drogowego

Możliwość dysponowania danymi na temat parametrów ruchu jest sprawą kluczową w realizacji mapy akustycznej. Niestety często dane takie są niedostępne. W takim przypadku konieczne jest eksperymentalne ustalenie wartości żądanych parametrów (pomiary terenowe). Parametry takie na ogół są ustalane podczas pomiarów hałasu.

Należy przeanalizować, na ile pozyskane dane są reprezentatywne. Być może niezbędne będzie powtórzenie pomiarów.

Więcej na ten temat napisano w rozdziale odnoszącym się do pomiarów.

Uproszczone dane:

1) W przypadku pozyskania danych dotyczących natężeń ruchu podczas szczytu komunikacyjnego (drogi) ruch dobowy (24 h) szacuje się jako:

   $SDR = 10 \times Q_{szczyt}$

   gdzie:

   SDR – liczba pojazdów w ciągu doby (poj./24h)

   Q_{szczyt} – ruch w godzinach szczytu (poj./h)

2) Mając do dyspozycji ruch dobowy SDR można dokonać oszacowania:

   $Q_{1hdzien} = K \times SDR/16$

   gdzie:

   $Q_{1dzień}$– średnio-godzinny ruch w ciągu dnia (poj./h)

   K = 0,85 – 0,9

Natomiast :

$Q_{1noc} = (1-K) \times SDR/8$

Q_{1noc}– średnio-godzinny ruch w ciągu nocy (poj./h)

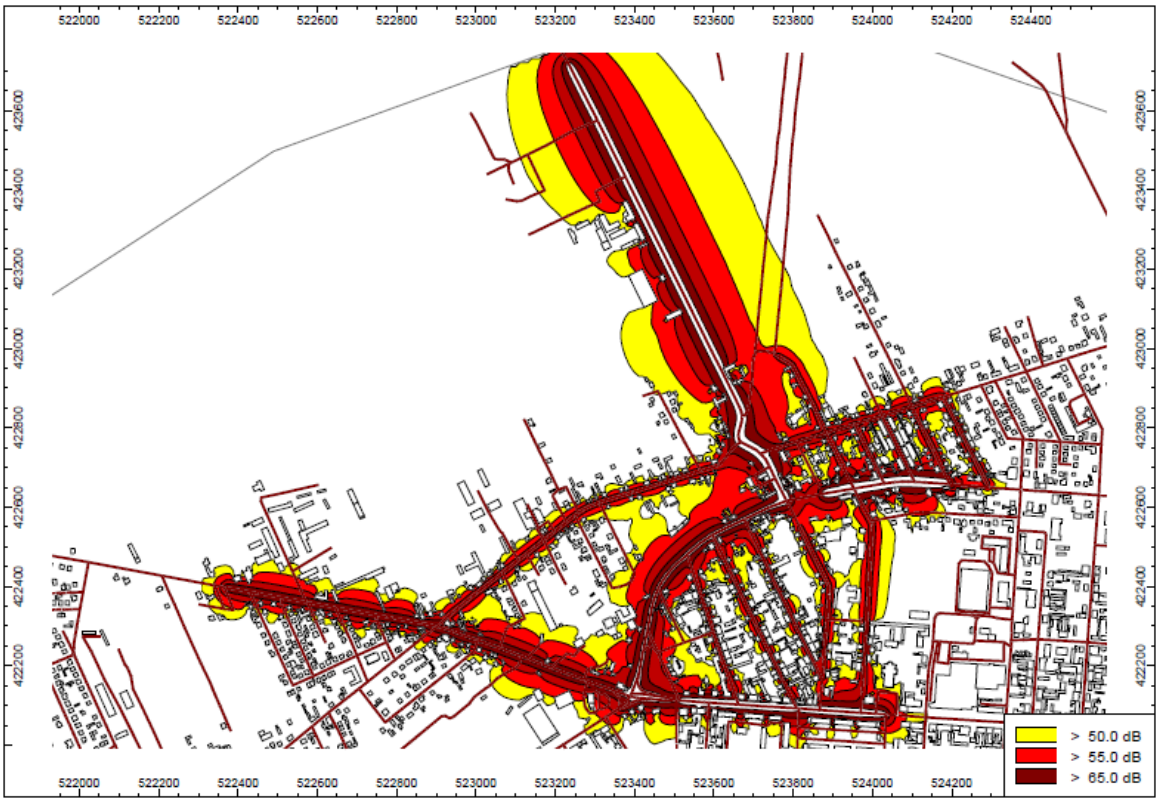
3) Procentowy udział pojazdów ciężkich (w przypadku zupełnego braku informacji na ten temat) szacować można:
   - ulice tranzytowe – brak możliwości jednoznacznego oszacowania
   - główna sieć ulic miejskich (dla miast poniżej 100 tys. mieszkańców) p = 5% - 7%,
   - ulice mniejsze, osiedlowe p = 0% - 2%.

4) Średnie prędkości potoków ruchu szacuje się na podstawie dopuszczalnych prędkości na danym odcinku.

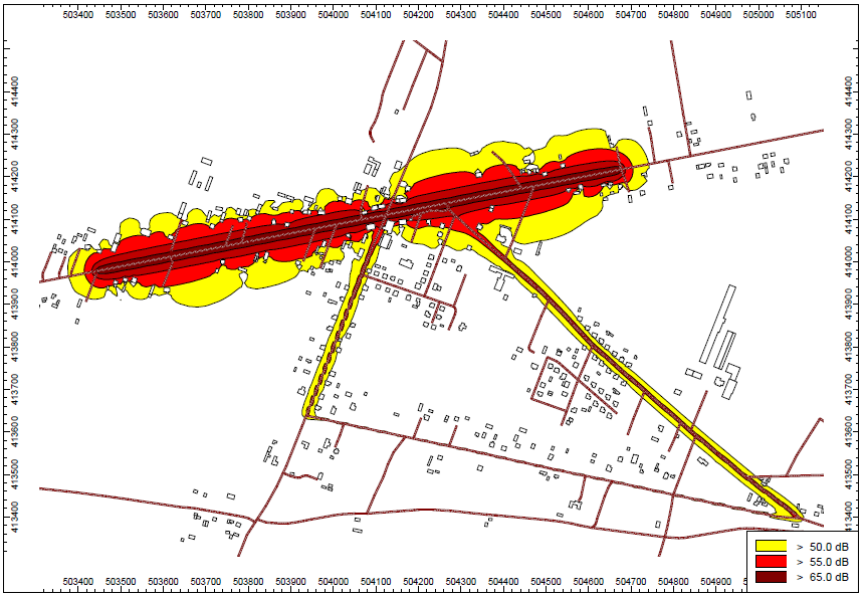
10.3. PRZYKŁADY LOKALNYCH MAP AKUSTYCZNYCH

Projekt 1: Na następnych ilustracjach pokazano przykładowe, lokalne mapy akustyczne, wykonane dla miejscowości poniżej 100 tysięcy mieszkańców. Zastosowano następujące, podstawowe uproszczenia:

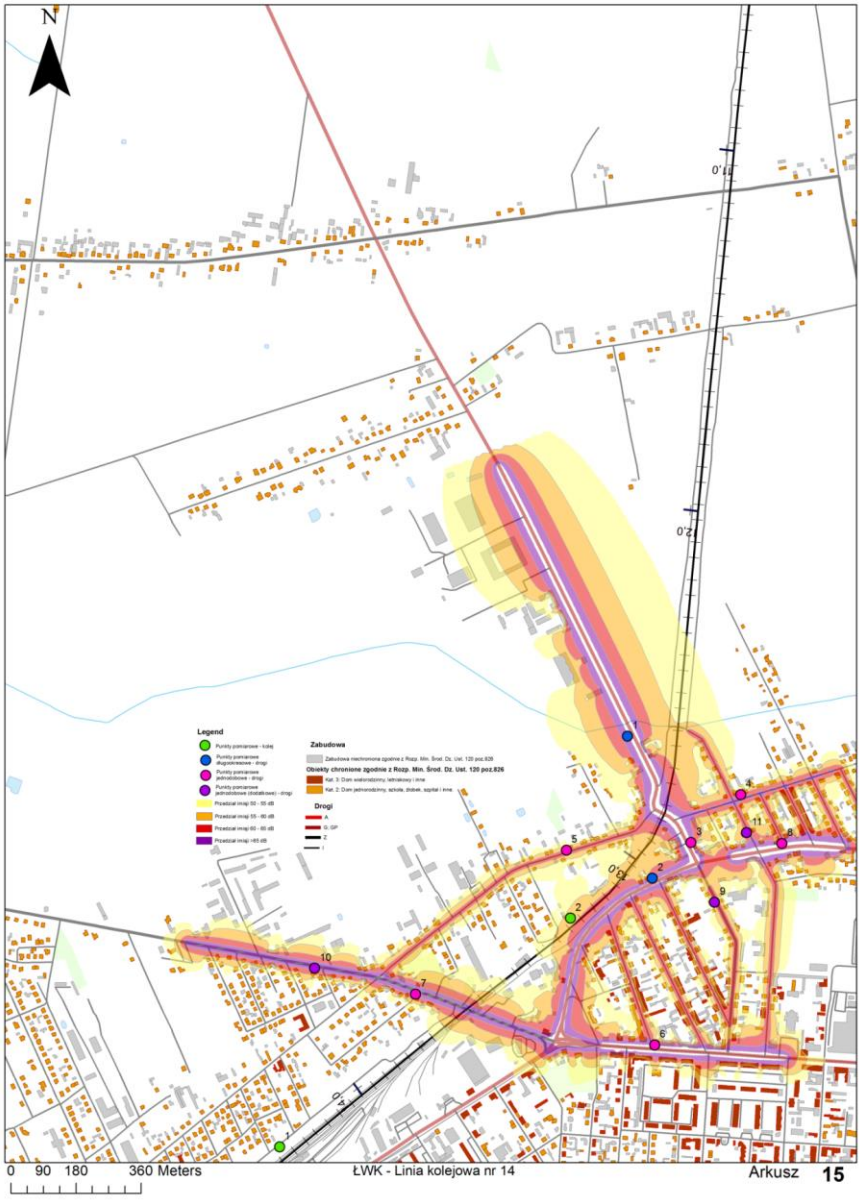
1) mapa podkładowa, dwuwymiarowa (brak NMT),
2) oszacowane zgrubnie dane ruchowe (drogi i koleje),
3) wysokości budynków przyjęto schematycznie, wg zasadach podanych wyżej.



Rysunek 51. Lokalna mapa akustyczna dla pory dnia (wydruk z CADNY)



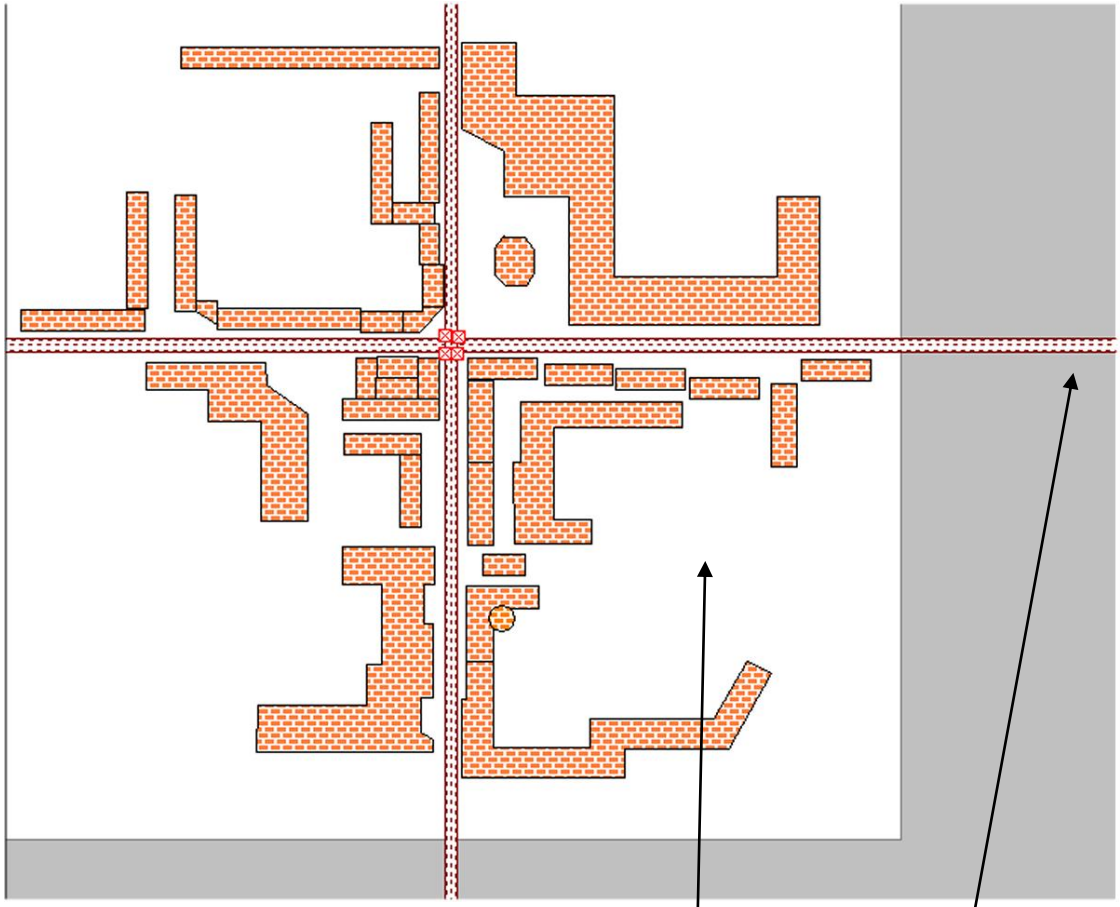
Rysunek 52. Lokalna mapa akustyczna dla pory nocy (wydruk z CADNY)



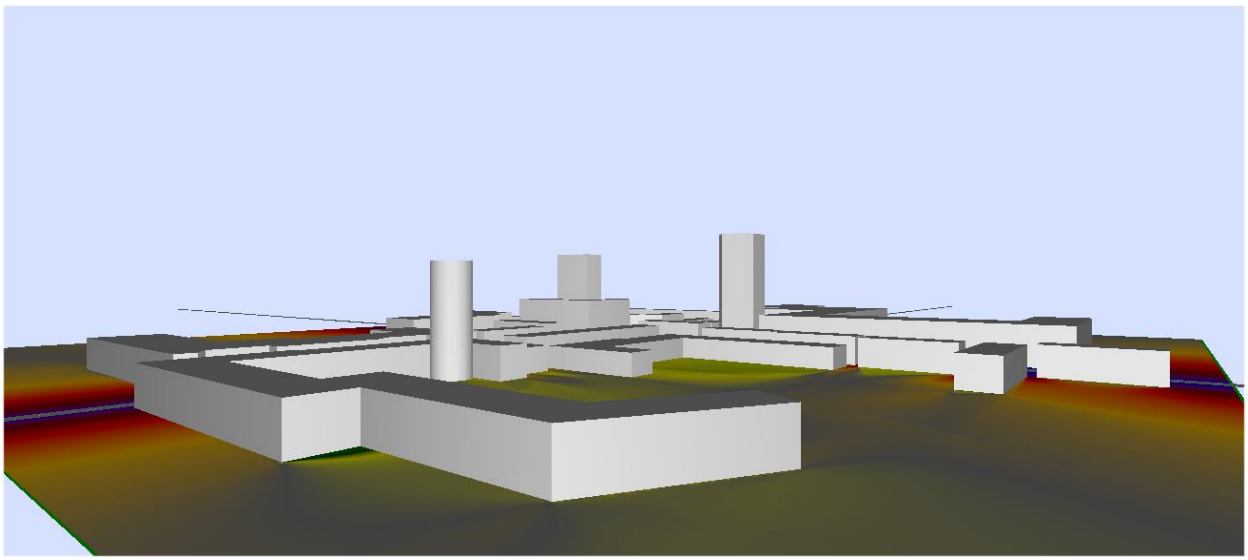
Rysunek 53. Lokalna mapa akustyczna z rys. 56, w formacie ARC View

Projekt 2: W ramach następnego projektu wykonano model akustyczny terenu oraz mapę akustyczną fragmentu obszaru zurbanizowanego, dysponując wyłącznie podkładową ortofotomapą. Zastosowano uproszczenie przyjmując płaską powierzchnię terenu. Pozostałe dane pozyskano za pomocą inwentaryzacji w terenie.

Model 2D rozpatrywanego obszaru pokazano na poniższej ilustracji.

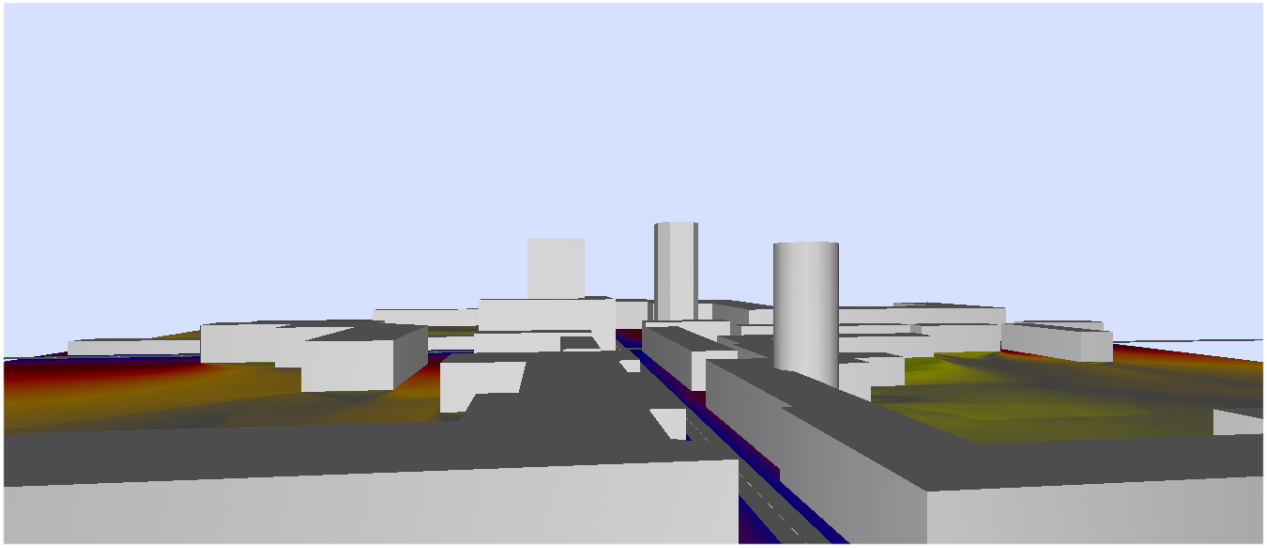


Rysunek 54. Model 2D analizowanego obszaru. Obszar analiz odpowiada białemu polu. Wszystkie cztery odcinki dróg (źródeł hałasu), widoczne na rysunku tylko dwie, przedłużono o ponad 1 km od poza obszar analiz (obliczeń) w celu uniknięcia deformacji linii równego poziomu dźwięku.

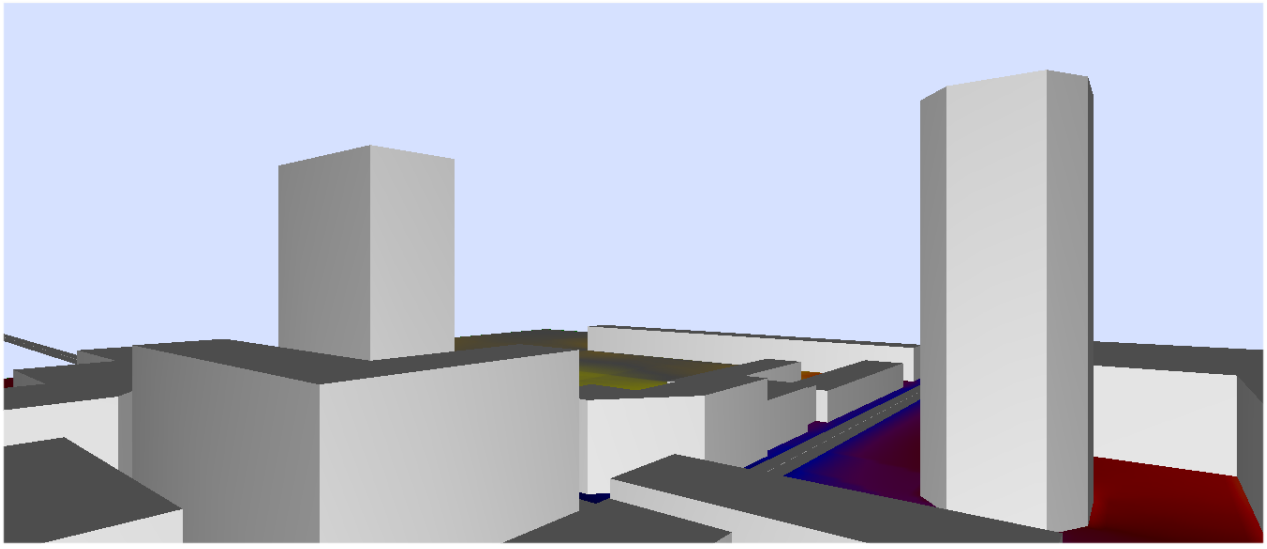


Rysunek 55. Trójwymiarowy model analizowanego obszaru – widok ogólny (kier. Pn-Ws)

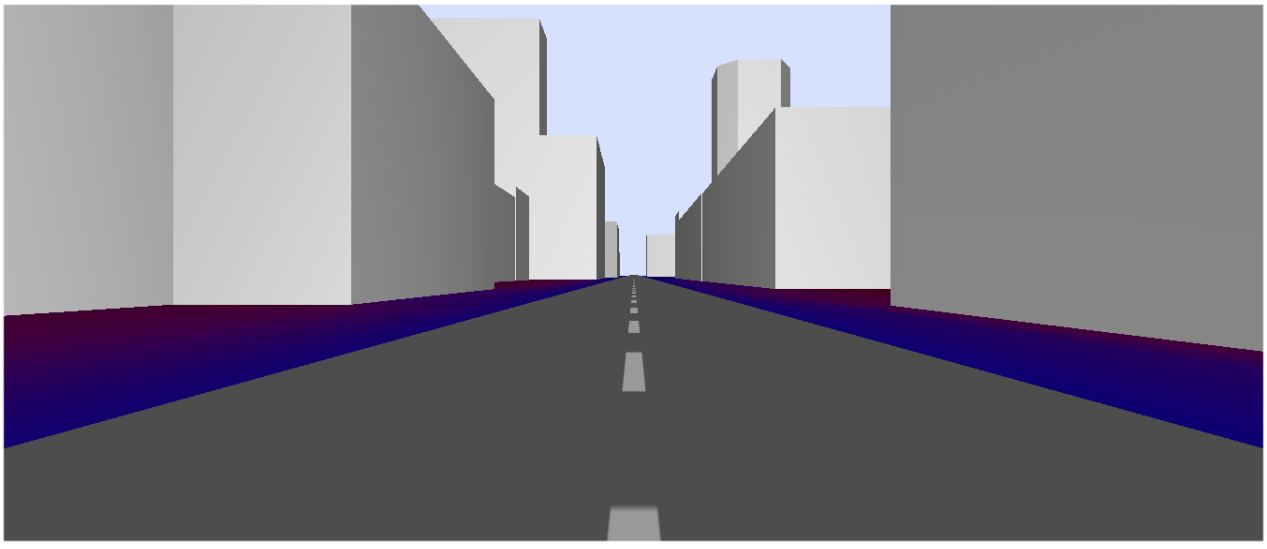
Widoki 3D analizowanego obszaru pokazano na ilustracjach (Rysunek 55 - Rysunek 58)



Rysunek 56. Widok ogólny 3D analizowanego obszaru w osi Pn-Pł

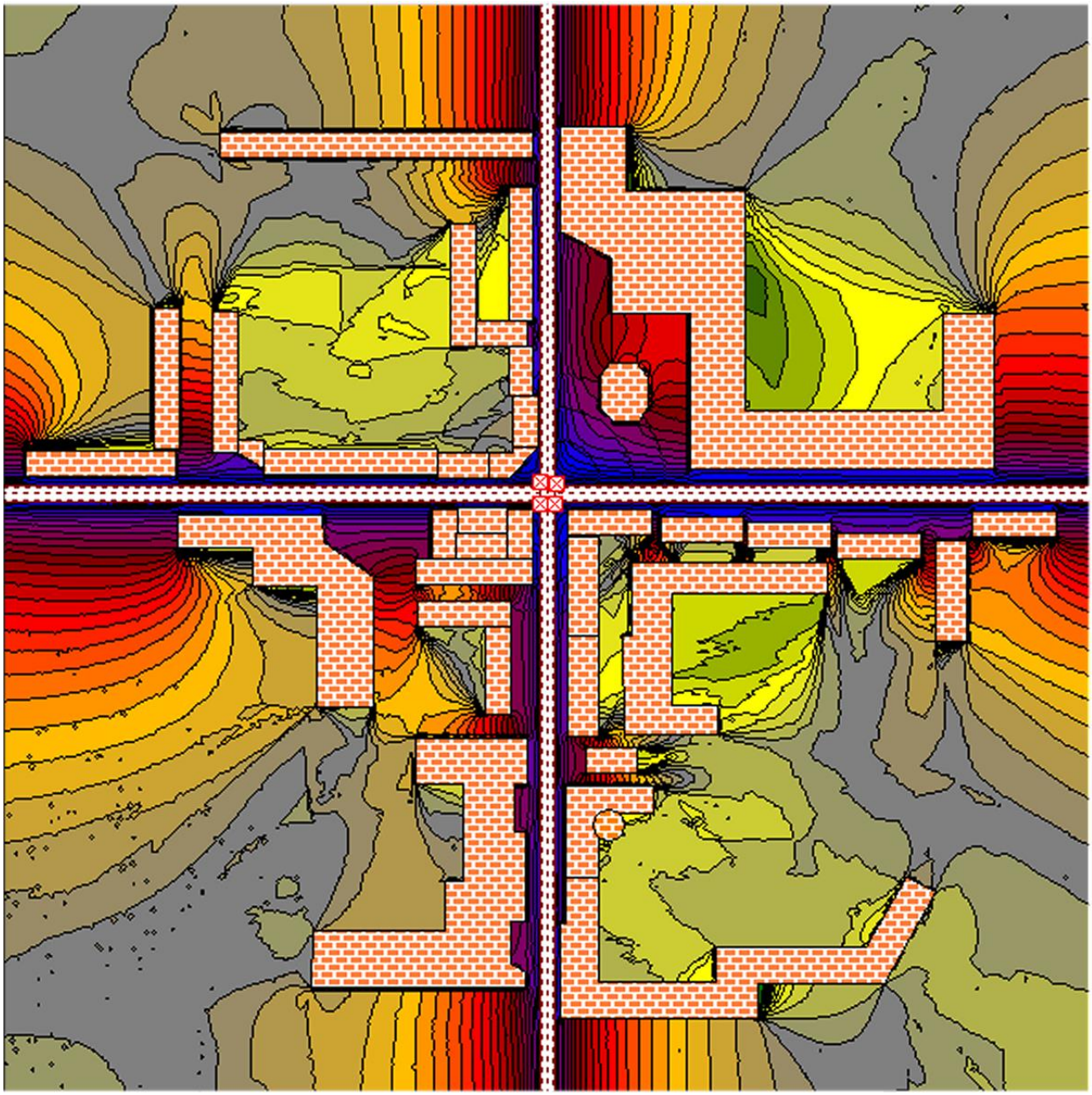


Rysunek 57. Widok 3D analizowanego obszaru – część centralna



Rysunek 58. Widok 3D analizowanego obszaru na poziomie jezdni

Na podstawie sporządzonego modelu wykonano mapę akustyczną analizowanego fragmentu obszaru zurbanizowanego.



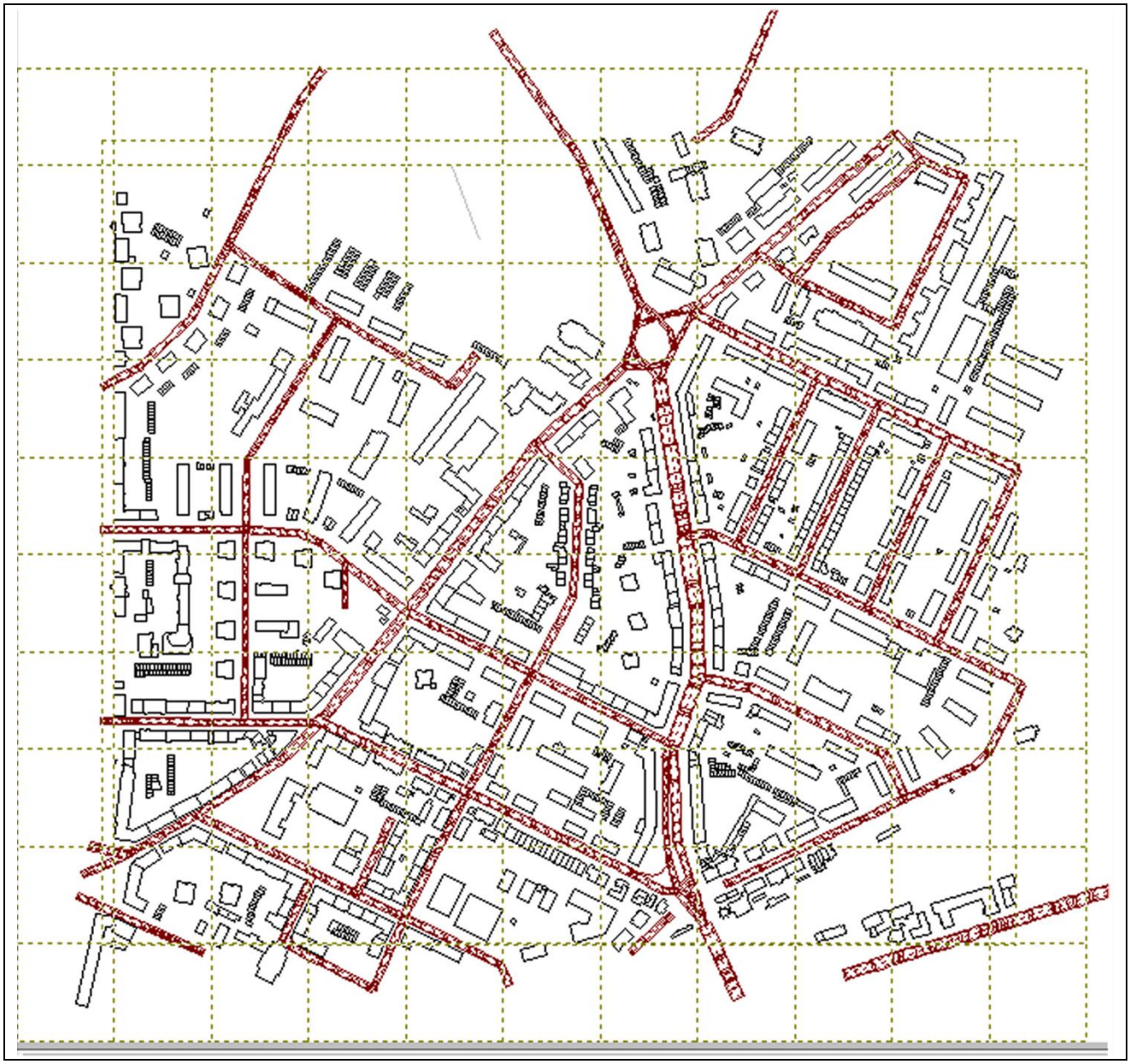
Rysunek 59. Mapa akustyczna modelowanego obszaru zurbanizowanego (mapę wykonano w oparciu o oprogramowanie narzędziowe CADANA A).

Projekt 3:

W projekcie tym wykorzystano przykładowy model fragmentu miasta udostępniany w materiałach szkoleniowych oprogramowania CADNA A.

Badaniami objęto fragment miasta, który pokazano na następnej ilustracji poniżej. Jest to model wykonany bezpośrednio w programie CADNA.

Korzystając z tego modelu opracowano mapę akustyczną stosując techniki PCSP, polegające na obliczeniach rozkładu hałasu korzystając z fragmentacji modelu na mniejsze wycinki (widoczne na rysunku), obliczane osobno, a następnie scalane w kompletną mapę akustyczna obszaru.



Rysunek 60. Model fragmentu miasta wykorzystany do obliczeń mapy akustycznej metodą fragmentacji PCSP (przykład z materiałów szkoleniowo-demonstracyjnych CADNA)

Wynikowe mapy akustyczne pokazano poniżej. Wykonano je:

1. Zgodnie z wymaganiami Dyrektywy 2002/49/WE, stosując klasy rozkładu poziomów dźwięku o szerokości 5 dB
2. Z zastosowaniem bardziej precyzyjnego obrazu rozkładu poziomów dźwięku, stosując klasy co 1 dB.

a) Rozkład poziomów dźwięku w klasach co 5 dB

b) Rozkład poziomów dźwięku w klasach co 1 dB

Budynek, który analizowano w odniesieniu do liczby osób narażonych na hałas

Rysunek 61. Mapy rozkładu poziomów dźwięku (mapy akustyczne) rozpatrywanego fragmentu obszaru zabudowanego (w oparciu o oprogramowanie CADNA A)

11. POMIARY TERENOWE W PROCESIE REALIZACJI MAP AKUSTYCZNYCH

11.1. INFORMACJE WPROWADZAJĄCE

W rozdziale 7 zaprezentowano schemat logiczny realizacji mapy akustycznej. Na schemacie tym oznaczono te miejsca procesu, w których wykorzystywane są wyniki pomiarów akustycznych w terenie. Zidentyfikowano tam 2 kategorie pomiarów:

- poprzedzających realizację mapy akustycznej (a czasem wykonywany w trakcie realizacji mapy), służących następnie walidacji uzyskanych wyników i ewentualnej kalibracji modelu obliczeniowego. Pomiary te, wykorzystywane jako walidacyjne w zasadzie nie muszą być zawsze wykonywane wyłącznie w celu zastosowania ich wyników w procesie opracowywania map akustycznych. Pierwotny cel realizacji badań może być odmienny, a wyniki tych pomiarów mogą po prostu zostać włączone w proces realizacji mapy; omawiane pomiary mogą mieć charakter:
  - pomiarów długookresowych, lecz także
  - pomiarów krótkookresowych.
- krótkookresowych pomiarów sprawdzających wykonywanych na ostatnich etapach procesu tworzenia mapy (lecz nie tylko – mogą one także poprzedzać realizację). Te pomiary na ogół są związane z mapą i ich wykonanie jest projektowane od samego początku, w związku z jej realizacją.

Powyższe dwie kategorie pomiarów należy obecnie uzupełnić jeszcze o dwie dalsze kategorie badań pomiarowych:

- prowadzonych w celu identyfikacji parametrów źródeł hałasu (pomiarów tych nie uwidocznione na schemacie w rozdz. 7, lecz jest to także istotny element procesu realizacji map),
- wykonywanych przez wojewódzkich inspektoratach ochrony środowiska w ramach prac wynikających z art. 117, ust. 5 Poś.

O ile dwie pierwsze kategorie obejmują typowe pomiary „hałasu w środowisku", o tyle badania parametrów akustycznych źródeł nie zawsze i nie koniecznie muszą odpowiadać określeniu „w środowisku". Będzie o tym dalej mowa w tekście niniejszego rozdziału.

Oczywiście można zidentyfikować i inne rodzaje prac pomiarowych, które w większym lub mniejszym stopniu mogą mieć związek z opracowaniem mapy hałasowej. Na koniec, wspomnieć też należy o pomiarach wielkości nie akustycznych, wykonywanych w czasie badań hałasu, a także zupełnie osobno, bez angażowania sprzętu do pomiarów poziomów dźwięku. O tego typu pomiarach, w odniesieniu do zbierania danych wejściowych do realizacji mapy akustycznej będzie także mowa w niniejszym rozdziale.

W poszczególnych częściach niniejszego rozdziału omówione zostaną podstawowe zasady wykonywania i wykorzystania pomiarów (w kolejności):

1) Wykonanych w celu pozyskania danych nt. parametrów źródeł hałasu, a w tym:
   - pomiary akustyczne,
   - pomiary wielkości pozaakustycznych, związanych z parametrami ruchu,

2) Zaaranżowanych i wykonanych w celu kalibracji i walidacji (sprawdzania) wyników badań modelowych (obliczeń),

3) Poziomów długookresowych, wykonanych w celu rozpoznania klimatu akustycznego, których wyniki służą także do weryfikacji mapy akustycznej,

4) Pomiary prowadzone przez wojewódzkie inspektoraty ochrony środowiska pod kątem opracowywania ***lokalnych map akustycznych***.

11.2. POMIARY ZWIĄZANE Z POZYSKIWANIEM DANYCH WEJŚCIOWYCH

W rozdziale tym podano zasady postępowania (przede wszystkim wykonania pomiarów) w celu pozyskania danych wejściowych dotyczących źródeł hałasu.

Uwaga precyzujaca:

Źródłem hałasu nazywać się będzie zarówno:

- *pojazd, maszynę urządzenie itp., stanowiące rzeczywiste, fizyczne źródło hałasu, jak też:*
- *obiekt komunikacyjny (droga, linia kolejowa, lotnisko itp.) oraz przemysłowy (instalacja, zakład, ale także np. duży parking), będący w rzeczywistości „zastępczym" źródłem hałasu, gromadzącym na swej powierzchni szereg pojedynczych, fizycznych źródeł.*

Niniejszy rozdział odnosi się przede wszystkim do drugiej definicji źródła.

11.2.1. Pomiary hałasu drogowego (ulicznego)

Pomiary hałasu drogowego mają zwykle podwójny cel:

1) Uzyskanie informacji o wartościach poziomów dźwięku w różnych rejonach i lokalizacjach na obszarze objętym mapą akustyczną,

2) Wyznaczenie wartości parametrów ruchu (natężenia, struktura potoku ruchu, prędkości średnie itp.)

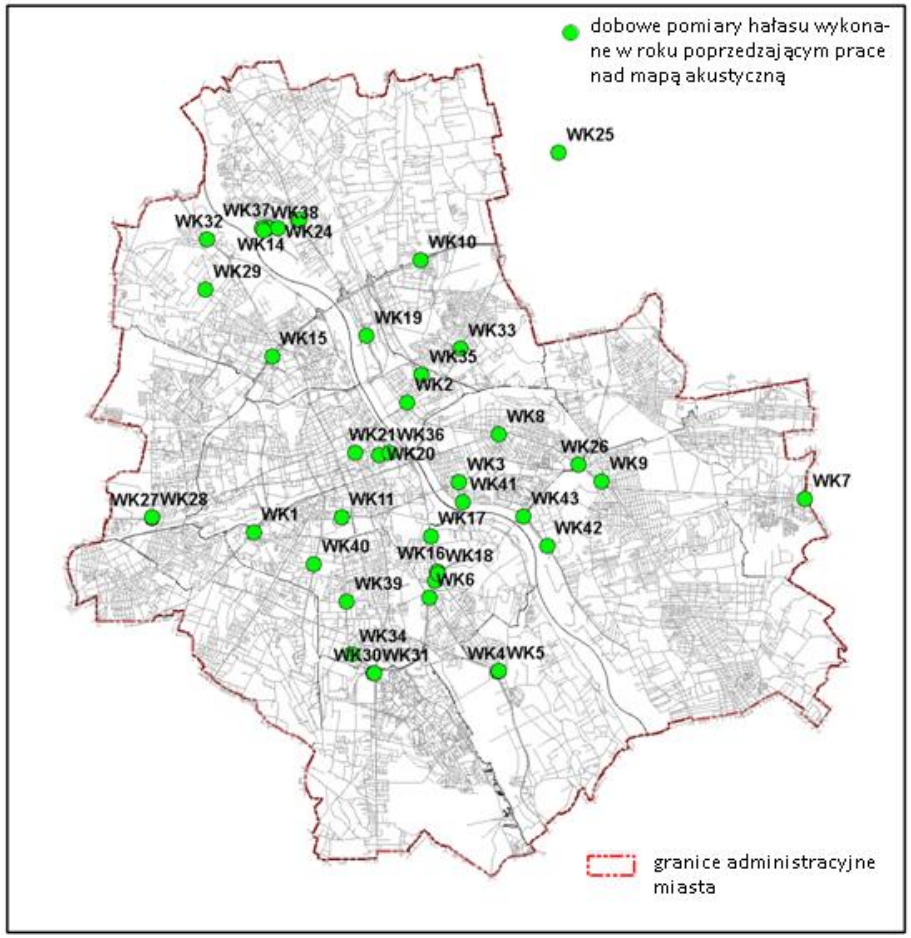
Komentarz uzupełniajacy:

Referencyjne metodyki pomiarów hałasu komunikacyjnego (rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 16 czerwca 2011r. w sprawie wymagań w zakresie prowadzenia pomiarów poziomów w środowisku substancji lub energii przez zarządzającego drogą, linią kolejową, linią tramwajową, lotniskiem, portem (Dz.U. 2011, nr 140, poz. 824)) wymagają równoległego ustalenia (pomiaru) m.in. podstawowych parametrów ruchu.

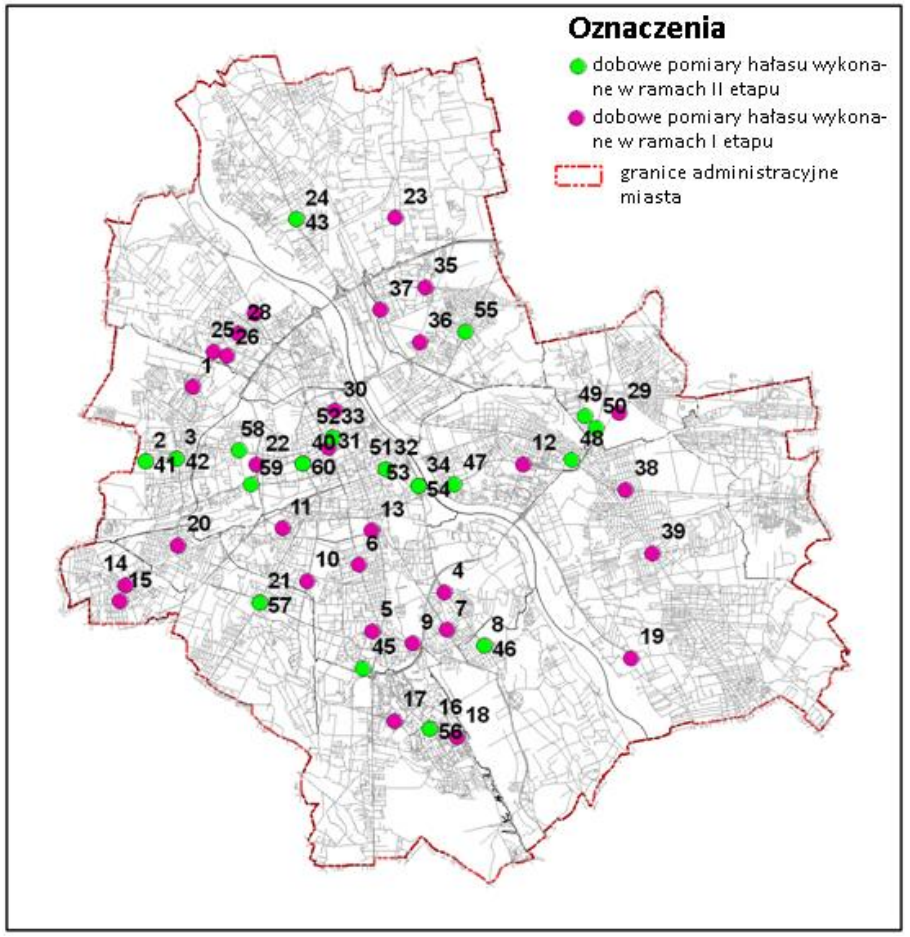
(o pozyskiwaniu parametrów ruchu, jako danych wejściowych do obliczeń akustycznych będzie mowa w następnym rozdziale)

Biorąc pod uwagę fakt, że mapy akustyczne są wykonywane W OPARCIU O OBLICZENIA, niezbędną sieć pomiarową hałasu komunikacyjnego należy dobierać bardzo starannie. Sieć ta powinna pozwolić na uzyskanie wyników w reprezentatywnych rejonach mapowanego obszaru a jej akustyczne wyniki (wartości poziomów) powinny pozwolić na:

1) kalibrację modelu (patrz dalsze partie tekstu),



a) Pomiary wykonane przez Mazowiecki, Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska



b) Pomiary wykonane przez Instytut Ochrony Środowiska

Rysunek 62. Zakres pomiarów akustycznych wykonanych lub zaadaptowanych dla potrzeb mapy akustycznych m.st. Warszawy (w latach ubiegłych (przykład metodyczny)

2) walidację mapy akustycznej,

3) sprawdzenie aktualności mapy po okresie 5-cio letnim (o czym była mowa wyżej).

Nie ma jednolitej recepty odnośnie niezbędnej liczby punktów pomiarowych hałasu przed przystąpieniem do opracowania mapy akustycznej. Zwykle przyjmuje się dla największych miasta niewiele ponad 100 takich punktów. Dla miast mniejszych, o liczbie mieszkańców z zakresu 100 tys. do 250 tys. kilkadziesiąt (ok. 50) punktów pomiarowych zwykle jest liczbą wystarczającą.

Rysunek 63. Schemat rozmieszczenia punktów pomiarowych hałasu w sieci ulicznej m.Wrocławia (© Urząd Miasta Wrocławia, wykonawca mapy Lemitor – Ochrona Środowiska Sp.z o.o.)

Lokalizacja punktów pomiarowych, biorąc pod uwagę wspomniane wyżej wykorzystanie wyników, musi być przeanalizowane precyzyjnie na podstawie znajomości miasta i procesów (szczególnie komunikacyjnych) w nim zachodzących. Jest oczywiste, że punkty takie powinny być usytuowane raczej ***w zasięgów głównych szlaków komunikacyjnych***, choć od tej reguły mogą być wyjątki.

Należy przestrzegać przed mnożeniem ponad miarę liczby punktów pomiarowych. Mapa akustyczna i tak będzie wykonana metodą obliczeniową. Natomiast nadmiar danych pomiarowych może być przeszkodą przy odpowiednio precyzyjnej kalibracji modelu (także podczas walidacji wyników), tworząc swego rodzaju „szum informacyjny”.

11.2.2. Pozyskiwanie parametrów ruchu – modele i pomiary ruchu

Pozyskiwanie danych wejściowych w postaci parametrów ruchu (w szczególności natężeń) powinno być w miarę możliwości skorelowane z danymi uzyskiwanymi przy pomocy modelu ruchu, o ile aglomeracja, dla której wykonywana jest mapa hałasu takim modelem dysponuje.

W rozdziale tym opisano ogólne metody pozyskiwania danych o ruchu na obszarach, podlegających realizacji map akustycznych zgodnie z Dyrektywą 2002/49/WE. Natomiast możliwości i sposoby pozyskania danych na pozostałych obszarach, na których rozpoznanie stanu akustycznego właściwy terytorialnie wioś, opisano w rozdziale poświęconym pomiarom monitoringowym realizowanym przez wioś.

Model ruchu bazuje na matematycznych zależnościach między wielkościami parametrów ruchu a czynnikami kształtującymi ruch na danym obszarze. Obejmuje on:

- absorpcję i generację ruchu. Wielkości te związane są z tzw. centrami absorbująco – generującymi i odzwierciedlają liczbę osób rozpoczynających i kończących w danym centrum podróże samochodem (lub komunikacją zbiorową) z uwzględnieniem motywów (celów) podróży.
- komplet macierzy podróży (oraz ruchu towarów, z uwzględnieniem ruchu tranzytowego). Macierze takie opracowywane są na ogół dla godzin szczytowych (np. szczyt poranny, popołudniowy itp.),
- podział przewozów pomiędzy komunikacją zbiorową a ruchem indywidualnym,
- sposoby rozkładu ruchu na sieć metodami iteracyjnymi.

Do budowy modelu zbierane są dane uwzględniające:

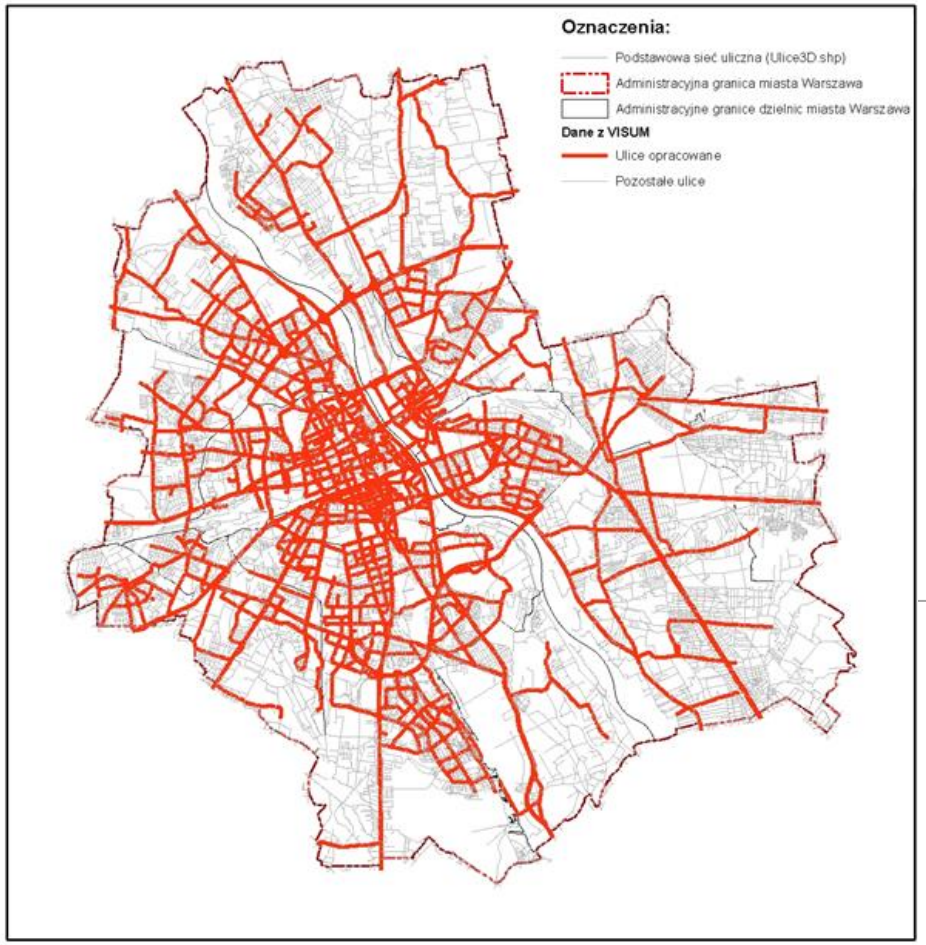
- dystrybucję motywów podróży, uzyskiwaną na ogół w okresowych, ankietowych badaniach kierowców i pasażerów,
- pomiary natężeń ruchu pojazdów,
- zagospodarowanie rejonów komunikacyjnych (w tym także liczby mieszkańców, miejsc pracy, miejsc nauki itp.)
- informacje o sieci drogowo-ulicznej (klasy ulic, przekroje poprzeczne) oraz o transporcie zbiorowym.

Wykorzystanie modeli ruchu odbywa się za pomocą specjalistycznego oprogramowania (przykładowo - oprogramowanie VISUM), przy pomocy którego dokonuje się iteracyjnego nakładania ruchu na poszczególne odcinki sieci drogowej.

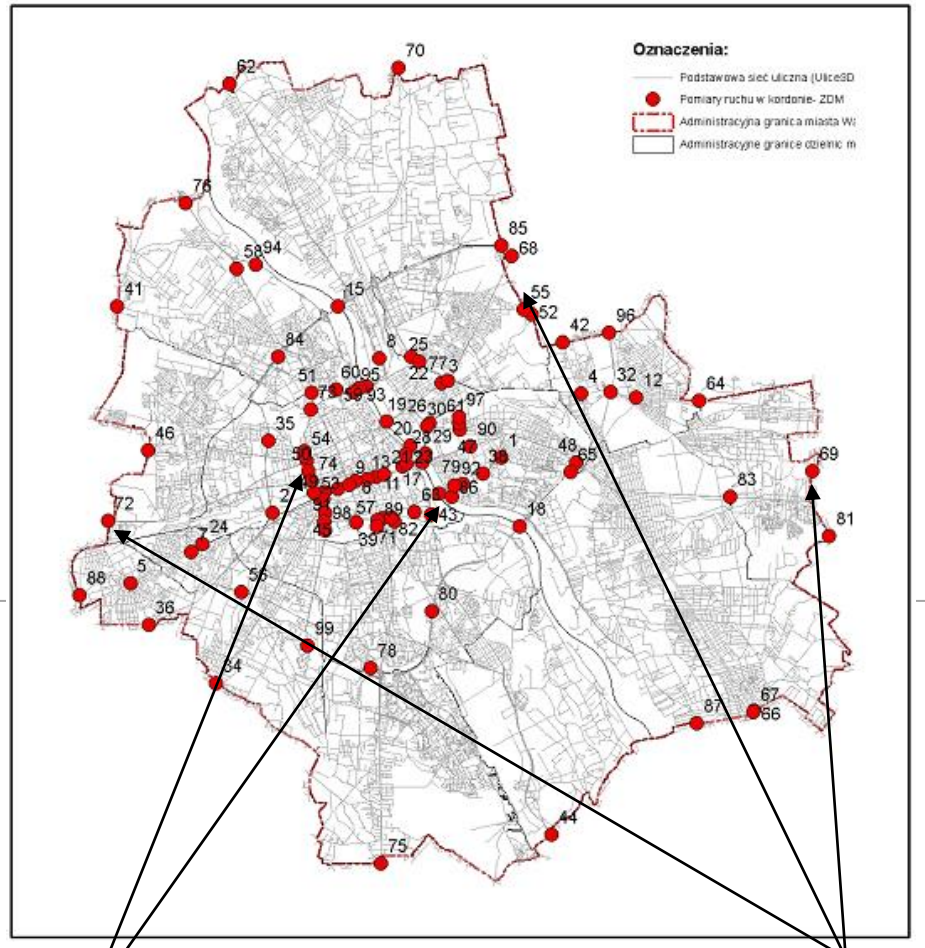
Na poniższych ilustracjach zobrazowano ZASADĘ kompletowania danych na podstawie analiz i modeli ruchu, uzupełniając wyniki uzupełniającymi pomiarami ruchu (na ilustracjach posłużono się przykładami z obszaru Warszawy, lecz zasady te mają zastosowanie także do innych miast).

Dane pozyskane z modelu ruchu, i pomiarów towarzyszących badaniom akustycznym, uzupełniane są na ogół pomiarami ruchu metodą próbkowania. Modele ruchu wymagają kalibracji. Kalibracja taka jest wykonywana na podstawie wyników pomiarów parametrów ruchu wykonywanych na tzw.:

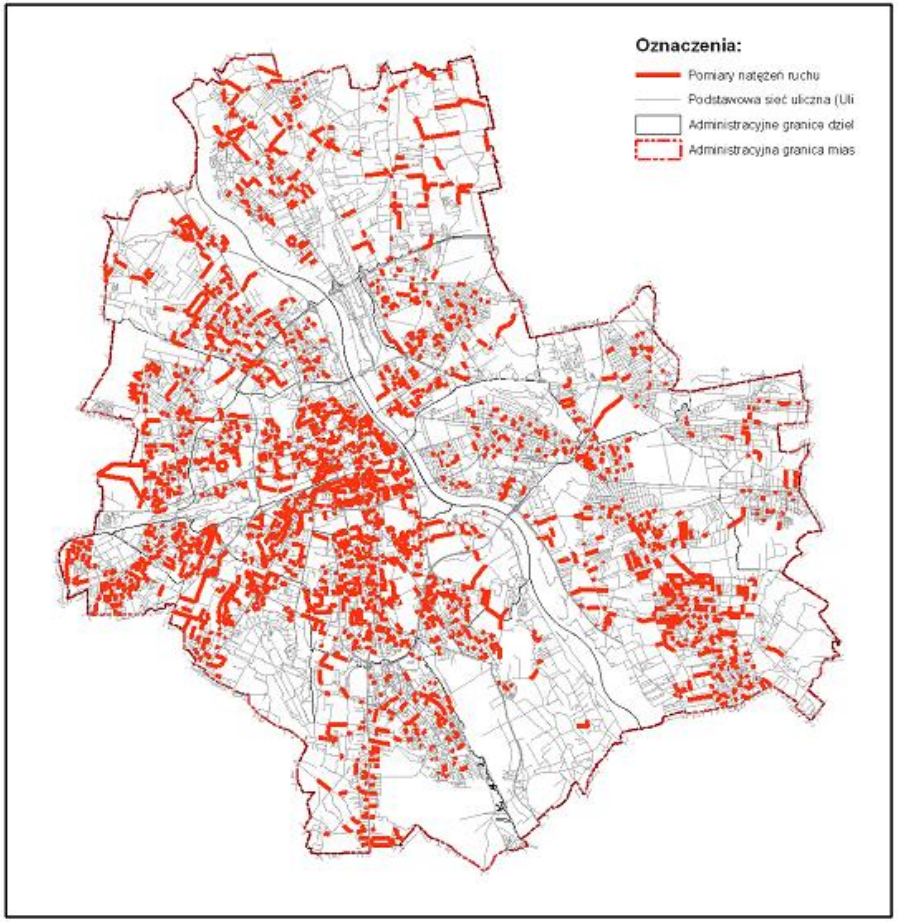
- ekranach,
- kordonach.



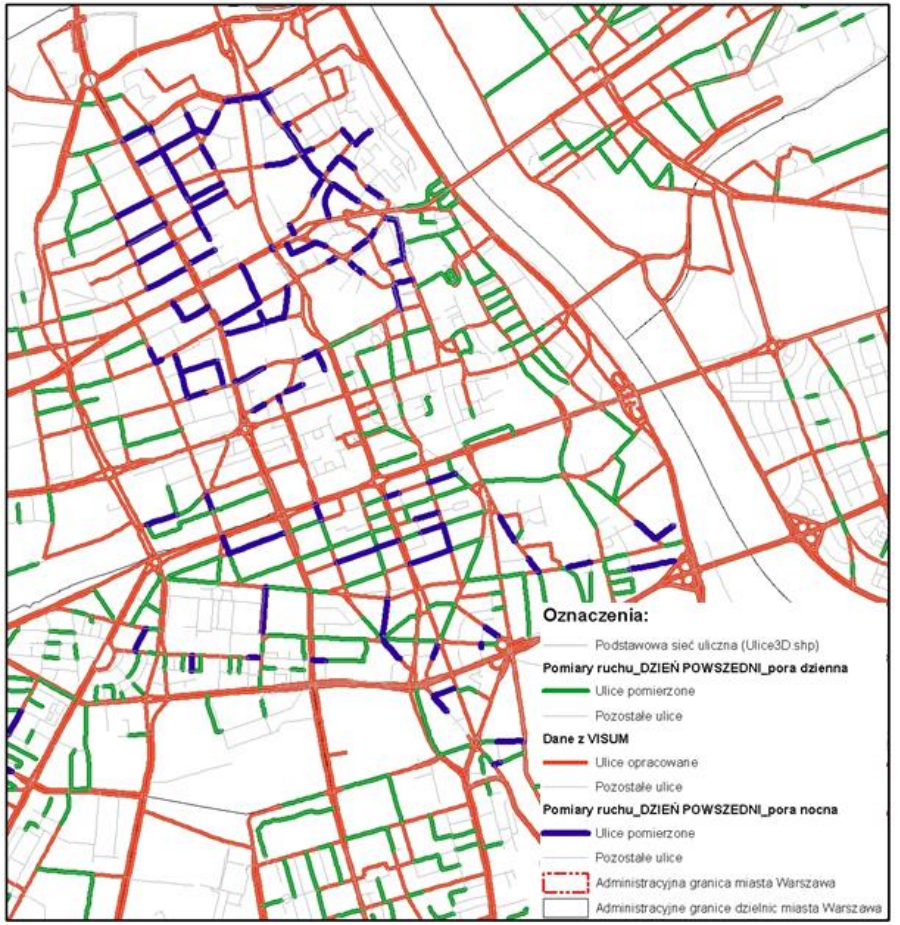
Rysunek 64. Uwzględniana przez model ruchu podstawowa sieć ulic miasta (przykład metodyczny z terenu Warszawy)



Rysunek 65. Punkty badania (pomiarów) natężeń ruchu w kordonach i na ekranach (przykład metodyczny z terenu Warszawy).



Rysunek 66. Lokalizacja dodatkowych pomiarów ruchu dla potrzeb mapy akustycznej(metodą próbkowania – przykład metodyczny z obszaru m.st. Warszawy)



Rysunek 67. Fragment mapy pokazujący komplet danych ruchowych do mapy akustycznej.

Na podstawie wyników tych pomiarów, wykorzystując metody iteracji, ustalane są współczynniki korygujące dla uzyskania jak największej zgodności ruchu obliczonego z pomierzonym.

Model taki może zostać wykorzystany do:

1. Kompletowania danych do mapy akustycznej,
2. Sprawdzenia, czy od poprzedniego etapu opracowania mapy akustycznej nastąpiły w systemie komunikacyjnym miasta zmiany warunkujące istotne zmiany klimatu akustycznego.

Jednakże BESPOŚREDNIE wykorzystanie modelu NIE JEST NA OGÓŁ MOŻLIWE. Jak pokazano na przykładowych ilustracjach – niezbędne są:

- aktualne kalibracje modelu,
- uzupełnienia danych z modelu o dodatkowe dane, zbierane na ogół przy pomocy pomiarów.

Często także sieć drogowa miasta jest odwzorowana schematycznie, powodując braki poprawności topologicznej, na co należy zwrócić szczególną uwagę.

Podstawowym mankamentem modeli ruchu jest fakt, iż przy ich pomocy pozyskuje się dane o ruchu szczytowym (dla szczytów komunikacyjnych), ewentualnie – o ruchu dobowym. Dane te należy więc dodatkowo opracować w celu wyznaczenia natężeń ruchu w porze:

- dziennej,
- wieczornej,
- nocnej.

A także uwzględnić zmienność parametrów ruchu związaną z dniami weekendowymi oraz z porami roku (w szczególności z okresem wakacyjnym).

W celu wykonania tych zadań należy wszystkie dostępne wyniki badania natężeń i struktury ruchu opracować statystycznie w celu ujednolicenia bazy danych pochodzących z różnych źródeł. W szczególności dokonuje się:

- porównania wyników badania natężeń ruchu uzyskanych różnymi metodami i z różnych źródeł,
- określenia współczynników pozwalających na przeliczanie źródłowych wartości natężeń ruchu na wartości niezbędne do obliczeń poziomów dziennych, wieczornych i nocnych.

Parametry ruchu są różne dla dróg (ulic) o różnych kategoriach (Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 roku w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie (Dz. U. z 1999 r. Nr 43, poz. 430, z późn. zm.). Zaleca się podział dróg na poniższe kategorie, a następnie – wykonanie analiz statystycznych dla każdej kategorii:

- drogi kategorii GP (główna, ruchu przyspieszonego),
- drogi kategorii G (główna),
- drogi kategorii L (lokalna),

– drogi kategorii Z (zbiorcza)[26].

Wyróżnia się jeszcze kategorie: A (autostrada), S (droga ekspresowa), D (droga dojazdowa). Te kategorie nie będą rozpatrywane w niniejszym materiale.

Analizy prowadzą do opracowania poniższych zestawień tabelarycznych współczynników przeliczeniowych (zestawienia te oparto na rzeczywistych danych, choć dla zwiększenia poglądowości zostały one w pewnym stopniu zmienione)

Tabela 19. Przykładowa tabela procentowego udziału ruchu dobowego w godzinach szczytu (dane w tabeli stanowią wyłącznie przykład i nie odpowiadają konkretnej sytuacji)

drogi główne G	Procent średniego dobowego natężenia ruchu w godzinach szczytu [%]							
	6^{00}-7^{00}	7^{00}-8^{00}	8^{00}-9^{00}	9^{00}-10^{00}	15^{00}-16^{00}	16^{00}-17^{00}	17^{00}-18^{00}	18^{00}-19^{00}
średnia	**3.9**	**6.3**	**6.5**	**6.2**	**6.6**	**7.0**	**6.7**	**6.2**
odchylenie standardowe	1.5	1.6	1.5	1.0	0.7	0.8	0.6	0.7
przedział ufności	0.4	0.4	0.4	0.3	…	…	…	…
wartość minimalna	1.4	2.1	2.7	…	…	…	…	…
wartość minimalna	7.0	9.8	…	…	…	…	…	…
rozstęp	5.6		…	…	…	…	…	…

Tabela 20. Wskaźniki do obliczeń średniodobowego natężenia ruchu na podst. danych ze szczytów rannych i popołudniowych (przykłady wypełnienia tabeli)

Klasa drogi	Współczynnik wzrostu natężenia ruchu w szczycie	
	Szczyt poranny	Szczyt popołudniowy
G	15.8	15.1
GP	16.7	15.5
Z	13.1	15.9
L (natężeniu w godzinie szczytu poniżej 1000 poj/h)	14.9	14.7
L (natężeniu w godzinie szczytu powyżej 1000 poj/h)	13.2	14.0

Tabela 21. Współczynniki uwzględniające ruch w weekendy, ferie oraz wakacje (przykłady wypełnienia tabeli)

	Udział procentowy natężenia ruchu w weekendy w stosunku do natężenia w dni powszednie[%] – drogi G	Udział procentowy natężenia ruchu w weekendy w stosunku do natężenia w dni powszednie[% - drogi GP]	Udział procentowy natężenia ruchu w weekendy w stosunku do natężenia w dni powszednie[%] – drogi L	Udział procentowy natężenia ruchu w weekendy w stosunku do natężenia w dni powszednie[%] – drogi Z
średnia	75.1	**72.1**	**69.1**	62.5
odchylenie standardowe	9.2	10.2	13.4	…
mediana	73.8	70.8	…	…
wartość minimalna	98.5	97.0	…	…
wartość minimalna	59.7	50.6	…	…
rozstęp	38.8	…	…	…

[26] Podany sposób podejścia sprawdza się najpełniej w odniesieniu do dużych aglomeracji, choć można go zaadoptować także do mniejszych obszarów o charakterze miejskim

Tabela 22. Współczynniki zmian potoków ruchu z uwagi na ruch w weekendy oraz w sezonie wakacyjnym (przykłady wypełnienia tabeli)

Klasa drogi	Współczynnik zmniejszenia ze względu na ruch w dniach weekendowych i wakacyjnych
G	0.89
GP	0,90
L	0,88
Z	0,87

Analogiczne analizy należy wykonać dla składu procentowego potoków ruchu.

Poniżej zaprezentowano przykładowe zestawienia danych ruchowych, uzyskanych w wyniku opisanych wyżej analiz wyników badań terenowych łącznie z wynikami badań modelowych.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
1	NR	XP	YP	XK	YK	L	XC	YC	Z	NAZ_ULICY	2004	Nat-TI	V0T1	DLUGOSC	L	ID_STRUKT	DOBA_F	DOBA_UM
2	2	4497515	5788036	4497315	5788466	474	4497415	5788251	0	JĘZEFA BEMA	1	0	27	430	474	71	12,00	4200
3	4	4500187	5789862	4500351	5789878	165	4500269	5789870	0	GRZYBOWSKA	0	1029	33	165	165	56	12,50	12863
4	5	4500187	5789862	4499930	5789722	293	4500059	5789792	0	GRZYBOWSKA	0	1103	35	293	293	56	12,50	13788
5	6	4500351	5789878	4500583	5789984	255	4500467	5789931	0	KRĘLEWSKA	0	1334	37	255	255	56	12,50	16675
6	7	4500351	5789878	4500299	5789670	214	4500325	5789774	0	PLAC GRZYBOWSKI	0	305	27	214	214	56	12,50	3813
7	8	4499930	5789722	4499983	5789516	213	4499957	5789619	0	ALEJA JANA PAWŭA II	0	5108	40	213	213	56	12,50	63850
8	9	4499930	5789722	4499844	5790060	349	4499887	5789891	0	ALEJA JANA PAWŭA II	0	4799	40	349	349	56	12,50	59988
9	10	4499930	5789722	4499606	5789622	339	4499768	5789672	0	GRZYBOWSKA	0	1262	35	339	339	56	12,50	15775
10	16	4500583	5789984	4500961	5790172	422	4500772	5790078	0	KRĘLEWSKA	0	1054	37	422	422	59	12,00	12648
11	17	4500583	5789984	4500760	5789921	188	4500672	5789953	0	PLAC JANA HENRYKA DąBROWSKIEGO	0	0	27	188	188	59	12,00	0
12	18	4500583	5789984	4500549	5790029	56	4500566	5790007	0	MARSZAúKOWSKA	0	2069	40	56	56	56	12,50	25863
13	19	4500583	5789984	4500649	5789803	193	4500616	5789894	0	MARSZAúKOWSKA	0	2583	40	193	193	55	14,28	36892
14	20	4501377	5789689	4501349	5789850	163	4501363	5789770	0	NOWY ŃMIAT	1	0	27	163	163	59	12,00	9800
15	21	4501377	5789689	4501080	5789593	312	4501229	5789641	0	WARECKA	1	0	9	312	312	59	12,00	9800
16	22	4501377	5789689	4501514	5789730	143	4501446	5789710	0	ORDYNACKA	1	0	27	143	143	59	12,00	9800
17	23	4501377	5789689	4501478	5789358	346	4501428	5789524	0	NOWY ŃMIAT	1	0	27	346	346	45	12,00	9800
18	24	4499668	5775550	4499953	5775690	318	4499811	5775620	0		1	0	27	318	318	39	10,00	9800
19	25	4499668	5775550	4499707	5774964	587	4499688	5775257	0	GOGOLIĐSKA	1	0	27	587	587	36	12,00	9800
20	26	4500430	5790206	4500423	5790326	120	4500427	5790266	0	MARSZAúKOWSKA	0	2105	40	120	120	55	14,28	30065
21	27	4500430	5790206	4500275	5790176	158	4500353	5790191	0	PLAC »ELAZNEJ BRAMY	0	76	27	158	158	55	14,28	1085

	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF
1	DLUGOSC	L	ID_STRUKT	DOBA_F	DOBA_UM	MAX_1	DOB_1	MAX_2	DOB_2	ID_INFO	OSOB_F	DOST_F	CIEZA_F	OSOB	DOST	CIEZA		CO_o	C6H6_o
2	430	474	71	12,00	4200						0,85	0,12	0,03	3025	427	107		4,173068866	0,038330313
3	165	165	56	12,50	12863						0,85	0,12	0,03	9265	1308	327		3,610243845	0,033176517
4	293	293	56	12,50	13788						0,85	0,12	0,03	9932	1402	351		3,507047538	0,032094109
5	255	255	56	12,50	16675						0,85	0,12	0,03	12012	1696	424		3,428738208	0,031206469
6	214	214	56	12,50	3813						0,85	0,12	0,03	2746	388	97		4,173068866	0,038330313
7	213	213	56	12,50	63850						0,85	0,12	0,03	45994	6493	1623		3,340618589	0,030116021
8	349	349	56	12,50	59988						0,85	0,12	0,03	43211	6100	1525		3,340618589	0,030116021
9	339	339	56	12,50	15775						0,85	0,12	0,03	11363	1604	401		3,507047538	0,032094109
10	422	422	59	12,00	12648						0,85	0,12	0,03	9111	1286	322		3,428738208	0,031206469
11	188	188	59	12,00	0						0,85	0,12	0,03	1000	80	20		4,173068866	0,038330313
12	56	56	56	12,50	25863						0,85	0,12	0,03	18630	2630	658		3,340618589	0,030116021
13	193	193	55	14,28	36892						0,85	0,12	0,03	26575	3752	938		3,340618589	0,030116021
14	163	163	59	12,00	9800						0,85	0,12	0,03	7059	997	249		4,173068866	0,038330313
15	312	312	59	12,00	9800						0,85	0,12	0,03	7059	997	249		12,1631219	0,099154414
16	143	143	59	12,00	9800						0,85	0,12	0,03	7059	997	249		4,173068866	0,038330313
17	346	346	45	12,00	9800						0,85	0,12	0,03	7059	997	249		4,173068866	0,038330313
18	318	318	39	10,00	9800						0,85	0,12	0,03	7059	997	249		4,173068866	0,038330313
19	587	587	36	12,00	9800						0,85	0,12	0,03	7059	997	249		4,173068866	0,038330313
20	120	120	55	14,28	30065						0,85	0,12	0,03	21657	3057	764		3,340618589	0,030116021
21	158	158	55	14,28	1085						0,85	0,12	0,03	782	110	28		4,173068866	0,038330313
22	66	66	55	14,28	29551						0,85	0,12	0,03	21287	3005	751		3,340618589	0,030116021
23	147	147	59	12,00	5736						0,85	0,12	0,03	4132	583	146		3,610243845	0,033176517
24	130	130	59	12,00	13632						0,85	0,12	0,03	9820	1386	347		3,428738208	0,031206469
25	78	78	56	12,50	3813						0,85	0,12	0,03	2746	388	97		4,173068866	0,038330313
26	331	331	56	12,50	4000						0,85	0,12	0,03	2881	407	102		4,173068866	0,038330313

Rysunek 68. Przykład ilustrujący tabelę zbierającą i porządkującą wyniki badań parametrów ruchu

11.2.3. Pomiary hałasu emitowanego przez źródła hałasu szynowego

Zalecana w Dyrektywie 2002/49/WE holenderska metoda oceny hałasu pochodzącego od ruchu szynowego (pociągi i tramwaje) zawiera bibliotekę parametrów źródeł, które są zupełnie różne od parametrów akustycznych pojazdów eksploatowanych w kraju. Stąd też przed przystąpieniem do

realizacji mapy akustycznej należy skompletować dane wejściowe przy pomocy terenowych pomiarów hałasu wzdłuż linii kolejowych i/lub tramwajowych.

Danymi wejściowymi do obliczeń imisji hałasu pochodzącego od ruchu szynowego są wartości poziomów mocy akustycznej pojazdu (pociąg, tramwaj), których wartości mogą być wyznaczone na podstawie pomiarów poziomów ekspozycji na hałas L_{AE} zgodnie z zależnością:

$$L_{Awp} = L_{AE} + 10\log\left(2\frac{v\,d}{v_o d_o}\right) \qquad (22)$$

gdzie:

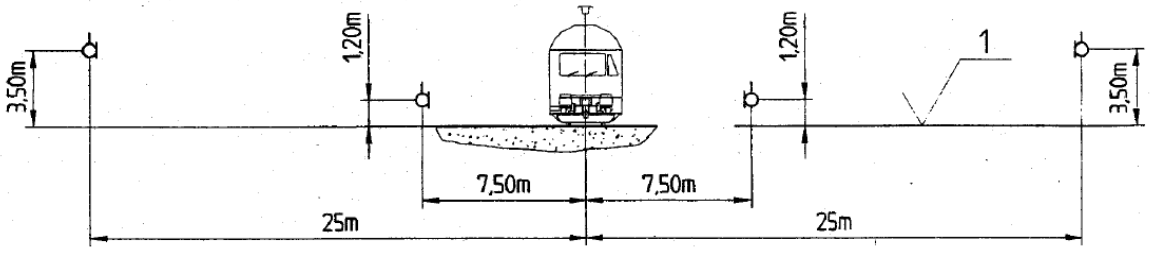
L_{AE} – ekspozycyjny poziom dźwięku A zmierzony podczas przejazdu jednego pojazdu szynowego, [dB],

v - prędkość jazdy, [m/s],

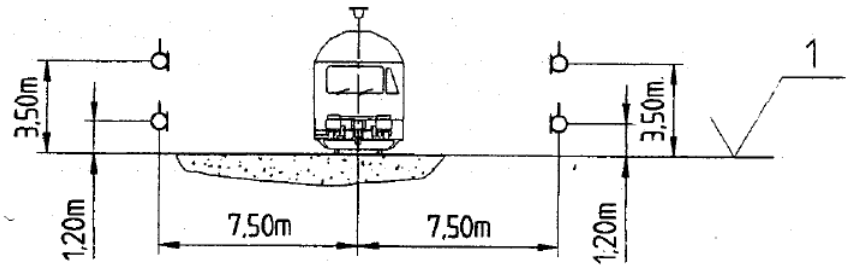
d – odległość między torem, a punktem pomiarowym, [m],

d_o = 1 m,

v_o = 1 m/s.



a) Pociąg poruszający się ze stałą prędkością (dla tramwaju stosowana jest odległość 7,5 m)



b) Pociąg (tramwaj) hamujący lub przyspieszający

Rysunek 69. Schematy lokalizacji punktów pomiarowych hałasu pochodzącego od pojazdów szynowych, zgodne z dokumentem prEN ISO 3095.

Oceny hałasu z pojazdów szynowych, według zalecanej metody holenderskiej, wykonywane są w pasmach częstotliwości. Stąd też wartości emisyjne, które zostaną wstawione do obliczeń modelowych, muszą także być określone (zmierzone) w funkcji częstotliwości.

Punkty pomiarowe lokalizuje się wg powyższych schematów, w warunkach miejskich na ogół w odległości 7,5 m od osi torów na wysokości 1,2 m nad główką szyny. (W przypadku metody holenderskiej SRM II stosuje się wysokość punktu pomiarowego 1,5 m)

Pomiary są wykonywane dla poszczególnych przejazdów poszczególnych typów pojazdów szynowych zgodnie z metodyką zawartą w *rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 16 czerwca 2011r. w sprawie wymagań w zakresie prowadzenia pomiarów poziomów w środowisku substancji lub energii przez zarządzającego drogą, linią kolejową, linią tramwajową, lotniskiem, portem (Dz.U. 2011, nr 140, poz. 824).).*

Sposób wykonania pomiarów polega na rejestracji liniowego widma poziomów ekspozycji (sound exposure level) L_E w pasmach oktawowych od 63 Hz do 4000 Hz dla kursujących na danej trasie pojazdów szynowych. Równocześnie dla każdego przejazdu mierzone są całkowite liniowe poziomy ekspozycji L_E oraz całkowite poziomy ekspozycji $\boldsymbol{L_{AE}}$ skorygowane krzywą A.

Dla dokładnego wyznaczenia średniej wartości poziomów ekspozycji na hałas dla poszczególnych typów kursujących pojazdów szynowych pomiary w danym punkcie przeprowadza się w czasie wielokrotnych przejazdów tego samego typu pojazdów, a ze zmierzonych wartości wyznaczane są wartości średnie (logarytmiczne).

W niektórych przypadkach może zachodzić konieczność przeprowadzenia pomiarów w innej odległości od osi torów niż standardowa (np. 7,5 m). Jeżeli taka sytuacja ma miejsce, fakt odstępstwa powinien być szczególnie wyraźnie zaznaczony w protokóle z badań, a wynik powinien zostać przeliczony zgodnie z odległością standardową.

Tabela 23. Przykładowe zestawienie dokumentujące wyniki pomiarów hałasu emitowanego przez pojazd szynowy (typ pojazdu szynowego: Tramwaj XX, skład dwuwagonowy)

Częstotliwość środkowa oktawy [Hz]	Numer pomiaru							
	1	2	3	4	5	6	7	8
63	84,8	83,0	82,4	81,6	80,1	83,4	80,7	85,8
125	83,7	81,9	82,4	81,8	80,2	82,3	81,1	83,1
250	84,8	83,9	82,9	83,1	83,6	87,2	85,5	85,5
500	83,4	83,9	82,0	81,1	82,1	84,1	84,5	84,2
1000	81,9	84,0	82,6	79,9	82,9	83,1	85,5	83,5
2000	79,7	81,1	79,9	77,3	80,1	80,6	83,2	79,5
4000	71,8	72,2	71,2	68,4	71,7	73,5	73,8	71,0
L_E	91,2	90,9	90,0	88,9	89,6	91,8	91,7	91,8
L_{AE}	86,5	87,7	86,4	84,3	86,7	87,7	89,3	87,3

Oznaczenia:

- liniowe widmo oktawowe poziomu ekspozycji (wyniki w komórkach tabeli dla poszczególnych pasm oktawowych,
- nie skorygowany poziom ekspozycji L_E
- poziom ekspozycji L_{AE} skorygowany krzywą A

11.3. KALIBRACJA MODELU OBLICZENIOWEGO

11.3.1. Kryterium

Nie istnieją wciąż szczegółowe procedury wykonywania badań kalibracyjnych. Każdy przypadek musi być więc rozpatrywany indywidualnie. Należy jednak postawić tutaj przynajmniej kryterium minimum oceny wyników porównań badań hałasu i obliczeń. Kryterium to 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[27]

$$\sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(L_{Aobli} - L_{Azmi})^2} \leq 2{,}5 \qquad (23)$$

gdzie:

n – liczba wykonanych obliczeń i pomiarów porównawczych,

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

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

Najczęściej można się spotkać z opinią, by dla ruchu drogowego poziomami mierzonymi i obliczanymi były poziomy równoważne z okresu 1 godziny. Może być to traktowane jako wymaganie kierunkowe, lecz nie obligatoryjne. Bowiem przy dużych natężeniach ruchu sytuacja akustyczna szybko się stabilizuje i praktycznie odcinki 10 – 15 minutowe mogą okazać się wystarczające.

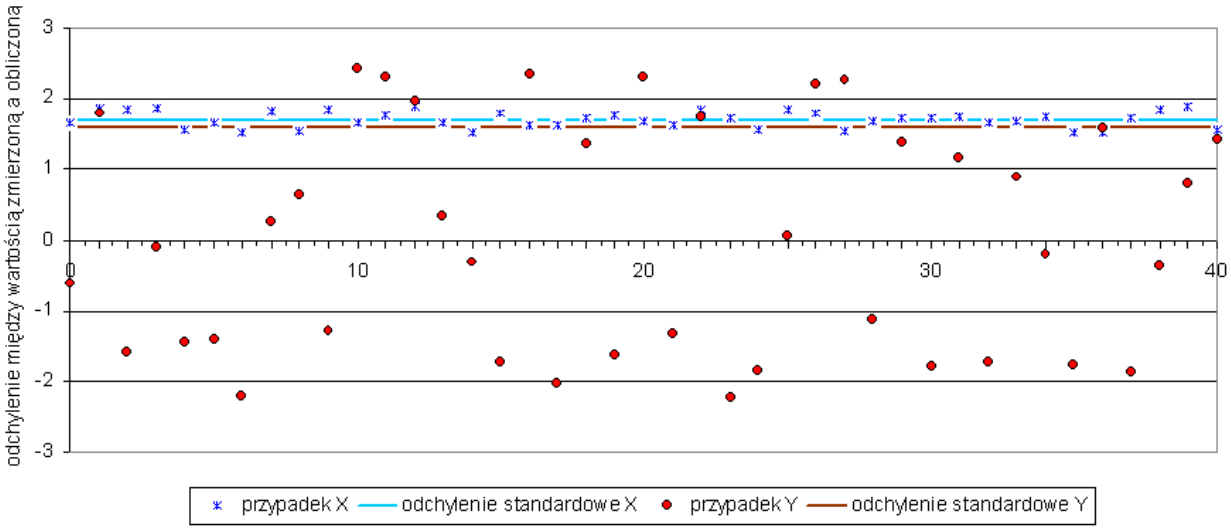
I tak, w przypadku:

- ruchu drogowego (ulicznego) o średnich i dużych natężeniach ruchu najlepsze do zastosowania są wyniki pomiarów godzinnych lub nawet krótszych,
- ruchu pojazdów szynowych (także w niektórych innych przypadkach pojedynczych zdarzeń akustycznych) stosuje się najczęściej wartości zmierzonych poziomów ekspozycji.

Analizy zastosowania powyższego wzoru, odniesione do konkretnych przypadków wskazują, że warunek jest spełniony, jeżeli amplituda zmian różnicy poziomów zmierzonych i obliczonych (od maksimum do minimum) nie jest większa niż 6 – 6,5 dB.

Przyjęte kryterium porównania może stanowić **warunek konieczny** stwierdzenia zgodności wyników pomiarów z wynikami badań modelowych, lecz **nie zawsze jest to warunek wystarczający**. W omawianych niżej przykładach pokazano sytuację, w której kryterium dane wzorem nr (23) zostało spełnione, lecz niezbędne stało się zastosowanie poprawki kalibracyjnej, która powinna zostać wyznaczona indywidualnie.

[27] Analogiczną postać odchylenia proponował prof. R. Makarewicz



Rysunek 70. Dwa przypadki badania odchylenia wyników pomiarów i obliczeń modelowych

Weźmy pod uwagę dwie sytuacje pokazane na wykresie (Rysunek 70), nazwane arbitralnie jako X oraz Y. Obrazują one porównanie wyników terenowych pomiarów hałasu i obliczeń modelowych wyznaczania wartości poziomu dźwięku. W każdym z dwóch przypadków badania i obliczenia przeprowadzono w ok. 40 punktach[28].

Zarówno w sytuacji X jak i Y warunek konieczny zbieżności modelu z wynikami pomiarów jest spełniony. Przy odchyleniach standardowych wynoszących ok. 1,7 dB w sytuacji X oraz ok. 1,6 dB w sytuacji Y warunek dany wzorem (23) spełniony został z nie budzącym wątpliwości marginesem bezpieczeństwa. Popatrzmy jednak na rozrzut pojedynczych wyników, oznaczonych poszczególnymi punktami. I tak:

- dla przypadku X uzyskano niezwykle dużą zbieżność wyników obliczeń i pomiarów; niemniej różnice między nimi są „przesunięte" o stałą wartość ok. 1,7 dB. Oznacza to występowanie systematycznego odchylenia między wynikami badań i obliczeń. Po wyeliminowaniu tego odchylenia (kalibracji modelu) uzyska się niezwykle dużą zbieżność wyników pomiarów i obliczeń.
- w przypadku Y odchylenie standardowe jest mniejsze niż w przypadku X. Jednakże w przypadku Y występują znacznie większe odchylenia między wartością zmierzoną a obliczoną; amplituda tych odchyleń dochodzi prawie do 5 dB, pokrywając przedział <-2,5 dB, +2,5 dB>. Z uwagi na fakt, iż odchylenia przyjmują wartości zarówno dodatnie, jak i ujemne, a ich średnia oscyluje wokół zera (dla analizowanego przypadku wartość średnią wyznaczono w wysokości 0,01) nie można wyznaczyć jednej, właściwej poprawki kalibracyjnej. Co najwyżej można przyjąć, iż obliczenia modelowe odpowiadają wynikom pomiarów, z maksymalnych odchyleniem dochodzącym do 2,5 dB.

W opisanej sytuacji niezbędne stają się dokładniejsze analizy statystyczne odnoszące się do rozrzutów wyników.

[28] jest to duża liczba punktów kalibracji modelu; w praktyce obliczeń takich będzie zwykle znacznie mniej

11.3.2. Wykorzystanie wyników badań do dostosowania (kalibracji) parametrów modelu obliczeniowego

W rezultacie pomiarów (np. jednogodzinnych poziomów równoważnych) uzyskuje się dla każdego pomiaru:

a) wartość poziomu dźwięku – $L_{Aeq,1h}$,

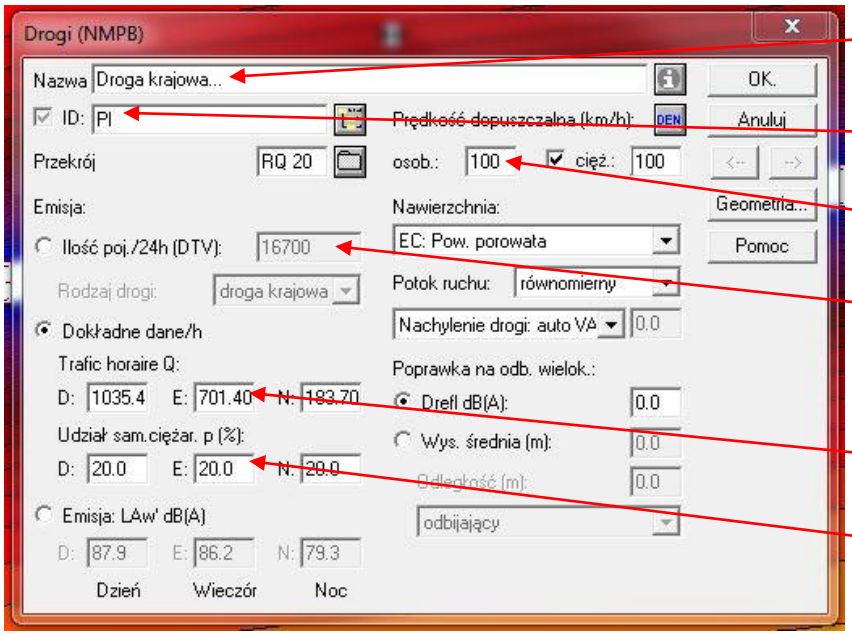
b) wartości parametrów ruchu dla danej godziny, zmierzone synchronicznie z pomiarami poziomu dźwięku, tj:

- natężenie ruchu,
- średnia prędkość potoku ruchu,
- procentowy skład potoku ruchu,

c) wartości parametrów meteorologicznych.

Kalibracja modelu przebiega wg poniższego schematu. W przypadku zastosowania tak uzyskanych wartości poziomów dźwięku do walidacji wyników obliczeń, procedura kończy się na porównaniu wyników i sprawdzeniu dochowania wartości kryterialnej.

Dla każdego zestawu danych dotyczących parametrów ruchu określa się przy pomocy modelu obliczeniowego zasięgi rozprzestrzeniania się hałasu



Rodzaj drogi

Identyfikator odcinka drogi

Średnie prędkości ruchu

Ruch dobowy

Średniogodzinne natężenia ruchu,

Procentowy udział pojazdów ciężkich

Rysunek 71. Panel wstawiania parametrów ruchu w oprogramowaniu do obliczeń hałasu.

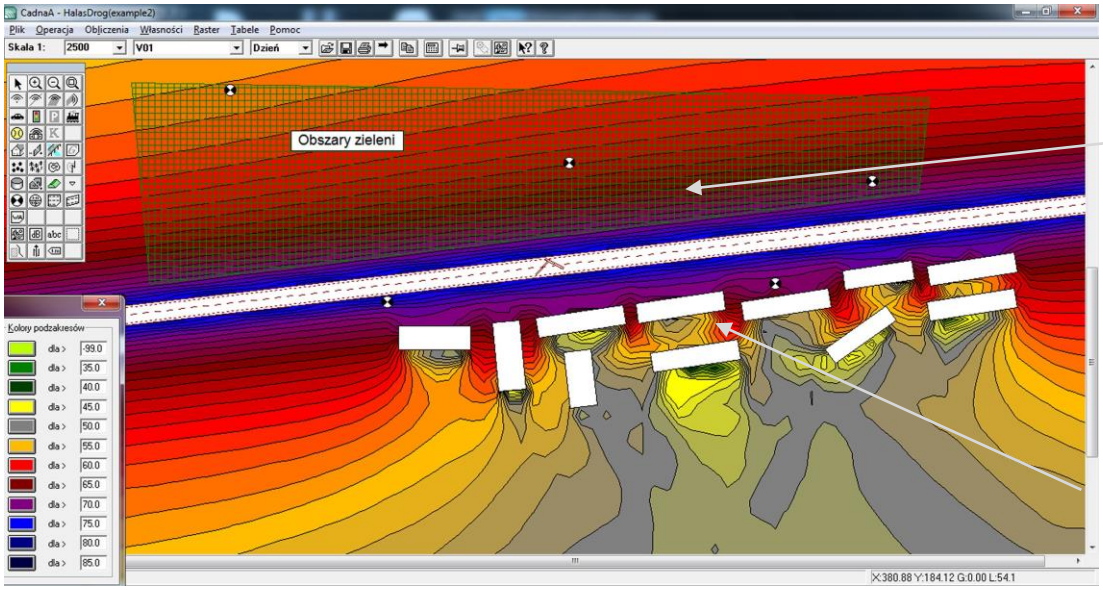
Na ilustracji (Rysunek 71) pokazano formularz wstawiania danych wejściowych do obliczeń hałasu drogowego w oprogramowaniu CADNA A. Do formularza tego wstawiono zestaw przykładowych, zmierzonych danych:

- natężenie ruchu – 16700 pojazdów / 24 h (przeliczone automatycznie w programie na wartości średniogodzinne w określonej porze doby) ,

– udział pojazdów ciężkich – 20%,

– średnie prędkości ruchu – 100 km/h (dwupasmowa droga krajowa) itp.

Na podstawie zmierzonych (tutaj przykładowych) parametrów ruchu wykonano lokalną mapę akustyczną (poniższy rysunek).

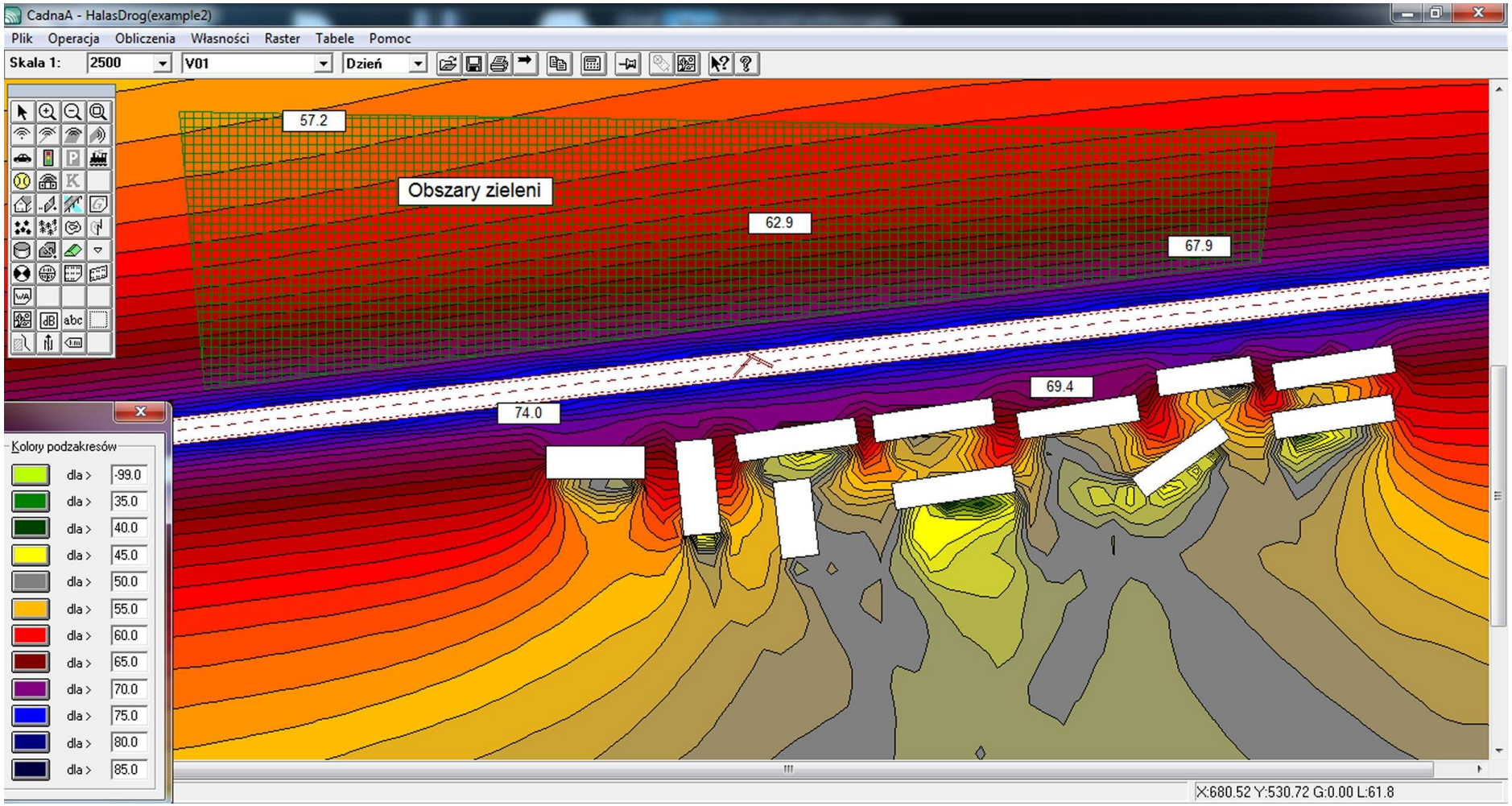


Rysunek 72. Rozpatrywana w przykładzie lokalna mapa akustyczna dla hałasu drogowego.

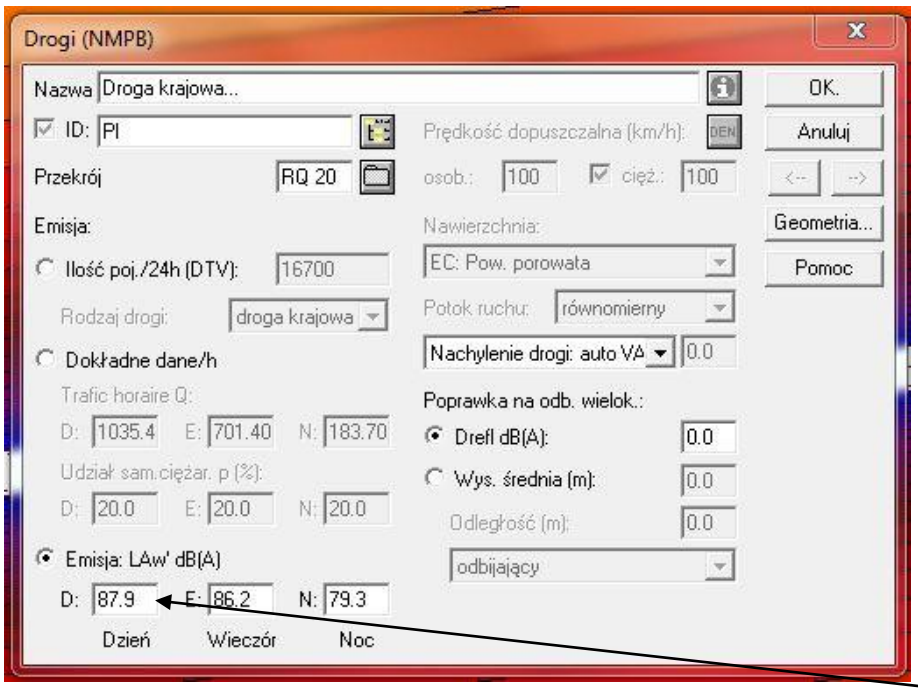
Korzystając z obliczeń wykonywanych w oparciu o specjalistyczne oprogramowanie obliczono w punktach obserwacji wartości równoważnego poziomu dźwięku wyznaczonych dla warunków ruchu zarejestrowanych podczas pomiaru. Dla rozpatrywanego przykładu wartości te wynoszą:

Tabela 24. Porównanie wartości obliczonych i zmierzonych poziomów dźwięku (przykład)

Nr punktu	wartość zmierzona L_{Aeq} [dB]	wartość obliczona L_{Aeq} [dB]	różnica [dB]
1	61,2	62,9	-1,7
2	66,5	67,9	-1,4
3	68,1	69,4	-1,3
4	73,2	74	-0,8
5	54,3	57,2	-2,9
średnia	**64,7**	**66,3**	**-1,6**
odch. standardowe	**3,6**	**6,4**	**0,8**
	Wartości obliczone zaprezentowano na mapie na następnej ilustracji		



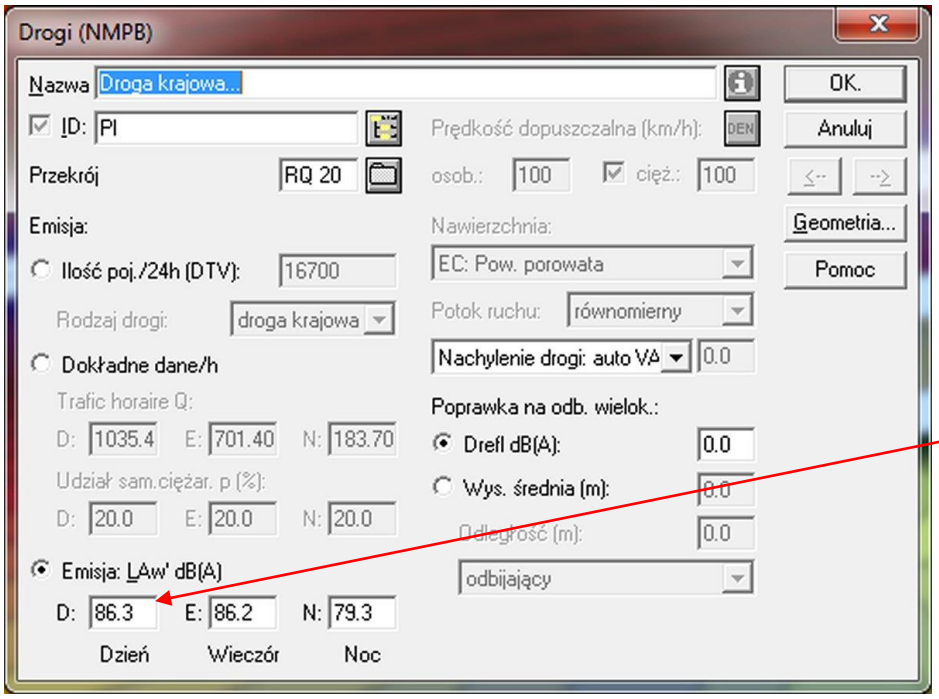
Rysunek 73. Prezentacja obliczonych wartości poziomów dźwięku w punktach obserwacji na tle mapy akustycznej (ilustracja do przykładu)



Rysunek 74. Panel wprowadzania danych ruchowych do obliczeń poziomów hałasu

Zgodnie z referencyjnym modelem rozprzestrzeniania się hałasu drogowego, źródło dźwięku – droga jest charakteryzowane parametrem – mocą akustyczną na jednostkę długości źródła. Moc tę oblicza się wg zależności zawartych w modelu, na podstawie przede wszystkim parametrów ruchu i arterii. Specjalistyczne programy do obliczeń akustycznych przeliczają omawiany parametr automatycznie i ujawniają jego wartość.

Wartości te (dla pór doby) w rozpatrywanym przykładzie pokazano na ilustracji powyżej.

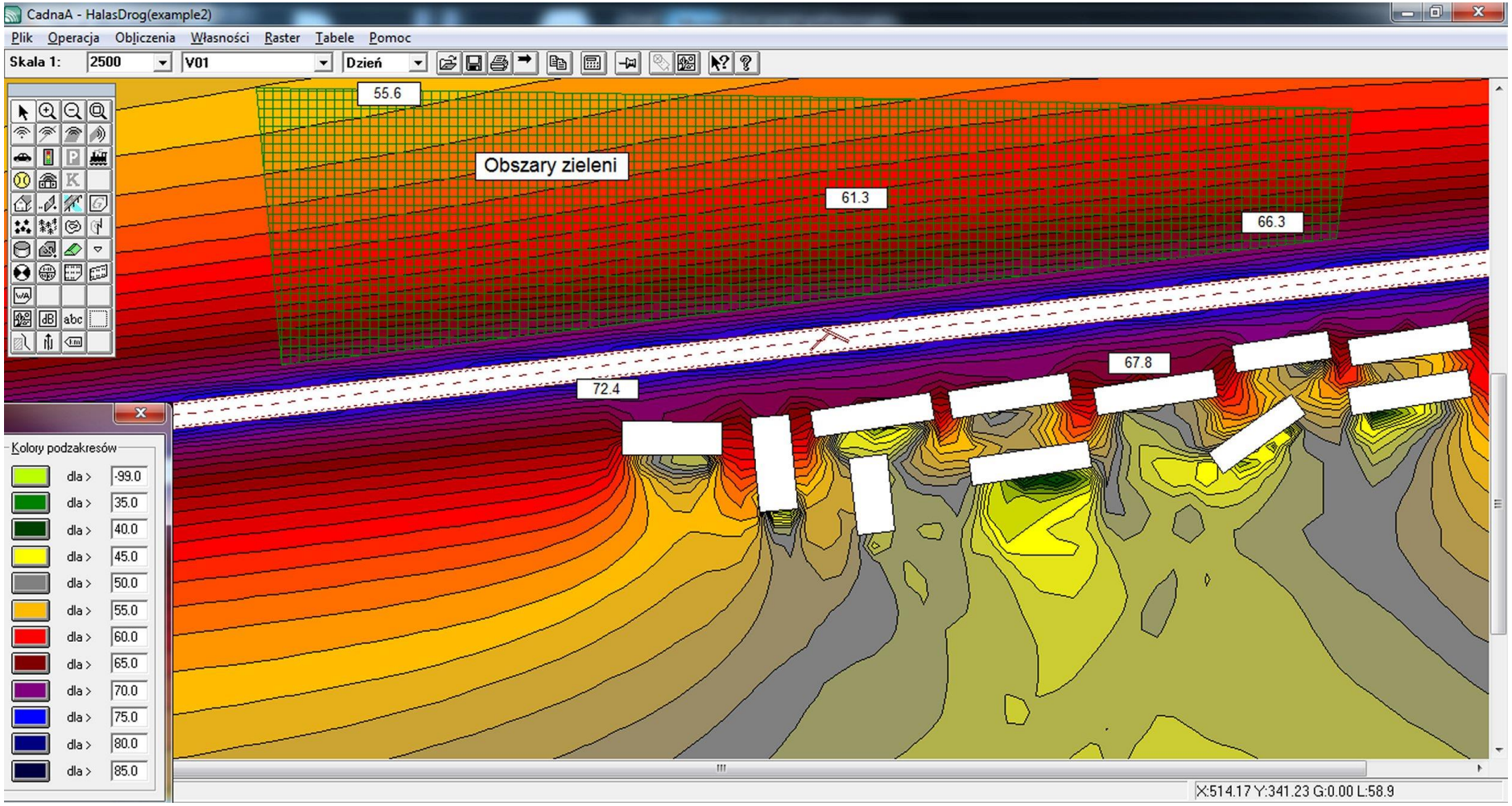


Rysunek 75. Korekta poziomu mocy akustycznej w rozpatrywanym przykładzie

W przypadku, gdy wyniki obliczeń przekraczają wyniki badań terenowych (co ma miejsce w omawianym przykładzie) należy obniżyć przyjęta do obliczeń moc źródła hałasu. W rozpatrywanym przypadku poprawka taka powinna wynieść -1,6 dB.

W efekcie jednostkowy poziom mocy akustycznej (na jednostkę długości) zamiast wartości 87,9 dB powinien wynosić 86,3 dB dla pory dziennej. Odpowiednio też powinny zostać skorygowane wartości dla pory wieczornej i nocnej

Oczywiście w innych przypadkach korekta może polegać na zwiększeniu wartości wyjściowej.



Rysunek 76. Ponownie przeliczona mapa akustyczna i poziomy dźwięku w punktach obliczeniowych po kalibracji modelu

Powiększenie wyjściowej wartości jednostkowej mocy akustycznej jest konieczne w przypadku, gdy wynik pomiaru przekracza wynik obliczeń poziomu dźwięku.

Po wprowadzeniu korekty odnośnie wartości mocy akustycznej na jednostkę długości wykonuje się pomiary przy pomocy skorygowanego modelu. W wyniku obliczeń uzyskuje się wartości poziomów dźwięku w punkcie odbioru (punktach) odpowiadające w większym stopniu wartości zmierzonej.

Tabela 25. Porównanie wartości obliczonych i zmierzonych poziomów dźwięku po procesie kalibracji modelu (przykład)

Nr punktu	wartość zmierzona L_{Aeq} [dB]	wartość obliczona L_{Aeq} [dB]	różnica [dB]
1	61,2	61,3	-0,1
2	66,5	66,3	0,2
3	68,1	67,8	0,3
4	73,2	72,4	0,8
5	54,3	55,6	-1,3
średnia	**64,7**	**65,1**	**0,0**
odch. standardowe	**3,6**	**3,4**	**0,2**

Uzyskana zgodność ta pozwala na ocenę, iż wyznaczony modelowo rozkład poziomów dźwięku odpowiada rozkładowi rzeczywistemu.

Inne przykłady kalibracji modeli:

Przechodząc do bardziej praktycznych, rzeczywistych przykładów (w celu instruktażowym) zestawiono tabelarycznie kilka charakterystycznych wyników badań kalibracyjnych. Pierwsze z zestawień odnosi się do badań hałasu emitowanego z terenu zakładu przemysłowego.

Tabela 26. Wyniki badań kalibracyjnych hałasu przemysłowego

Numer punktu obserwacji	Wysokość [m]	Obliczony poziom dźwięku L_{Aeq}[dB]	Odpowiadający punkt pomiarowy	Zmierzony poziom dźwięku L_{Aeq}[dB]	Różnica pomiędzy wartościami zmierzonymi , a obliczonymi [dB]
1	4	47,9	PP1	49,3	1,4
2	4	46,7	PP2	45,7	-1,0
3	4	47,2	PP3	48,4	1,2
4	4	49,0	PP11	47,5	-1,5
5	4	47,6	PP12	46,1	-1,5

6	4	44,6	PP13	44,8	-0,2
7	4	47,9	PP15	47,1	-0,8
			Odchylenie średnie		-0,3
			Odchylenie standardowe (wzór (23)		1,2
			Przedział ufności		0,9
			Odchylenie maksymalne		1,4
			Odchylenie minimalne		-1,5

Następny przykład odnosi się do badań kalibracyjnych hałasu drogowego. Badania prezentowane, wykonano w pełni w oparciu o metody referencyjne, a więc obejmowały one nie tylko wyznaczenie wartości poziomów dźwięku, lecz także wszystkich innych parametrów poza akustycznych (tutaj natężenia ruchu, składu potoku ruchu itp.).

Pomiary zaaranżowano w ten sposób, aby równocześnie:

- uzyskać wyniki badań rozkładu hałasu na elewacji wysokiego budynku, usytuowanego frontem do źródła – trasy komunikacyjnej (sytuacja rzeczywista),
- prześledzić zmienność poziomów dźwięku w funkcji godzin doby.

Parametrem akustycznym, którego wartość mierzono był równoważny, godzinny poziom dźwięku.

W załączonych tabelach zawarto (jak wspomniano w celach instruktażowych) wyjściowe źródłowe wyniki badań akustycznych, a następnie przetworzone i odniesione do proponowanego wyżej kryterium.

Tabela 27. Źródłowe wyniki badań kalibracyjnych hałasu drogowego

	Wysokość punktu obserwacji 26,5 m			Wysokość punktu obserwacji 14 m			Wysokość punktu obserwacji 6,5 m		
Godzina doby	Poziom zmierzony, dB	Poziom obliczony, dB	Różnica poziomów, dB	Poziom zmierzony, dB	Poziom obliczony, dB	Różnica poziomów, dB	Poziom zmierzony, dB	Poziom obliczony, dB	Różnica poziomów, dB
00-01	62,7	59,4	3,3	62,1	59,4	2,7	60,7	58,5	2,2
01-02	63,0	57,8	5,2	62,0	57,7	4,3	60,0	56,8	3,2
02-03	61,7	58,7	3,0	61,0	58,8	2,2	59,5	57,9	1,6
03-04	61,6	57,5	4,1	61,4	57,4	4,0	59,8	56,5	3,3
04-05	63,3	59,9	3,4	62,7	59,9	2,8	61,2	59,0	2,2
05-06	65,7	63,1	2,6	65,0	63,2	1,8	63,4	62,4	1,0
06-07	68,0	64,9	3,1	67,3	64,9	2,4	65,7	64,0	1,7
07-08	69,7	67,8	1,9	69,0	67,8	1,2	67,4	67,0	0,4
08-09	69,8	68,5	1,3	69,2	68,5	0,7	67,5	67,6	-0,1
09-10	69,6	67,4	2,2	68,8	67,3	1,5	67,1	66,5	0,6
10-11	69,9	67,9	2,0	69,1	67,9	1,2	67,6	67,1	0,5
11-12	69,4	68,2	1,2	68,6	68,2	0,4	67,2	67,3	-0,1

12-13	70,0	69,2	0,8	69,2	69,2	0,0	67,9	68,3	-0,4
13-14	69,6	68,4	1,2	68,7	68,4	0,3	67,4	67,6	-0,2
14-15	69,1	68,5	0,6	68,3	68,6	-0,3	67,2	67,7	-0,5
15-16	68,8	68,5	0,3	68,3	68,5	-0,2	67,0	67,6	-0,6
16-17	68,9	67,9	1,0	68,4	67,9	0,5	66,9	67,0	-0,1
17-18	69,3	68,8	0,5	68,6	68,8	-0,2	67,1	67,9	-0,8
18-19	68,9	67,5	1,4	68,1	67,5	0,6	66,6	66,6	0,0
19-20	68,2	67,0	1,2	67,6	67,0	0,6	66,2	66,0	0,2
20-21	66,6	65,3	1,3	66,0	65,3	0,7	64,5	64,4	0,1
21-22	67,0	63,0	4,0	66,6	63,0	3,6	65,1	62,0	3,1
22-23	65,3	63,6	1,7	64,8	63,5	1,3	63,1	62,6	0,5
23-24	64,5	60,8	3,7	63,8	60,5	3,3	62,3	59,5	2,8

Tabela 28. Podsumowanie badań kalibracyjnych hałasu drogowego

Parametr	Wysokość punktu obserwacji 26,5 m	Wysokość punktu obserwacji 14 m	Wysokość punktu obserwacji 6,5 m
Wszystkie godziny doby			
Średnia różnica między zmierzonymi, a obliczonymi poziomami dźwięku, dB	2,1	1,5	0,9
Odchylenie standardowe, dB (wzór 10)	1,3	1,4	1,3
Przedział ufności 95% dla 24 wartości godzinnych, dB	0,5	0,6	0,5
Pora dzienna			
Średnia różnica między zmierzonymi, a obliczonymi poziomami dźwięku, dB	1,5	0,8	0,2
Odchylenie standardowe, dB (wzór 10)	1,0	1,0	1,0
Przedział ufności 95% dla 16 wartości godzinnych, dB	0,5	0,5	0,5
Pora nocna			
Średnia różnica między zmierzonymi, a obliczonymi poziomami dźwięku, dB	3,4	2,8	2,1
Odchylenie standardowe, dB (wzór 10)	1,0	1,0	1,0
Przedział ufności 95% dla 8 wartości godzinnych, dB	0,7	0,7	0,7

W przypadku hałasu przemysłowego zastosowany model obliczeniowy spełniał zakładane kryteria. W przypadku hałasu drogowego sytuacja nie była tak klarowna. Uzyskane wartości kryterialne pozwalały na stwierdzenie, że warunek konieczny zgodności modelu obliczeniowego z wynikami pomiarów zarówno dla pory dziennej, jak też pory nocnej, został spełniony. Niemniej analiza szczegółowych wartości godzinnych[29] wskazuje, szczególnie wyraźnie w porze nocnej, że wyniki pomiarów są zawsze wyższe niż obliczeń, a różnica może dojść nawet do ok. 5 dB (na najwyższej kondygnacji). W takiej sytuacji należy opracować i zastosować poprawkę kalibracyjną.

[29] w tym celu przytoczono w tabeli wyniki źródłowe

11.4. MONITORINGOWE BADANIA HAŁASU O CHARAKTERZE OKRESOWYM NA WYBRANYM TERENIE

W niniejszym rozdziale zaprezentowano podstawy metodyczne i przykłady:

- wielodobowych pomiarów monitoringowych hałasu na obszarach mniejszych miast,
- monitoringowych badań hałasu prowadzonych przez wojewódzkie inspektoraty ochrony środowiska na obszarach, o których mowa w art. 117, ust. 5 Poś.

11.4.1. Przykład metodyczny wielodobowych pomiarów monitoringowych hałasu na obszarach miejskich

11.4.1.1. Ogólne zalecenia metodyczne wykonywania pomiarów, przyjęte w rozpatrywanym przypadku

Wyróżnić można dwie cechy tych badań, aby móc zakwalifikować je jako przydatne w procesie mapowania akustycznego:

- jednoznaczne dla dłuższych okresów czasu rozpoznanie klimatu akustycznego w danym rejonie (imisja),
- określenie charakterystycznych okresów aktywności i parametrów źródeł hałasu w środowisku, co jest istotne do wyznaczenia długookresowych poziomów dźwięku.

Przyjęcie powyższych przesłanek wskazuje, iż wśród proponowanych w metodach referencyjnych technik badań hałasu komunikacyjnego wartość równoważnego poziomu dźwięku L_{Aeq} wyznaczana być powinna metodą ciągłej rejestracji sygnału akustycznego hałasu drogowego. Metoda ta stosowana jest do nieprzerwanych wielogodzinnych i wielodniowych obserwacji hałasu w danym punkcie pomiarowym.

Do podstawowych zaleceń metodycznych należy zaliczyć następujące zagadnienia:

Rysunek 77. Przykład przenośnego monitora hałasu, umożliwiającego jednak pomiary długotrwałe z uwagi na specjalne zabezpieczenia przyrządów przed niekorzystnymi warunkami atmosferycznymi

1) Stosowanie zestawów pomiarowych umożliwiających ciągłą rejestrację poziomu dźwięku w nieulotnej pamięci miernika ze ściśle zadanymi (dokumentowanymi wydrukiem) parametrami pracy miernika oraz spełniających obowiązujące uwarunkowania metrologiczne
2) Pamięć miernika powinna umożliwić rejestrację przebiegów zmian poziomów dźwięku z częstotliwością próbkowania nie mniejszą niż 2s z okresu co najmniej jednego pełnego tygodnia (z uwzględnieniem świąt, sobót i niedziel)..

Rysunek 78. Jedno z rozwiązań automatycznego systemu mobilnego monitoringu hałasu

3) Pomiary akustyczne powinny być skorelowane z pomiarami warunków meteorologicznych w zadanym obszarze badań.
4) Zarejestrowane w pamięci przyrządu pomiarowego wyniki badań powinny zostać przeniesione z miernika do komputera i przed dalszym przetwarzaniem – zapamiętane w postaci źródłowej.

Na przykładzie dotychczasowych doświadczeń z przeprowadzonych badań wynika, iż bazując na nowoczesnych zestawach pomiarowych wraz z oprogramowaniem wymiany danych z komputerem, zachowując kryteria metodyki referencyjnej pomiarów ciągłych (w ograniczonym czasie – do tygodnia lub kilku tygodni), można prowadzić monitoring hałasu w jednolity sposób (w skali kraju).

Przy zadanych parametrach pracy aparatury, właściwym przygotowaniu lokalizacji miejsc pomiarowych i odpowiedniemu zabezpieczeniu źródła energii podtrzymującej proces rejestracji zmian przebiegu poziomu dźwięku w funkcji czasu, można pozyskać właściwe dane wejściowe do wyznaczenia długookresowych wskaźników poziomu hałasu z trzech podstawowych okresów roku, tj. pory wiosny, pory lata i pory jesieni. Pora zimy ze względu na specyficzne warunki pogodowe byłaby w pomiarach na ogół pomijana.

Wykonanie pomiarów w dłuższym okresie czasu, z zachowaniem powyższych wymagań podstawowych, zapewniających pełną informację o sygnale akustycznym, pozwala na jednoznaczność umożliwiającą wykorzystanie wyników do walidacji wyników badań modelowych w procesie mapowania akustycznego.

11.4.1.2. Przykład organizacji monitoringu hałasu na obszarze miasta

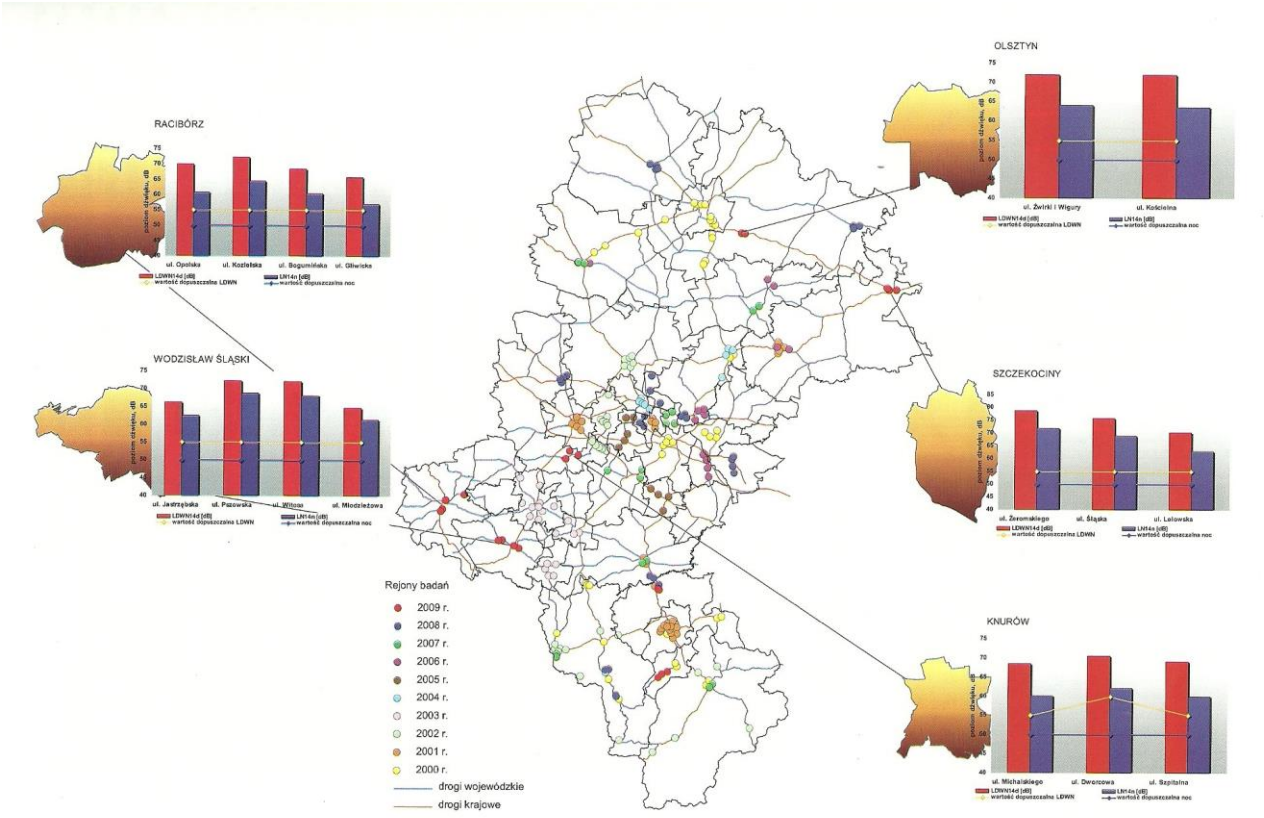
Prezentowany przykład jest propozycją badań w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska, których wyniki można wykorzystać następnie w procesie realizacji mapy akustycznej[30]. W jego ramach, dla Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska w Katowicach, przeprowadzono mię-

[30] Przykład oparty na badaniach wykonanych przez Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Katowicach, a materiał metodyczny i ilustracyjny zaczerpnięto z publikacji Wojewody Śląskiego i Wojewódzkiego Inspektora Ochrony Środowiska pn. „Ocena jakości środowiska w województwie śląskim w zakresie hałasu, na podstawie badań monitoringowych i inspekcyjnych WIOŚ w Katowicach oraz zarządców dróg i lotnisk, w latach 2000 – 2009. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Katowice 2010

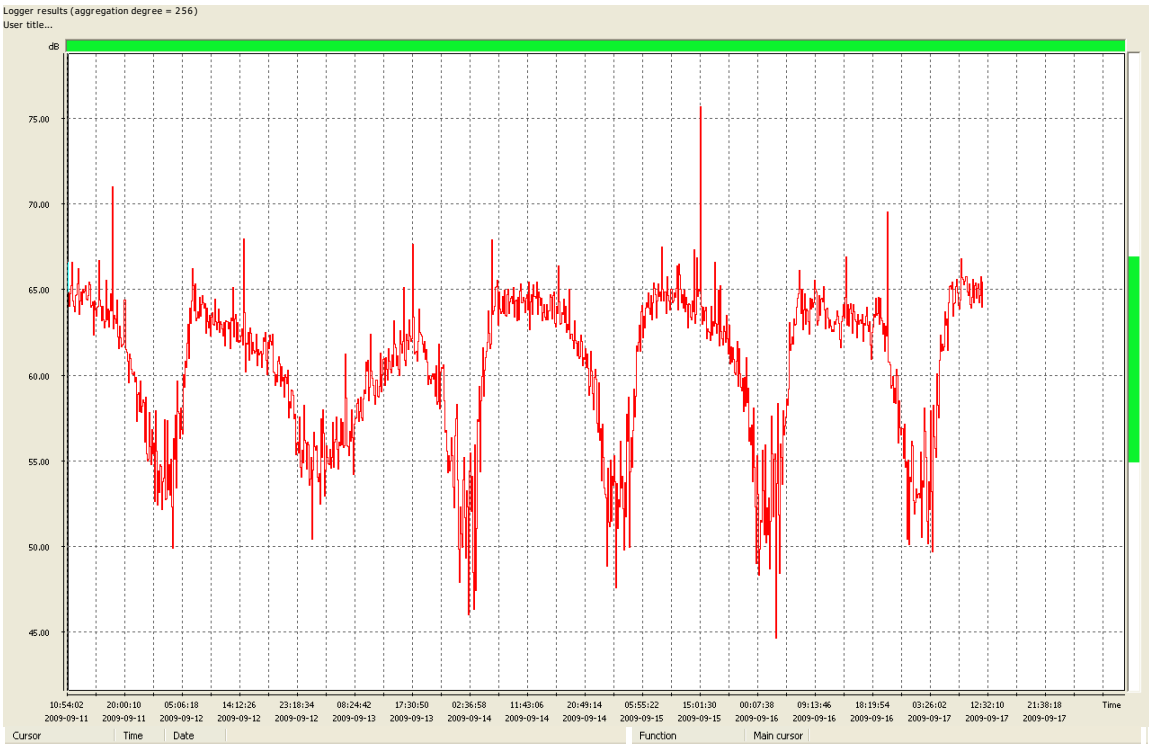
dzy innymi badania na terenie kilku miast województwa, m.in. Wodzisławia Śląskiego; większość przykładów zamieszczonych w dalszym ciągu tego rozdziału pochodzi z tego miasta.

Badania akustyczne zaprogramowano uwzględniając w wyborze rejonów badawczych, drogi o charakterze krajowym i wojewódzkim, przebiegające przez strukturę urbanistyczną danego miasta.

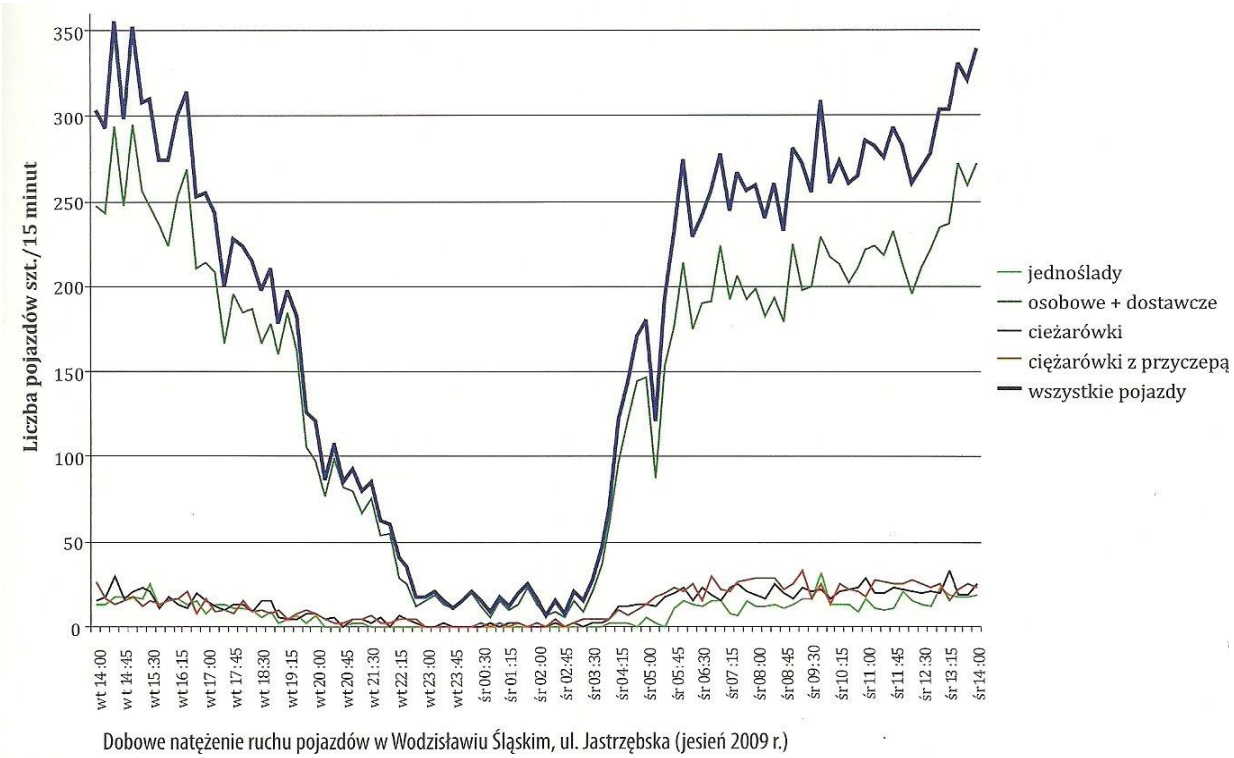
Na terenie Wodzisławia Śląskiego ustalono ogółem 4 rejony badawcze, w których monitorowano w tzw. punktach referencyjnych (przyjętych za referencyjne) zmiany poziomu dźwięku w porze wiosennej, letniej i jesiennej. Poprawność prowadzonych analiz potwierdzona została rezultatami pomiarów środowiskowych poprzez uzyskanie równoważnego poziomu dźwięku w reprezentatywnych punktach pomiarowych jako wartości średniej ze wszystkich przebadanych dób w roku.



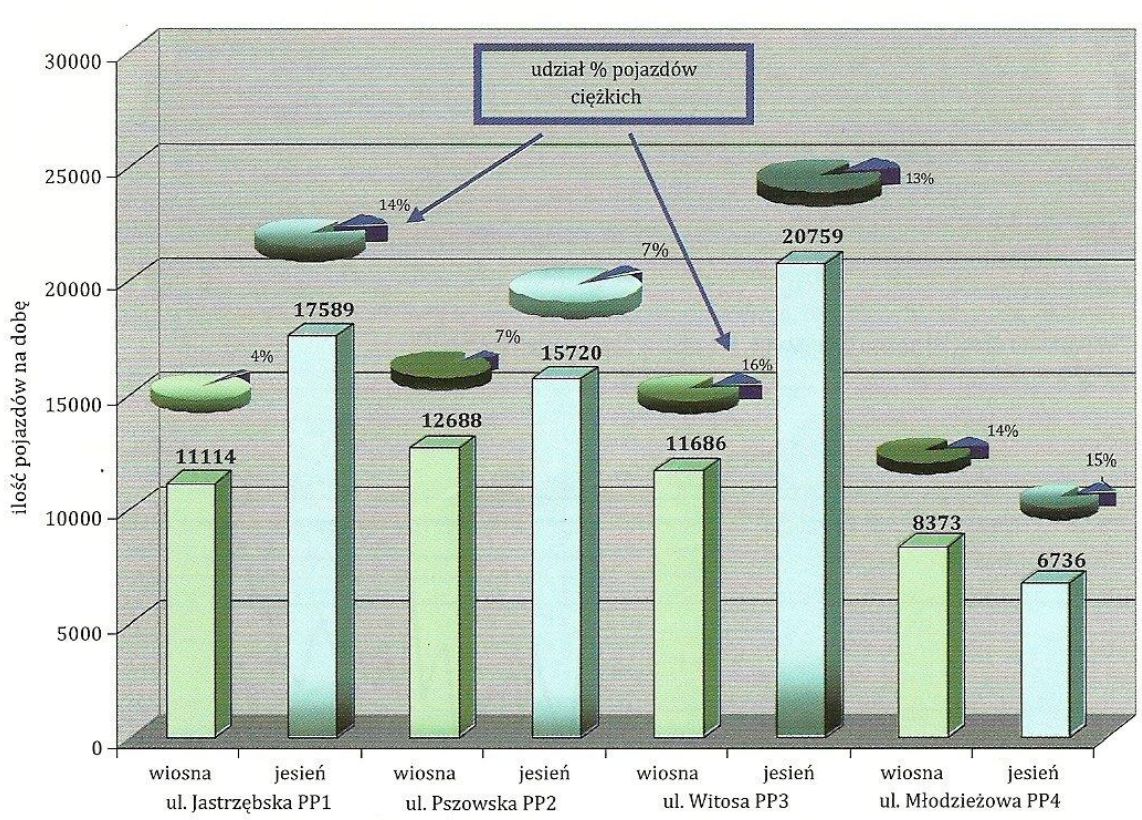
Rysunek 79. Przykład lokalizacji rejonów badań monitoringowych hałasu na terenie mniejszych miast woj. śląskiego (wg badań WIOŚ w Katowicach)



Rysunek 80. Monitoring tygodniowych zmian poziomu dźwięku w funkcji czasu z okresu tygodnia (przykład z Wodzisławia Śląskiego)



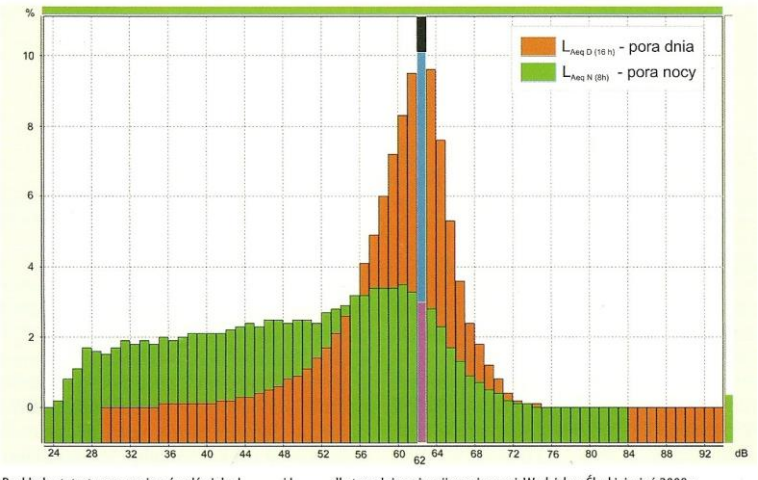
Rysunek 81. Zmierzone dobowe natężenia ruchu różnego rodzaju pojazdów (przykład z Wodzisławia Śląskiego).



Rysunek 82. Zmierzone parametry ruchu na poszczególnych ciągach komunikacyjnych, objętych badaniami

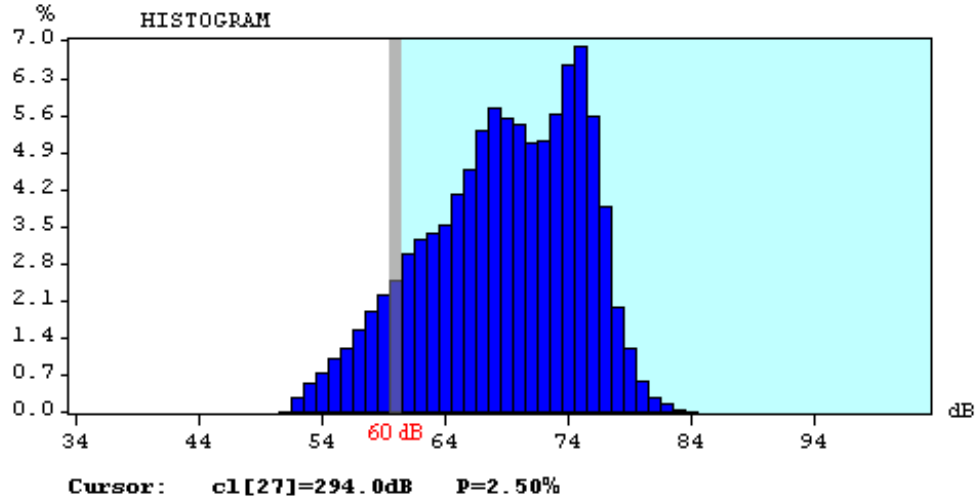
Lokalizacja punktów przyjętych za referencyjne odpowiadała pierwszemu rzędowi zabudowy mieszkaniowej sąsiadującej z rozpatrywaną drogą.

Symultanicznie z pomiarami monitoringowymi rejestrowano również poziomy dźwięku ruchu pojazdów w funkcji odległości w wybranych godzinach pory dnia przy równoczesnym pomiarze struktury i natężenia ruchu na wybranych trasach drogowych. Niepewność całkowita wyznaczonego równoważnego poziomu dźwięku A, od źródeł hałasu drogowego, określonego dla czasu odniesienia T, w poszczególnych punktach obserwacji, w środowisku zewnętrznym, szacowano na poziomie ufności 0.95 (dla współczynnika rozszerzenia k=2), wynosiła nie więcej niż 1,6 [dB]. W materiale ilustracyjnym (na rysunkach i wykresach) zaprezentowano przykładową dokumentację źródłową z badań monitoringowych hałasu.



Rozkłady statystyczne poziomów dźwięku $L_{Aeq\ D(16h)}$ i $L_{Aeq\ N(8h)}$ dla tygodniowej sesji pomiarowej. Wodzisław Śląski, jesień 2009 r.

Rysunek 83. Rozkład statystyczny poziomów dźwięku dla tygodniowej sesji pomiarowej

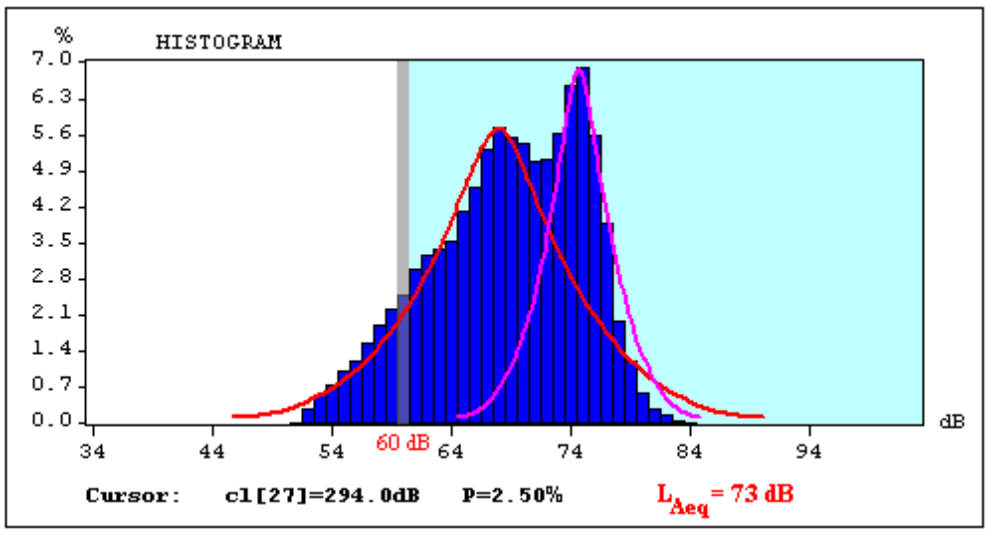


Rysunek 84. Rozkład statystyczny zmian poziomu dźwięku rejestrowany w punkcie referencyjnym (na wykresie zaznaczono obszar powyżej 60 dB)

Istotną częścią wyników badań monitoringowych stanowią analizy statystyczne. Informacje wynikające z analiz statystycznych mogą być bardzo przydatne do analiz niepewności badań (pomiarów)[31]. Analiza taka opiera się na założeniu pewnego rozrzutu statystycznego wyników. Na ogół zakładany jest rozkład normalny rozrzutu wyników. W przypadku wielkości poziomów dźwięku, tzn. logarytmów z natężenia dźwięku, brany jest czasem pod uwagę rozkład log-normalny[32].

Jednakże w odniesieniu do hałasu drogowego zastosowanie obu rozkładów może być zawodne. Bowiem sygnał akustyczny w tym przypadku stanowi często sumę dwóch rozkładów (zbliżonych do normalnego), a związanych z przejazdami dwóch różniących się typów pojazdów – lekkich oraz ciężkich. Sytuację taką zaprezentowano graficznie (Rysunek 84) na tle analizy statystycznej z poprzedniego rysunku (Rysunek 85).

Statystyczne analizy mierzonego sygnału akustycznego w dłuższym czasie mogą być także przydatne do określenia warunków tła akustycznego na danym obszarze.

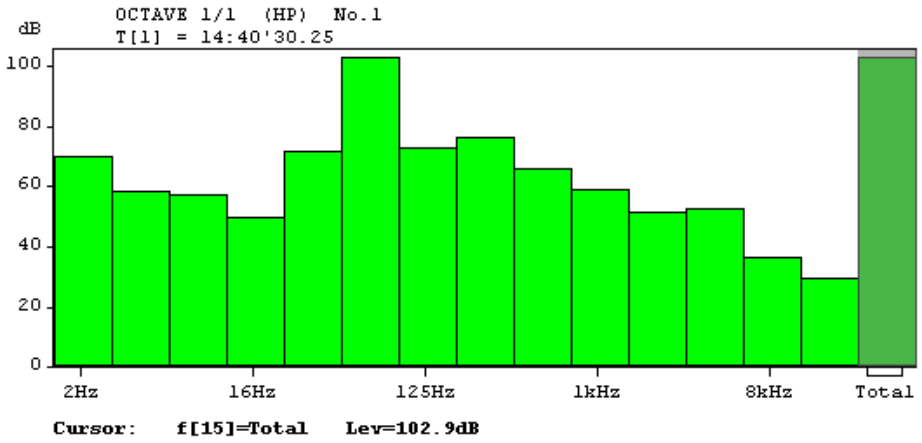


Rysunek 85. Krzywe dwóch rozkładów normalnych o różniących się parametrach na tle wyników analiz statystycznych badań monitorigowych hałasu w mieście.

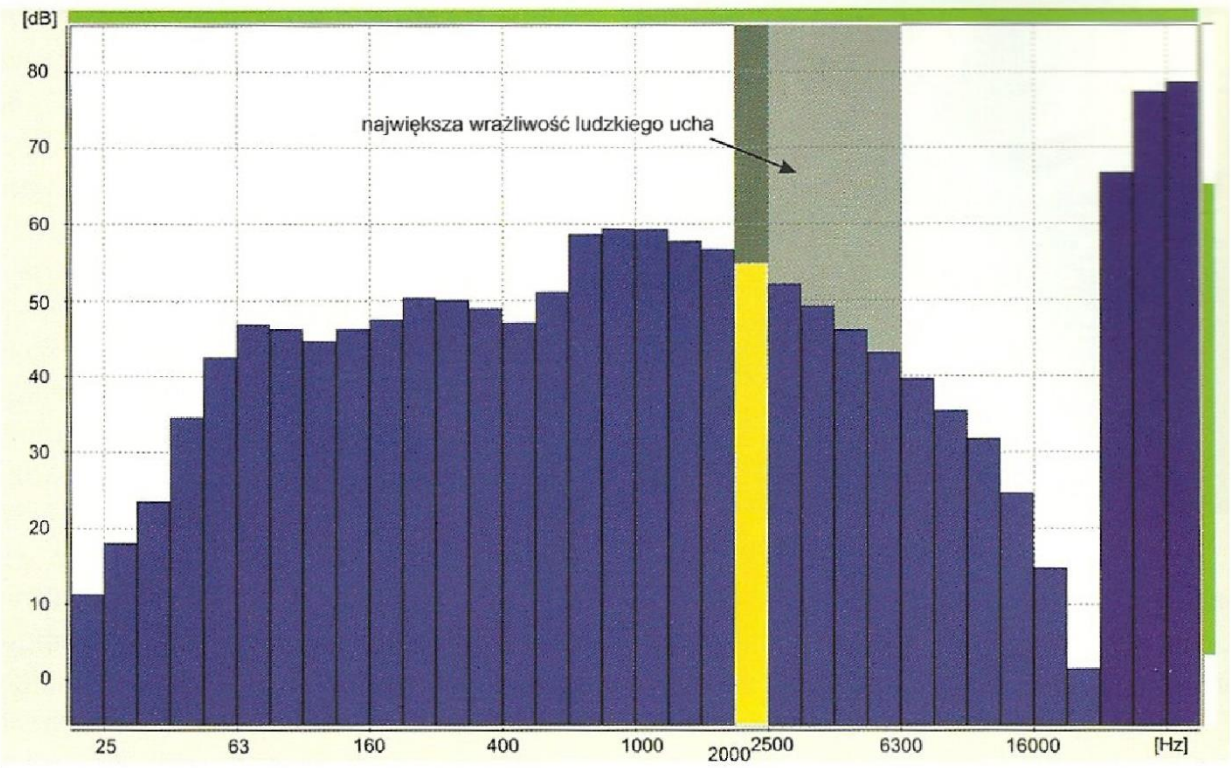
[31] analizę taką zobowiązane jest wykonać każde laboratorium posiadające certyfikat akredytacji w zakresie pomiarów hałasu. Jednakże dobra praktyka laboratoryjna stanowi, iż praktycznie wszystkie wyników pomiarów powinny być rozszerzone o analizę niepewności, stanowiącej o jakości uzyskanych wyników.

[32] doświadczenia autora wskazują, iż częściej rozkład poziomów dźwięku w środowisku jest zbliżony do rozkładu normalnego niż log-normalnego.

Obszar zacieniony na wykresie z analizą statystyczną (Rysunek 84) informuje jaki jest udział procentowy poziomów dźwięków powyżej 60 dB. Szczyt rozkładu statystycznego przypadał na poziom 60 dB a jego prawdopodobieństwo występowania wynosiło około 7,2 %.



Rysunek 86. Analiza częstotliwościowa w pasmach oktawowych dla zarejestrowanych zmian poziomu dźwięku z okresu doby w referencyjnym punkcie pomiarowym



Tercjowa analiza częstotliwościowa tygodniowej sesji pomiarowej hałasu drogowego. Wodzisław Śląski, jesień 2009 r.

Rysunek 87. Analiza częstotliwościowa w pasmach 1/3 oktawowych (tercjowych) dla zarejestrowanych zmian poziomu dźwięku z okresu tygodnia w referencyjnym punkcie pomiarowym

Nowoczesne modele do wyznaczania wartości poziomów hałasu w środowisku w procesie obliczeń biorą pod uwagę parametry częstotliwościowe:

- emisyjne (źródło),

– propagacji (własności akustycznego zagospodarowania i pokrycia terenu oraz pochłaniania dźwięku w atmosferze itp.).

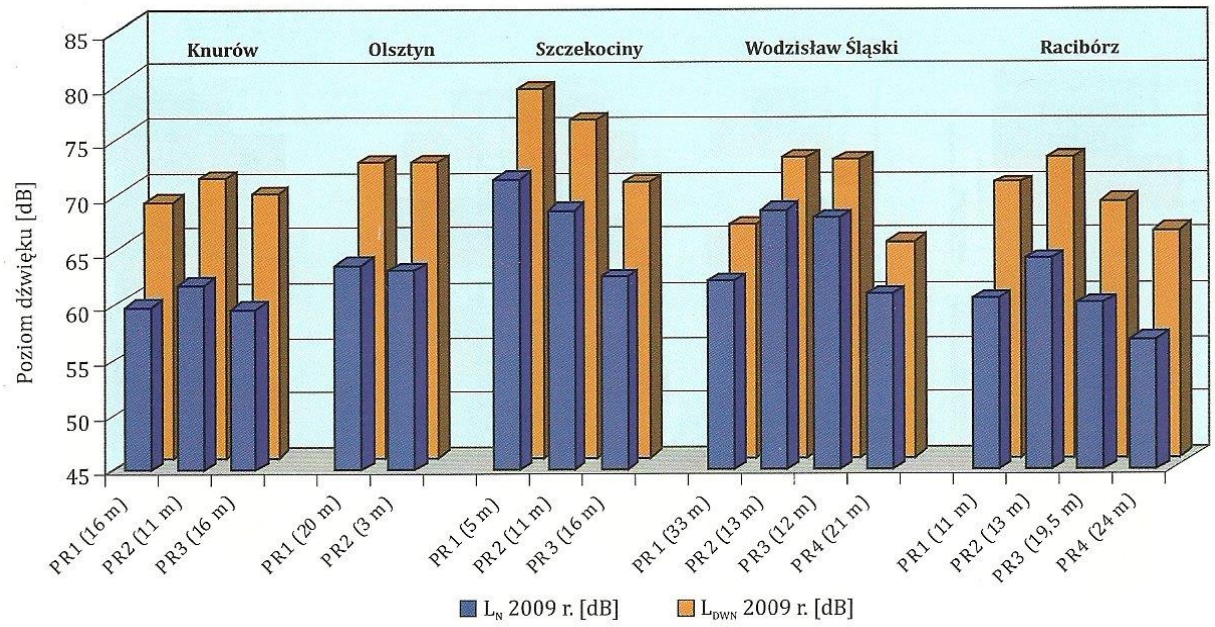
Tabela 29. Fragment tabeli z podsumowującymi wynikami monitoringowych pomiarów hałasu(przykład)

miasto	rejon badań	pora roku	data pomiaru	dzień tygodnia	odległość od krawędzi jezdni [m]	wysokość usytuowania mikrofonu pomiarowego [m/kondygnacja]	poziomy dźwięku A w [dB] wyrażone wskaźnikami:					
							L_{DWN}			L_N		
							równoważny poziom dźwięku A	poziom dopuszczalny	przekroczenie poziomu równoważnego	równoważny poziom dźwięku A	poziom dopuszczalny	przekroczenie poziomu równoważnego
Mikołów	**PR1** ul. Katowicka 132 (przedszkole nr 4)	lato / jesień	2007-11-12	*pn*	23	4m	75,4	60	15,4	67,1	50	17,1
			2007-08-21	*wt*			75,1	60	15,1	67,1	50	17,1
			2007-08-22	*śr*			76,1	60	16,1	68,1	50	18,1
			2007-08-23	*czw*			75,4	60	15,4	67,4	50	17,4
			2007-08-24	*pt*			76,1	60	16,1	68,3	50	18,3
			2007-11-10	*sb*			73,7	60	13,7	64,1	50	14,1
			2007-11-11	*nd*			73,0	60	13,0	65,4	50	15,4
	PR2 ul. Beskidzka (ul.Kochanowskiego)		2007-09-03	*pn*	75	4m	61,8	60	1,8	54,3	50	4,3
			2007-09-04	*wt*			61,0	60	1,0	52,7	50	2,7
			2007-09-05	*śr*			64,4	60	4,4	57,0	50	7,0
			2007-09-06	*czw*			59,0	60	-	b.d.	50	-
			2007-10-26	*pt*			62,9	60	2,9	54,5	50	4,5
			2007-10-27	*sb*			59,2	60	-	49,7	50	-
			2007-10-28	*nd*			60,1	60	0,1	52,4	50	2,4
	PR3 Bujaków, ul. Ks.Franciszka Górka		2007-10-29	*pn*	6	4m	70,7	55	15,7	61,5	50	11,5
			2007-08-28	*wt*			72,9	55	17,9	63,4	50	13,4
			2007-08-29	*śr*			72,9	55	17,9	64,0	50	14,0
			2007-08-30	*czw*			72,1	55	17,1	64,2	50	14,2
			2007-10-26	*pt*			71,0	55	16,0	61,9	50	11,9
			2007-10-27	*sb*			68,2	55	13,2	58,6	50	8,6
			2007-10-28	*nd*			67,9	55	12,9	60,0	50	10,0

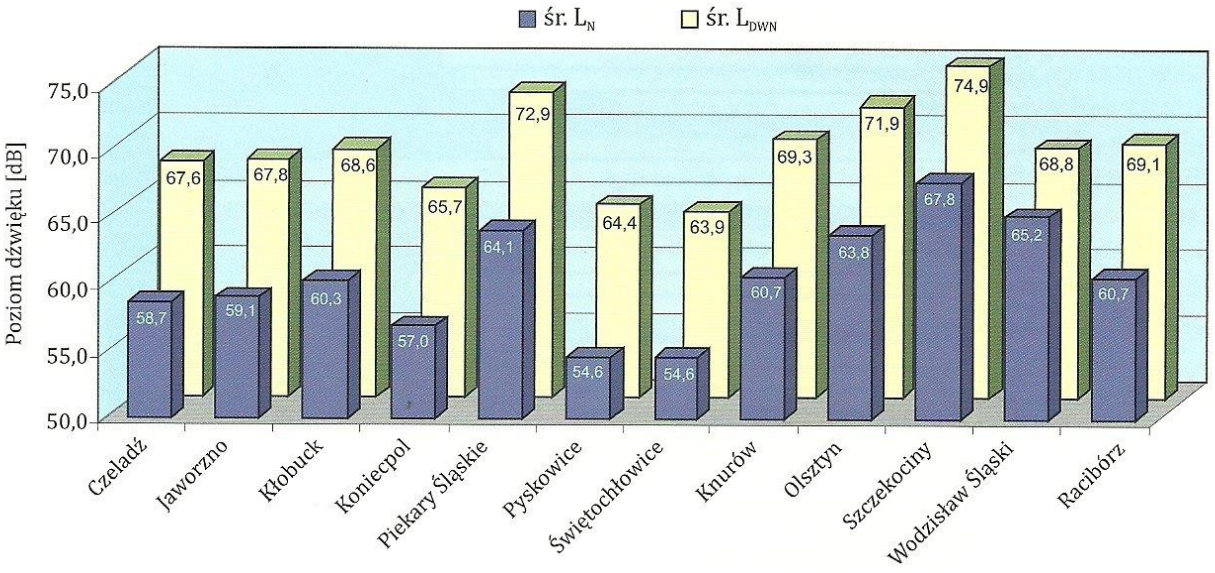
W takiej sytuacji narzędzie do obliczeń modelowych musi zostać zasilone danymi wejściowymi odniesionymi do częstotliwości. Stąd też w pomiarach, zarówno prowadzących do oceny emisyjnych danych wejściowych, jak też służących kalibracji modelu niezbędne staje się wykonywanie terenowych badań, których wyniki zostają uśrednione w czasie, lecz także – w funkcji częstotliwości.

Typowe wyniki analiz hałasu (tutaj – komunikacyjnego) pokazano na diagramach (Rysunek 86 oraz Rysunek 87).

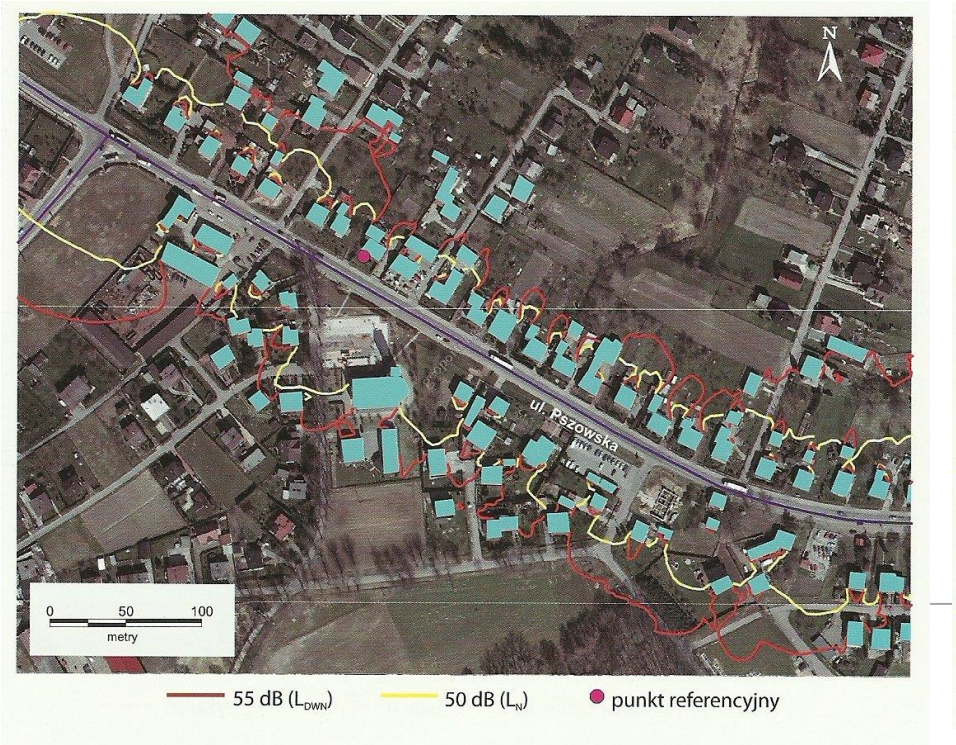
Wszystkie przytoczone powyżej sposoby analizy hałasu i rejestracji wyników, gwarantując powtarzalność wyników i możliwość przejrzenia ich oraz interpretacji nawet po upływie dłuższego czasu po ich zebraniu, służą do rozpoznania stanu akustycznego środowiska ujednoliconymi, porównywalnymi metodami.



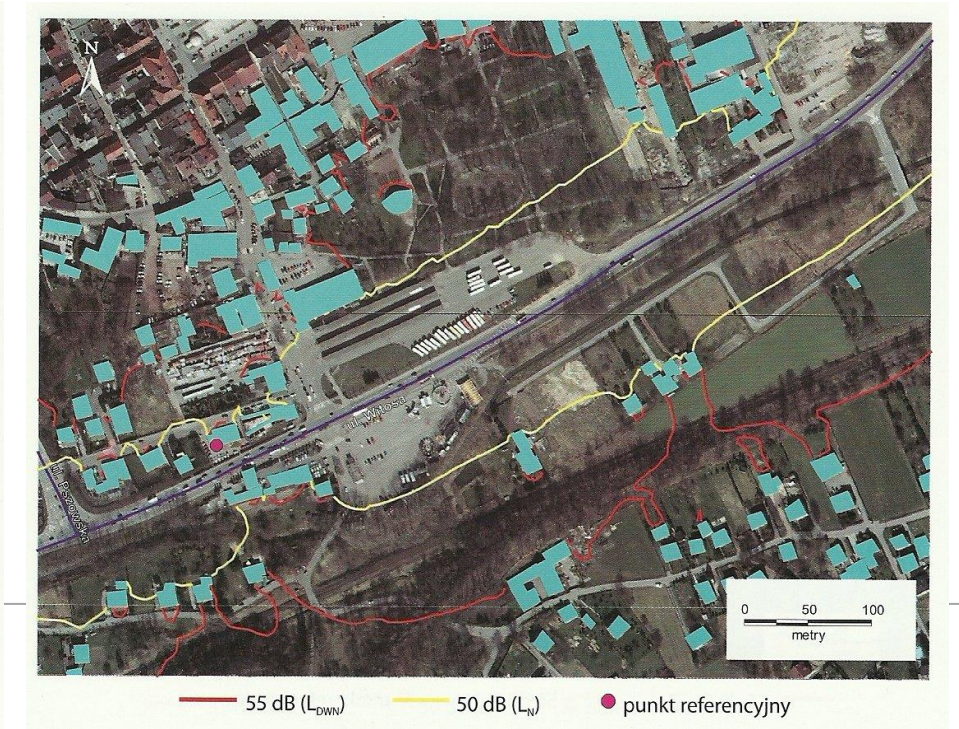
Rysunek 88. Wartości poziomów L_{DWN} oraz L_N dla miast objętych monitoringiem hałasu z uwzględnieniem odległości punktów pomiarowych od skrajni drogi



Rysunek 89. Wyniki badań wartości poziomów L_{DWN} oraz L_N dla miast objętych monitoringiem hałasu



Rysunek 90. Przykładowy fragment mapy akustycznej (Wodzisław Śląski), do wykonania której posłużono się wynikami monitoringowych badań hałasu, scharakteryzowanych wyżej (autor opracowania mapy: Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Katowicach)



Rysunek 91. Inny, przykładowy fragment mapy akustycznej (Wodzisław Śląski), do wykonania której posłużono się wynikami monitoringowych badań hałasu, scharakteryzowanych wyżej (autor opracowania mapy: Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Katowicach)

11.4.2. Monitoringowe badania hałasu prowadzone przez wioś - przykład metodyczny

11.4.2.1. Informacje ogólne

Badania hałasu o charakterze monitoringowym prowadzone przez wojewódzkie inspektoraty ochrony środowiska w ramach wypełniania obowiązków wynikających z art. 117, ust. 5 Poś. Jednym z celów realizacji tych badań jest opracowywanie lokalnych map akustycznych dla miast, dróg (i opcjonalnie – linii kolejowych) nie podlegających prawnemu obowiązkowi opracowywania map akustycznych zgodnych z wymaganiami krajowych przepisów prawnych, opartych na Dyrektywie 2002/49/WE.

Przyjęto, iż wyniki monitoringowych badań hałasu powinny być wykorzystywane przez inspektorat wojewódzki do wykonania ocen stanu akustycznego środowiska w danym województwie. Część tych ocen jest przygotowywana w postaci ***lokalnych map akustycznych***.

Zakres badań w danym roku, i ich intensywność ustalana jest w programach państwowego monitoringu środowiska – PPMŚ (obecnie – PPMŚ na lata 2016 -2020. Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, 2015 [81]) i wynika z aktualnych możliwości techniczno – organizacyjnych i ekonomicznych. Zagadnienie to nie będzie rozwijane niniejszych wytycznych. Natomiast zarysowane zostaną podstawy metodyczne działań, które są podejmowane (lub docelowo – będą podejmowane) przez wioś.

11.4.2.2. Przygotowanie badań

Przygotowanie do badań powinno zawierać początkowo:

- analizę potrzeb wynikających z aktualnej sytuacji w zakresie oddziaływania hałasu w województwie,
- koncepcję wyboru ***obszarów***,
- określenie lokalizacji punktów pomiarowych.

Podstawowym pojęciem w ramach programowania badań monitoringu hałasu jest pojęcie **obszaru**. Nie ma ono definicji ściślej. Bowiem działania tutaj opisywane odnoszą się do nie zdefiniowano także ściśle, lokalnego **zjawiska hałasu**.

Ze względu na tę „lokalność oddziaływania" nie ma możliwości określenia z góry optymalnej lokalizacji punktu pomiarowego. Jego usytuowanie jest związane z miejscem uciążliwej, nadmiernej ekspozycji na hałas. Miejsca takie są nieregularnie rozłożone na danym **obszarze**.

Natomiast identyfikacja takich **obszarów**, poprzedzająca wytypowanie punktów pomiarowych, musi być zawsze poprzedzona:

- rozpoznaniem rozkładu i wielkości źródeł hałasu w interesującym nas rejonie,
- rozpoznaniem ekspozycji na hałas:
  - w kategoriach obiektywnych (zakresu poziomów dźwięku, o ile taka wiedza jest dostępna),
  - w kategoriach subiektywnych (intensyfikacja uciążliwego oddziaływania hałasu), czyli analiza skarg na nadmierny hałas. O ile pojedyncze skargi, ważne z punktu widzenia społecznego, nie zawsze będą mogły zostać uwzględnione z uwagi na stosunkowo niewielkie możliwości rozszerzania badań, o tyle zgromadzenie większej liczby skarg na niewielkim obszarze wskazuje, że obszar ten zasługuje na pogłębione analizy i badania

Ważnym kryterium identyfikacji potrzeb, a w szczególności wyboru obszarów do badań jest aktualny stan rozpoznania klimatu akustycznego w województwie. W miarę potrzeby należy dążyć do tego, aby wybierając lokalizacje nowych obszarów, wiązać się z obszarami już rozpoznanymi pod względem akustycznych.

11.4.2.3. Wybór obszarów i lokalizacja przekrojów pomiarowych

Podstawowym kryterium wyboru obszaru i lokalizacji punktu pomiarowego badań monitoringowych hałasu jest założenie uzyskania informacji o terenach, na których występuje największa ekspozycja na hałas.

Uwaga:

Podkreślenia wymaga stwierdzenie, że wszystkie wymienione w niniejszym rozdziale kryteria mają charakter pomocniczy.

Prace nad przygotowaniem pomiarów hałasu komunikacyjnego są związane z pracą nad mapą. Poszczególne etapy działań zaprezentowano poniżej.

Etap 1: Wybór miejscowości, o liczbie mieszkańców poniżej 100 tysięcy,

Wśród wszystkich potencjalnych obszarów wybierać należy – oczywiście z uwzględnieniem lokalnych uwarunkowań, początkowo miejscowości w hierarchii:

- od największej obszarowo i ludnościowo,
- i/lub mającej na swym obszarze najwięcej odcinków dróg i/lub linii kolejowych przynajmniej o znaczeniu wojewódzkim lub krajowym (nie objętych mapami akustycznymi),
- gdzie występują skargi społeczności lokalnej.

Etap 2. Wstępne określenie obszarów badań na terenie wybranej miejscowości, w wyniku zgrubnej analizy zagospodarowania terenu, a w szczególności:

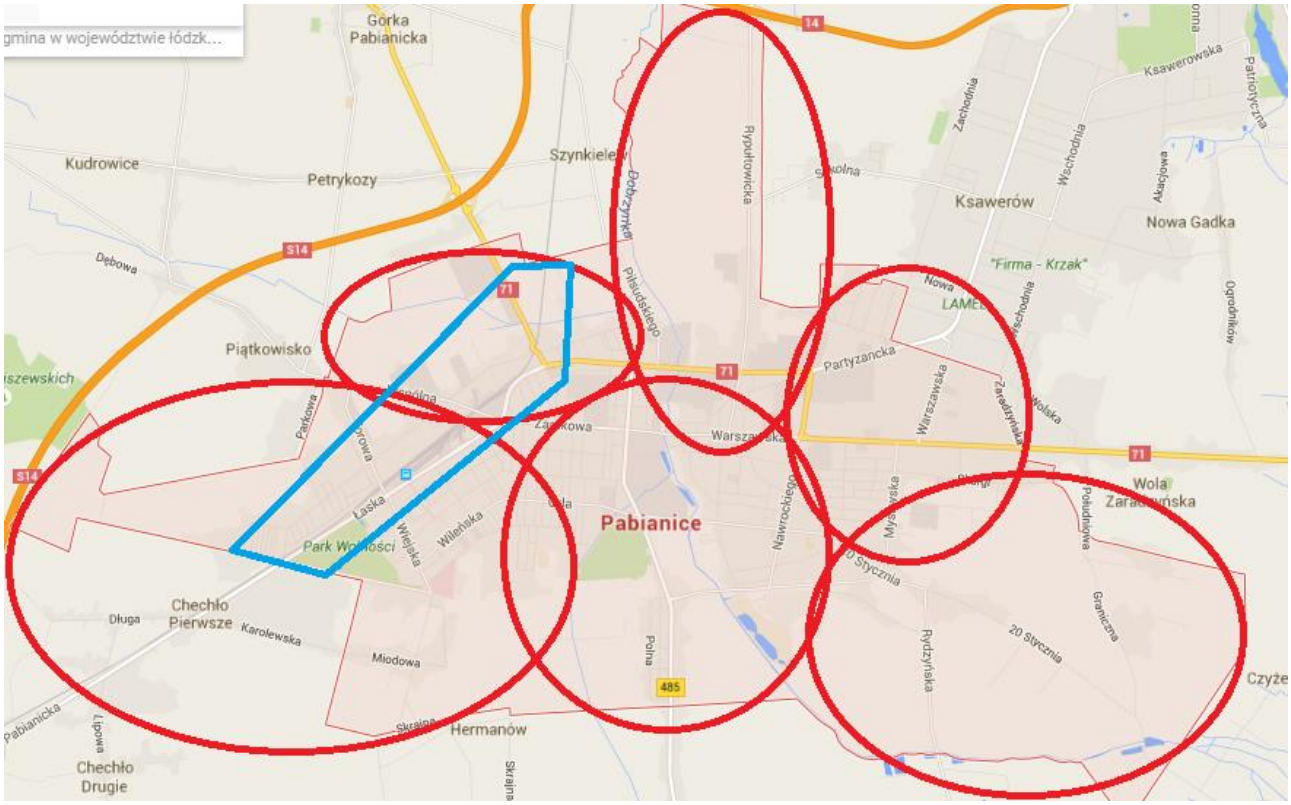
- otoczenia dróg krajowych/wojewódzkich,
- otoczenia linii kolejowych.

Przykład wstępnej identyfikacji ***obszarów*** pokazano na poniższym schemacie – planie miasta (oznaczenia kolorowymi elipsami). Wybór miasta i obszarów do poniższego przykładu jest zupełnie przypadkowy. Dla przykładowego miasta wybrano 5 obszarów dla hałasu drogowego oraz jeden obszar dla hałasu kolejowego.

Wyznaczenie konkretnego obszaru badań jest pochodną aktualnej sytuacji i potrzeb w zakresie analizy stanu akustycznego środowiska w danym województwie. Obszarami badań mogą być (przykładowo):

- miasto,
- dzielnica,
- osiedle,
- obszar otaczający uciążliwe szlaki komunikacyjne,
- obszar otaczający węzły komunikacyjne,
- lotniska i lądowiska wraz z ich otoczeniem,

– otoczenie dużych zakładów przemysłowych itp.



Rysunek 92. Schemat wyboru obszaru badań (na czerwono zaznaczono obszary badań hałasu drogowego, na niebiesko obszar badań hałasu kolejowego) (źródło: IOŚ-PIB)

Etap 3. Naniesienie na mapę buforów wzdłuż źródeł.

Uwaga: Wyznaczanie buforów ma charakter porządkujący i jest kryterium operacyjnym (nie obowiązkowym)

Kryteria przyjmowania szerokości buforów:

- bufor 1 – 0 - 20 m,
- bufor 2 – 20 - 100 m lub – w warunkach miejskich – 20 – 50 m.
- bufor 3 – 100 - 300 m (opcjonalnie); w warunkach miejskich maksymalnie do 100 m.

Szerokości bufora pierwszego są obliczane:

- od krawędzi drogi,
- od skrajnej szyny linii kolejowej).

Szerokości następnych buforów liczone są od granic bufora poprzedniego.

Przykłady naniesienia buforów na mapy pokazano na rysunku.

Etap 4. Identyfikacja w buforze potencjalnych konfliktów (np. szacunkowej liczby osób eksponowanych na hałas (mieszkających na da-

nym obszarze):

Rysunek 93. Bufory wzdłuż drogi (źródło: IOŚ-PIB)

Szacunkowa liczba osób wynosi:

m = liczba mieszkań x 3.

Kompleksowy wskaźnik ekspozycji/zagrożenia („indeks ekspozycji”):

$$IE = \sum_i w_i m_i \qquad (24)$$

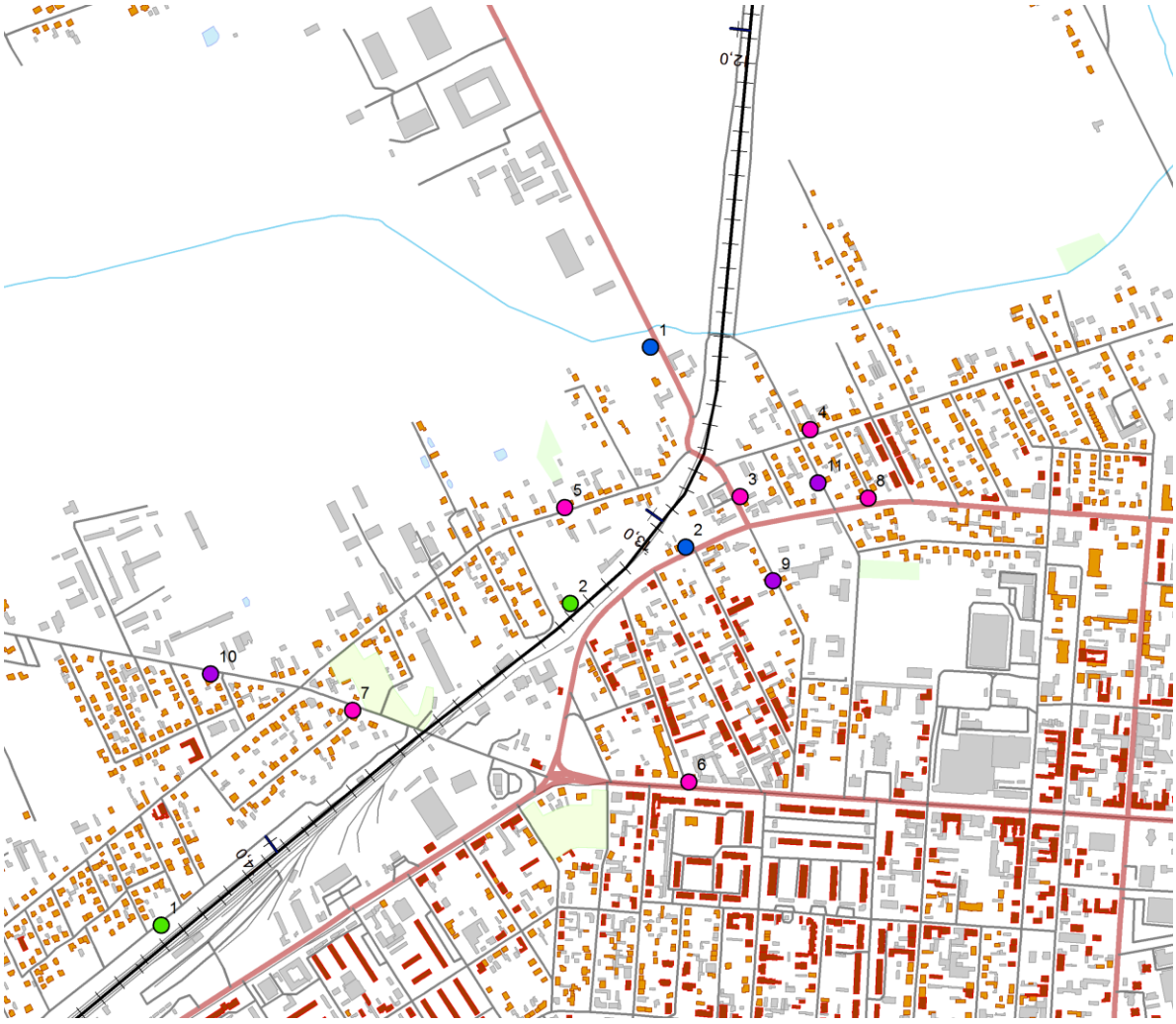
gdzie: m_i - liczba osób mieszkających w danym buforze,

w_i – waga:

w_i = 10 dla bufora 1

3 dla bufora 2

1 dla bufora 3.



Rysunek 94. Wstępna lokalizacja punktów pomiarowych na wybranym obszarze badań (pomiary hałasu kolejowego – kolor zielony, długookresowe pomiary hałasu drogowego – kolor granatowy, pomiary hałasu drogowego w odniesieniu do jednej doby – kolor różowy, pomiary hałasu drogowego w odniesieniu do jednej doby wykonane dodatkowo w przypadku pełnego zakresu działań monitoringowych – kolor fioletowy) – przykład miasta, w którym występują dwa rodzaje liniowych źródeł hałasu (źródło: IOŚ-PIB)

Na podstawie obliczonego wskaźnika zagrożenia następuje akceptacja określonych obszarów badań (konflikty akustyczne) oraz odrzucenie pozostałych obszarów (brak konfliktów).

Uwaga:

Bufory nie odzwierciedlają rzeczywistego zagrożenia hałasem. Zagrożenie takie może być określone na podstawie zasięgu hałasu wyznaczonego metodami pomiarowymi i obliczeniowymi.

Szerokość bufora może być (i na ogół jest) większa niż zasięg hałasu z danego źródła, lecz jest jednakowa dla wszystkich, co zapewnia porównywalność między buforami.

Alternatywnym sposobem oceny porównawczej wytypowanych potencjalnych obszarów badań mogłoby być wykonanie wstępnych map rozprzestrzeniania się dźwięku przy pomocy modeli obliczeniowych.

Etap 5. Wstępne wyznaczenie lokalizacji punktów pomiarowych wraz ze współrzędnymi odczytanymi z mapy (patrz poniżej) oraz sprawdzenie możliwości przygotowania pomiarów od strony technicznej.

Przykłady identyfikacji obszarów badań i punktów pomiarowych w odniesieniu do sytuacji pokazanej w etapie 2, z wykorzystaniem warstw .shp zaprezentowano na rysunkach 94 i 95.

Punkty pomiaru hałasu długookresowego zlokalizowano: przy drodze głównej oraz przy drodze lokalnej. Punkty pomiaru hałasu w odniesieniu do jednej doby (pomocnicze) zlokalizowano przy drodze głównej i przy ważniejszych drogach lokalnych.

Etap 6. Opracowanie, na podstawie mapy, niezbędnych danych do sprawozdań z pomiarów (w tym - takich jak:

- charakterystyka otoczenia,
- dopuszczalne poziomy hałasu itp.).

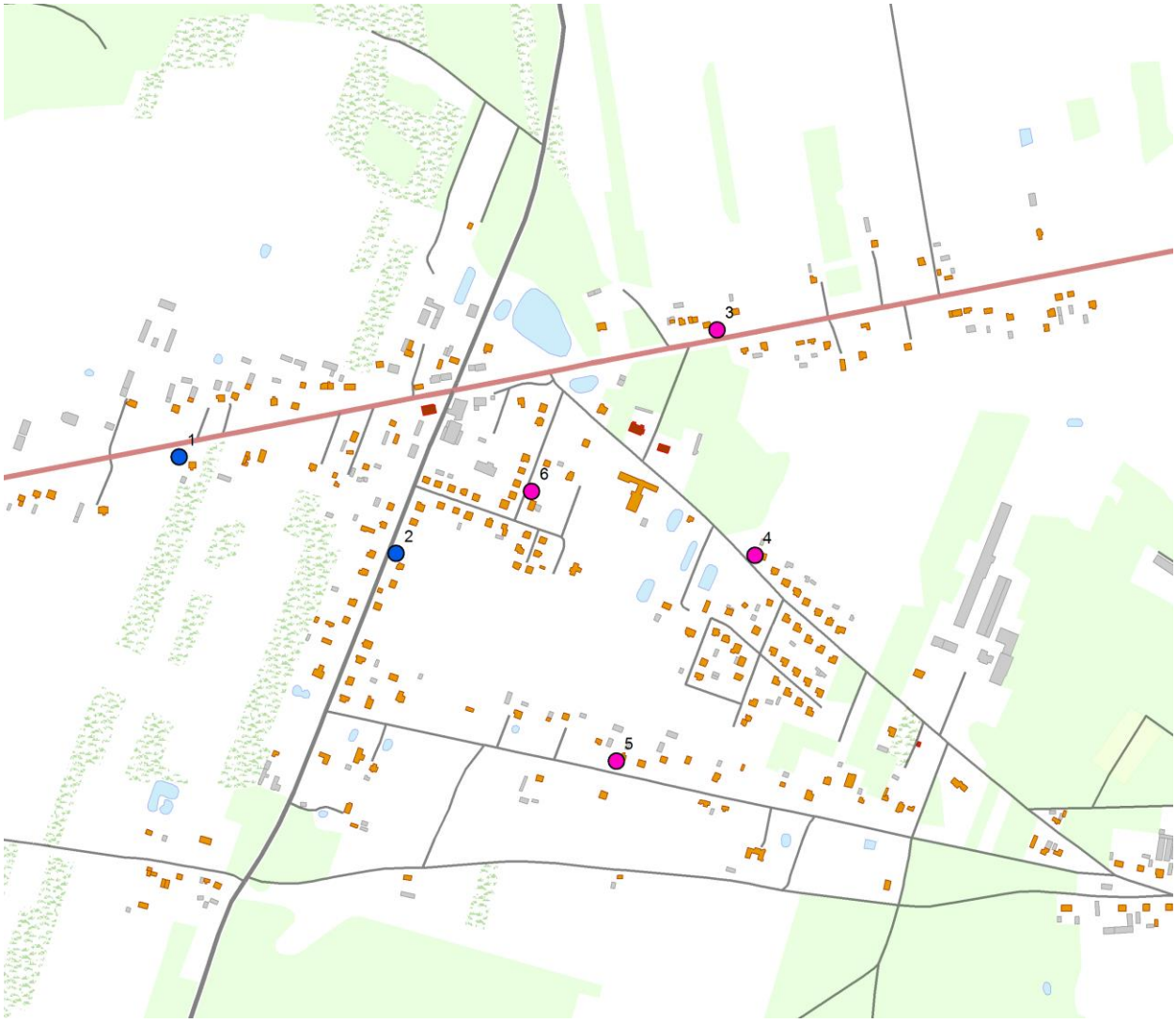
Przekazanie pozyskanych danych (współrzędne punktu, opisy otoczenia itp.) do bazy danych „tymczasowych” w oczekiwaniu na realizację pomiarów w wytypowanych punktach.

Etap 7. Weryfikacja lokalizacji punktów pomiarowych oraz obiektów w otoczeniu w oparciu rzeczywiste:

- wizje lokalne,
- pomiary o charakterze geodezyjnym w oparciu o urządzenie GPS.

Na tym etapie możliwe jest przesuniecie wytypowanych punktów pomiarowych w inne miejsca, jeśli wizja lokalna wykaże taką konieczność. Ewentualnie - zweryfikowanie zagospodarowania terenu w bezpośrednim pobliżu punktu pomiarowego (jeżeli sytuacja rzeczywista zmieniła się od daty wydania mapy).

W tym etapie punkty pomiarowe otrzymują swój unikalny ID, pod którym będą przechowywane w rejestrze, gromadzącym wyniki monitoringowych badań hałasu.



Rysunek 95. Wstępna lokalizacja punktów pomiarowych na wybranym obszarze badań (długookresowe pomiary hałasu drogowego – kolor granatowy, pomiary hałasu drogowego w odniesieniu do jednej doby – kolor różowy) – przykład miejscowości, w której występuje jeden rodzaj liniowego źródła hałasu(źródło: IOŚ-PIB)

11.4.2.4. Ogólne zasady lokalizacji punktów pomiarowych w wytypowanym obszarze

W każdym wytypowanym obszarze badań wyznacza się ***lokalizację*** podstawowych punktów pomiarowych.

Zasadniczym celem pomiarów krótkookresowych we wszystkich punktach jest kalibracja modelu obliczeniowego (zagadnienia kalibracji modelu opisano od strony metodycznej w innym rozdziale).

Pozostałe cele realizowane w drodze pomiarów są następujące:

- celem pomiarów w pierwszym punkcie pomiarowym jest przede wszystkim monitorowanie charakterystyk zmienności źródła hałasu,
- celem pomiarów w następnym (następnych) punkcie pomiarowym jest monitorowanie stanu akustycznego środowiska w odniesieniu do obszarów (obiektów) wymagających ochrony przed hałasem.

Oba cele mogą być zrealizowane w szczególności za pomocą pomiarów w jednym punkcie.

W wytypowanym obszarze ***można zlokalizować*** dowolną liczbę punktów dodatkowych, w zależności od możliwości kadrowych i sprzętowych.

Wszystkie punkty pomiarowe lokalizuje się generalnie ***nie dalej niż 50 m od źródła*** na wysokości 4 m (± 0,2 m) nad poziomem terenu. Pozwala to uniknąć większych niejednoznaczności związanych z wpływem warunków meteorologicznych na wynik pomiaru.

Zapis powyższy jest opcjonalny. W miarę lokalnych potrzeb punkty pomiarowe mogą być lokalizowane, o ile jest to zasadne, w odległościach większych.

Jednym z wymagań lokalizacyjnych jest sytuowanie punktów pomiarowych przy odcinkach jednorodnych z akustycznego punktu widzenia.

11.4.2.5. Jednorodność odcinka drogi lub linii kolejowej objętego pomiarami hałasu

Wymagania dochowania jednorodności odcinka liniowego obiektu komunikacyjnego, przy którym prowadzone są pomiary akustyczne, wynikają z zapisów w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 16 czerwca 2011 r. w sprawie wymagań w zakresie prowadzenia pomiarów poziomów w środowisku substancji lub energii przez zarządzającego drogą, linią kolejową, linią tramwajową, lotniskiem, portem. W załączniku 3 tego rozporządzenia, w ust. 2 zapisano:

„2. *Lokalizując punkty pomiarowe, stosuje się następujące kryteria:*

> *Przy lokalizacji punktu pomiarowego należy przyjąć, że wynik pomiaru w jednym punkcie będzie charakteryzował hałas z danego, jednorodnego pod względem akustycznym odcinka drogi publicznej, linii kolejowej lub tramwajowej, w odniesieniu do odcinków torowisk; jednorodność ta dotyczy nie tylko parametrów ruchu drogi publicznej, linii kolejowej lub linii tramwajowej, lecz jednocześnie najbliższego otoczenia;*"

W aktualnych przepisach brak jest definicji odcinka jednorodnego. Wypełniając te lukę, w niniejszych wytycznych przybliżono zasady identyfikacji takich odcinków.

Jednorodność odcinka można rozpatrywać w dwóch grupach zagadnień:

- parametrów ruchu,
- parametrów (rodzajów) zabudowy sąsiadującej

W następnych rozdziałach zaprezentowano sposoby podejścia do obu zagadnień na przykładzie ruchu drogowego (dróg). W przypadku odcinków linii kolejowych sposoby podejścia są analogiczne.

11.4.2.6. Jednorodność odcinka z punktu widzenia parametrów ruchu

<u>Sytuacja a)</u>

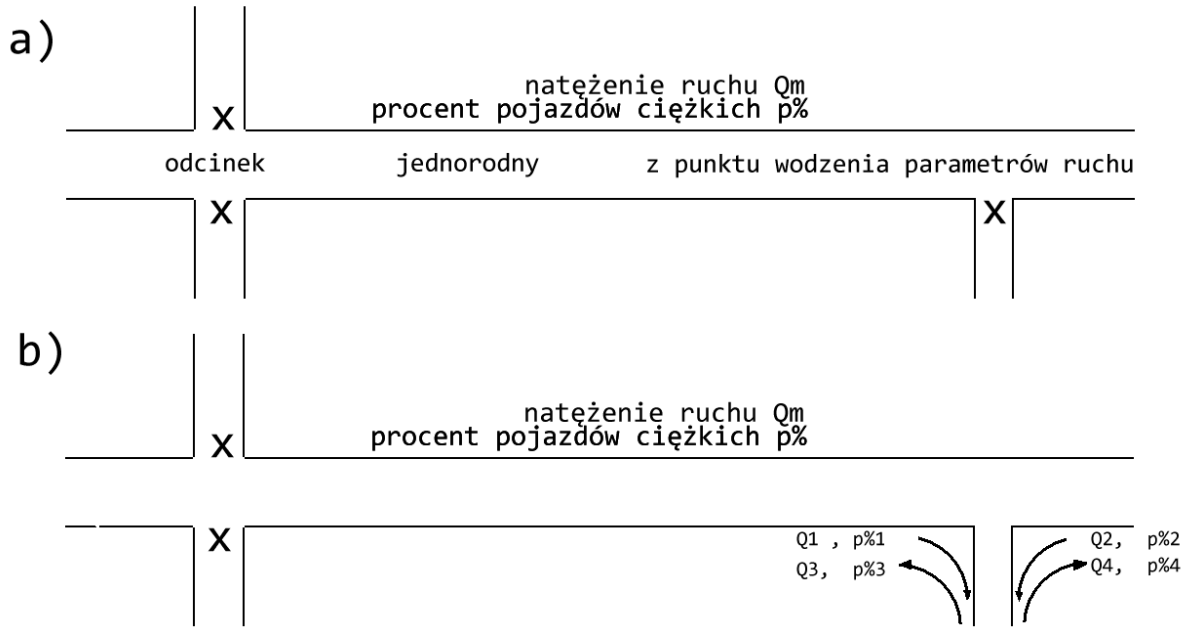
Dla sytuacji pokazanej na rysunku (Rysunek 96), punkt a) odcinek drogi jest jednorodny, gdy zaznaczone drogi poprzeczne nie wpływają w sposób istotny na wartość (oznaczono symbolicznie ‘X”):

- natężenia ruchu Q_m,
- procentowego udziału pojazdów ciężkich – p%

W przypadku nie spełnienia tego warunku za odcinek jednorodny, z punktu widzenia parametrów ruchu, należy przyjąć odcinek między skrzyżowaniami.

Sytuacja b)

Zamieszczona na rysunku (Rysunek 96), punkt b) sytuacja wskazuje, jak należy szacować istotny lub nieistotny wpływ ruchu „poprzecznego" na ocenę niejednorodności odcinka.



Rysunek 96. Ocena „jednorodności odcinka" jako funkcji parametrów ruchu

Dane wyjściowe do oceny:

- wymienione wyżej całkowite parametry ruchu na analizowanym odcinku: Q_m oraz p%,
- natężenia ruchu strumieni zakręcających:
- z trasy głównej w ulecę boczną, odpowiednio Q1, p%1 oraz q2, p%2,
- z ulicy bocznej w trasę główną, odpowiednio: Q3, p%3 oraz Q4, p%4.

Aby analizowany odcinek trasy głównej można było traktować jako jednorodny odcinek z akustycznego punktu widzenia należy spełnić równocześnie dwa warunki:

$$Q_m + [\ Q3 + Q4 - Q1 - Q2\ ] \leq 1{,}1\ Q_m$$

oraz *(25)*

$$p\% + [p\%3 + p\%4 - p\%1 - p\%2\ ] \leq 1{,}1\ p\%$$

Oba warunki oznaczają, że ruch poprzeczny nie może modyfikować ruchu na rozpatrywanym odcinku drogi o więcej niż 10%.

11.4.2.7. Ocena jednorodności odcinka z akustycznego punktu widzenia, z uwzględnieniem zabudowy w sąsiedztwie źródła liniowego

Otoczenie odcinka jednorodnego przeznaczonego do wykonania pomiarów hałasu przy źródle liniowym powinien charakteryzować się także „jednorodnością" z punktu widzenia pola akustycznego fal rozprzestrzeniających się w środowisku. Uwzględnić więc trzeba w tym przypadku co najmniej:

- charakter zabudowy stanowiącej specyficzny element ekranujący,
- elementy odbijające fale akustyczne.

W tym przypadku spotkać się można z wieloma różnymi sytuacjami. Aby ułatwić i ukierunkować sposoby poszukiwania i identyfikacji jednorodnych odcinków obiektów liniowych, przytoczone zostanie kilka typowych przykładów.

Przykład 1:

Prosty odcinek drogi lub linii kolejowej biegnącej w terenie mało pofałdowanym. Odcinek taki może być przyjęty jako odcinek jednorodny.

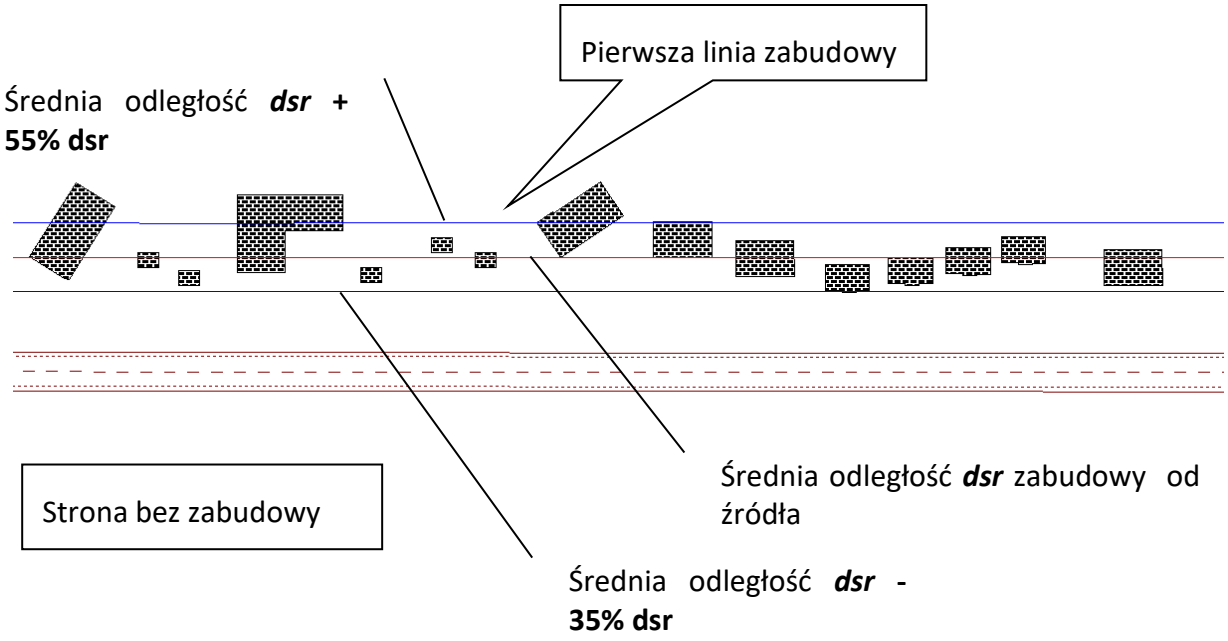
Przykład 2:

Obiekt liniowy, przy którym incydentalnie występują obiekty budowlane (budynki).

Rysunek 97. Obiekt liniowy z rzadko rozrzuconą zabudową w sąsiedztwie

Obiekt pokazany na powyższym rysunku może być uważany za odcinek jednorodny.

Przykład 3.



Rysunek 98. Odcinek jednorodny z zabudową jednostronną

Na powyższym rysunku (Rysunek 98) pokazano sytuację źródła liniowego z zabudową rozproszoną, jednostronną, po której mają być wykonane pomiary hałasu. Brak zabudowy po przeciwnej stronie nie grozi wprowadzeniem istotnych zakłóceń spowodowanych odbiciami fal akustycznych.

Odcinek linii komunikacyjnej zaprezentowanej na prezentowanym rysunku może być uważany za jednorodny, jeżeli spełniony zostanie warunek (oprócz innych warunków koniecznych, dotyczących np. parametrów ruchu), jeżeli odbijające fasady znajdują się w obszarze (przybliżone oszacowanie):

- od granicy dsr – 0,35 * dsr [m],
- do granicy dsr + 0,55 * dsr [m],

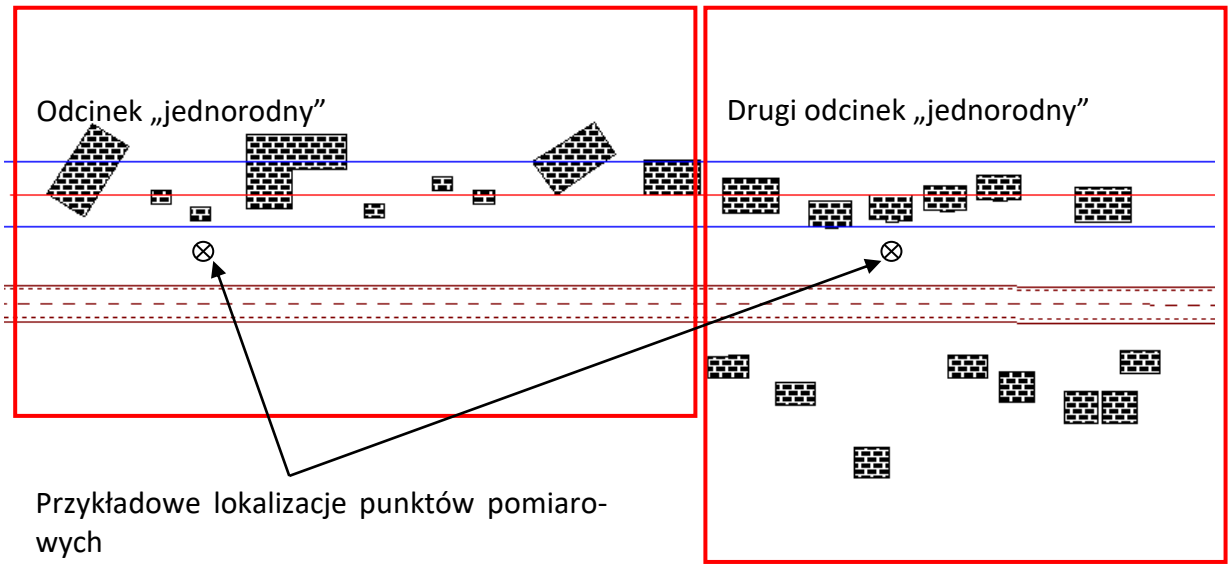
gdzie – *dsr* jest średnią odległością zabudowy od źródła.

Przykład 4

Przykład ten odnosi się do następnego rysunku (Rysunek 99). Rozpatrzono na nim sytuacje zbliżoną do pokazanej poprzednio (Rysunek 97), lecz po przeciwnej stronie znalazła się grupa budynków (generalnie obiektów odbijających dźwięk). Z punktu widzenia postawionych zadań pomiarowych hałasu zabudowę tę należy wziąć pod uwagę dodatkowo, jako jedno z kryteriów określających „jednorodność odcinka".

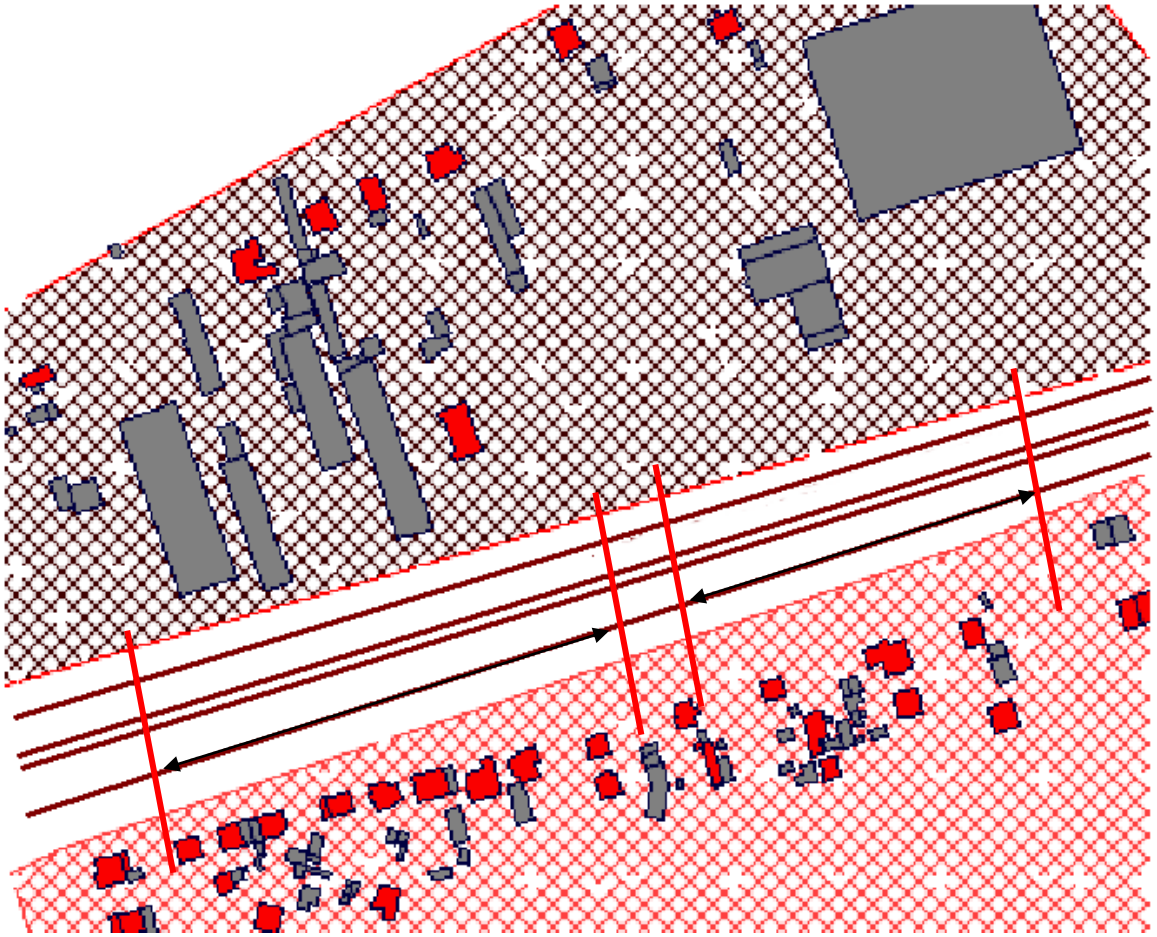
W rozpatrywanym przykładzie wyjściowy odcinek linii komunikacyjnej dzieli się na dwie części, które mogą być przyjęte jako „jednorodne". Pomiary hałasu przeprowadza się w miarę potrzeby:

- przy obu odcinkach jednorodnych,
- przy jednym, wybranym odcinku.

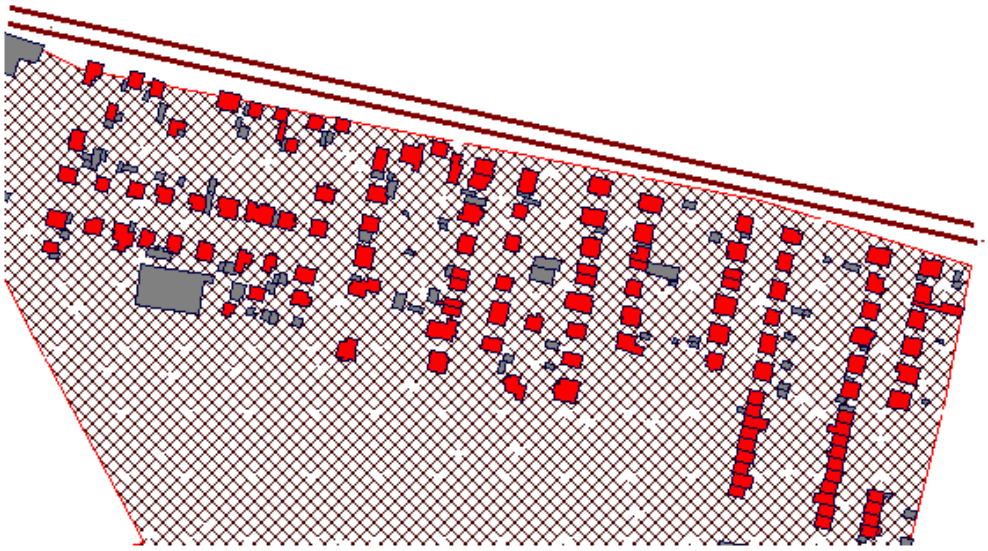


Rysunek 99. Zasada Identyfikacji odcinka jednorodnego w przypadku zabudowy obustronnej

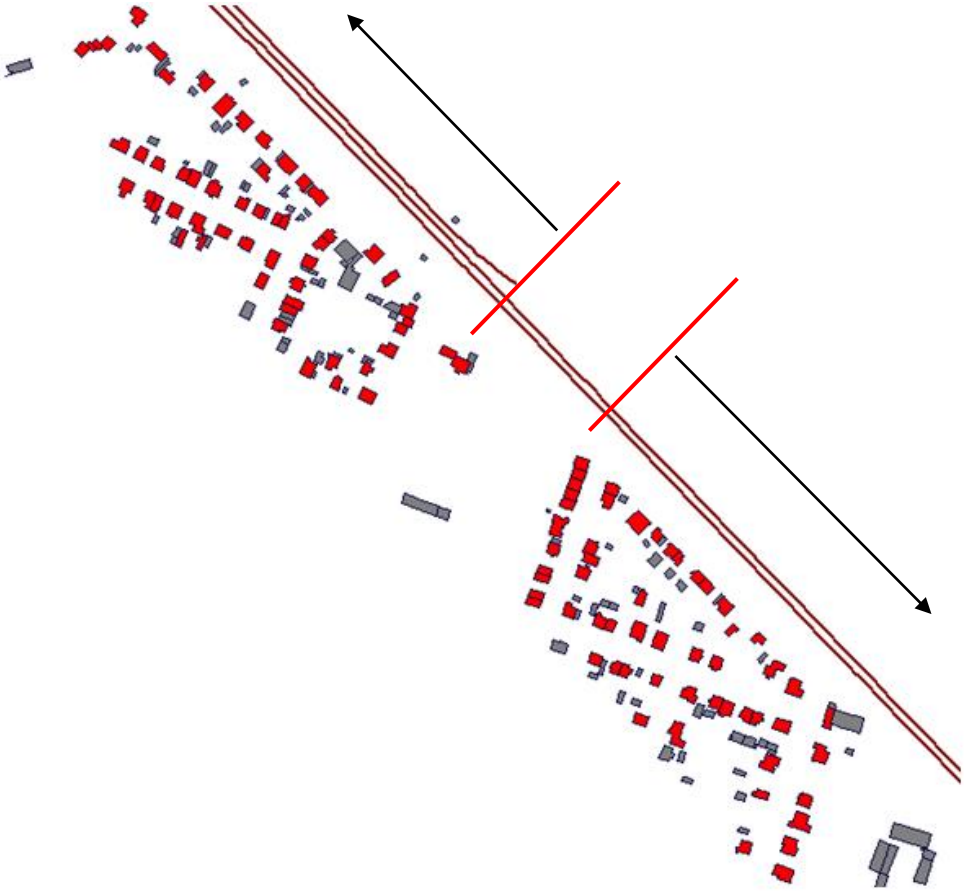
Na następnych ilustracjach pokazano kilka rzeczywistych sytuacji (fragmenty map, pozbawione cech indywidualnych).



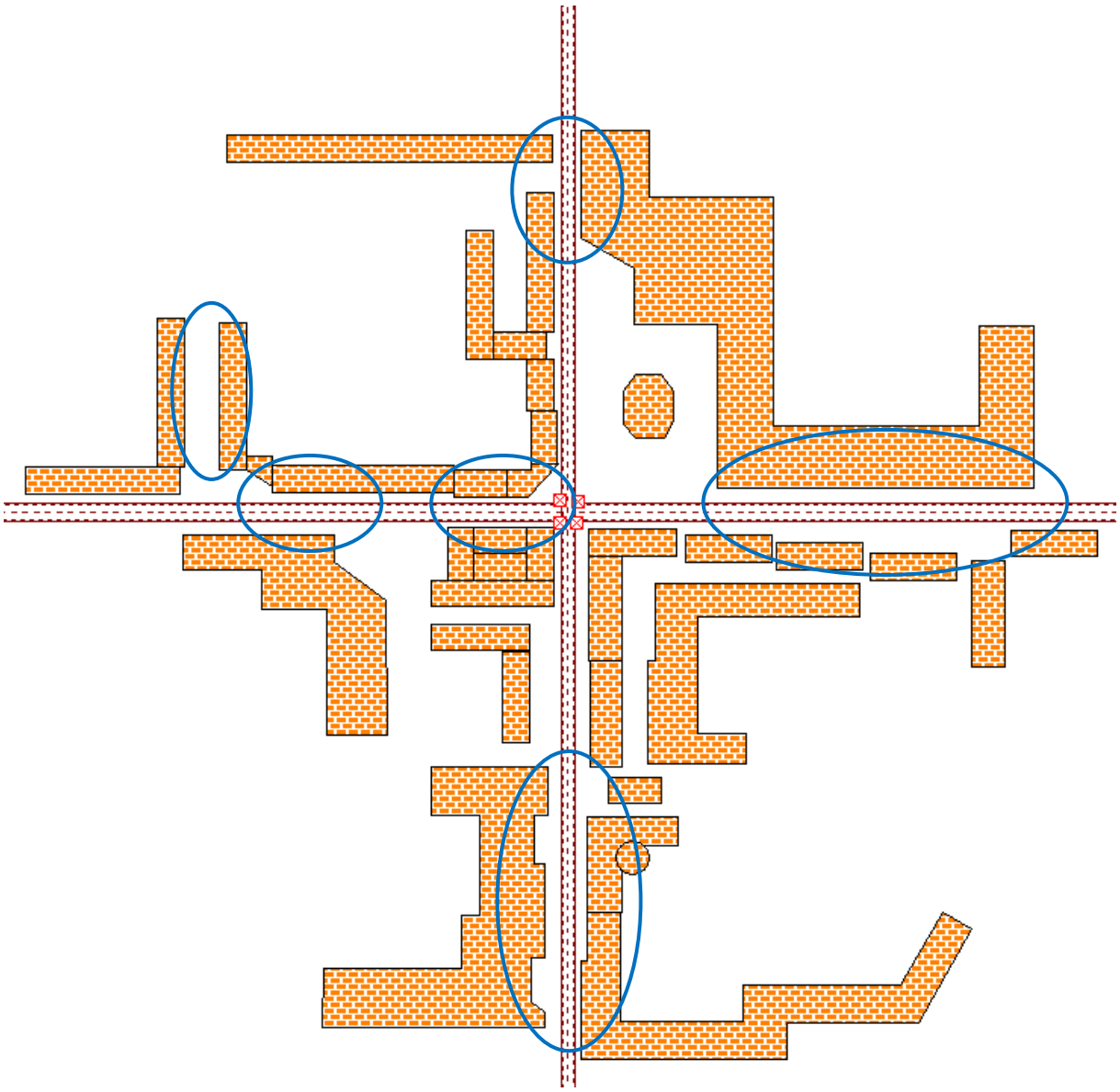
Rysunek 100. Dwa odcinki jednorodne, w sytuacji zabudowy obustronnej (pomiary przy budynkach chronionych, oznaczonych na czerwono)



Rysunek 101. Odcinek jednorodny, w sytuacji zabudowy jednostronnej



Rysunek 102. Dwa odcinki jednorodne, w sytuacji zabudowy jednostronnej (pomiary przy budynkach chronionych, oznaczonych na czerwono)



Rysunek 103. Odcinki jednorodne, w sytuacji gęstej zabudowy miejskiej (przykłady)

11.4.2.8. Wybrane informacje metodyczne odnośnie pomiarów

Metody referencyjne wykonywania pomiarów hałasu zawarto w:

- rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 16 czerwca 2011 r. w sprawie wymagań w zakresie prowadzenia pomiarów poziomów w środowisku substancji lub energii przez zarządzającego drogą, linią kolejową, linią tramwajową, lotniskiem, portem,
- rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 30 października 2014 r. w sprawie wymagań w zakresie prowadzenia pomiarów wielkości emisji oraz pomiarów ilości pobieranej wody.

Norma ta przywołana jest w Dyrektywie Komisji UE 2015/996. W normie tej zawarto zalecenia wykonywania pomiarów hałasu w środowisku, które mogą być przydatne w omawianych tutaj pomiarach monitoringowych. W załączniku 3 do niniejszych *Zasad* zawarto wyciąg z normy ISO 1996:2007

Z uwagi na prezentowane wcześniej zmiany metodyczne wprowadzane do Dyrektywy 2002/49/WE, poprzez Dyrektywę Komisji (UE) 2015/996 zaleca się wprowadzenie elementów metod pomiarowych zawartych w normach:

- **ISO 1996-1:2003** oraz
- **ISO 1996-2: 2007**

Ponadto zaleca się, aby pomiary hałasu były wykonywane przy użyciu rejestracji sygnału w pamięci miernika, a następnie – analizy zarejestrowanego przebiegu w warunkach laboratoryjnych. Taką możliwość dają automatyczne systemy mobilnego monitoringu hałasu.

W zależności od rodzaju hałasu stosować należy następujące procedury pomiarowe:

a) odnośnie ciągłych pomiarów hałasu drogowego:

   Prowadzony jest ciągły 24 godzinny zapis sygnału w pamięci miernika, na podstawie którego określane są wartości poziomów równoważnych:

   - 24 wartości 1 godzinne,
   - 1 wartość 16 godzinna - L_{AeqD},
   - 1 wartość 8 godzinna - L_{AeqN},
   - dodatkowo – wartości poziomu L_{95}.

   Podczas pomiarów rejestrowane są chwilowe przebiegi warunków meteorologicznych i parametrów ruchu.

b) Odnośnie badania hałasu kolejowego oraz drogowego, mierzonego przy pomocy rejestracji pojedynczych zjawisk akustycznych

   Także w tym przypadku zaleca się stosowanie techniki rejestracji sygnałów akustycznych w pamięci miernika.

   W wyniku analizy zarejestrowanego sygnału określa się wartości poziomów ekspozycyjnych dla poszczególnych zjawisk akustycznych.

   Norma ISO 1996-2:2007 zaleca, aby podczas pomiarów zarejestrować większą liczbę sygnałów elementarnych, niż przewidują to krajowe metody referencyjne. I tak:

   - W przypadku ***hałasu drogowego*** o niewielkich natężeniach ruchu tak, aby można było zastosować metodę pomiaru zjawisk elementarnych, należy w przedziale czasu odniesienia zarejestrować poziomy ekspozycyjne L_{AE} dla minimalnej liczby pojazdów w każdej kategorii równej 30.
   - Pomiary równoważnego poziomu dźwięku w otoczeniu ***linii kolejowych*** powinny być wykonywane z uwzględnieniem co najmniej 20 pociągów. Każda kategoria pociągu mająca potencjalnie duży wpływ na wynik oceny poziomu równoważnego powinna być reprezentowana przez co najmniej 5 przejeżdżających pociągów. Jeśli to konieczne, pomiary powinny być kontynuowane przez kolejne dni, jeśli nie możliwe będzie zebranie odpowiedniego materiału eksperymentalnego podczas jednej doby.

   Podczas pomiarów rejestrowane są chwilowe przebiegi warunków meteorologicznych i parametrów ruchu kolejowego.

11.4.3. Uwagi dotyczące kompletowania danych nt. parametrów ruchu

1) Podczas pomiarów hałasu realizowanych zgodnie z zasadami metodycznymi opisanymi na przykładach w rozdziałach 11.4.1. oraz 11.4.2. wykonywane są także badania (pomiary) parametrów ruchu. Badania te są następnie podstawą kompletowania danych wejściowych do obliczeń rozkładów poziomów dźwięku w postaci lokalnej mapy akustycznej.
2) Zebrane dane w ciągu kilku sesji pomiarowych w ciągu roku powinny zostać uśrednione i opracowane statystycznie.
3) Należy zauważyć, iż w wielu przypadkach zebrane podczas pomiarów dane mogą cechować się niewielką dokładnością z uwagi na stosunkowo niewielkie liczebnie próby danych pomiarowych. Z drugiej strony dane te są wykorzystywane w zależnościach (wzorach) logarytmicznych, a więc błędy liniowe (pomiaru bezpośredniego) są ograniczane po zastosowaniu logarytmowania.
4) Należy dążyć do sytuacji opisanej w Dyrektywie 2015/996, która stanowi, że niepewność wyniku powodowana przez określony rodzaj danych wejściowych (np. natężenie ruchu) z osobna nie powinna przekraczać wartości ±2 dB.
5) Zasady powyższe zastosować można do sytuacji, w ramach której wykonano badania parametrów ruchu odnoszące się do okresu doby (kilku dób w roku).
6) W przypadku ulic (dróg) na których nie wykonywano badań, zalecić można ***metodę analogii*** z podobnymi odcinkami dróg w rozpatrywanym rejonie. Należy przy tym wziąć pod uwagę fakt, iż niedokładność oceny natężenia ruchu rzędu:
7) 25% - powoduje niedokładność oceny poziomu dźwięku o ok. 1 dB,
8) 40% - powoduje niedokładność oceny poziomu dźwięku o ok. 1,5 dB
9) Tak więc warunki graniczne nie są w tym przypadku ostre.
10) W odniesieniu do dróg o bardzo małych natężeniach ruchu i charakteryzującym się dużą nieregularnością (zmiennością w ciągu doby) przestrzega się ocenami parametrów ruchu za pomocą pobierania stosunkowo krótkich próbek (np. pomiar 10-15 min)[33]. W takiej sytuacji błędy w ocenach mogą dochodzić do 100%.

11.5. AUTOMATYCZNY, STAŁY MONITORING HAŁASU NA TERENIE MIASTA (PRZYKŁADY)

W rozdziale tym zaprezentowano przykład stałego monitoringu hałasu na terenach miast. Systemy monitorowania hałasu miejskiego funkcjonują już np. w Gdańsku, Bydgoszczy, Kielcach, Opolu i innych Do technicznego opisu systemu wybrano Miasto Gdańsk, ponieważ zainstalowany tam przed kilku laty system monitorowania hałasu jest najszerszy i chyba najbardziej już kompletny,.

11.5.1. Charakterystyka techniczna systemu działającego w m.Gdańsku

11.5.1.1. Informacja wstępna

Miasto Gdańsk, realizując obowiązek prawny, oprócz zrealizowanych map akustycznych i programów ochrony przed hałasem, uruchomiło w roku 2009 system stałego, automatycznego, przestrzennego systemu monitorowania hałasu, funkcjonującego do dnia dzisiejszego, który pozwolił

[33] Do chwili obecnej nie opracowano przekonywujących metod pomiarów parametrów ruchu dla sytuacji, w którym aparat statystyczny nie ma zastosowania. Badania w tym zakresie trwają.

na stały dostęp społeczeństwa do informacji nt. stanu klimatu akustycznego. Równocześnie powstał system pomiarowy, pozwalający na stałą automatyczną weryfikacje danych zamieszczonych na mapie akustycznej miasta, a jednocześnie, w okresach 5 letnich – na dostarczanie danych do weryfikacji mapy.

System realizuje ciągły, wielopunktowy pomiar poziomów dźwięku oraz innych parametrów środowiska w celu oceny klimatu akustycznego miasta. Pozwala na weryfikację wyników mapy hałasu wykonanej zgodnie z Dyrektywą 2009/49/WE oraz analizę trendów w newralgicznych obszarach miasta. Dostarcza mieszkańcom aktualną informację o zagrożeniu hałasem.

Rok wdrożenia systemu: 2009 – 10 lokalizacji pomiarowych, 2012 – 70 lokalizacji pomiarowych;

Łącznie zlokalizowanych jest ok. 80 punktów pomiarowych.

11.5.1.2. Podstawowe informacje techniczne o systemie

1) Mierzone wielkości: poziomy dźwięku, temperatura, wilgotność, opady deszczu, natężenia ruchu samochodowego (w niektórych lokalizacjach).
2) `Udostępnianie wyników pomiarów : podstawowe informacje o klimacie akustycznym publikowane są na miejskim portalu internetowym pod adresem: http://mapaakustyczna.gdansk.gda.pl/gdanskmakus/. Dostęp do wszystkich danych pomiarowych po uzyskaniu zgody operatora systemu.
3) Moduły systemu to - mierniki do pomiaru poziomów dźwięku, natężeń ruchu (opcjonalnie), temperatury powietrza, wilgotności, opadów atmosferycznych, moduł transmisji danych, stacja serwerowa z bazą danych, portal internetowy do publikacji wyników.
4) Mierniki pomiarowe, do pomiarów poziomu dźwięku:

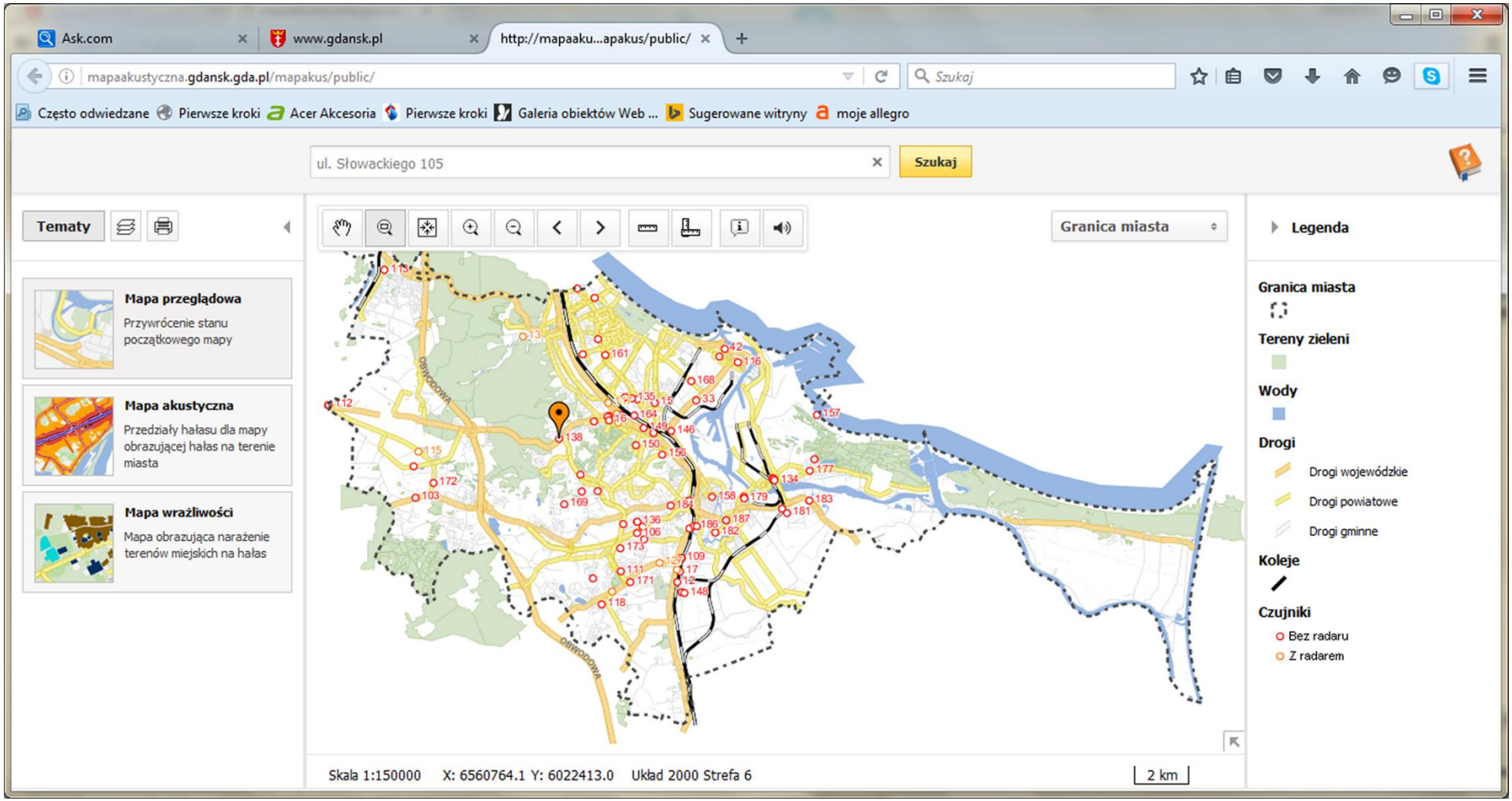
Miernik składa się ze sztywnej płyty odbijającej dźwięk, w której został osadzony mikrofon ¼” wraz z osłonami zabezpieczającymi przed wpływem warunków atmosferycznych. Odległość mikrofonu od brzegów oraz osi symetrii płyty montażowej większa niż 0.1 m aby zredukować efekty dyfrakcyjne na brzegach. Płyta musi być zamocowana na większej płaszczyźnie odbijającej fale akustyczne (np. ściana budynku). Sposób pomiaru oparty jest na normie ISO 1996-2:2007. Tor akustyczny stacji został wykonany przez firmę Sonopan Sp. z o.o. z Białegostoku. Badania akustyczne miernika zostały wykonane w komorze bezechowej Akademii Górniczo-Hutniczej im St. Staszica w Krakowie oraz w warunkach naturalnych przez firmę SONOPAN. Zgodnie z raportem projektu HARMONOISE (IMA32TR-040510-SP08), standardowa niepewność pomiaru z wykorzystaniem ściany odbijającej wynosi 0.4 dB.

a) Kalibracja miernika poziomu dźwięku :

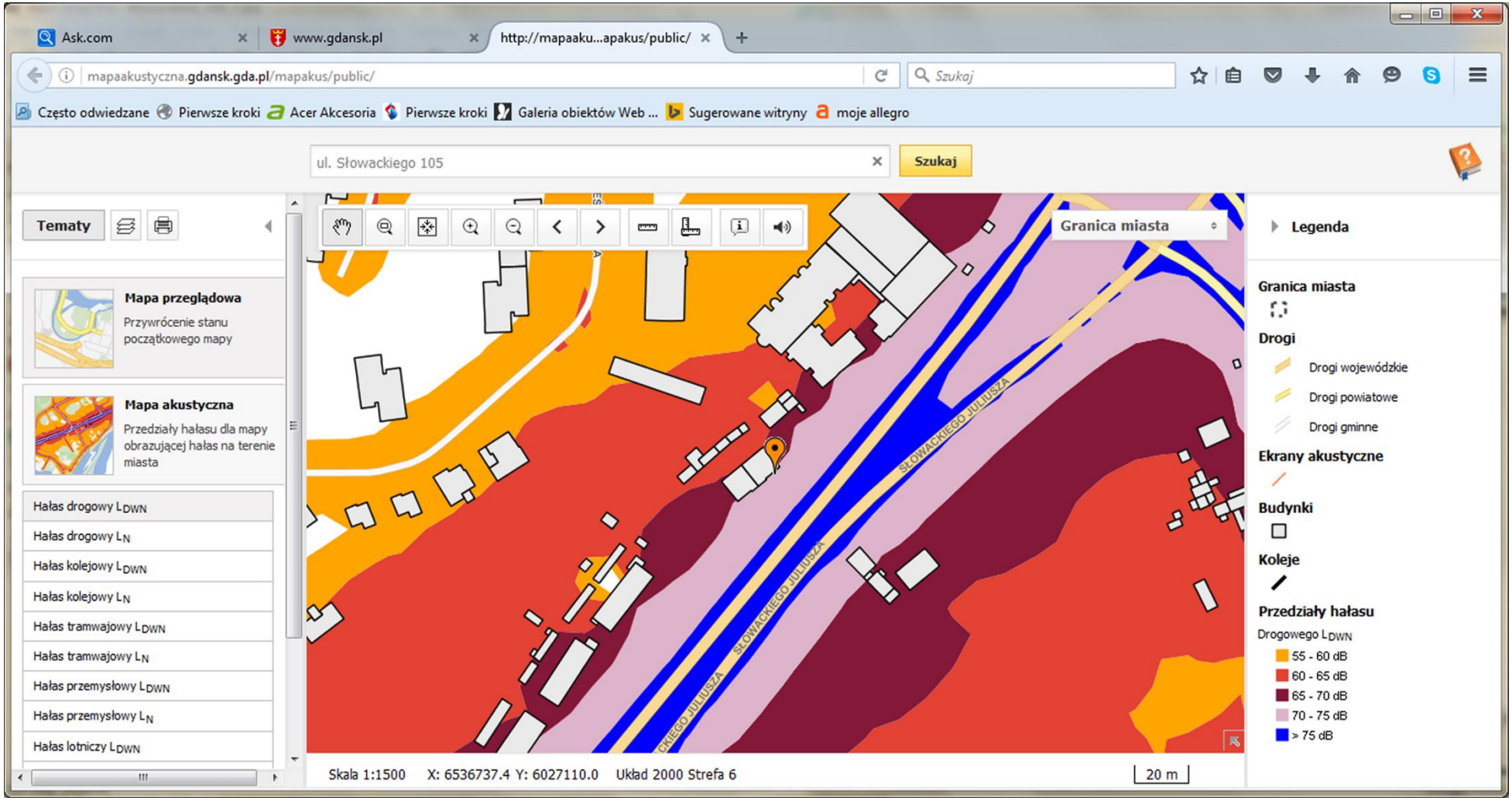
Minimalny okres pomiędzy kalibracjami - 1 rok lub po uszkodzeniu lub ingerencji w układ pomiarowy.

b) Sposób montażu miernika poziomu dźwięku :

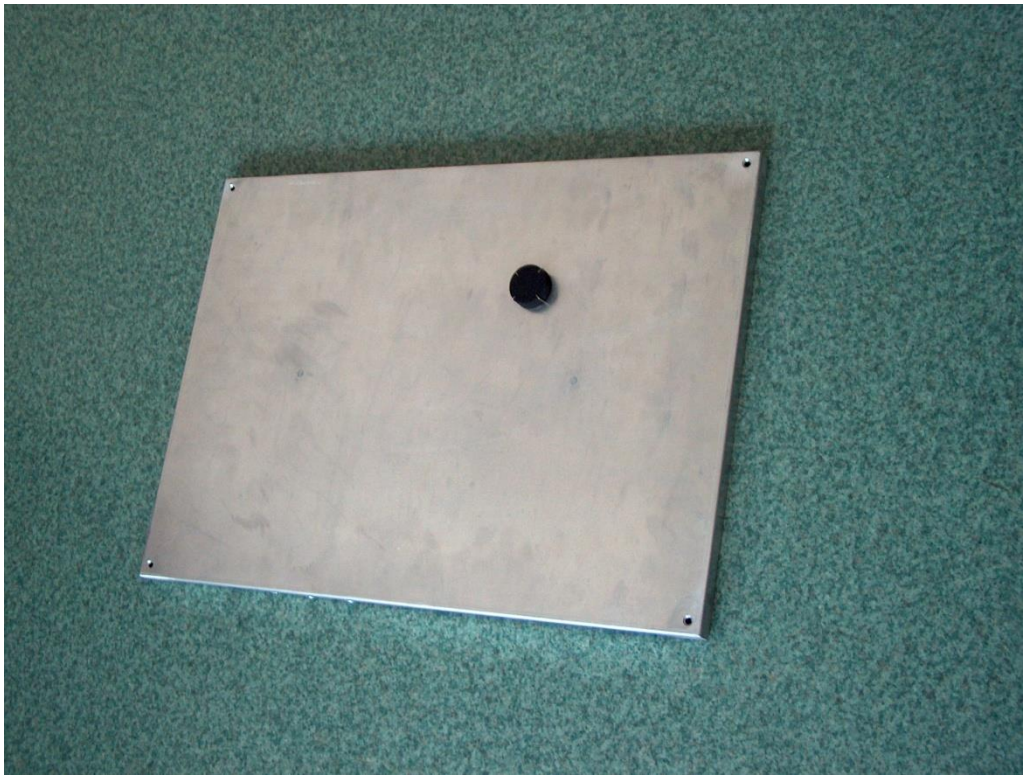
Montaż miernika na fasadzie budynków na wysokości 4m nad poziomem terenu (oś czujnika). Fasada powinna być płaska z dokładnością do +/-5 cm w odległości do 1 m od mikrofonu, a odległość mikrofonu od krawędzi powierzchni fasady powinna być większa niż 1 m.



Rysunek 104. Aktualny rozkład lokalizacji monitoringowych punktów pomiaru hałasu w Gdańsku (ilustracja zaczerpnięta ze strony WWW Miasta Gdańska: http://mapaakustyczna.gdansk.gda.pl/mapaku/public/)



Rysunek 105. Lokalizacja punktu monitoringowego przy ul.Słowackiego 105, na tle fragmentu mapy akustycznej Gdańska (poziom L_{DWN})(© Miasto Gdańsk)



Rysunek 106. Widok stacji monitorującej.

c) Mierniki do pomiaru temperatury, wilgotności oraz wielkości opadów atmosferycznych:
Pomiary temperatury oraz wilgotności realizowane są za pomocą czujnika SHT71 firmy Sensirion.

d) Mierniki do pomiaru natężeń ruchu :
W niektórych lokalizacjach dodatkowo zainstalowano radary SmartSensorHD firmy Wavetronix. Jest to radar wysokiej rozdzielczości pracujący na częstotliwościach z zakresu 24-24,25 GHz. Detekcja bazuje na pojeździe, a nie na pasach ruchu, co umożliwia detekcję i klasyfikację pojazdów zmieniających pasy ruchu. Możliwe jest zdefiniowanie do 8 klas identyfikowanych typów pojazdów. Zasięg detekcji do 76 metrów.

e) Zasilanie mierników :
Zasilanie mierników jest z sieci elektrycznej napięciem 230V. Akumulator zapewnia podtrzymanie zasilania przez 24 godziny.

f) Przebieg pomiaru :
Pomiar realizowany jest ze stałą czasową miernika FAST. Pomiary poziomów dźwięku wykonywane są 16 razy na sekundę. Obliczane są wartości: maksymalna, minimalna oraz wartość poziomu równoważnego L_{Aeq} dla każdej minuty, i przesyłane są do serwera bazy danych. Pomiar temperatury powietrza, wilgotności i wystąpienia opadów dokonywany jest co minutę.

5. Transmisja danych :

Transmisję danych zapewnia modem GSM900 oraz karta SIM ze stałym IP. System przesyła na serwer bazy danych pakiety danych co 1 godzinę.

Przesyłanie danych radarowych (parametry ruchu) może być realizowane przez niezależny modem GSM (dostarczany razem z radarem) lub przez modem GSM900.

Rysunek 107. Typowa lokalizacja punktu pomiarowego (ul. Słowackiego 105) pokazana wyżej na tle mapy akustycznej (Rysunek 105)

6.Stacja serwerowa :

Dane przechowywane są w bazie danych Oracle. Na serwerze bazy danych, na surowych danych, wykonywane są automatycznie dla każdej doby obliczenia wskaźników hałasu :

- $L_{Aeq,\ 12}$ - równoważny poziom dźwięku A wyznaczony dla przedziału czasu od 6:00 do 18:00,
- $L_{Aeq,\ 4}$ - równoważny poziom dźwięku A wyznaczony dla przedziału czasu od 18:00 do 22:00,
- $L_{Aeq,\ 8}$ - równoważny poziom dźwięku A wyznaczony dla przedziału czasu od 22:00 do 6:00,
- $L_{Aeq,\ 16}$ - równoważny poziom dźwięku A wyznaczony dla przedziału czasu od 6:00 do 22:00;

Obliczane są również średnie wartości wskaźników dla każdego miesiąca oraz roku. Wartości średnioroczne odpowiadają wartościom, L_D, L_W, L_N oraz L_{DWN}[34] zdefiniowanym w rozporządzeniu Ministra środowiska z dnia 10 listopada 2010 r. w sprawie sposobu ustalania wartości wskaźnika hałasu L_{DWN} (Dz. U. Nr 215, poz. 1414).

Zarówno surowe dane, jak i obliczone na ich podstawie wskaźniki, przechowywane są w bazie danych.

Weryfikacja poprawności danych oraz opracowanie raportów miesięcznych odbywa się w trybie offline z uzgodnioną częstotliwością. Dane, które nie przeszły kontroli poprawności, zostają oznaczone i nie są uwzględniane w analizach, których wyniki zamieszczone są w raportach miesięcznych. Żadne dane pomiarowe nie są usuwane z bazy danych. Raporty miesięczne o określonej zawartości udostępniane są na portalu.

[34] W ten sposób pokazywane są – dla orientacji - chwilowe zmiany wielkości tworzących wartości L_{DWN} oraz L_N. Natomiast wartości tych wskaźników, zgodnie z regulacjami Dyrektywy 2002/49/WE oraz ustawy Poś wyznaczane są z definicji dla okresu 1 roku.

11.5.1.3. Lokalizacja stacji monitorujących

Rozkład lokalizacji stacji monitoringowych pokazano na mapie Gdańska (powyżej - Rysunek 104)

Podstawowymi przesłankami lokalizacji punktów pomiarowych były:

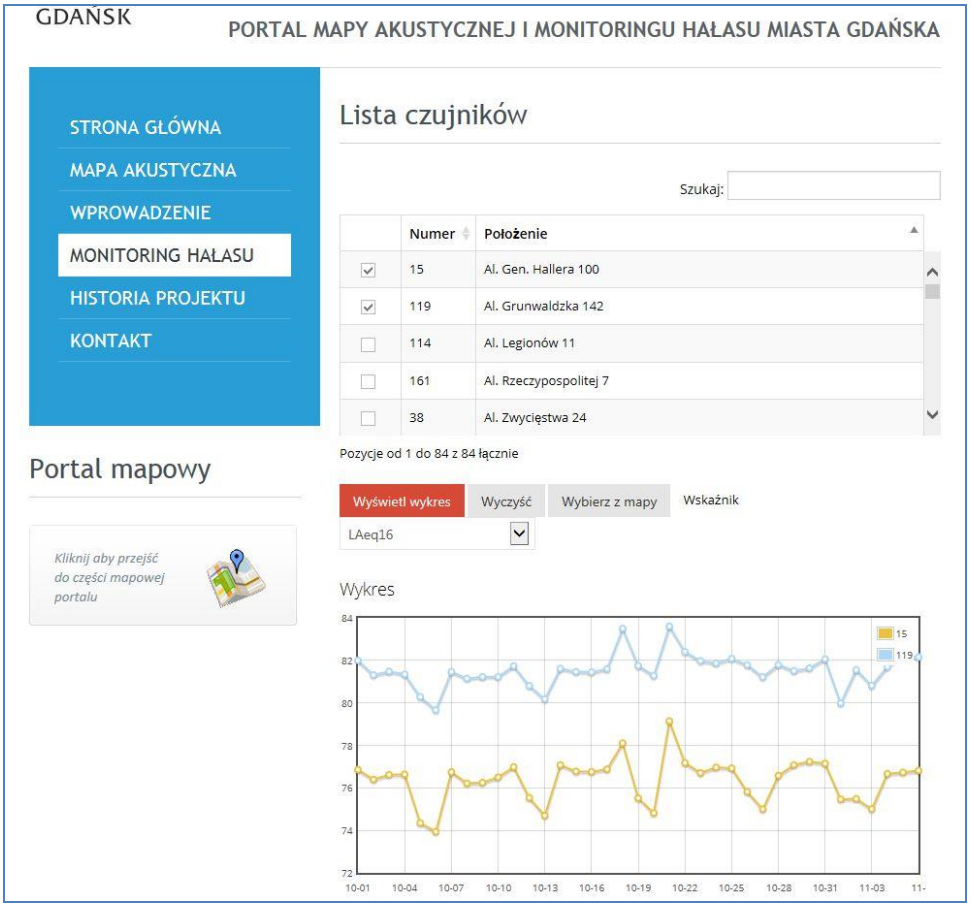
- punkty sytuowane są na budynkach pierwszej linii zabudowy w bezpośrednim sąsiedztwie źródła (np. ulicy, linii kolejowej itp.),
- wysokość instalacji stacji około 4 m nad poziom terenu.

11.5.1.4. Publikacja danych na portalu internetowym

Portal na stronach internetowych Urzędu Miasta Gdańska udostępnia użytkownikom następujące zakładki :

1) Charakterystyka systemu :

Moduł zawiera zwięzły opis systemu.



Rysunek 108. Lista czujników (punktów pomiarowych) oraz wyniki pomiaru wskaźnika L_{Aeq16}. (portal internetowy Urzędu Miasta Gdańska)

2) Wykresy :

Zakładka pozwala każdemu użytkownikowi wybrać interesujące go lokalizacje pomiarowe i wyświetlić obliczone dla surowych danych wskaźniki hałasu dla każdej doby, dla aktualnego oraz poprzedniego miesiąca.

3) Dane :

Moduł służy do wysłania do operatora systemu zapotrzebowania na dane monitoringu hałasu. Po uzgodnieniu z operatorem przekazywane są dane przesłane z miernika, dla każdej minuty wartości: średnia, minimalna i maksymalna. Możliwe jest przygotowanie danych odpowiadających wskaźnikom.

4) Statystyki :

Moduł służy do przeglądania raportów miesięcznych zawierających dla każdej lokalizacji pomiarowej następujące dane :

- $L_{Aeq,\ 12}$ – wartość średnia,
- $L_{Aeq,\ 4}$ - wartość średnia,
- $L_{Aeq,\ 8}$ - wartość średnia,
- $L_{Aeq,\ 16}$ - wartość średnia,
- L_{DWN} - wartość średnia.

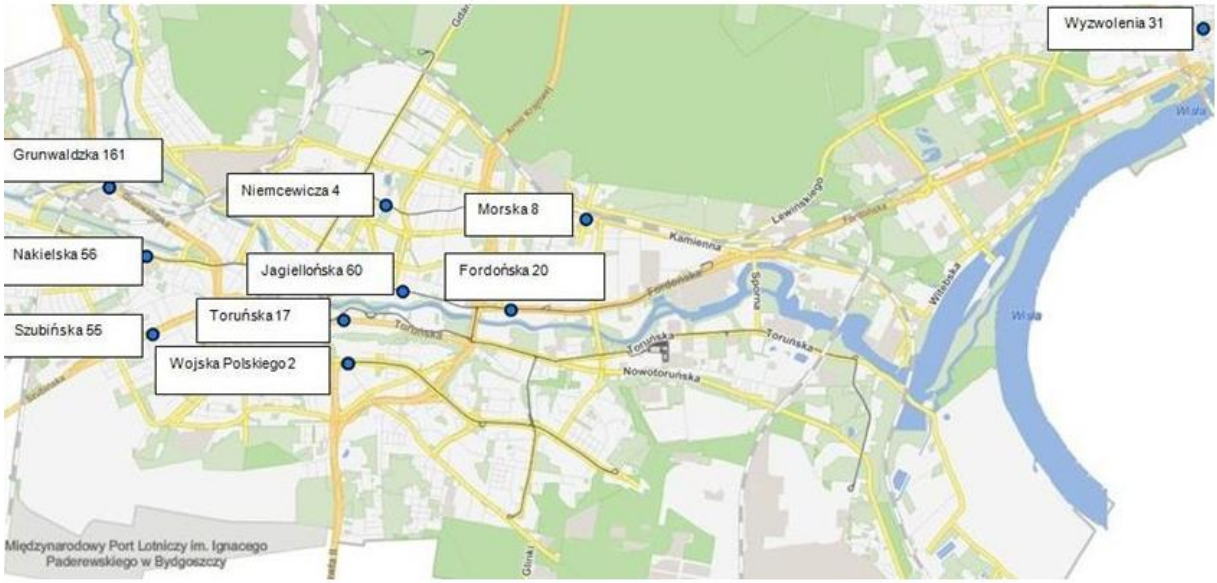
Poza powyższymi danymi do powszechnej prezentacji, system gromadzi w bazach danych informacje szczegółowe, które mogą być przydatne do walidacji i aktualizacji mapy akustycznej miasta.

11.5.2. Syntetyczne informacje nt. systemu monitorowania hałasu w Bydgoszczy

Informacje w tym rozdziale pochodzą ze strony internetowej Miasta (synteza), o adresie: http://www.mapy.bydgoszcz.pl/emonitoringapp/.

System monitoringu hałasu uruchomiono w czerwcu 2012r. Jest analogiczny system stałego, automatycznego monitorowania hałasu, jak omawiano to wyżej dla m.Gdańska, bazujący na analogicznych rozwiązaniach technicznych.

System obejmuje 10 stacji pomiarowych zlokalizowanych na terenie miasta, z których dane przesyłane są do bazy i publikowane na portalu mapy akustycznej. Mierniki zostały zlokalizowane na elewacjach budynków.



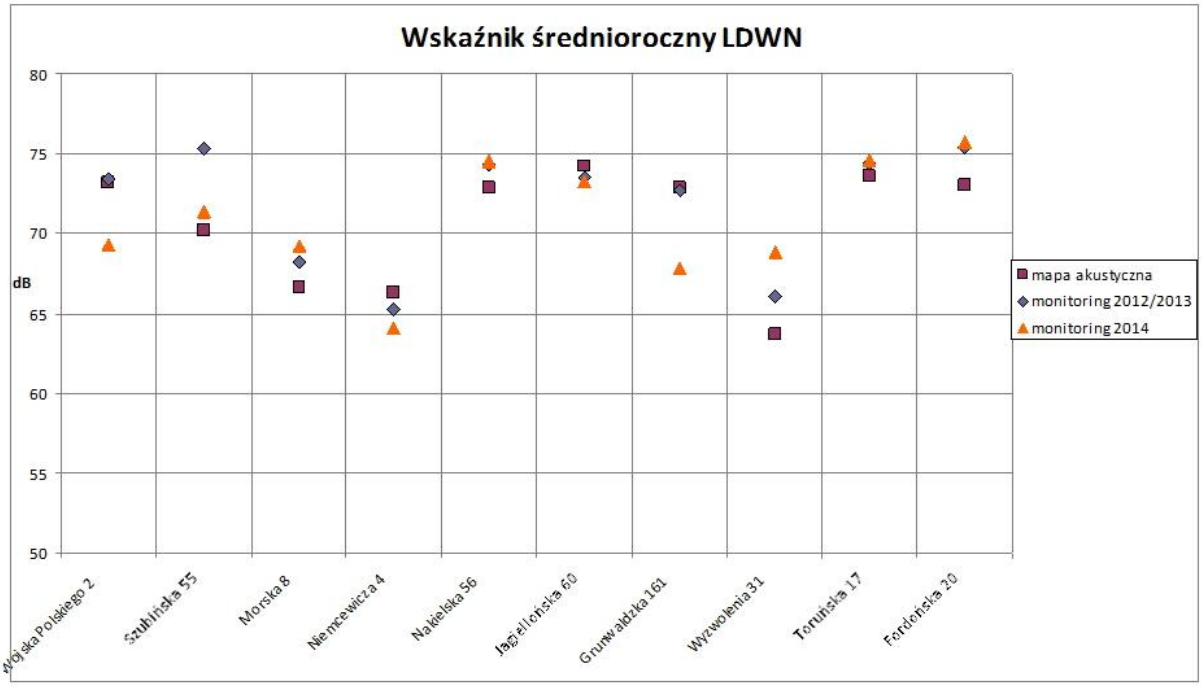
Rysunek 109. Lokalizacja stacji pomiarowych na terenie Bydgoszczy (strona internetowa UM Bydgoszcz)

Wyniki pomiarów posłużyły m.in. do wykonania analiz porównawczych. Zarządzający systemem podsumowali porównania następująco (cytat):

„…W 2015r. po raz drugi wykonano analizę wyników monitoringu hałasu drogowego zarejestrowanych na ww. stacjach monitoringowych. Poddano jej dane zebrane w okresie od 1 stycznia do 31 grudnia 2014r. (podsumowanie porównań znalazło się w poniższej tabeli).

Nr miernika	ulica	L_{DWN}					
		mapa akust.	monitoring 2012/2013	monitoring 2014	różnica (2-1)	różnica (3-1)	różnica (3-2)
		1	2	3	4	5	6
1	Wojska Polskiego 2	73.2	73.4	69.3	0.2	-3.9	-4,1
2	Szubińska 55	70.2	75.3	71.4	5.1	1.2	-3,9
3	Morska 8	66.6	68.2	69.2	1.6	2.6	1
4	Niemcewicza 4	66.3	65.3	64.1	-1	-2.2	-1,2
5	Nakielska 56	72.9	74.3	74.5	1.4	1.6	0,2
6	Jagiellońska 60	74.2	73.5	73.3	-0.7	-0.9	-0,2
7	Grunwaldzka 161	72.9	72.7	67.8	-0.2	-5.1	-4,9
8	Wyzwolenia 31	63.7	66.1	68.8	2.4	5.1	2,7
9	Toruńska 17	73.6	74.4	74.6	0.8	1	0,2
10	Fordońska 20	73	75.4	75.7	2.4	2.7	0,3

Porównanie wyników monitoringu hałasu w kolejnych latach z wynikami Mapy akustycznej miasta Bydgoszczy (wartości średniorocznego wskaźnika LDWN dla wszystkich mierników)

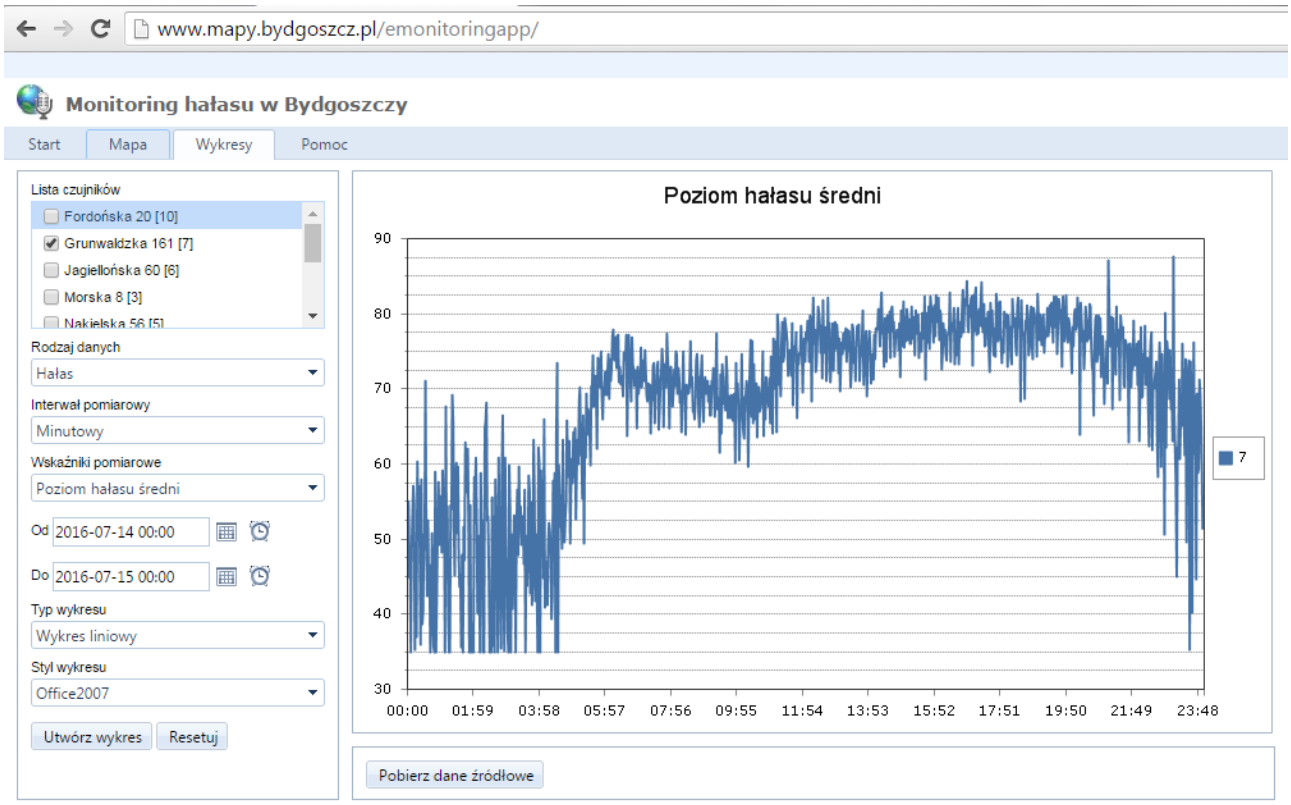


Rysunek 110. Wartości średniorocznego wskaźnika L_{DWN} dla wszystkich mierników wyznaczone dla okresu sierpień 2012r. – lipiec 2013r oraz dla roku 2014. Porównanie z wynikami mapy akustycznej ze stanem na 31 grudnia 2011r. (wykres ze strony internetowej UM Bydgoszcz)

Zastosowana podczas analizy poprawka umożliwiająca eliminację efektu odbicia, który powstaje w przypadku stosowania mikrofonu zamocowanego bezpośrednio na powierzchni odbijającej, pozwo-

liła na porównanie otrzymanych wyników z rezultatami Mapy akustycznej miasta Bydgoszczy ze stanem na dzień 31 grudnia 2011r. Porównanie wyników mapy akustycznej z wynikami monitoringu w 2014r. (12 miesięcy) w odniesieniu do wskaźnika długookresowego L_{DWN} wykazuje różnice mniejsze niż 1 dB dla jednej lokalizacji, mieszczące się w przedziale 1-3 dB dla sześciu lokalizacji, a w trzech przypadkach różnica ta wynosi więcej niż 3 dB. Natomiast z porównania wyników monitoringu realizowanego w okresie 2012/2013 z danymi z 2014r. (wartości L_{DWN} z okresu roku dla poszczególnych stacji) wynika, że w pięciu przypadkach poziom hałasu nie uległ znaczącym zmianom, ale w czterech obniżył się. Jedna stacja zarejestrowała w roku 2014 wyższe wartości hałasu niż w okresie poprzednim. ….”

System generuje także różnego rodzaju wykresy przebiegów sygnałów akustycznych przy zadanych przez odbiorcę parametrach. Jednym z przykładów tego typu funkcjonalności jest zamieszczony niżej wykres.

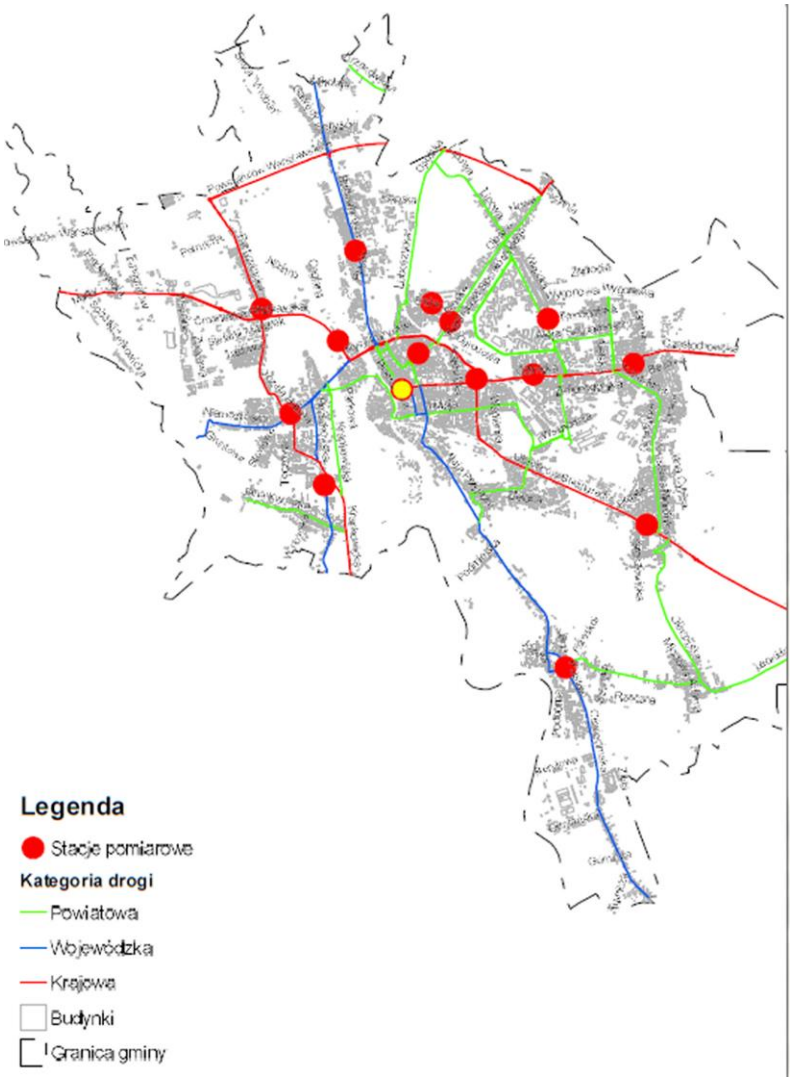


Rysunek 111. Wykres przebiegu sygnału akustycznego (poziomu dźwięku) generowany na potrzeby odbiorcy (przykład) (wykres ze strony internetowej UM Bydgoszcz)

11.5.3. Syntetyczne informacje nt. systemu monitorowania hałasu w Opolu

Informacje w tym rozdziale pochodzą ze strony internetowej Miasta (synteza), o adresie: http://www.opole.pl/staly-monitoring-halasu-komunikacyjnego-dla-miasta-opola/.

System monitoringu hałasu opracowano w 2013r. Jest analogiczny system stałego, automatycznego monitorowania hałasu, jak omawiano to wyżej dla m.Gdańska, bazujący na analogicznych rozwiązaniach technicznych.



Rysunek 112. Rozmieszczenie czujników hałasu systemu monitoringu na terenie Opola (ilustracja ze strony internetowej UM Bydgoszcz)

System obejmuje 14 stacji pomiarowych zlokalizowanych na terenie miasta, z których dane przesyłane są do bazy i publikowane na portalu mapy akustycznej. Mierniki zostały zlokalizowane na elewacjach budynków. Dodatkowo na budynku przy ul. Oleskiej 19A został zamontowany radar do pomiaru struktury i natężenia ruchu ulicznego, a na dachu budynku Urzędu Miasta Opola przy Placu Wolności 7-8 zamontowano stację meteorologiczną do badania warunków pogodowych w mieście.

(cytat z opisu Systemu):

„…Omawiany system opracowano w ramach „Programu ochrony środowiska przed hałasem dla miasta Opola na lata 2013 -2018 z perspektywą na lata 2019 – 2020" (http://www.opole.pl/program-ochrony-srodowiska-przed-halasem/).

Dane pomiarowe z tych stacji przesyłane są na serwer, gdzie automatycznie tworzy się baza danych.

Wyniki można na bieżącą śledzić na portalu internetowym, udostępnionym pod adresem: http://makus.um.opole.pl/MonitWebApp/ . Portal ten składa się z części dostępnej dla mieszkańców oraz z części dostępnej dla administratora. W części przeznaczonej dla mieszkańców, każdy zainteresowany może wyświetlić wykres poziomu hałasu dla wybranej przez siebie lokalizacji czujnika w wybranym przedziale czasowym, nie starszym jednak niż 3 miesiące.

W części przeznaczonej dla administratora, dla poszczególnych czujników poziomu hałasu, dostępne są takie informacje jak: L_{Amin}, L_{Amax}, temperatura średnia i wilgotność średnia. W zakresie danych pochodzących ze stacji meteorologicznej, Wydział Ochrony Środowiska i Rolnictwa, dysponuje następującymi danymi: temperatura otoczenia, wilgotność, prędkość i kierunek wiatru, suma opadów chwilowych oraz rocznych, natomiast radar do pomiaru struktury i natężenia ruchu przekazuje informacje o: prędkości średniej pojazdu, liczbie pojazdów poruszających się w określonym przedziale czasu oraz podziale pojazdów na klasy. Można również uzyskać informację o maksymalnej prędkości, jaką się poruszało 85% samochodów. Wszystkie te dane posłużą do analiz, m.in. można będzie określić jak wpływa ilość pojazdów na poziom hałasu, bądź też określić jak wartość poziomu hałasu kształtuje się na przestrzeni miesięcy czy też pór roku.

Na portal monitoringu hałasu składa się również część mapowa, dostępna pod adresem:http://makus.um.opole.pl/VisMap/apps/opole/public/index.html na której zaznaczone są wszystkie czujniki hałasu, stacja meteorologiczna oraz radar do pomiaru struktury i natężenia ruchu. Dodatkowo na mapie można wyszukać adres, działkę czy też interesującą nas ulicę.

Udostępniona jest również ortofotomapa dla Opola z 2010 r. Na części mapowej portalu do stałego monitoringu hałasu, po najechaniu kursorem na dany czujnik pomiaru hałasu wyświetli się jego zdjęcie wraz z podstawowymi informacjami o nim, istnieje również możliwość wygenerowania wykresu dla danego czujnika oraz wyświetlenia danej lokalizacji czujnika w Street View…."

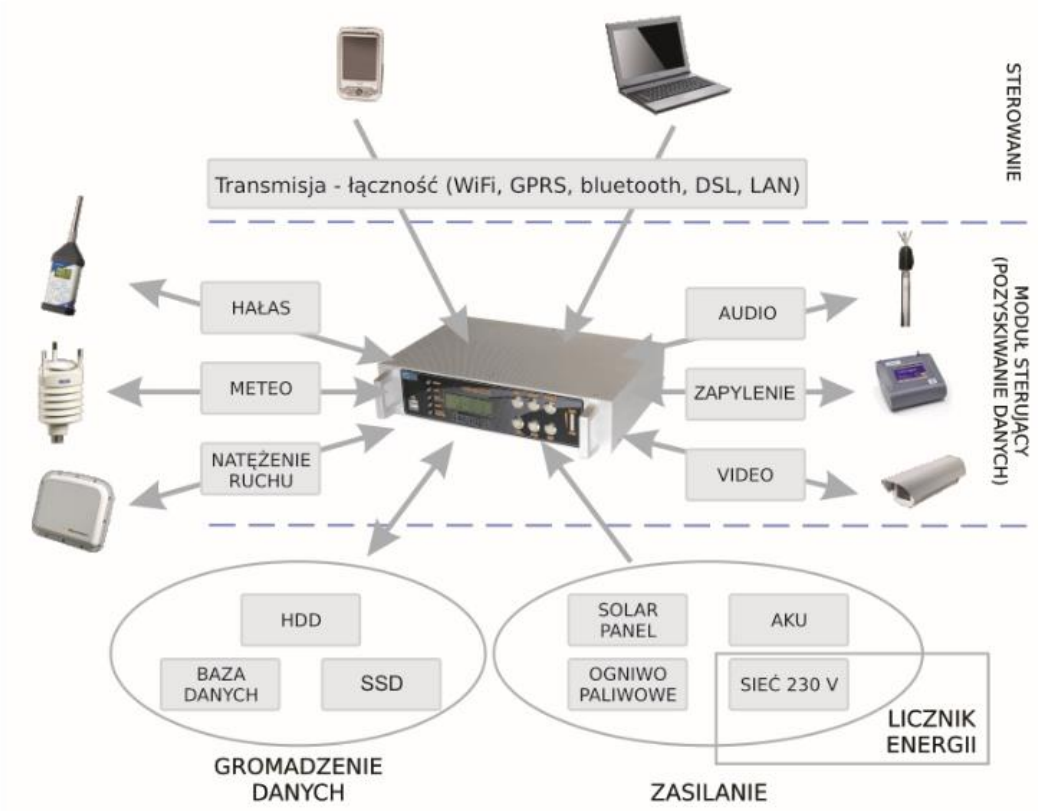
11.5.4. Syntetyczne informacje nt. systemu monitorowania hałasu w Kielcach

System ten bazuje na innych założeniach i rozwiązaniach technicznych, jak systemy opisane wyżej. Jego opis zaczerpnięto z pracy: „Koncepcja ciągłego monitoringu hałasu komunikacyjnego dla miasta Opola" (pod kier. naukowym R.Kucharskiego, 2013):

1) Stacje pomiarowe: ARTMAN 151 stacja monitoringu obszarów dróg i aglomeracji miejskich o budowie modułowej, dedykowana analizie zagrożeń środowiskowych, pracująca w oparciu o nowoczesne środki teleinformatyczne. Przeznaczona jest do permanentnej lub okresowej rejestracji parametrów badanego środowiska, co przy wsparciu narzędzi analitycznych i technik wizualizacji pozwala na kompleksową prezentację i ocenę zagrożeń.
2) Operator : Miejski Zarząd Dróg w Kielcach.
3) Rok wdrożenia : 2008 – 3 stacje monitorujące, 2009 – 3 stacje monitorujące, 2010 – 6 stacji monitorujących (zasilanych z oświetlenia ulicznego).
4) Ilość lokalizacji pomiarowych: 12.
5) Mierzone wielkości : poziomy dźwięku, temperatura, wilgotność, opady deszczu, kierunek i prędkość wiatru, ciśnienie atmosferyczne, natężenia ruchu samochodowego, poziom drgań (w 2 lokalizacjach).
6) Udostępnienie wyników pomiaru : analizy w formie opracowania publikowane są na stronach http://www.um.kielce.pl/
7) Moduły systemu :
   a) Pozyskania danych,
   b) Transmisji danych,
   c) Gromadzenia danych,
   d) Zasilania.
8) Mierniki pomiarowe :
   a) Miernik poziomu dźwięku :

   Pomiary są prowadzone za pomocą mikrofonu wszechpogodowego (G.R.A.S.) odpornego na warunki atmosferyczne poprzez współpracę z miernikiem (miernik poziomu dźwięku 945A) posiadającym zatwierdzenie typu i wzorcowanie potwierdzające wiarygodność pomiarów wg rozporządzenia Ministra Gospodarki z dnia 18 grudnia 2006 r. w sprawie zasadniczych wymagań dla przyrządów pomiarowych (Dz.U. 2007 Nr 3 poz. 27). Dane pomiarowe

są rejestrowane na bieżąco i transmitowane do centralnego serwera bazy danych. Stacja monitorującą ma możliwość współpracy z miernikami różnych producentów.



Rysunek 113. Schemat stacji pomiarowej

b) Mierniki natężenia ruchu (radar WAVE TRONIX) :
   - klasyfikacja struktury pojazdów z podziałem na poszczególne pasy i kierunki ruchu,
   - rejestracje prędkości pojazdów,
   - liczba pojazdów z rozróżnieniem na kierunki,
   - uśrednienie danych co 1 h,
   - zabezpieczenie informacji w postaci danych zapisanych w mierniku do 1 roku, natomiast na kontrolerze do półtora roku,
   - system działa niezależnie od warunków pogodowych (opady, mgła itp.)
   - system działa bez kontaktu z podłożem oraz spełnia założenia systemu mobilnego tj. zapewnia montaż bez potrzeby naruszenia pasa drogowego,
   - system ma możliwość obsługi do 8 pasów jezdni (z uwzględnieniem pasów zieleni) ze względu na możliwość zmiany lokalizacji systemu pomiarowego.

c) Mierniki poziomu drgań :
   - Czujnik pomiaru drgań typu ICP mierzy w trzech osiach równocześnie,
   - Czujnik pomiaru drgań spełnia wymagania zawarte z normach:PN-88/B-02171.

e) Mierniki do pomiaru warunków pogodowych (stacja pogodowa : VAISALA WTX 510) :

Dane dotyczące temperatury, wilgotności, opadów deszczu, kierunku i prędkości wiatru oraz ciśnienia atmosferycznego są gromadzone z rozdzielczością co najmniej raz na minutę a format zapisu jest kompatybilny z istniejącym systemem do gromadzenia, przetwarzania i dystrybucji danych akustycznych i pozaakustycznych „ARTMAN 151”.

Rysunek 114. Widok stacji monitoringowych (przykład)

d) Rejestrator audio :
   - w trakcie pomiaru realizowana jest rejestracja audio w postaci plików jednominutowych wav (mono, próbkowanie 22,5 kHz) wraz z kompresja do formatu mp3,
   - w systemie zapewniona jest korelacja plików audio z oznaczeniami przekroczeń poziomu natężenia hałasu,
   - czas rejestracji wraz z przechowywaniem danych pomiarowych w pamięci stacji monitorującej wynosi minimum półtora roku,
   - jednominutowe pliki audio nie przekraczają rozmiaru 300 kB,
   - rejestracja sygnału audio realizowana jest poprzez współpracę z mikrofonem wszechpogodowym realizującym pomiary akustyczne.

e) Rejestrator video :
   - w trakcie pomiaru realizowana jest rejestracja video wraz z kompresją,
   - rejestracja poklatkowa (minimum 5 klatek na sek.),
   - rejestracja video w postaci plików jednominutowych,
   - jednominutowe pliki video nie przekraczają rozmiaru 300 kB,

- w systemie zapewniona jest korelacja plików video z oznaczeniami przekroczeń dopuszczalnego poziomu hałasu,
- rozdzielczość rejestrowanego obrazu - minimum 640x480,
- kamera odporna na warunki atmosferyczne.

f) Montaż stacji pomiarowej :

Stacje są montowane na słupach oświetleniowych lub na elewacji budynku.

g) Zasilanie stacji :

Stacje zasilane są prądem zmiennym 230 V z sieci elektrycznej, dodatkowo posiadają akumulator i panel słoneczny.

h) Przebieg pomiaru :

Przyrząd pomiarowy rejestruje poziom dźwięku RMS co 1 s. (bufor) z zapisem co 1 minutę. Pomiar – 24 h z zapisem: 6:00 –18:00, 18:00 –22:00, 22:00 – 6:00.

9) Transmisja danych :

Sterowanie stacją oraz odbiór danych odbywa się za pomocą łącza bezprzewodowego (Wi-Fi, GPRS).

10) Stacja serwerowa :

System jest kompatybilny i współpracuje z systemem monitorującym (stacje monitorujące ARTMAN 151 i serwer DELL). Dane pomiarowe gromadzone są na serwerze w centralnej bazie danych pracującym pod kontrolą systemu Unix. Aplikacja do przeglądania współpracuje z systemem Windows i pracuje w systemie rozproszonym. Dostęp do stacji jest zabezpieczone odpowiednim kodem a dedykowane oprogramowanie pozwala na programowanie sesji pomiarowych i odbiór danych.

11) Dane z monitoringu nie są udostępniane poprzez portal internetowy.

12. WYMAGANIA DOTYCZĄCE NARZĘDZI INFORMATYCZNYCH INTEGRUJĄCYCH ZALECANE MODLE OBLICZENIOWE HAŁASU

12.1. INFORMACJE WSTĘPNE

Państwom członkowskim nie posiadającym krajowych metod obliczeń, lub państwom członkowskim zainteresowanym zmianą metod obliczeń Dyrektywa 2002/49/WE zaleciła metody scharakteryzowane w poprzednich częściach pracy. Jak już wspomniano także, zalecane metody wymagają zastosowania narzędzi informatycznych (oprogramowania), realizujących algorytmy oparte na zawartych w nich modelach.

Praktycznie rzecz biorąc w swych podstawowych funkcjach programy powyższe się nie różnią. Różnicują je natomiast funkcje dodatkowe, które pozwalają użytkownikowi realizować jego indywidualne wymagania i potrzeby, a także przyzwyczajenia.

Ogólnie można przyjąć, iż system pozwalający na tworzenie i utrzymanie w ciągłej aktualności mapy akustycznej powinien posiadać strukturę modułową, co pozwala na dostosowanie jego funkcjonalności do specyficznych potrzeb realizowanego przedsięwzięcia. Przykładem może być tu - poza standardowymi modułami (hałas samochodowy, kolejowy, przemysłowy, lotniczy) - również implementacja modułów pozwalających na dodatkowe obliczenia, jak np.:

- zanieczyszczenia powietrza,
- interaktywna wizualizacja trójwymiarowego modelu terenu,
- analiza nasłonecznienia poszczególnych części miasta w kontekście jego zabudowy,
- analizy zagrożeń poszczególnych terenów,
- zarządzania informacją o stanie środowiska itp.

Oprogramowanie powinno także łatwo integrować się z istniejącymi systemami GIS przynajmniej na poziomie bezpośredniej wymiany danych przestrzenno-opisowych.

W związku z dużymi obszarami opracowań dla aglomeracji miejskich, oprogramowanie powinno koniecznie gwarantować - poza bezpośrednim trybem obliczeń realizowanym na stacji klienckiej - również wsadowe a najlepiej rozproszone przetwarzanie danych.

Poszczególne moduły oprogramowania powinny być zasilane danymi, o których mowa była w innych rozdziałach niniejszego opracowania. Z ogólnych analiz wynikały potrzeby pozyskania danych o dużym stopniu szczegółowości, gdyż w przypadku braku odpowiednich danych mogą wystąpić duże trudności ze zrealizowaniem mapy akustycznej oraz z jej wiarygodnością.

Wobec powyższego każdy organ administracji samorządowej powinien rozważyć przeprowadzenie postępowanie w celu nabycia określonego programu narzędziowego, za pomocą którego tworzona, a następnie przetwarzana prowadzona byłaby mapa akustyczna, nie tylko w chwili obecnej, ale również w latach przyszłych. Etap początkowy tego procesu powinien być w zasadzie przeprowadzany przed etapem tworzenia numerycznej mapy terenu (NMT), aby móc ją opracowywać już z uwzględnieniem specyfiki konkretnego programu komputerowego. Ułatwi to eksploatację powstałej płaszczyzny informatycznej służącej do opracowywania mapy akustycznej.

Należy w tym miejscu podkreślić fakt szczegółowego przyjrzenia się poszczególnym programom, jak realizują one zadania, gdy chcemy go wykorzystać do dalszych prac związanych z oceną akustyczną środowiska np. do identyfikacji rejonów akustycznych, gdzie występują przekroczenia po-

ziomów dopuszczalnych hałasu w środowisku z uwzględnieniem liczby mieszkańców tzw. rejonów konfliktów akustycznych, obliczenia wskaźnika charakteryzującego wielkość przekroczeń poziomu hałasu i liczbę mieszkańców danego rejonu lub też obliczenie liczby ludności narażonych na ponadnormatywny hałas. Uwzględnienie w ocenie oprogramowania komputerowego za pomocą, którego będzie się realizowało mapę akustyczną już na etapie przystępowania do jej przygotowania przyczyni się do uniknięcia niespodzianek, gdy mapa akustyczna będzie na ukończeniu.

12.2. SPRECYZOWANIE MINIMALNYCH WYMAGAŃ WOBEC OPROGRAMOWANIA SŁUŻĄCEGO DO OPRACOWYWANIA MAP AKUSTYCZNYCH

Oprogramowanie stosowane do opracowywania map akustycznych powinno spełniać następujące minimalne wymagania:

- opierać się na metodach obliczeniowych określonych w artykule 6 i załączniku II Dyrektywy 2002/49/WE,
- zawierać urządzenie do modelowania obiektów,
- zawierać modele emisji ze źródeł; informacji geometrycznych dotyczących źródeł hałasu dostarczałoby urządzenie do modelowania obiektów,
- zawierać urządzenia do obliczania propagacji hałasu;
- zawierać urządzenia do prezentacji informacji w postaci map pokazujących poziomy hałasu w środowisku.

Niektóre z powyższych elementów wymagają uszczegółowienia.

Modelowanie obiektów.

Obszar badań składa się z obiektów geometrycznych znajdujących się na tym terenie oraz przypisanych obiektom specyficznych, akustycznych i innych niż akustyczne cech. Poza ich własnościami geometrycznymi i wspomnianymi cechami, wszystkie obiekty odnosi się do współrzędnych geograficznych. Przeprowadzone modelowanie obiektu powinno stworzyć zbiór lub zbiory informacji o kluczowym znaczeniu dla procesu prognozowania hałasu i opracowywania map akustycznych. W czasie modelowania obiektów należy stosować reguły określone przez metody obliczeniowe, a także przewidywać możliwość spełniania potrzeb związanych z prezentowaniem danych, co określono poniżej.

Modele emisji ze źródeł.

Za pomocą modelu emisji ze źródeł oblicza się poziomy emisji dźwięku w większości na podstawie danych poza akustycznych, w odniesieniu do ruchu drogowego, kolejowego i lotniczego. Obliczenia te często opierają się na metodach obliczeniowych, które wymagają dostępności i dokładności dużych zbiorów danych. Na ogół, określenie emisji ze źródeł przemysłowych wymaga obliczenia poziomów mocy akustycznej na podstawie pomiarów poziomów hałasu. Oprogramowanie musi więc zapewniać możliwość wykorzystania zbiorów dysponowanych danych, w celu określenia poziomów hałasu emitowanego przez pojazdy drogowe i kolejowe, samoloty i inne źródła.

Modele emisji ze źródeł muszą odpowiadać definicjom i regułom przyjętym w metodach obliczeniowych. Dowodem na to jest dokumentacja oprogramowania, która musi zawierać szczegółowy

opis metod i stosowanych w obliczeniach zależności oraz szczegółowe omówienie testów sprawdzających (np. walidację metody).

Obliczenia propagacji hałasu.

W obliczeniach tych należy uwzględniać „funkcję przejścia" od źródła do odbiorcy zgodną z zalecanymi metodami. Uwaga ta jest o tyle istotna, iż do chwili obecnej wiele państw stosowało swe, różniące się między sobą metody, których elementy mogły pozostać w oprogramowaniu.

Oprogramowanie musi więc uwzględniać wszystkie oddziaływania na drodze rozchodzenia się dźwięku, jakie wywierają:

- geometria i własności akustyczne obiektów,
- dalsze warunki brzegowe dla obliczeń oraz warunki rozchodzenia się hałasu, np. pochłanianie przez powietrze i efekt meteorologiczny,
- poziomy emisji dźwięku określone za pomocą modelu emisji dźwięku lub z pomiarów.

W wyniku obliczenia rozchodzenia się hałasu otrzymuje się wartość żądanego wskaźnika poziomu hałasu (np. określonego w artykule 5 i załączniku I Dyrektywy 2002/49/WE) w jednym lub kilku punktach oceny, odniesionych do współrzędnych geograficznych, lub też w siatce punktów oceny.

Urządzenia (interfejsy) do prezentacji map.

Urządzenia te powinny zapewniać odpowiednie warianty prezentacji informacji dotyczących wartości wskaźników hałasu w środowisku. Ponadto, powinny zawierać możliwości przeprowadzenie dodatkowej analizy podstawowych danych otrzymanych z obliczeń hałasu (o ile takie analizy okażą się konieczne), dzięki której będzie można uzyskać informacje dotyczące:

- przekroczenia wartości dopuszczalnych poziomów dźwięku,
- narażenia ludności na oddziaływanie hałasu,
- skutków oddziaływania hałasu,
- liczby eksponowanych budynków mieszkalnych lub liczby osób odczuwających skutki hałasu.

Wyniki badań uzyskane za pomocą oprogramowania stosowanego do opracowywania map należy przedstawić jako numeryczny lub graficzny produkt przetworzenia rezultatów obliczonych i odniesionych do współrzędnych geograficznych (z podaniem pełnego opisu zastosowanego systemu współrzędnych geograficznych) oraz danych wejściowych. Urządzenia wyjściowe powinny więc zapewniać prezentacje na ekranie, wydrukowane lub wykreślone krzywe, wydrukowane lub wykreślone tablice oraz pliki cyfrowe w formacie graficznym, tekstowym lub binarnym. Na minimalne efekty prac urządzenia, stosowanego do opracowywania map, powinny składać się:

- graficzna prezentacja map obiektów,
- graficzna prezentacja zanieczyszczenia hałasem w postaci map akustycznych,
- graficzna prezentacja wpływu hałasu w postaci map różnicowych,
- graficzna prezentacja hałasu w postaci map konfliktu,
- graficzna prezentacja hałasu w postaci map ekspozycji,

- numeryczna prezentacja hałasu w kategoriach uciążliwości (dolegliwości zdrowotnych i zakłócenia snu) w postaci tabel,
- alfanumeryczna prezentacja danych wejściowych w postaci list,

Na zakończenie należy sprecyzować kilka wymagań w stosunku do urządzeń wejścia i wyjścia. Nie są to zwykle elementy oprogramowania do obliczeń akustycznych, lecz muszą z tym oprogramowaniem współgrać.

Urządzenia wejściowe powinny zapewniać przynajmniej następujące możliwości:

- import danych cyfrowych i systemu informacji geograficznych,

a ponadto:

- wprowadzanie danych za pomocą klawiatury,
- wprowadzanie danych poprzez rysowanie na ekranie,
- połączenie za pomocą interfejsu z rysownicą analogowo-cyfrową.

Urządzenia wejściowe powinny zapewniać cały zakres możliwości, od digitalizacji i manualnego wprowadzania cech, do importu istniejących danych cyfrowych. Oprogramowanie musi być w stanie operować danymi zarówno odniesionymi do współrzędnych geograficznych (np. w przypadku geometrii i cech obiektu, czy opisu obiektu), jak i tymi, których nie odniesiono do takich współrzędnych.

Poza danymi wpływającymi na rozchodzenie się hałasu, w fazie opracowywania map i późniejszego przetwarzania niezbędne są dodatkowe dane, odniesione do współrzędnych geograficznych (dane przestrzenne). Przy wprowadzaniu tego typu danych należy zapewnić zachowanie skali, w jakiej informacje podano na pierwotnych mapach. Urządzenia do importu dostępnych danych cyfrowych powinny być zaopatrzone w odpowiednie interfejsy odniesione do stosowanego opisu formatów plików.

Urządzenia do prezentacji w formie graficznej.

Urządzenia wyjściowe powinny zapewniać prezentację uzyskanych wyników w postaci graficznej, tabelarycznej i cyfrowej. Elementy oprogramowania stosowane do zarówno opracowywania map, jak i późniejszego ich przetwarzania wykorzystują te same urządzenia do prezentacji danych. Element oprogramowania stosowany do opracowywania map w postaci graficznej musi posiadać funkcje graficzne (przynajmniej prezentację dwuwymiarową). Wszystkie dane wejściowe i wyniki obliczeń muszą móc operować danymi przestrzennymi. Prezentacja może być dokonywana na cały szereg sposobów, lecz muszą składać się na nią przynajmniej następujące elementy:

- proste mapy zmierzonych poziomów hałasu w punktach ustalanych doraźnie,
- zakodowane kolorem linie, wytyczone na podstawie pomiarów lub obliczeń, reprezentujące poziomy hałasu drogowego przy krawędzi jezdni i/lub poziomy hałasu kolejowego przy krawędzi torów,
- izolinie reprezentujące równe wartości wskaźnika poziomu hałasu dla wybranych źródeł hałasu. Obszary między izoliniami są zwykle zakolorowane i zakodowane kolorem, umożliwiając efektywną i powtarzalną prezentację wizualną,
- izolinie ponadnormatywnego poziomu hałasu, pokazujące obszary, na których zostały przekroczone poziomy dopuszczalne,

- izolinie pokazujące wpływ hałasu na mieszkańców danego obszaru, np. mapy pokazujące obszary o dużej uciążliwości spowodowanej hałasem lub te, na których może mieć miejsce zakłócenie snu,
- zakodowane kolorem linie reprezentujące liczbę mieszkańców, których zagrożone jest zdrowie, lub którym dane źródło zakłóca sen,
- mapy budynków, zakodowane kolorem, w celu określenia wartości wskaźnika poziomu hałasu na elewacjach,
- baza danych dotyczących wartości wskaźnika poziomu hałasu, przekroczeń dopuszczalnych wartości lub poziomów konfliktu, lub też skutków hałasu dla nieruchomości wrażliwych na hałas,
- kartograficzna prezentacja obiektu z nałożeniem danych wynikowych lub bez nałożenia tych danych,
- tabelaryczna prezentacja danych cyfrowych, w tym współrzędnych, do których odnoszą się wyniki obliczeń.

Ponadto, mapy o zróżnicowanej postaci mogą odnosić się do różnych pór dnia, wieczoru lub nocy, z zastosowaniem przy tym różnych wskaźniki poziomu hałasu, relacji dawki hałasu i skutku, wysokości, dla których dokonuje się obliczeń za pomocą odmiennych technik obliczeń itd.

We właściwościach narzędzi do prezentacji graficznej należy także zwrócić uwagę na:

- odwzorowanie osi x i y, z podziałką i podaniem względnej wysokości siatki,
- położenie źródeł i przeszkód oraz innych informacji graficznych istotnych dla opisu obiektu (np. granice stref użytkowania gruntów, czy stref wykorzystywanych w mapach konfliktu),
- zachowanie pierwotnej skali map w przypadku wszystkich opartych na mapach danych wejściowych i wyjściowych, odniesionych do współrzędnych geograficznych.

Prezentacja wyników w postaci danych numerycznych.

Oprogramowanie stosowane do opracowania map hałasu musi być w stanie wyświetlać, drukować i eksportować do plików cyfrowych wszystkie obliczone poziomy hałasu i/lub wskaźniki oceny. W odniesieniu do obliczeń wykonywanych zarówno dla pojedynczych punktów oceny, jak i całych siatek (map), minimalne wymagania obejmują:

- współrzędne x,y,z punktu odbioru/oceny,
- obliczony poziom hałasu/oceny.

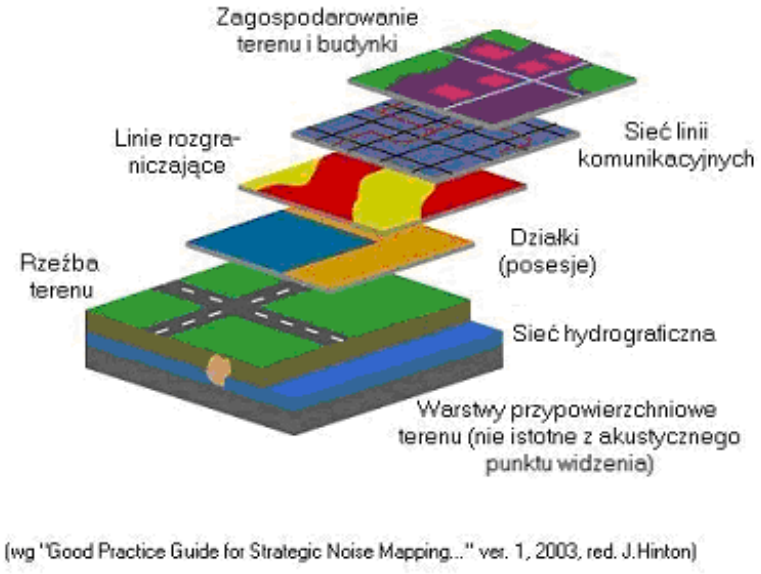
13.WYKORZYSTANIE TECHNIK GIS – INFORMACJE PODSTAWOWE

13.1. WPROWADZENIE DO METOD WYKORZYSTANIA GEOGRAFICZNYCH SYSTEMÓW INFORMACYJNYCH (GIS)

Skrót GIS (Geographical Information System) System Informacji Geograficznej. Szybki rozwój nauki i techniki - także omawianej dziedzinie - sprawia, że bardzo trudne jest jednoznacznie zdefiniowanie pojęcia GIS. Nie zagłębiając się w tym miejscu w problematykę warto wszakże przytoczyć na wstępie dwie bardzo ogólne definicje:

GIS — Jest to system bazodanowy z możliwością przechowywania danych przestrzennie odniesionych wraz ze zbiorem funkcji przeznaczonych do ich przetwarzania i analizy.

Geomatyka — Dyscyplina nauki i praktyki zajmująca się problemami dotyczącymi informacji geoprzestrzennej.



Rysunek 115. Przykładowe warstwy mapy obszaru stosowane w technikach GIS

Rozwijając pierwszą z powyższych definicji można stwierdzić, iż Systemem Informacji Geograficznej nazywa się system, którego celem jest między innymi pozyskiwanie i przetwarzanie informacji wraz z ich weryfikacją i integracją. Na podstawie zgromadzonych w systemie GIS danych możliwe jest przeprowadzanie specyficznych analiz opierających się m.in. na relacjach przestrzennych między obiektami[35].

Dobrą ilustracją powyższego stwierdzenia jest schemat zamieszczony obok (Rysunek 115). Pokazano na nim koncepcję wykorzystania narzędzi GIS do analizy poszczególnych warstw geoinformacyjnych.

Informacje zawarte w poszczególnych warstwach reprezentują poszczególne komponenty środowiska, jak również aspekty społeczno – ekonomiczne.

Podstawową cechą, która wyróżnia GIS jest fakt, iż wszystkie obiekty, którymi się operuje są jednoznacznie odniesione do przestrzennych lub geograficznych współrzędnych.

Wyróżnia się następujące rodzaje danych przestrzennych:

- geometryczne zawierające informacje o położeniu obiektów (punktowych, liniowych, powierzchniowych i objętościowych), np. współrzędne topograficzne oraz informacja o topologii obiektów,
- atrybutowe, informacje opisowe określające wybrane cechy jakościowe lub ilościowe obiektów - np. nazwa obiektu, liczba ludzi.

[35] w szczególności technika ta jest bardzo przydatna przy opracowywaniu analiz akustycznych.

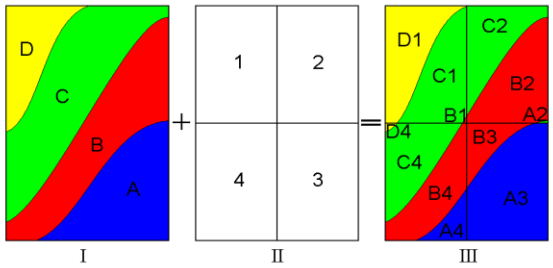
Ponadto należy przybliżyć jeszcze dwa istotne pojęcia jak struktura danych oraz analiza przestrzenna.

13.1.1. Struktury danych wykorzystywanych w analizach GIS:

- model wektorowy - obiekt jest reprezentowany przez zbiór punktów i ich współrzędnych, wraz z informacją o ich połączeniu, jeden obiekt jest jednym rekordem,
- model rastrowy - obiekty są odwzorowane za pomocą regularnie ułożonych powierzchni elementarnych (najczęściej kwadraty- rastry oraz piksele), każdemu rastrowi lub piskselowi przyporządkowana jest jedna wartość

13.1.2. Analizy przestrzenne:

W systemach GIS istnieje możliwość budowania dynamicznych zapytań w powiązaniu z wynikami innych zapytań, dzięki czemu można uzyskać możliwość prowadzenia analiz typu, „co się stanie, jeśli?". Uzyskać to można między innymi przy użyciu zapytań w języku SQL jak również poprzez chociażby stworzenie stref buforowych wokół wybranych elementów graficznych i badanie, co się znajduje w tych buforach. Możliwe jest też tworzenie nowych obiektów przestrzennych na podstawie nakładania np. nowych granic na wyróżnione obszary, tworząc w ten sposób nowe poligony. Ideowy przykład takiej analizy zamieszczono na poniższym diagramie.



Schemat ideowy nakładania poligonów:
I - powierzchnie (np. rozkładu hałasu),
II - granice (obszarów),
III - wynik analizy GIS

(wg P.Chacińskiej)

Rysunek 116. Schemat ideowy analizy GIS

Analizy przestrzenne znacznie ułatwiają wyszukiwanie (przykładowo) chociażby obiektów mieszkalnych znajdujących się w określonych strefach oddziaływania tras szybkiego ruchu.

Z uwagi na fakt, iż mapa akustyczna jest to łącznie zbiór informacji opisowych wraz z informacjami geoprzestrzennymi w postaci wektorowej i rastrowej dotyczących wpływu hałasu na środowisko, do jej opracowania są z powodzeniem stosowane techniki GIS. Warto bowiem zauważyć, iż narzędzia GIS do opracowywania analiz akustycznych mogą dzielić wspólny interfejs wymiany danych, tzn. programy do tworzenia map hałasu są zdolne czytać i zapisywać formaty danych kompatybilnych z narzędziami informatycznymi GIS.

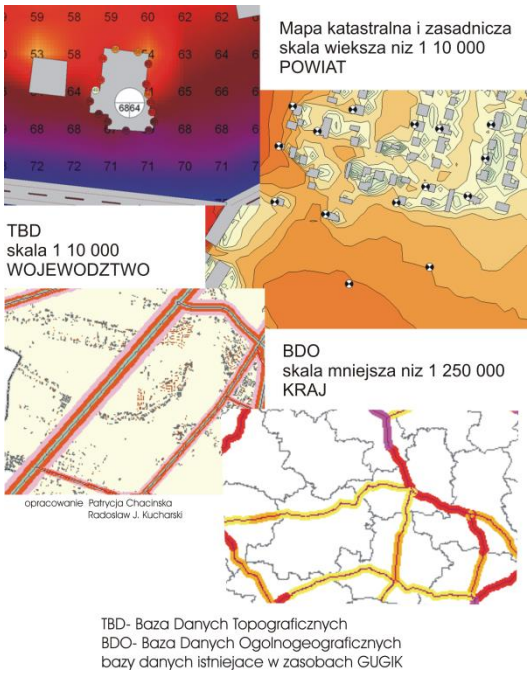
13.2. CECHY CHARAKTERYSTYCZNE I ZALETY UŻYTKOWANIA GIS W ANALIZACH ZBIORÓW DANYCH PRZESTRZENNYCH

Narzędzia GIS pozwalają na połączenie danych geoprzestrzennych pochodzących z różnych źródeł i o różnym stopniu szczegółowości w jedną bazę danych geograficznych. Daje to szereg wymiernych korzyści, których niepełną listę zestawiono niżej:

- zcentralizowane utrzymanie zwiększa ciągłość w zarządzaniu danymi (jeśli oczywiście przepływ danych i informacji jest dobrze zorganizowany),
- zwiększona kontrola i lepsze zrozumienie dla jakości danych (jednorodności danych, dokład-

ności, kompletności itp.),

- zarządzanie danymi w środowisku GIS zapewnia zunifikowane, standaryzowane źródło danych,
- efektywne udostępnienie informacji publicznej między innymi poprzez prezentacje danych (np. map hałasu) włączając w to generację serwisów bazujących na sieci dających dostęp i służących rozpowszechnianiu danych w Internecie,
- stosunkowo szybkie i łatwe pozyskiwanie danych,
- możliwość precyzyjnego wstawiania nowych oraz edycji istniejących obiektów geoprzestrzennych,
- generowanie warstw tematycznych w wyniku:
    - możliwości zarządzania warstwami w zakresie symboliki, kolejności wyświetlania;
    - możliwość tworzenia zapytań dotyczących danych geoprzestrzennych jak również atrybutowych,
- wykonywanie dynamicznych analiz -narzędzia GIS pozwalają między innymi na zautomatyzowane:



Rysunek 117 Schemat możliwości wykorzystania poszczególnych baz danych geoprzestrzennych na przykładzie analiz akustycznych pokazano na ilustracji

- znajdowania części wspólnych i różnic przestrzennych obiektów,
- agregację przestrzenną obiektów,
- tworzenie dynamicznych stref buforowych w powiązaniu z wybranymi atrybutami,
- wyszukiwanie obiektów położonych w określonym promieniu od zadanego punktu,
- możliwość geokodowania punktów.

W technikach GIS wykonuje się niekiedy etapy pośrednie prac. Po sprawdzeniu jakości danych pod względem między innymi geometrii, topologii, sprowadzeniu ich do jednakowej formy i układu współrzędnych przestrzennych są one następnie eksportowane do innych programów narzędziowych (np. do tworzenia map hałasu), co ułatwia i usprawnia znacznie pracę. Tworzone są więc dane wejściowe dla tematycznych programów narzędziowych.

Efektem końcowym prac powinny być prawidłowe i dowolne wręcz kompozycje warstw GIS-owych tworzących mapy na których znajdują się wszystkie żądane przez klienta informacje.

System Zarządzania Bazami Danych, zapewnia integralność i zgodność danych, przy równoczesnej redukcji redundancji. Bazy danych są przydatne wielu użytkownikom w różnych celach. Koncepcja ta została rozszerzona w ostatnich latach poprzez dodanie poziomu wizualnego tworzenia map. Wzmocniło to siłę informacyjnych danych geoprzestrzennych.

13.3. WYMAGANIA W ZAKRESIE TECHNIK GIS

Systemy GIS wykorzystuje się coraz szerzej w praktyce zarządzania aglomeracjami miejskimi. Jest to efekt rewolucji, jaka dokonała się w przeciągu ostatnich kilkunastu lat w zakresie Systemów Zarządzania Bazami Danych (DBMS Database Management System) oraz w zakresie zarządzania zbiorami informacji przestrzennej.

Mapa będąca częścią systemu geoinformatycznego jako całości musi spełniać określone, niżej scharakteryzowane, kryteria.

13.3.1. Poprawność danych

Dane przestrzenne w szczególności dane wektorowe wykonywane w ramach opracowywania map akustycznych powinny być poprawne. Poprawność oznacza tutaj głównie poprawność geometryczną oraz topologiczną. Topologia to zachowanie prawidłowych relacji między obiektami które pozostają niezmiennie w transformacjach geometrycznych. Brak błędów jest szczególnie istotny w przypadku szczegółowych analiz jak również przy wymianie danych z innymi systemami.

Wybrane błędy często popełniane przy tworzeniu warstw tematycznych:

- brak lub też złe etykiety,
- zduplikowane obiekty punktowe, liniowe i powierzchniowe,
- pętle lub nie zamknięte powierzchnie (poligony); są to tzw. „wiszące węzły”,
- puste zbiory geometrii,
- błędne i nieznane typy geometryczne,
- niedociągnięcia i przeciągnięcia linii (tzw. bagnety),
- opuszczanie linii,
- „kanciastość” linii (linia składająca się wyraźnie z prostych odcinków).

Zaawansowane techniki GIS pozwalają na automatyczną lub półautomatyczną naprawę geometrii istniejących już obiektów.

13.3.2. Interoperacyjność:

Termin ten występuje w Dyrektywie INSPIRE i związanych ą nią merytorycznie dokumentach krajowych. Jest to możliwość automatycznego wręcz łączenia bazy danych przestrzennych oraz interakcji usług danych przestrzennych bez powtarzalnej interwencji manualnej, tak by wynik był jednolity, a wartość dodana zbiorów i usług danych przestrzennych została zwiększona.

Jest to, więc współdziałanie różnych systemów w celu wykonania określonych zadań z zakresu przetwarzania lub przesyłania informacji.

Spełnienie tego warunku stanowi podstawowe kryterium współdziałania różnych systemów. Podobnie jak standaryzacja, która jest podstawowym warunkiem prawidłowej komunikacji, wymiany

myśli zarówno pomiędzy systemami, jak również pomiędzy ludźmi. W obu przypadkach przepływ informacji jest wówczas znacznie łatwiejszy i bardziej efektywny.

Standardy informacji geoprzestrzennej opisane są w pracach Komitetu Technicznego ISO/TC211 i są oznaczone symbolami: ISO 191xx gdzie xx oznacza numer kolejny projektu. Dodatkowo część informacji można znaleźć między innymi w wytycznych technicznych Głównego Geodety Kraju.

Aby osiągnąć wysoki poziom współużytkowania danych należy zapewnić udział analityków i programistów tworzących bazy danych już we wczesnym stadium realizacji projektu.

Należy także zauważyć, iż jednolite formaty danych i układ przestrzenny sprzyjają prawidłowej interoperacyjności.

Wysoki początkowy koszt pozyskania danych dla ich zasadniczego użycia łatwiej jest usprawiedliwić, jeśli istnieje następnie możliwość współużytkowania danych z innymi użytkownikami.

13.3.3. Metadane:

Metadane w odniesieniu do danych geoprzestrzennych oznaczają informacje o nich samych. Opisują poszczególne ich parametry między innymi:

- położenie i rodzaj obiektu wraz z ich atrybutami,
- dokładność, stopień szczegółowości i aktualności zbioru wraz z jego pochodzeniem,
- informacje o sposobie dostępu do danego zbioru:
    - prawa autorskie i własności intelektualnej;
    - cena i warunki uzyskania dostępu;
    - ograniczenia dostępu,
- organy publiczne odpowiedzialne za utworzenie, administrowanie, utrzymywanie i dystrybuowanie zbiorów i usług danych przestrzennych.

W przypadku opracowywania map akustycznych metadane są informacjami bardzo istotnymi chociażby z punktu widzenia zachowania praw własności.

W Dyrektywie INSPIRE przyjmuje się, że metadane umożliwiają wyszukiwanie, inwentaryzację i użytkowanie danych przestrzennych.

13.3.4. Standardy wymiany danych:

Dane mogą być udostępniane i przechowywane w wielu różnych formatach. Najbardziej elastyczne oprogramowanie GIS zaopatrzone są w różnego rodzaju funkcje dzięki którym można importować i eksportować dane w różnych formatach.

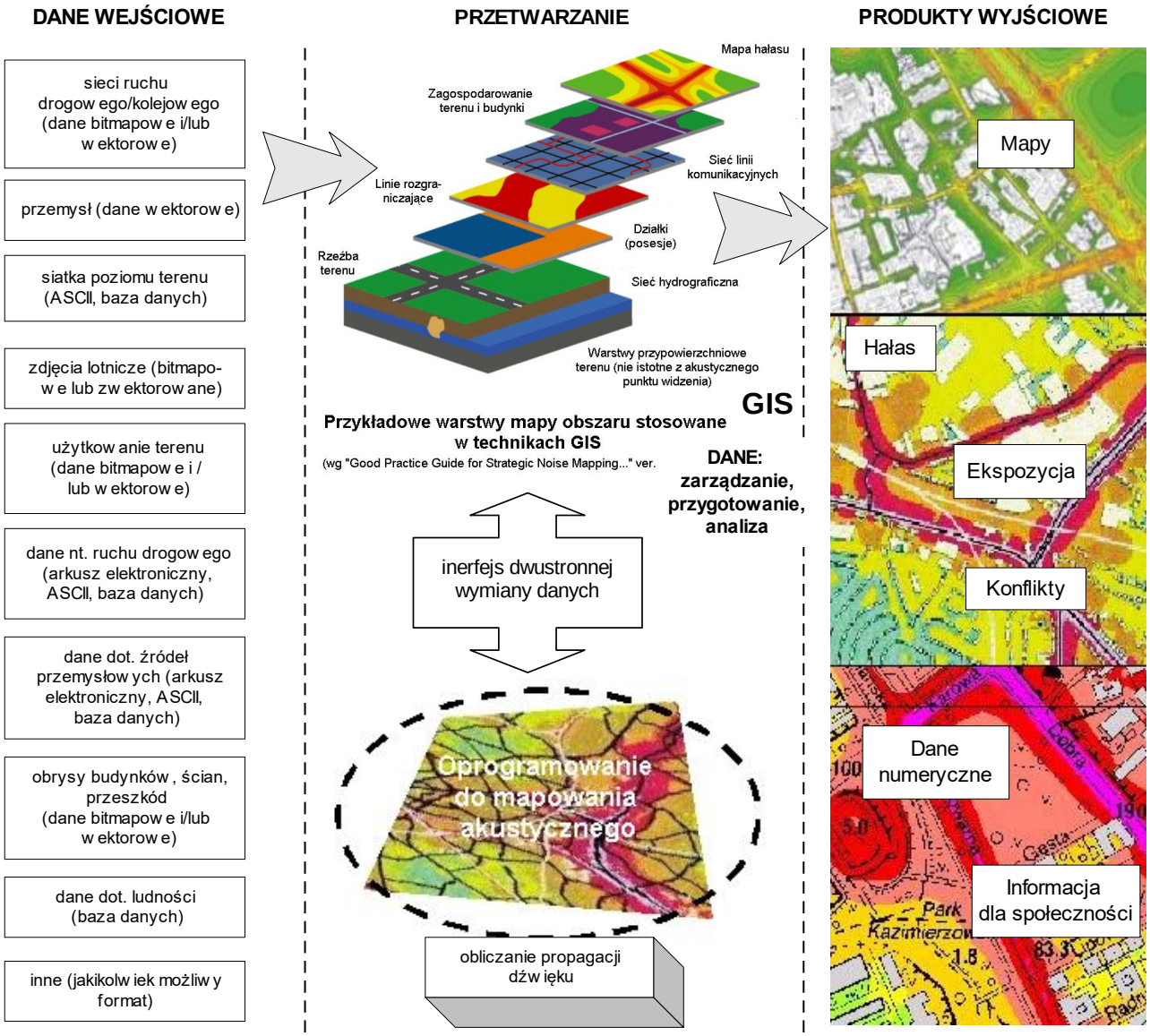
Pomimo to należy zmierzać do tego by mapy akustyczne opracowywane były w formatach zgodnych ze standardami wymiany danych tj. według wytycznych technicznych - Głównego Geodety Kraju dotyczących TBD- Topograficznych Baz Danych.

Należy przyjąć, co następuje:

- obowiązujący układ odniesień przestrzennych: 1992, 2000,
- układ wysokościowy: Kronsztad,

- skala bazowa: 1:10 000,
- format danych docelowo:
    - model wektorowy: GML, SHP, E00, MIF, DXF;
    - model rastrowy: GeoTiff;
    - dane użytkowe NMT (regularna siatka punktów): ASCII;
    - źródło danych typu ODBC.

Jednoczesna obsługa poprzez bezpośredni lub też pośredni dostęp do wyżej wymienionych formatów realizowana jest w chwili obecnej przez praktycznie wszystkich komercyjnych jak również niekomercyjnych (inicjatywa OpenGIS Consortium) dostawców oprogramowania typu GIS.



Rysunek 118. Schemat wykorzystania technik GIS w opracowywaniu map akustycznych

13.4. UKŁADY ODNIESIEŃ PRZESTRZENNYCH OBOWIĄZUJĄCE W POLSCE (PAŃSTWOWY UKŁAD ODNIESIENIA)

Obecnie istnieje bardzo duża rozbieżność pomiędzy układami na dużym obszarze kraju. Wiele miast ma swoje własne lokalne układy przestrzenne.

Zgodnie z Rozporządzeniem Rady Ministrów z dnia 15 października 2012 r. w sprawie państwowego systemu odniesień przestrzennych (Dz.U. 2012 poz. 1247) do wykonywania warstw wektorowych map akustycznych stosuje się następujące układy odniesienia

- układ współrzędnych PL-1992 – stosowany przy opracowaniach niestandardowych,
- układ współrzędnych PL-2000 stosowany się na potrzeby wykonywania map w skalach większych od 1:10 000.

14.SZACOWANIE LICZBY OSÓB EKSPONOWANYCH NA HAŁAS

Zgodnie z:

- załącznikiem VI do Dyrektywy 2002/49/WE oraz
- załącznikiem 1 do rozporządzenia 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 2007 r. Nr 187, poz. 1340)

w wyniku opracowania mapy akustycznej należy podać (pkt. 1.5, 2.5):

Szacunkową liczbę ludności (w setkach) zamieszkującą lokale mieszkalne narażone na hałas oceniany wskaźnikiem L_{DWN} w każdym z następujących przedziałów wartości podanym w dB, na wysokości 4 m nad poziomem terenu, ***przy najbardziej narażonej elewacji****: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, > 75, oddzielnie dla hałasu pochodzącego od ruchu na drogach, ruchu kolejowego, od ruchu lotniczego oraz od źródeł przemysłowych. Liczby muszą być zaokrąglone do najbliższej setki.....*

(analogiczne wymagania zapisano w pkt. 1.6 oraz 2.6 dla poziomu nocnego L_N*).*

Rozpatrywana ocena szacunkowej liczby osób narażonych na hałas (eksponowanych na hałas) wymaga dysponowania:

- Liczbą osób w budynku,
- Liczbą mieszkań w budynku (ponieważ dodatkowe wymaganie mówi o liczbie mieszkań eksponowanych na hałas).

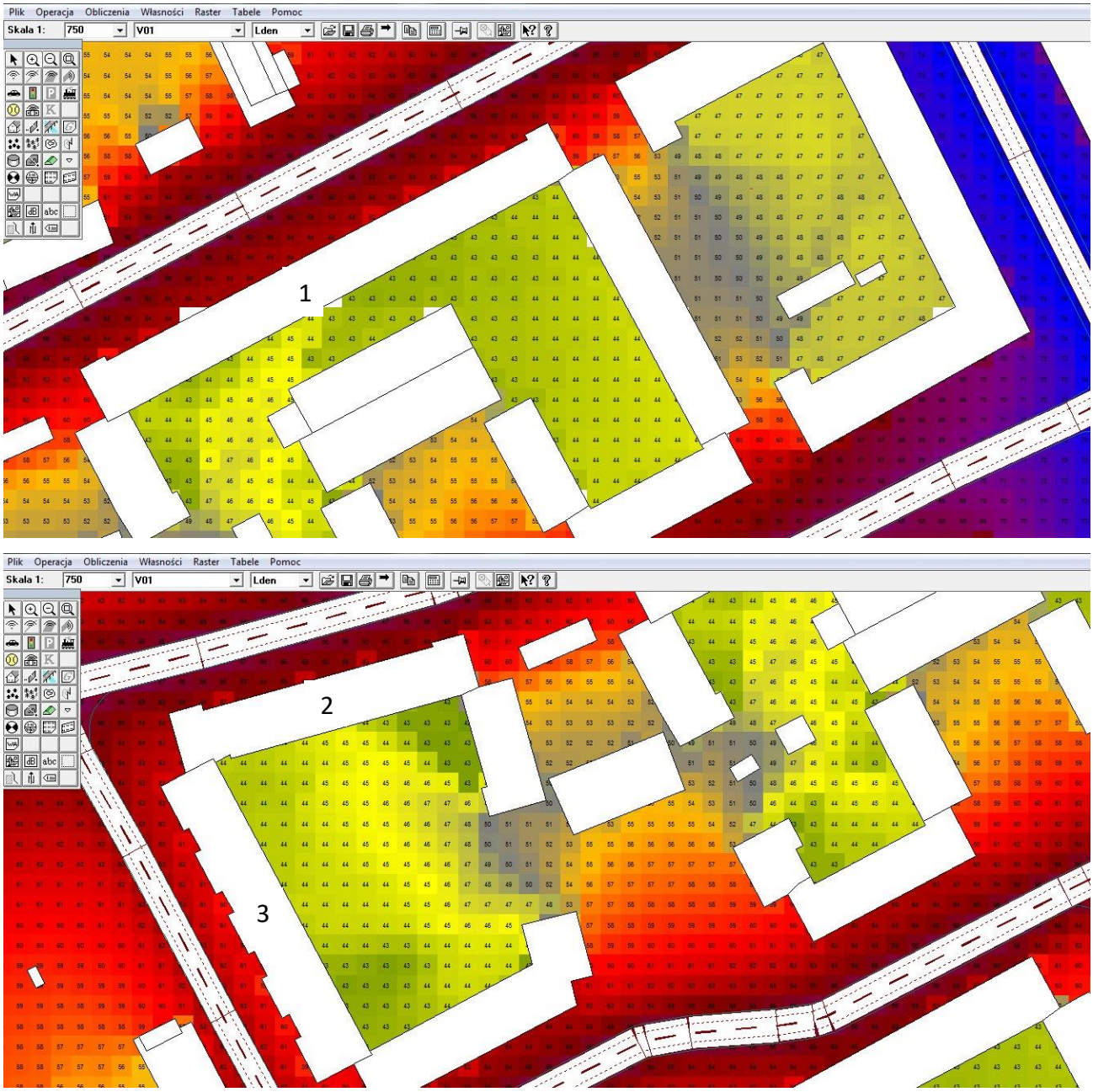
Dane powyższe w większości przypadków są do dyspozycji wykonującego mapę (warstwy „Budynki" oraz „Dane adresowe"). W innych przypadkach do ich wyznaczenia stosować można techniki GIS. Natomiast osobno należy także rozpatrzyć interpretację sformułowania „przy najbardziej narażonej elewacji".

14.1. ZASTOSOWANIE POJĘCIA „NAJBARDZIEJ NARAŻONA ELEWACJA"

Pojęcie to będziemy analizować na podstawie praktycznych przykładów pochodzących ze zrealizowanych już map akustycznych.

Rysunek 119. Pierwszy analizowany obszar – osiedle budownictwa wielorodzinnego (MN)

(przykład zaczerpnięto z ortofotomapy ©Google)



Rysunek 120. Dwa fragmenty mapy akustycznej dla obszaru osiedla pokazanego na ortofotomapie.

Zauważyć można, iż w budynkach oznaczonych 1, 2, 3 poziomy dźwięku przy najbardziej narażonej elewacji przekraczają 60 dB (dochodzą do 64 dB), natomiast przy przeciwnych elewacjach poziomy te przyjmują wartości ok. 42-44 dB.

W takiej sytuacji przypisanie pełnej liczby mieszkańców poziomom najwyższym jest w przytłaczającej większości dużym „przeszacowaniem”.

Komentarz:

Zarówna Dyrektywa, jak i polskie przepisy nie służą pomocą w rozwiązaniu tego dylematu. Podczas opracowywania map akustycznych większa część krajów członkowskich przypisuje pełną liczbę mieszkańców budynków do klasy wskaźnika hałasu związanego z najbardziej narażoną elewacją (w tym także – Polska). Mniejszość państw członkowskich (choć ich liczba wzrasta) stosuje inne sposo-

by postępowania, których celem jest urealnienie tej liczby. W efekcie powstają różne grupy ocen hałasu bardzo trudno porównywalne.

W celu ujednolicenia podejścia rozpoczęła prace w omawianym zakresie jedna z europejskich grup roboczych. Wyniki jej prac są już osiągalne (patrz omówienie Dyrektywy 2015/996 wprowadzającej nowe metody oceny hałasu. Jednakże metody te będą wdrożone do obligatoryjnego stosowania dopiero od roku 2019 począwszy.

W ramach niniejszych wytycznych rekomenduje się wykonywanie urealnionych ocen liczby ludności narażonej na hałas w oparciu o nowe metody, lub – w przypadku trudności z ich wykorzystaniem – metody zawarte w niniejszych wytycznych (w tym rozdziale)

14.2. PRZYKŁADY REALIZACJI SZACOWANIA ZAGROŻENIA BUDYNKÓW HAŁASEM

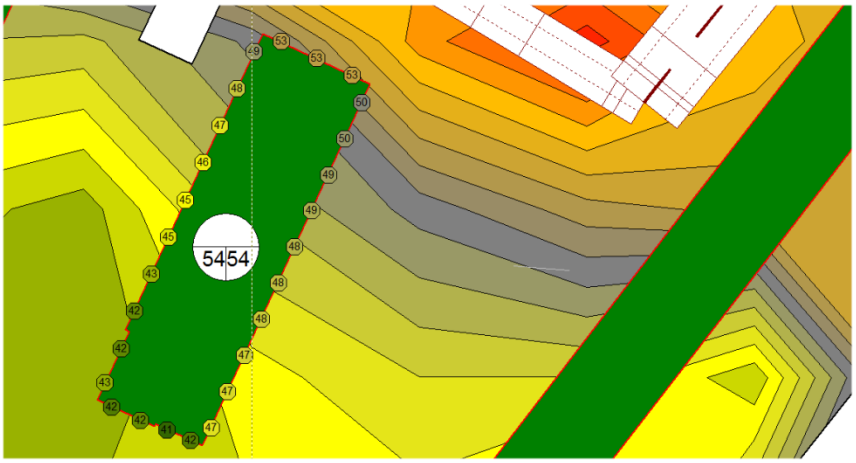
a) Analizy automatyczne:

Niektóre pakiety oprogramowania mogą wykonywać automatyczne analizy liczby narażonych osób (i ich przypisania do odpowiedniej elewacji). Wykorzystanie takiego sposoby oszacowania populacji zagrożonej hałasem jest rozwiązaniem optymalnym, zależnym jednak od dysponowanego sprzętu i oprogramowania. Poniżej zaprezentowano charakterystyczne cechy analiz automatycznych, opartych (dla przykładu) na oprogramowaniu CADNA A.

Rysunek 121. Fragment miasta z przykładu nr 3(rozdz. nr 10.3), z oznaczeniem budynków mieszkalnych do analizy liczby osób zagrożonych hałasem (oprac. w oparciu o CADNA'ę)

Rysunek 122, Analiza zagrożenia hałasem budynków wymagających ochrony, położonych w obszarze zaznaczonym na poprzedniej ilustracji (oprogr. CADNA)

Rysunek 123. Iny przykład analizy budynków zagrożonych hałasem(oprogr. CADNA)



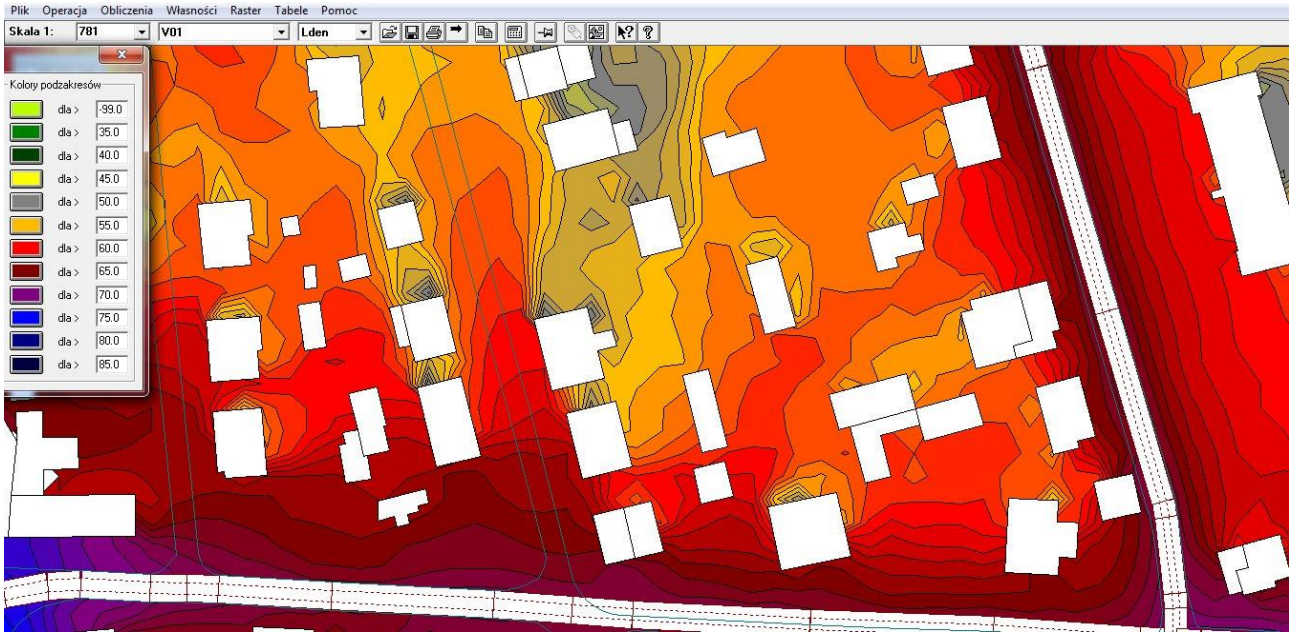
Rysunek 124. Szczegółowa analiza zagrożenia budynku hałasem (przykład – oprogramowanie CADNA)

b) Analizy przybliżone:

W przykładzie analiz przybliżonych powrócić należy do sytuacji zabudowy pokazanej na poprzednich ilustracjach: Rysunek 119 oraz Rysunek 120. liczbę osób zamieszkałych w budynkach oznaczonych 1, 2 oraz 3 dzieli się na połowę i każdą z nich przypisuje się do klas zagrożenia:

- L_{DWN} = 60 – 64 dB oraz
- L_{DWN} < 55 dB

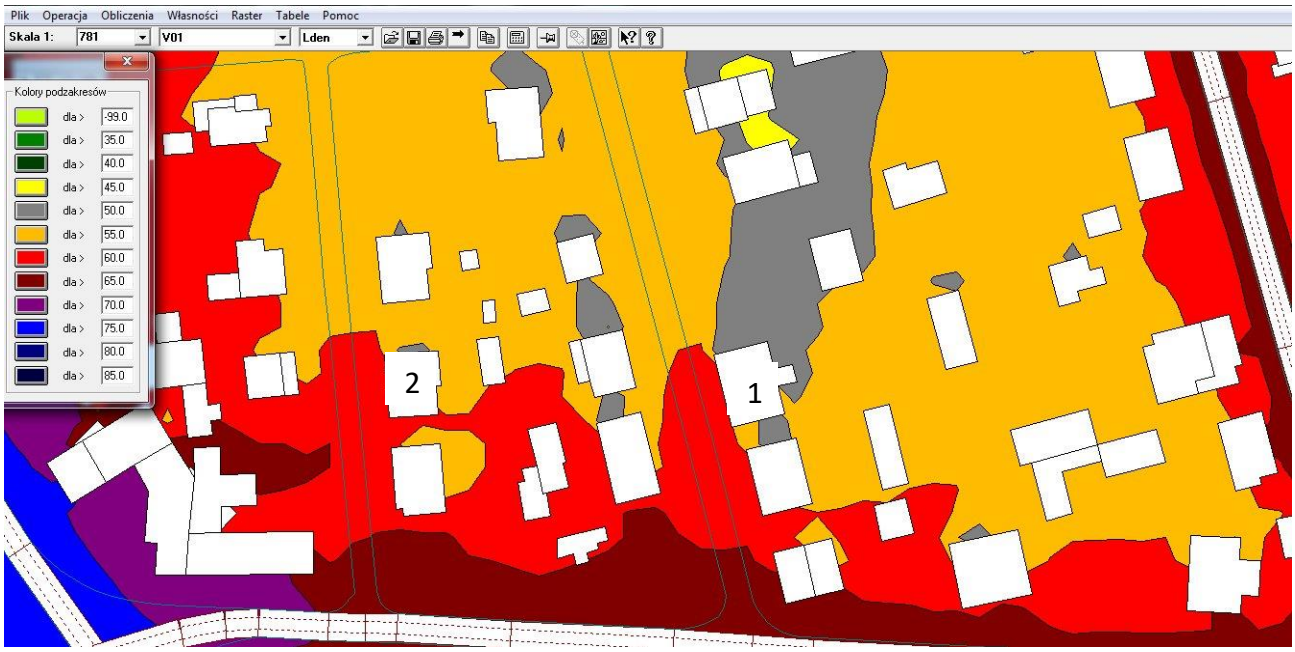
Prezentowane poniżej rysunki pokazują inną sytuację – zabudowę rozproszoną.



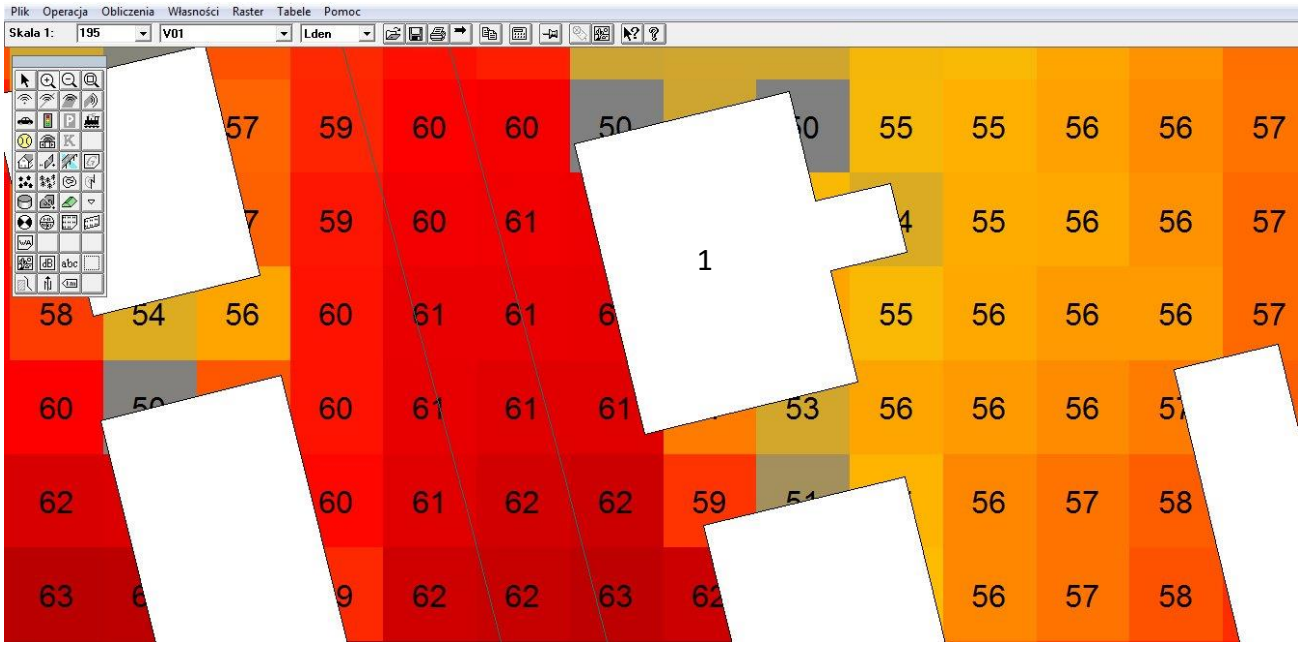
Rysunek 125. Mapa akustyczna fragmentu rozpatrywanego osiedla (rozdzielczość 1 dB)

Rysunek 126. Widok fragmentu analizowanego osiedla na ortofotomapie

(do prezentacji wykorzystano ortofotomapę ©Google)



Rysunek 127. Mapa akustyczna fragmentu rozpatrywanego osiedla (rozdzielczość 5 dB)



Rysunek 128. Powiększenie mapy akustycznej z analizowanym budynkiem

W sytuacji rozpatrywanej na powyższych ilustracjach liczbę ludności w poszczególnych klasach przyporządkowuje się proporcjonalnie do długości fragmentów elewacji o poziomie należącym do danej klasy. I tak:

Dla budynku nr 1:

- L_{DWN} < 55 dB – ok. 50%,
- L_{DWN} = 55 – 59 dB - ok. 15%
- L_{DWN} = 60 – 64 dB - ok. 35%.

15.OPRACOWANIA FINALNE

15.1. WPROWADZENIE

Opracowania tekstowe i graficzne wchodzące w skład przedsięwzięcia „mapa akustyczna" zawierają zróżnicowane zestawy danych w zależności od rodzaju opracowanej mapy akustycznej:

- mapy dla aglomeracji, wykonywanej w oparciu o przepisy art. 118.1 ustawy Prawo ochrony środowiska,
- mapy dla obszarów położonych w otoczeniu dróg, linii kolejowych oraz portów lotniczych, wykonywanej w oparciu o przepisy art. 179.1 ustawy Prawo ochrony środowiska.

Dla każdego z wymienionych rodzajów map wykonywane są jej warstwy tematyczne, odnoszące się do hałasu pochodzącego:

- od komunikacji samochodowej (hałas drogowy, uliczny),
- od komunikacji szynowej (pociągi, tramwaje),
- od komunikacji lotniczej (hałas samolotów w otoczeniu portów lotniczych, lądowisk itp.),
- od działalności o charakterze przemysłowym (zakłady przemysłowe i hałaśliwe obiekty usługowe).

Z uwagi na fakt, że hałas w środowisku jest oceniany przez mieszkańców w sposób bardzo zróżnicowany w zależności od źródła do powodującego, NIE DOKONUJE SIĘ LOGARYTMICZNEGO SUMOWANIA map akustycznych dla hałasu pochodzącego z różnych źródeł. Tego typu sumowanie nie koreluje niemal zupełnie z reakcjami ludności i w związku z tym uważać należy je za błędne.

W sytuacji, gdy zachodzi konieczność łącznego ujęcia zagrożeń akustycznych na danym obszarze, należy dokonać KOREKCJI wyznaczonych poziomów dźwięku w zależności od od źródła hałasu (patrz np. poz. bibl. [57])

Wszystkie te mapy wykonywane są w przypadku, o ile na rozpatrywanym obszarze istnieją dane źródła hałasu. W przeciwnym przypadku liczba wykonanych map ulega zmniejszeniu.

Ponadto dla każdego z wymienionych przypadków należy opracować dwie mapy, z zastosowaniem jednego ze wskaźników oceny hałasu:

- poziomu dzienno – wieczorno – nocnego L_{DWN},
- poziomu długookresowego nocnego L_N.

Sumując powyższe informacje można obliczyć, iż dla rejonu obejmującego aglomerację oraz odcinki głównych dróg, linii kolejowych i portów lotniczych (co w sąsiedztwie aglomeracji może się stosunkowo łatwo zdarzyć) minimalna liczba warstw mapy będzie wynosiła:

Aglomeracje				Główne drogi i linie kolejowe				**Razem**
Rodzaje map z punktu widzenia rodzaju źródła		Rodzaj wskaźnika		Rodzaje map z punktu widzenia rodzaju źródła		Rodzaj wskaźnika		
4 rodzaje map	**x**	**2 rodzaje map**	**+**	**3 rodzaje map**	**x**	**2 rodzaje map**	**=**	**14 rodzajów map**

Minimalny zakres finalnych opracowań związanych z realizacją każdej z wymienionych wyżej map akustycznych najpełniej oddają załączniki nr IV oraz nr VI Dyrektywy 2002/49/WE, omówione we wcześniejszych rozdziałach. W oparciu o treść tych załączników oraz przewidywania odnośnie merytorycznej zawartości projektowanego rozporządzenia Ministra Środowiska z art. 118a ustawy Prawo ochrony środowiska, zaprezentowano w poniższym tekście niezbędny zakres zawartości map akustycznych, zarówno w odniesieniu do ich formy graficznej, jak też opisowej i tabelarycznej.

Zestawienia poszczególnych elementów zakresu sporządzono dla trzech, odmiennych sposobów wykorzystania informacji (art. 118a, ust.1 Poś):

- w ramach państwowego monitoringu środowiska,
- do tworzenia i aktualizacji programów ochrony środowiska przed hałasem,
- w celu przekazywania informacji społeczeństwu.

Potrzeby te nie są tożsame, lecz w niektórych elementach zakresu się pokrywają. Stąd też w dalszych partiach tekstu pojawiły się nieuniknione powtórzenia.

15.2. ZAKRES DANYCH ZAWARTYCH W OPRACOWANIACH MAP AKUSTYCZNYCH, WYKORZYSTYWANYCH W RAMACH PAŃSTWOWEGO MONITORINGU ŚRODOWISKA

Wymagany prawnie zakres danych ujmowanych na mapach akustycznych zawarty jest w rozporządzeniu 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. 2007r., Nr 187, poz. 1340). Rozporządzenie zawiera 3 załączniki, w których znajdują się szczegółowe zakresy danych ujętych na mapach akustycznych dla:

1) Państwowego Monitoringu Środowiska (załącznik 1),
2) Programów ochrony środowiska przed hałasem (załącznik 2),
3) Informowania społeczeństwa (załącznik 3)

15.2.1. Zakres informacji dla potrzeb PMŚ

1. Mapy akustyczne, ze względu na ich wykorzystywanie do opracowania danych dla państwowego monitoringu środowiska, zawierają:

1) część opisową, w której skład wchodzą:
   a) informacje wprowadzające,
   b) wynikowe zestawienia tabelaryczne, wykresy i inny materiał ilustracyjny, w tym dokumentacja fotograficzna,
   c) podsumowanie i wnioski;
2) część graficzną, na którą składają się różnego rodzaju mapy akustyczne, o których mowa w pkt 9.

2. Informacje wprowadzające w części opisowej do mapy akustycznej zawierają w szczególności:

1) dane identyfikacyjne jednostki odpowiedzialnej za realizację mapy i podmiotu wykonującego mapę: nazwę, adres, kontakt;
2) charakterystykę obszaru podlegającego ocenie, w tym:
   a) ogólny opis terenu objętego mapą, z podstawowymi danymi statystycznymi (położenie, powierzchnia, liczba mieszkańców i inne), ilustrowany materiałem fotograficznym,
   b) identyfikację i charakterystykę źródeł hałasu obejmującą charakterystykę opisową, parametry funkcjonalne, kody krajowe i międzynarodowe dróg i ich odcinków, linii kolejowych i ich odcinków oraz lotnisk i lądowisk,
   c) uwarunkowania akustyczne wynikające z miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego i innych dokumentów prawa miejscowego, a także z pozostałych dokumentów planistycznych, w tym opracowań ekofizjograficznych,
   d) identyfikację obszarów miejskich, wiejskich oraz informacje o sposobach użytkowania gruntów;
3) charakterystykę systemów danych przestrzennych i narzędzi do ich stosowania, a w tym:
   a) nazwę systemów,
   b) oprogramowanie, formaty plików,
   c) skalę, dokładność w metrach,
   d) procent powierzchni analizowanego obszaru objętego tymi systemami,
   e) datę ostatniej aktualizacji;
4) podstawowe metody wykorzystane do opracowania mapy akustycznej, w tym:
   a) nazwy metod referencyjnych lub szczegółową charakterystykę metod, o ile zastosowano metody inne niż referencyjne,
   b) oprogramowanie używane do wykonania obliczeń akustycznych, a w tym jego nazwę, autora - producenta, numer licencji i informację, komu została wydana;
5) wykorzystane bazy danych wejściowych:
   a) nazwy baz, lokalizację, właściciela lub dysponenta,
   b) oprogramowanie baz, formaty plików,
   c) zakres danych w bazach, wykorzystywanych do opracowania mapy akustycznej,
   d) warunki dostępu do baz, w tym adres internetowy oraz ewentualne ograniczenia i koszty, o ile nie są to bazy publiczne;
6) zestawienie wyników pomiarów wykonanych dla potrzeb mapy akustycznej lub wykonanych w innym celu, a wykorzystywanych w opracowaniu mapy akustycznej:
   a) rodzaj wyników,
   b) wykonawcę pomiarów, dysponenta wyników,
   c) zestawienia wyników pomiarów wykonanych dla potrzeb realizacji mapy,
   d) zestawienia wyników pomiarów wykonanych dla potrzeb kalibracji modelu,

e) miejsce przechowywania wyników i warunki dostępu do bazy wyników, w tym adres internetowy oraz ewentualne ograniczenia i koszty, o ile nie są to bazy publiczne, w przypadku pomiarów innych, lecz także wykorzystanych do opracowania mapy;

7) inne uwagi, uwarunkowania i ograniczenia.

3. Zakres danych części opisowej mapy akustycznej, obejmujący wynikowe zestawienia tabelaryczne, wykresy i inny materiał ilustracyjny oraz podsumowanie i wnioski, zawiera zróżnicowane zestawy danych w zależności od obszaru objętego mapą. Rozróżnia się:

1) mapę akustyczną dla obszaru aglomeracji, wykonywaną w oparciu o przepisy art. 118 ust. 1 ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. - Prawo ochrony środowiska;

2) mapę akustyczną dla obszarów położonych w otoczeniu dróg, linii kolejowych oraz portów lotniczych, wykonywaną w oparciu o przepisy art. 179 ust. 1 ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. - Prawo ochrony środowiska.

4. Zakres danych części opisowej mapy akustycznej określonej w pkt 3 ppkt 1 obejmuje w szczególności następujące informacje:

1) szacunkową liczbę lokali mieszkalnych oraz osób, z dokładnością do stu, zamieszkujących te lokale, narażone na hałas oceniany wskaźnikiem L_{DWN}, wyznaczonym na wysokości 4 m nad poziomem terenu, przy najbardziej narażonej na hałas elewacji w każdym z następujących przedziałów wartości podanym w dB:

   a) 55-60 dB,

   b) 60-65 dB,

   c) 65-70 dB,

   d) 70-75 dB,

   e) powyżej 75 dB,

   oddzielnie dla hałasu pochodzącego od: ruchu kołowego (na drogach lub ulicach), ruchu szynowego, ruchu lotniczego oraz źródeł przemysłowych;

2) od dnia 30 czerwca 2012 r., a w miarę możliwości pozyskania danych - przed tym terminem - szacunkową liczbę lokali mieszkalnych wraz z liczbą osób zamieszkujących w tych lokalach:

   a) w których zastosowano przegrody zewnętrzne o podwyższonej izolacyjności akustycznej jako rozwiązanie ochronne w odniesieniu do hałasu w środowisku, z jednoczesnym zastosowaniem na tyle cichych urządzeń wentylacyjnych i klimatyzacyjnych, że nie eliminują one efektów podwyższenia tej izolacyjności,

   b) mających tzw. względnie cichą elewację, co oznacza taką elewację budynku, przy której wartość wskaźnika L_{DWN} na wysokości 4 m nad poziomem terenu oraz w odległości 2 m przed elewacją jest ponad 20 dB niższa niż najwyższa wartość wskaźnika L_{DWN} przy elewacji najbardziej eksponowanej na hałas; względnie cichą elewację określa się osobno dla konkretnego rodzaju hałasu: drogowego, szynowego, lotniczego, przemysłowego;

3) szacunkową liczbę lokali mieszkalnych oraz osób, z dokładnością do stu, zamieszkujących te lokale, narażone na hałas oceniany wskaźnikiem L_N, wyznaczonym na wysokości 4 m nad po-

ziomem terenu, przy najbardziej narażonej na hałas elewacji w każdym z następujących przedziałów wartości podanym w dB:

a) 50-55 dB,

b) 55-60 dB,

c) 60-65 dB,

d) 65-70 dB,

e) powyżej 70 dB,

oddzielnie dla hałasu pochodzącego od: ruchu kołowego (na drogach lub ulicach), ruchu szynowego, ruchu lotniczego oraz źródeł przemysłowych;

4) od dnia 30 czerwca 2012 r., a w miarę możliwości pozyskania danych - przed tym terminem - szacunkową liczbę lokali mieszkalnych wraz z liczbą osób zamieszkujących w tych lokalach:

a) w których zastosowano przegrody zewnętrzne o podwyższonej izolacyjności akustycznej, o których mowa w pkt 4 ppkt 2 lit. a, dla wskaźnika L_N,

b) mających tzw. względnie cichą elewację, o której mowa w pkt 4 ppkt 2 lit. b, dla wskaźnika L_N.

5. Zakres danych części opisowej dla mapy akustycznej określony w pkt 3 ppkt 2 obejmuje w szczególności następujące informacje:

1) szacunkową liczbę lokali mieszkalnych oraz osób, z dokładnością do stu, zamieszkujących te lokale, narażone na hałas oceniany wskaźnikiem LDWN, wyznaczonym na wysokości 4 m nad poziomem terenu, przy najbardziej narażonej na hałas elewacji w każdym z następujących przedziałów wartości podanym w dB:

a) 55-60 dB,

b) 60-65 dB,

c) 65-70 dB,

d) 70-75 dB,

e) powyżej 75 dB;

2) od dnia 30 czerwca 2012 r., a w miarę możliwości pozyskania danych - przed tym terminem - szacunkową liczbę lokali mieszkalnych wraz z liczbą osób zamieszkujących w tych lokalach:

a) w których zastosowano przegrody zewnętrzne o podwyższonej izolacyjności akustycznej, o których mowa w pkt 4 ppkt 2 lit. a,

b) mających tzw. względnie cichą elewację, o której mowa w pkt 4 ppkt 2 lit. b;

3) szacunkową liczbę lokali mieszkalnych oraz osób, z dokładnością do stu, zamieszkujących te lokale, narażone na hałas oceniany wskaźnikiem L_N, wyznaczonym na wysokości 4 m nad poziomem terenu, przy najbardziej narażonej na hałas elewacji w każdym z następujących przedziałów wartości podanym w dB:

a) 50-55 dB,

b) 55-60 dB,

c) 60-65 dB,

d) 65-70 dB,

e) powyżej 70 dB;

4) od dnia 30 czerwca 2012 r., a w miarę możliwości pozyskania danych - przed tym terminem - szacunkową liczbę lokali mieszkalnych wraz z liczbą osób zamieszkujących w tych lokalach:

a) w których zastosowano przegrody zewnętrzne o podwyższonej izolacyjności akustycznej, o których mowa w pkt 4 ppkt 2 lit. a, dla wskaźnika L_N,

b) mających tzw. względnie cichą elewację, o której mowa w pkt 4 ppkt 2 lit. b, dla wskaźnika L_N.

6. Dla wszystkich rodzajów wymienionych w pkt 3 map akustycznych, osobno dla poszczególnych rodzajów źródeł hałasu, określa się powierzchnię obszarów w km^2, eksponowanych na:

1) hałas oceniany wskaźnikiem L_{DWN} w przedziałach poziomów dźwięku wymienionych w pkt 4 ppkt 1;

2) hałas oceniany wskaźnikiem L_N w przedziałach poziomów dźwięku wymienionych w pkt 4 ppkt 3.

7. Dla wszystkich map akustycznych wymienionych w pkt 3, osobno dla poszczególnych rodzajów hałasu, dokonuje się analizy trendów zmian stanu akustycznego środowiska, o ile są do dyspozycji materiały pozwalające na wykonanie takiej analizy, tzn. informacje o stanach przeszłych warunków akustycznych środowiska.

8. Informacje i dane wynikowe opracowania mapy akustycznej, zamieszczane w części opisowej, powinny być w miarę możliwości zestawiane tabelarycznie i uzupełniane wykresami oraz diagramami.

9. Zakres danych części graficznej obejmuje mapy opracowane osobno dla każdego rozpatrywanego rodzaju źródła hałasu oraz osobno dla stosowanych wskaźników oceny LDWN, LN, określonych na wysokości 4 m, a w szczególności:

1) mapę emisyjną;

2) mapę imisyjną w postaci linii równego poziomu dźwięku lub obszarów oznaczonych kolorem;

3) mapę wrażliwości hałasowej obszarów;

4) mapę terenów zagrożonych hałasem, ujmującą przekroczenia dopuszczalnych poziomów dźwięku w przedziałach przekroczeń:

a) 0-5 dB,

b) 5-10 dB,

c) 10-15 dB,

d) 15-20 dB,

e) powyżej 20 dB;

5) mapę pokazującą liczbę osób eksponowanych na hałas, stanowiącą wynik nałożenia informacji z mapy imisyjnej oraz rozkładu liczby osób mieszkających na obszarach w przedziałach poziomów określonych w pkt 4 ppkt 1 lub w pkt 4 ppkt 3;

6) kolorystyka obszarów w poszczególnych przedziałach poziomów dźwięku powinna być zgodna z wymaganiami normy PN-ISO 1996-2:1999.

10. Informacje, o których mowa w pkt 2-8, są dostępne dla potrzeb państwowego monitoringu środowiska w formie elektronicznej, w postaci niezakodowanych plików tekstowych, arkuszy kalkulacyjnych; jeden egzemplarz powinien być dostępny jako wydruk.

11. Układy i sposoby prezentacji części graficznych map akustycznych dla potrzeb państwowego monitoringu środowiska charakteryzowane są przez formaty tych map i ich udostępnianie:

1) mapy akustyczne dla potrzeb państwowego monitoringu środowiska udostępniane są w formie elektronicznych map wektorowych o dokładności odpowiadającej skali minimum 1:10.000, w jednym z powszechnie stosowanych formatów GIS; w wyjątkowych przypadkach część graficzna mapy może być udostępniona jako bitmapa;

2) wytwarzający mapy akustyczne dla potrzeb państwowego monitoringu środowiska zapewni dostęp przez sieć internetową lub intranet do zasobów mapy akustycznej z pełną możliwością jej użytkowania i przekształcania na własne potrzeby w oparciu o własny terminal sieciowy, bez uprawnień modyfikowania zasobów źródłowych.

15.2.2. Zakres informacji dla potrzeb Programów ochrony Środowiska przed hałasem

1. Zakres danych wykorzystywanych do tworzenia i aktualizacji programów ochrony środowiska przed hałasem ujętych na mapach akustycznych oraz ich układ i sposób prezentacji obejmuje dane określone w pkt 2-11 załącznika nr 1 do rozporządzenia oraz dodatkowo dane określone w niniejszym załączniku.

2. Zakres danych części opisowej mapy akustycznej powinien być uzupełniony o:

1) informacje i analizy uprzednio wykonanych map akustycznych, o ile takie były wykonane; analizy takie są wykonywane nawet w przypadku, gdy podstawy metodyczne wykonania tych map różniły się od obecnie stosowanych;

2) informacje na temat uprzednio opracowanych i wdrożonych programów ochrony środowiska przed hałasem, w tym w szczególności:

   a) obszar objęty programem,

   b) rodzaj źródła hałasu,

   c) nazwę programu i rodzaj: program lokalny lub ponadlokalny,

   d) rok opracowania;

3) efekty wynikające z podejmowanych uprzednio działań w zakresie ochrony środowiska zarówno w odniesieniu do opracowanych i wdrożonych programów ochrony środowiska przed hałasem, jak też działań o charakterze lokalnym:

   a) obszar, źródło,

   b) przedsięwzięcia infrastrukturalne, w tym budowa obwodnic,

   c) rozwiązania techniczne z uwzględnieniem zmiany nawierzchni oraz zastosowania ekranów akustycznych,

   d) środki planistyczne, w tym obszary ograniczonego użytkowania, strefy przemysłowe,

   e) środki ekonomiczne ograniczania hałasu,

   f) przepisy prawa miejscowego;

4) analizy wykonane pod kątem możliwości wpływu na klimat akustyczny, aktualnych i przewidywanych w najbliższym czasie zamierzeń inwestycyjnych dla obszaru działań lub efektów według układu określonego w ppkt 2 oraz ppkt 3; w szczególności może to obejmować analizę rozwiązań wariantowych;

5) analizy kosztów i korzyści.

3. Fragmenty części opisowej mapy akustycznej, odnoszące się do prezentacji i podsumowania wyników, powinny zostać uzupełnione o:

1) wyniki analiz rozkładu hałasu przy elewacjach budynków, przeprowadzonych na różnych wysokościach;

2) oszacowania liczby ludności zamieszkałej na obszarach:

   a) na których zrealizowano przedsięwzięcia w zakresie ochrony środowiska przed hałasem, o których mowa w pkt 2 ppkt 3,

   b) na których przewiduje się realizację przedsięwzięć w zakresie ochrony środowiska przed hałasem, o których mowa w pkt 2 ppkt 4;

   oszacowania te powinny spełniać warunki wymienione w pkt 4 ppkt 1 oraz w pkt 4 ppkt 3 załącznika nr 1 do rozporządzenia;

3) oszacowania efektów zrealizowanych przedsięwzięć w zakresie zwalczania hałasu, o których mowa w pkt 2 ppkt 3, oraz przewidywanych efektów przedsięwzięć, o których mowa w pkt 2 ppkt 4;

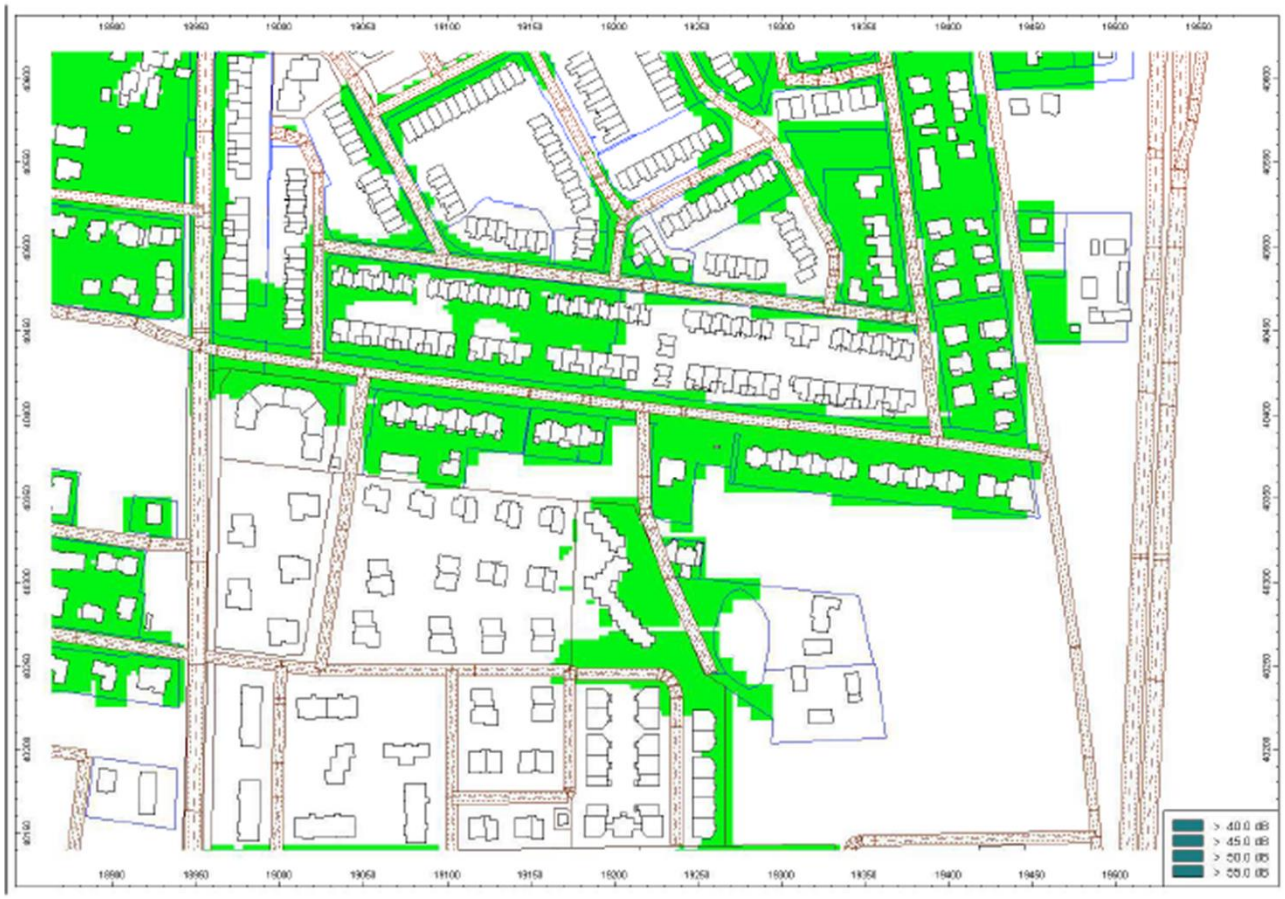
4) identyfikację obszarów, które powinny zostać ustanowione jako obszary ciche w aglomeracji;

5) uzupełnienie wniosków wynikających z analiz i oszacowań, o których mowa w ppkt 1-4.

4. Informacje, o których mowa w pkt 3, powinny być w miarę możliwości zestawiane tabelarycznie i uzupełniane wykresami oraz diagramami.

5. Zakres danych części graficznej mapy akustycznej, oprócz wymagań określonych w załączniku nr 1 do rozporządzenia, powinien także obejmować:

1) rozkład przestrzenny wartości wskaźnika M, określonego w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 14 października 2002 r. w sprawie szczegółowych wymagań, jakim powinien odpowiadać program ochrony środowiska przed hałasem (Dz. U. Nr 179, poz. 1498);



Rysunek 129. Przykładowy fragment mapy obrazującej rozkład wskaźnika M w aglomeracji (fragment mapy Gdańska)

2) zestaw map pokazujących efekty zastosowania przedsięwzięć ochrony środowiska przed hałasem, odpowiadających sytuacjom ujętym w pkt 2 ppkt 3;

3) zestaw map prognostycznych[1)], które mogą obejmować tylko wycinek obszaru objętego mapą akustyczną, odpowiadających sytuacji ujętej w pkt 2 ppkt 4;

4) mapy zawierające proponowane kierunki zmian zagospodarowania przestrzennego, wynikające z potrzeb ochrony przed hałasem; w szczególności na mapach tych oznaczane są proponowane obszary ciche.

6. Mapy akustyczne wymienione w pkt 5 ppkt 2 oraz w pkt 5 ppkt 3, a mające charakter lokalny, mogą być wykonane i prezentowane także w oparciu o inny wskaźnik oceny poza L_{DWN} oraz L_N i na innych wysokościach niż 4 m.

7. Sposób prezentacji map, a w szczególności skala i format map wymienionych w pkt 6, może być dobierany indywidualnie w zależności od potrzeb.

15.2.1. Zakres informacji dla potrzeb informowania społeczeństwa

1. Mapy akustyczne, ze względu na ich wykorzystywanie do informowania społeczeństwa o zagrożeniach środowiska hałasem, zawierają:

1) część opisową, w skład której wchodzą:
   a) synteza wprowadzenia,
   b) wybrane zestawienia tabelaryczne oraz wykresy dotyczące stanu akustycznego środowiska,
   c) krótkie podsumowanie;
2) część graficzną, na którą składają się wybrane mapy, opracowane dla wskaźników oceny stanu akustycznego środowiska - poziomów L_{DWN} oraz L_N.

2. Wprowadzenie do części opisowej mapy akustycznej zawiera w szczególności:

1) dane identyfikacyjne jednostki odpowiedzialnej za realizację mapy i podmiotu wykonującego mapę: nazwę, adres, kontakt;
2) charakterystykę obszaru podlegającego ocenie;
3) identyfikację i charakterystykę źródeł hałasu;
4) informacje o aktualnych poziomach dopuszczalnych z odniesieniem ich wartości do miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego lub, w przypadku jego braku, do innych dokumentów planistycznych, w tym opracowań ekofizjograficznych i studiów zagospodarowania przestrzennego;
5) wyjaśnienie ważniejszych terminów specjalistycznych, takich jak: decybel, poziom dźwięku, poziom równoważny, wskaźnik hałasu i innych, oraz ogólne, poglądowe wyjaśnienie relacji między skalą logarytmiczną (decybele) a liniową.

3. Mapy wchodzące w skład części graficznej obejmują:

1) mapy emisyjne;
2) mapę wrażliwości hałasowej obszarów[2)];
3) mapę terenów zagrożonych hałasem, ujmującą przekroczenia dopuszczalnych poziomów dźwięku w przedziałach:
   a) brak przekroczenia poziomu dopuszczalnego; obszar oznaczany kolorem zielonym,
   b) 0-10 dB; obszar oznaczany kolorem żółto-pomarańczowym,
   c) powyżej 10-20 dB; obszar oznaczany kolorem czerwonym,
   d) powyżej 20 dB; obszar oznaczany kolorem ciemnobrunatnym;
4) mapę imisyjną zawierającą linie równego poziomu dźwięku lub rozróżnione kolorem obszary w przedziałach:
   a) dla poziomu L_{DWN}:
      – 55-60 dB,
      – powyżej 60-65 dB,

– powyżej 65-70 dB,

– powyżej 70-75 dB,

– powyżej 75 dB,

b) dla poziomu L_N:

– 50-55 dB,

– powyżej 55-60 dB,

– powyżej 60-65 dB,

– powyżej 65-70 dB,

– powyżej 70 dB.

Na mapie imisyjnej poszczególne, wyżej określone obszary oznaczane są kolorem zgodnie z wymaganiami normy PN-ISO 1996-2:1999.

4. Na mapach akustycznych wykorzystywanych do informowania społeczeństwa o zagrożeniach hałasem powinny zostać naniesione odpowiednio do sytuacji nazwy ważniejszych ulic oraz znaki kartograficzne oznaczające ogólnie znane budynki użyteczności publicznej.

5. Zestawienia tabelaryczne zawierają podsumowanie danych i informacji opracowanych w ramach mapy akustycznej w układzie określonym poniższą tabelą.

Informacje identyfikujące obszar objęty mapą akustyczną, w tym: nazwa aglomeracji, nazwa i numer drogi wraz z nazwą odcinka drogi zsumowane na terenie danego województwa, nazwa i numer trasy ruchu szynowego wraz nazwą odcinka linii zsumowane na terenie danego województwa, nazwa i lokalizacja lotniska, na którym stwierdzono przekroczenie dopuszczalnej wartości wskaźnika hałasu w danym zakresie:					Wskaźnik hałasu (np. L_{DWN} w dB)
	do 5 dB	> 5-10 dB	> 10-15 dB	> 15-20 dB	pow. 20 dB
	Stan warunków akustycznych środowiska				
	niedobry		zły		bardzo zły
Powierzchnia obszarów zagrożonych w danym zakresie [km^2]					
Liczba lokali mieszkalnych w danym zakresie [tys.]					
Liczba zagrożonych mieszkańców w danym zakresie [tys.]					
Liczba budynków szkolnych i przedszkolnych w danym zakresie					
Liczba budynków służby zdrowia,					

opieki społecznej i socjalnej w danym zakresie					
Inne obiekty budowlane istotne z punktu widzenia ochrony przed hałasem (liczba obiektów)					

6. Wykresy dotyczące stanu akustycznego środowiska zawierają następujące dane, zestawione dla określonych przedziałów wartości danego wskaźnika oceny hałasu, ustalonych w pkt 3 ppkt 4:

1) liczbę mieszkańców eksponowanych na hałas;
2) liczbę lokali mieszkalnych eksponowanych na hałas;
3) powierzchnię terenu eksponowanego na hałas;
4) liczbę osób narażonych na hałas przekraczający dopuszczalne poziomy hałasu.

7. Podsumowanie mapy akustycznej powinno zawierać podstawowe wnioski i interpretację prezentowanego stanu. W szczególności należy uwzględnić wpływ aktualnego stanu akustycznego środowiska, opisywanego prezentowaną mapą, na klimat akustyczny mieszkańców oraz plany działań i możliwości realizacji przedsięwzięć w zakresie ochrony przed hałasem.

8. Określa się dwa sposoby prezentowania społeczeństwu informacji dotyczącej mapy akustycznej:

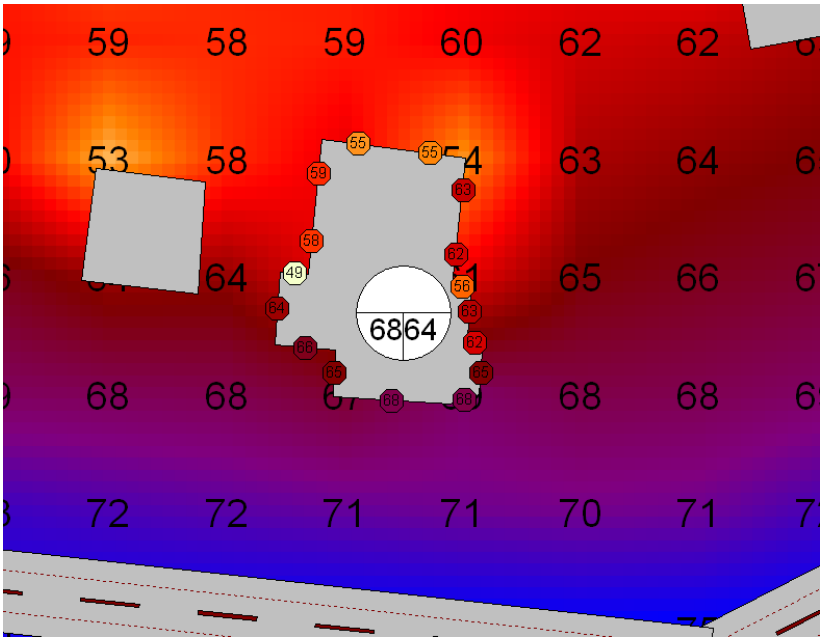
1) informacja internetowa, zamieszczana na portalach organów odpowiedzialnych za opracowanie i zarządzanie mapami akustycznymi;
2) wydawnictwa drukowane, a w tym raporty, broszury, atlasy i plakaty, oraz wydawnictwa elektroniczne na płytach CD.

9. Dla map prezentowanych w przeglądarce internetowej wystarczające są skale:

1) dla mapy imisyjnej - skala 1:10.000;
2) dla mapy wrażliwości hałasowej obszarów - skala 1:25.000.

10. Od dnia 30 czerwca 2012 r., a w miarę możliwości technicznych - przed tym terminem, sposób prezentacji internetowych map akustycznych powinien umożliwiać trójwymiarowe zobrazowanie, przeglądanie ruchomych klipów oraz powiększanie obrazu w zależności od wybranego punktu, a po powiększeniu, w wybranym punkcie umożliwić wyświetlenie planu zabudowy oraz wartości poziomów dźwięku na elewacji wybranego budynku, na żądanej wysokości, w skali nie większej niż 1:1.000.

11. Udostępniane społeczeństwu mapy akustyczne, jako materiały drukowane na papierze lub zapisane na płytach CD, w skali map lub ich wycinków wynoszące 1:10.000 w przypadku atlasów lub 1:25.000, swym zakresem i układem odpowiadają wymaganiom zawartym w pkt 2-8.

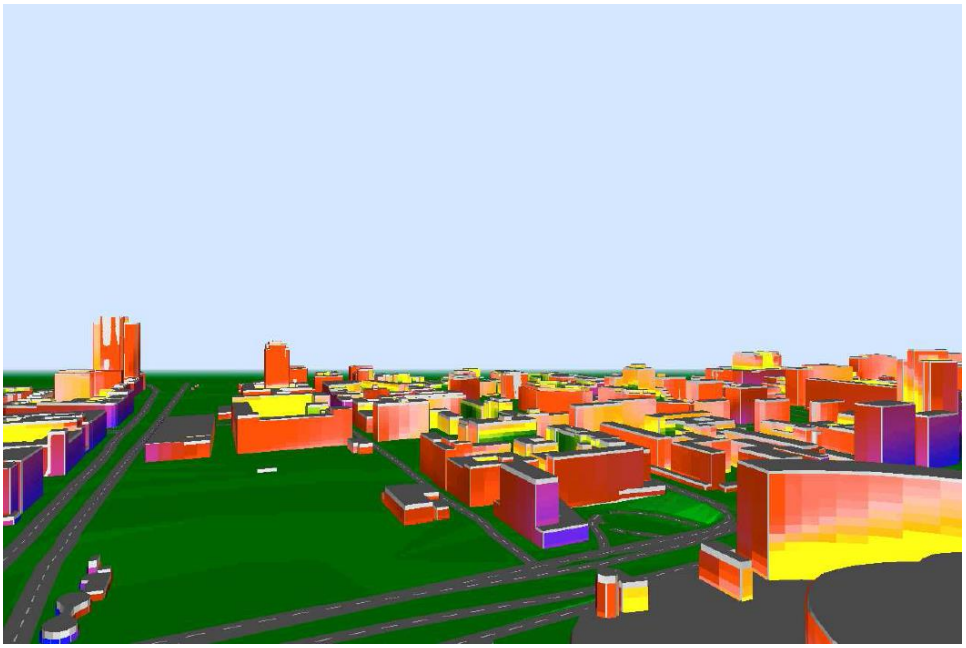


Rysunek 130. Prezentacja wyników analizy hałasu na elewacji budynku

Do prezentacji mapy imisyjnej, przeglądanej w internecie, wystarczająca jest skala 1:10000. Mapie imisyjnej musi towarzyszyć przeglądarka powiększająca obraz w zależności od wybranego punktu. W punkcie tym należy wyświetlać szczegóły zabudowy oraz wartości poziomów dźwięku na elewacji, na żądanej wysokości, w skali nie mniejszej niż 1:1000. Przykład fragmentu prezentacji hałasu na elewacji budynku zawiera ilustracja (Rysunek 130).

Jeżeli oprogramowanie do realizacji i zarządzania mapą dysponuje takimi możliwościami, należy dołączyć także:

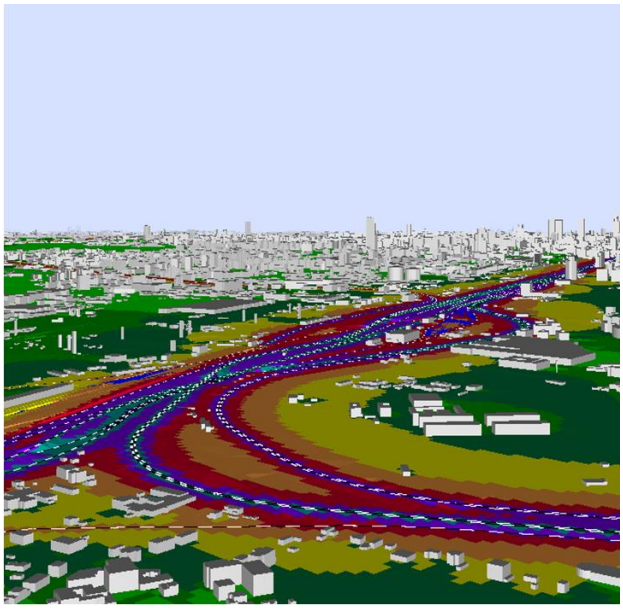
- **przeglądarkę trójwymiarową,**
- **przeglądarkę ruchomych klipów.**



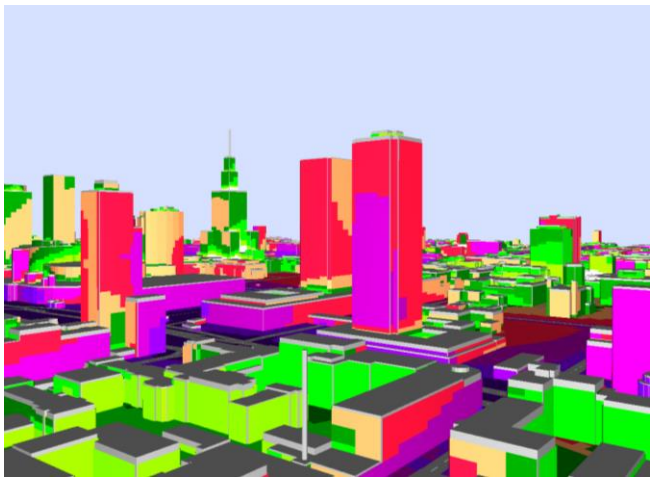
Rysunek 131. Rozkład poziomów hałasu w porze nocnej w perspektywie trójwymiarowej (3D)

Na załączonym rysunku (*Rysunek 131*) pokazano przykład rozkładu zagrożeń hałasem w mieście z wprowadzeniem trzeciego wymiaru (3D).Mapy udostępniane w formie drukowanej muszą także wypełnić wyżej podany zakres informacyjny. Skala tych map, lub ich wycinków powinna wynosić 1:10000 lub 1:25000.

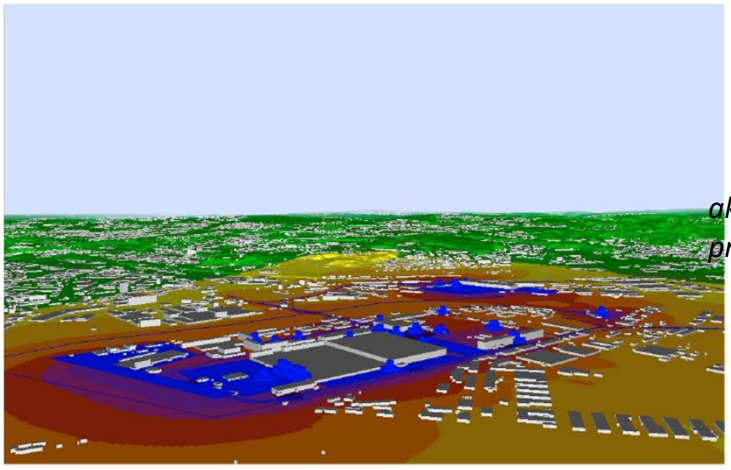
Inne ujęcia trójwymiarowych map akustycznych pokazano na następnych ilustracjach.



Rysunek 133. Fragment trójwymiarowej mapy akustycznej dla hałasu kolejowego



Rysunek 132. Fragment trójwymiarowej mapy akustycznej dla obszaru zabudowy wysokiej



Rysunek 134. Trójwymiarowa mapa akustyczna obszaru przemysłowego (na przykładzie Gdańska)

15.3. INNE PREDEFINIOWANE ZESTAWIENIA TABELARYCZNE

W poprzednich rozdziałach zaprezentowano zestawienia tabetyczne i graficzne, opracowanie których wynika bezpośrednio z prawa polskiego (a także unijnego). Jednakże poza tym zestawieniami Główny Inspektorat Ochrony Środowiska szereg zestawień dodatkowych, jako propozycje rozszerzające oceny stanu akustycznego środowiska, ze zwróceniem uwagi na aspekty zdrowotne oddziaływania hałasu.

Tabela 30. Liczba mieszkańców eksponowanych na hałas drogowy w przedziałach wartości poziomu L_{DWN} w aglomeracjach

Lp.	Nazwa aglomeracji	Liczba mieszkańców	*Liczba mieszkańców eksponowanych na hałas drogowy w przedziałach wartości poziomu L_{DWN}*				
			55-59 dB	60-64 dB	65-69 dB	70-74 dB	>75 dB

Tabela 31. Liczba mieszkańców eksponowanych na hałas drogowy w przedziałach wartości poziomu L_N w aglomeracjach

Lp.	Nazwa aglomeracji	Liczba mieszkańców	*Liczba mieszkańców eksponowanych na hałas drogowy w przedziałach wartości poziomu L_N*				
			50-54 dB	55-59 dB	60-64 dB	65-69 dB	>70 dB

W miarę potrzeby analogiczne tabele tworzy się dla poziomów L_{DWN} oraz L_N dla hałasu:

- kolejowego,
- przemysłowego,
- lotniczego.

Tabela 32. Hałas drogowy w aglomeracji – odsetek osób eksponowanych

Wskaźnik poziomu dźwięku	Średni udział procentowy ogólnej liczby mieszkańców eksponowanych na hałas w województwie
Poziom L_{DWN} > 55 dB	
Poziom L_{DWN} > 55 dB, tylko główne drogi (powyżej 3 mln pojazdów rocznie)	
Poziom L_N > 50 dB	
Poziom L_N > 50 dB, tylko główne drogi (powyżej 3 mln pojazdów rocznie)	

Tabela 33. Hałas kolejowy w aglomeracji – odsetek osób eksponowanych

Wskaźnik poziomu dźwięku	Średni udział procentowy ogólnej liczby mieszkańców eksponowanych na hałas w województwie
Poziom L_{DWN} > 55 dB	
Poziom L_N > 50 dB	

Tabela 34. Rozkład ekspozycji na hałas pochodzący od głównych dróg, łącznie pozamiejskich i położonych na obszarze aglomeracji, wyrażonej poziomem L_{DWN} z uwzględnieniem dodatkowo liczby eksponowanych mieszkań i powierzchni terenów zagrożonych

Lp.	Zestawione wielkości	Zakres poziomu wskaźnika L_{DWN}		
		> 55 dB (włączając powierzchnię na obszarach aglomeracji)	> 65 dB (włączając powierzchnię na obszarach aglomeracji)	> 75 dB (włączając powierzchnię na obszarach aglomeracji)

1	Powierzchnia [km^2] eksponowana na hałas o poziomie L_{DWN}			
2	Liczba osób eksponowana na hałas o poziomie L_{DWN}			
3	Liczba mieszkań eksponowana na hałas o poziomie L_{DWN}			

Analogiczne tabele tworzy się w miarę potrzeby dla pozostałych rodzajów hałasu.

Tabela 35. Proponowana skala oceny oddziaływania hałasu w środowisku z punktu widzenia zdrowotnego (wynikająca z metod WHO, zawartych m.in. w poz. bibliogra. [85],[86])

Lp.	Ocena	Stosowany wskaźnik (pora doby)	Graniczna wartość poziomu dźwięku	Oszacowana liczba mieszkańców
1	Ryzyko chorób sercowo - naczyniowych	L_{Aeq}, pora dzienna	65 dB	
2	Poważna uciążliwość	L_{Aeq}, pora dzienna	55 dB	
3	Umiarkowana uciążliwość	L_{Aeq}, pora dzienna	50 dB	
4	Ryzyko chorób sercowo - naczyniowych	L_{Aeq}, pora nocna	55 dB	
5	Zakłócenia snu	L_{Aeq}, pora nocna	45/40 dB	

15.4. MECHANIZMY RAPORTOWANIA WYNIKÓW MAPOWANIA AKUSTYCZNEGO DO KOMISJI EUROPEJSKIEJ

15.4.1. Raportowanie - wprowadzenie

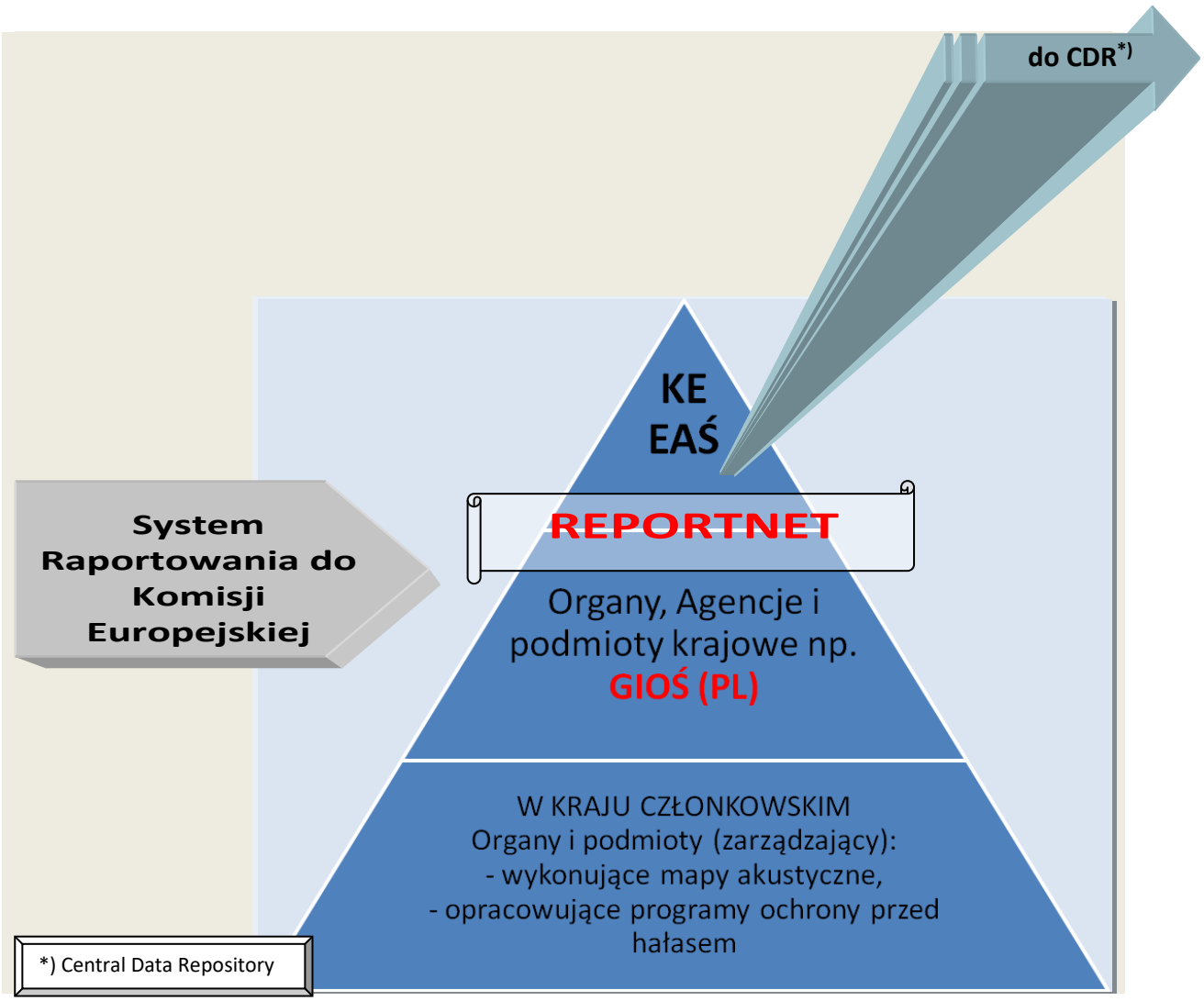
Artykuły 4, 5, 7, 8, 10 oraz Załącznik VI do niej odnoszą się m.in. do obowiązków i zakresu raportowania wyników prac nad:

- mapami akustycznymi,
- programami ochrony środowiska przed hałasem

wraz z niektórymi dodatkowymi zestawieniami formalnymi.

Ogólny schemat działań pokazano na ilustracji (Rysunek 135). Dane zebrane przez wykonawców map i/lub programów przekazywane są do organów przekazujących te dane do Komisji Europejskiej.

Ze strony polskiej organem właściwym do przekazywania danych jest Minister Środowiska. Stroną techniczną przygotowania danych do przekazania jest Główny Inspektorat Ochrony Środowiska.



Rysunek 135. Ogólny schemat przepływu danych na temat map akustycznych i programów ochrony środowiska przed hałasem

Z pomocą specjalnie opracowanego w tym celu „Mechanizmu Raportowania (REPORTNET)" zagregowane dane trafiają do Komisji Europejskiej, w imieniu której działa Europejska Agencja Środowiska.

Zebrane w krajach członkowskich dane, informacje i wyniki są gromadzone w Centralnym Repozytorium Danych. Centralne Repozytorium udostępnia przetworzone dane w różnej formie, w szczególności – na ogólnodostępnej stronie internetowe.

Informacje podlegające raportowaniu podzielono na 10 tzw. „strumieni danych". Strumienie te zidentyfikowano w poniższej tabeli.

Zakres i harmonogram przekazywania raportów, wraz z identyfikacją regulacji formalnych wynikających z Dyrektywy 2002/49/WE zaprezentowano w tabeli (Tabela 36).

Tabela 36. Obowiązki raportowania Państw Członkowskich UE, wynikające z Dyrektywy 2002/49/WE

Strumień danych	Opis zakresu raportowanych informacji	Formalny termin sprawozdań	Uaktualnienia wprowadzane przez Państwa Członkowskie	Podstawa formalna wynikająca z Dyrektywy 2002/49/WE
DF 0	Definicje struktury raportowania dla głównych dróg, głównych linii kolejowych, głównych portów lotniczych i aglomeracji	nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy
DF 1	Główne drogi, główne linie kolejowe, główne porty lotnicze i aglomeracje wyznaczone do wykonania map akustycznych w pierwszym cyklu mapowania (2007-2008)	30 czerwca 2005	Obligatoryjnie co 5 lat	Art. 7-1
DF 2	Organy i podmioty odpowiedzialne za realizacje map akustycznych, hałasowych planów działań i zbierania danych	18 lipca 2005	Możliwe w każdym momencie	Art. 4-2
DF 3	Dopuszczalne poziomy hałasu (obowiązujące bądź planowane) i związane z tym dodatkowe informacje	18 lipca 2005	Możliwe w każdym momencie	Art. 5-4
DF 4	Wyniki strategicznych map akustycznych, zgodnie z Załącznikiem nr VI, dla głównych dróg, linii kolejowych, portów lotniczych i aglomeracji, opracowanych w ramach 1 cyklu mapowania: – Aglomeracje ≥ 250 tys. mieszk. – Porty lotnicze ≥ 50 tys. operacji lotniczych rocznie, – Główne drogi ≥ 6 mln samochodów rocznie, – Główne linie kolejowe ≥ 60 tys. pociągów rocznie.	30 grudnia 2007	Obligatoryjnie co 5 lat	Art. 10-2 Załącznik VI
DF 5	Główne drogi, główne linie kolejowe, główne porty lotnicze i aglomeracje wyznaczone do wykonania map akustycznych w pierwszym cyklu mapowania (2012-2013)	31 grudnia 2008	Możliwe w każdym momencie	Art. 7-2
DF 6	Programy ochrony środowiska, które były realizowane przed pierwszym cyklem mapowania (przed wejściem w życie regulacji Dyrektywy 2002/49/WE) i podjęte w nich przedsięwzięcia ograniczania hałasu, dla: – Aglomeracji ≥ 250 tys. mieszk. – Portów lotniczych ≥ 50 tys. operacji lotniczych rocznie, – Głównych dróg ≥ 6 mln samochodów rocznie, – Głównych linii kolejowych ≥ 60 tys. pociągów rocznie.	18 stycznia 2009	Nie wymaga uaktualnienia	Art. 10-2 Załącznik VI 1.3 oraz 2.3
DF 7	Hałasowe plany działań zgodne z wymaganiami Załącznika nr VI do Dyrektywy 2002/49/WE, dla głównych dróg, linii kolejowych, portów lotniczych i aglomeracji, dla których mapy akustyczne wykonano w ramach pierwszego cyklu mapowania, z uwzględnieniem wszystkich kryteriów przyjętych do sporządzenia planu działań, dla:	18 stycznia 2009	Obligatoryjnie co 5 lat	Art. 10-2 Załącznik VI + art. 8.3

	– Aglomeracji ≥ 250 tys. mieszk. – Portów lotniczych ≥ 50 tys. operacji lotniczych rocznie, – Głównych dróg ≥ 6 mln samochodów rocznie, – Głównych linii kolejowych ≥ 60 tys. pociągów rocznie.			
DF 8	Dane dotyczące strategicznych map hałasu (wyniki), zgodnie z wymaganiami zapisanymi w Załączniku nr VI do Dyrektywy 2002/49/WE, dla głównych dróg, linii kolejowych i aglomeracji, dla których mapy akustyczne wykonano w ramach drugiego cyklu mapowania, dla: – Aglomeracji: ≥100 tys. oraz < 250 tys. mieszk. – Głównych dróg: ≥ 3 mln oraz < 6 mln samochodów rocznie, – Głównych linii kolejowych ≥ 30 tys. oraz < 60 tys. pociągów rocznie	30 grudnia 2012	Obligatoryjnie co 5 lat	Art. 10-2 Załącznik VI
DF 9	Programy ochrony środowiska, które były realizowane przed drugim cyklem mapowania i podjęte w nich przedsięwzięcia ograniczania hałasu, dla: – Aglomeracji: ≥100 tys. oraz < 250 tys. mieszk. – Głównych dróg: ≥ 3 mln oraz < 6 mln samochodów rocznie, – Głównych linii kolejowych ≥ 30 tys. oraz < 60 tys. pociągów rocznie	18 stycznia 2014	Nie wymaga uaktualnienia	Art. 10-2 Załącznik VI 1.3 oraz 2.3
DF 10	Hałasowe plany działań zgodne z wymaganiami Załącznika nr VI do Dyrektywy 2002/49/WE, dla głównych dróg, linii kolejowych, portów lotniczych i aglomeracji, dla których mapy akustyczne wykonano w ramach drugiego cyklu mapowania, z uwzględnieniem wszystkich kryteriów przyjętych do sporządzenia planu działań, dla: – Aglomeracji: ≥100 tys. oraz < 250 tys. mieszk. – Głównych dróg: ≥ 3 mln oraz < 6 mln samochodów rocznie, – Głównych linii kolejowych ≥ 30 tys. oraz < 60 tys. pociągów rocznie	18 stycznia 2014	Obligatoryjnie co 5 lat	Art. 10-2 Załącznik VI + art. 8.3

15.4.2. Raporty numeryczne (liczbowe)

W celu sporządzenia raportów do Komisji Europejskiej i Europejskiej Agencji Środowiska wykonawcy mapy akustycznej muszą przygotować właściwe materiały. W materiałach tych należy uwzględnić:

A. Informacje formalne

1) Dane dotyczące obszaru badań, wg układu:
   – dla aglomeracji:

Nazwa aglomeracji	Unikalny kod aglomeracji	liczba mieszkańców	Wielkość aglomeracji [km^2]	Kod lokalny LAU2

– dla głównych dróg:

Europejski kod drogi (EU)	Krajowy nr drogi	Krajowa nazwa drogi	Roczny potok ruchu	Unikalny kod drogi	Położenie wg lokalnego systemu współrzędnych				Lokalny system współrzędnych dla dróg	Długość odcinka (km)
					początku drogi (x1)	początku drogi (y1)	końca drogi (x2)	końca drogi (y2)		

– dla głównych linii kolejowych:

Krajowy kod linii kolejowej ID1	Krajowy kod linii kolejowej ID2	Roczna liczba przejazdów pociągów	Unikalny kod linii	Położenie wg lokalnego systemu współrzędnych				Lokalny system współrzędnych dla linii kolejowych	Długość odcinka (km)
				początku linii (x1)	początku linii (y1)	końca linii (x2)	końca linii (y2)		

– dla głównych portów lotniczych:

Nazwa portu lotniczego	Kod ICAO	Roczna liczba operacji lotniczych	Współrzędne położenia punktu referencyjnego dla lotniska wg sytemu lokalnych współrzędnych		Lokalny system współrzędnych dla portu lotniczego
			X	Y	

2) Dane identyfikacyjne (dla wszystkich rodzajów map):

- organów odpowiedzialnych za wykonanie i przechowywanie map akustycznych dla aglomeracji,
- organów / podmiotów odpowiedzialnych za wykonanie i przechowywanie map akustycznych dla hałasu drogowego w aglomeracji,
- organów / podmiotów odpowiedzialnych za wykonanie i przechowywanie map akustycznych dla hałasu kolejowego w aglomeracji,
- organów / podmiotów odpowiedzialnych za wykonanie i przechowywanie map akustycznych dla hałasu lotniczego w aglomeracji,
- organów / podmiotów odpowiedzialnych za wykonanie i przechowywanie map akustycznych dla hałasu przemysłowego w aglomeracji,

wg poniższego układu:

Nazwa organu/podmiotu odpowiedzialnego	Nazwisko kompe-tentnej osoby[36]	Adres	Telefon	Fax	E-mail

B. Wyniki badań (zestawienia liczbowe)

3) Zestawienia danych liczbowych dotyczących wyników mapowania akustycznego dla aglomeracji (przykład zestawień zaprezentowano poniżej):

Tabela 37. Liczba ludności w setkach eksponowana na hałas

Liczba ludności w setkach narażona na hałas od poszczególnych źródeł*)											
Poziom w dB		Hałas drogowy**)		Hałas kolejowy**)		Hałas tramwajo-wy		Hałas lotniczy**)		Hałas przemysło-wy	
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*	*12*
L_{dwn}	L_n	L_{dwn}	L_n	L_{dwn}	L_n	L_{dwn}	L_n	L_{dwn}	L_n	L_{dwn}	L_n
	50-54		1050		250		300		5		57
55-59	55-59	1500	300	400	170	370	120	50	4	35	20
60-64	60-64	900	90	280	100	300	65	18	2	20	15
65-69	65-69	450	7	160	4	100	0	2	0	5	4
70-74	> 70	95	5	0	0	0	0	0	0	1	0
> 75		2		0		0		0		0	

*) w przypadku braku na terenie aglomeracji określonego źródła nie wpisuje się liczby osób eksponowanych „0“, lecz należy przekazać osobną informację, że źródło tego typu nie występuje.

**) także osobne zestawienia liczby osób eksponowanych na hałas, pochodzący od:

- głównych dróg,
- głównych linii kolejowych,
- głównych portów lotniczych,
- w granicach danej aglomeracji.

Tabela 38. Liczba ludności narażona na hałas w budynkach mających tzw. „cichą elewację” oraz elewację o zwiększonej izolacyjności akustycznej – dwie analogiczne tabel (dane opcjonalne do UE i EEA)

Liczba ludności w setkach narażona na hałas w budynkach mających tzw. cichą fasadę									
Poziom w dB		Hałas drogowy		Hałas kolejowy		Hałas tramwajowy		Hałas przemysłowy	
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*
L_{dwn}	L_n	L_{dwn}	L_n	L_{dwn}	L_n	L_{dwn}	L_n	L_{dwn}	L_n
	50-54		200		200		100		0
55-59	55-59	100	200	200	100	150	60	10	5
60-64	60-64	200	67	200	80	200	23	4	3
65-69	65-69	210	4	100	2	67	0	1	1

[36] Należy podawać dane osoby personalnie wykonującej zestawienie

70-74	> 70	50	0	0	0	0	0	0	0
> 75		1		0		0		0	

Tabela 39. Powierzchnie obszarów eksponowanych na hałas (niniejsze dane dotyczą również obszarów niezamieszkanych)

	Powierzchnie obszarów eksponowanych na hałas w km²									
	Drogowy		Tramwajowy		Kolejowy		Lotniczy		Przemysł	
Poziom w dB	L_{dwn}	L_n	L_{dwn}	L_n	L_{dwn}	L_n	L_{dwn}	L_n	L_{dwn}	L_n
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*
50-55	52.3	51.0	3.2	2.8	9.3	8.5	6.9	2.1	8.4	6.9
55-60	38.1	33.8	2.3	2.0	5.0	4.4	2.9	1.1	5.4	4.3
60-65	19.7	16.7	1.7	1.4	2.9	2.6	1.1	0.4	3.3	2.5
65-70	10.1	7.9	1.0	0.8	1.5	1.4	0.7	0.0	1.7	1.2
70-75	4.8	3.3	0.4	0.2	1.0	0.9	0.0	0.0	0.8	0.6
>75	1.8	1.1	0.0	0.0	0.7	0.6	0.0	0.0	0.4	0.2

Dla głównych dróg, linii kolejowych oraz portów lotniczych niezbędne są też dodatkowe zestawienia w formie:

Powierzchnia obszaru (km²), eksponowanego na hałas (z włączeniem aglomeracji) o poziomie			Liczba osób eksponowanych na hałas o poziomie (z włączeniem aglomeracji):			Liczba mieszkań eksponowanych na hałas o poziomie (z włączeniem aglomeracji):		
L_{DWN} > 55 dB	L_{DWN} > 65 dB	L_{DWN} > 75 dB	L_{DWN} > 55 dB	L_{DWN} > 65 dB	L_{DWN} > 75 dB	L_{DWN} > 55 dB	L_{DWN} > 65 dB	L_{DWN} > 75 dB

Zestawienia liczbowe należy uzupełnić o:

- informację na temat zastosowanej metody obliczeniowej,
- informację nt. dostępności mapy (adres portalu internetowego).

Wypełniając tabele dotyczące raportowania należy zastosować także pokazaną w poniższej tabeli konwencję.

Tabela 40. Zasady wypełniania tabel sprawozdawczych, gdy dane są niedostępne lub dane pole nie ma zastosowania

Wartość wpisywana do komórki arkusza	Przypadek	Opis (charakterystyka)
-1	**Brak zastosowania**	Przypadki tego typu to: – tablica / pole nie może zostać wypełnione z uwagi na fakt, że aglomeracja nie istnieje lub żadna główna dro-

		ga, żadna główna linia kolejowa oraz żaden główny port lotniczy nie spełnia progowych kryteriów zapisanych w Dyrektywie 2002/49/WE, – dane źródło hałasu nie występuje w danej aglomeracji (np. brak portu lotniczego w danej aglomeracji itp.), – żądane informacje nie istnieją (np. dany odcinek drogi nie należy do ciągu drogi europejskiej, a wiec brak jest oznaczenia EURoadID itp.)
-2	**Dane nie dostępne**	Sytuacja taka może wystąpić w przypadkach: – dane nie są raportowane obowiązkowo, – dane jeszcze niedostępne (dane obligatoryjne), – dane z różnych względów nie dostępne (dane obligatoryjne). *w dwóch ostatnich przypadkach należy mieć do dyspozycji argumentacje, z jakich powodów dane są niedostępne mimo, iż są one obowiązkowe.*

Wszystkie powyższe dane zamieszcza się w specjalnych arkuszach Excela, które udostępniane są na:

Portalu EIONET: http://dd.eionet.europa.eu/datasets.jsp

15.4.3. Informacje graficzne

Do raportowania danych przestrzennych zostały przez KE i EEA wybrane następujące formaty:

- pliki shapefile dla danych wektorowych,
- pliki ASCII dla danych rastrowych

Shapefile jest otwartym standardem, zawierającym pliki:

- shp. – plik zawierający geometrię obiektu,
- shx. – plik indeksowy pozwalający na szybkie przeszukiwanie danych,
- dbf. – plik zawierający dane atrybutowe (tabelaryczne); w tabeli jeden rekord odpowiada jednemu obiektowi,
- prj. – plik zawierający informację na temat układu współrzędnych i odwzorowania – dane wyświetlą się także w przypadku braku tego pliku jednak bez właściwego odniesienia w przestrzeni, co czyni je mało wartościowymi.

Format ARC / INFO ASCII GRID, związany ściśle z przygotowaniem raportów z danych graficznych, nie jest prawnie zastrzeżonym formatem i służy jako plik wymiany lub eksportu, ze względu na prostotę struktury pliku ASCII. Większość programów do modelowania hałasu może eksportować wyniki obliczeń w tym formacie.

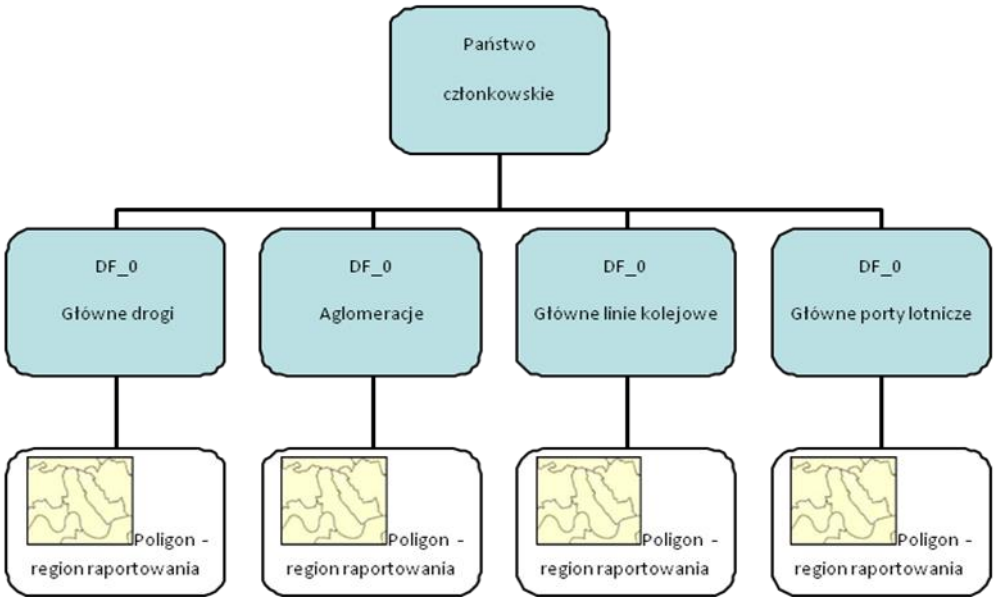
Układ współrzędnych

Informacje na temat systemu odniesienia przestrzennego stosowanego przy sporządzaniu danych GIS jest niezbędna, gdy dane te są porównywane lub łączone z danymi GIS pochodzących z innych źródeł. Informacje GIS dotyczące źródeł hałasu i ich zasięgów oddziaływania są łączone dla terenu całej Europy tak, aby można było przedstawić wszystkie obszary objęte mapami akustycznymi, jak również liczbę ludzi narażonych na hałas w środowisku. Zalecane jest, aby dane były wykonywane w układzie ETRS89. Jeśli są wykonywane w innym układzie odniesienia należy podać jego nazwę. Podstawowe informacje na temat zagadnień związanych z GIS jest dostępny pod adresem: http://www.eionet.europa.eu/gis.

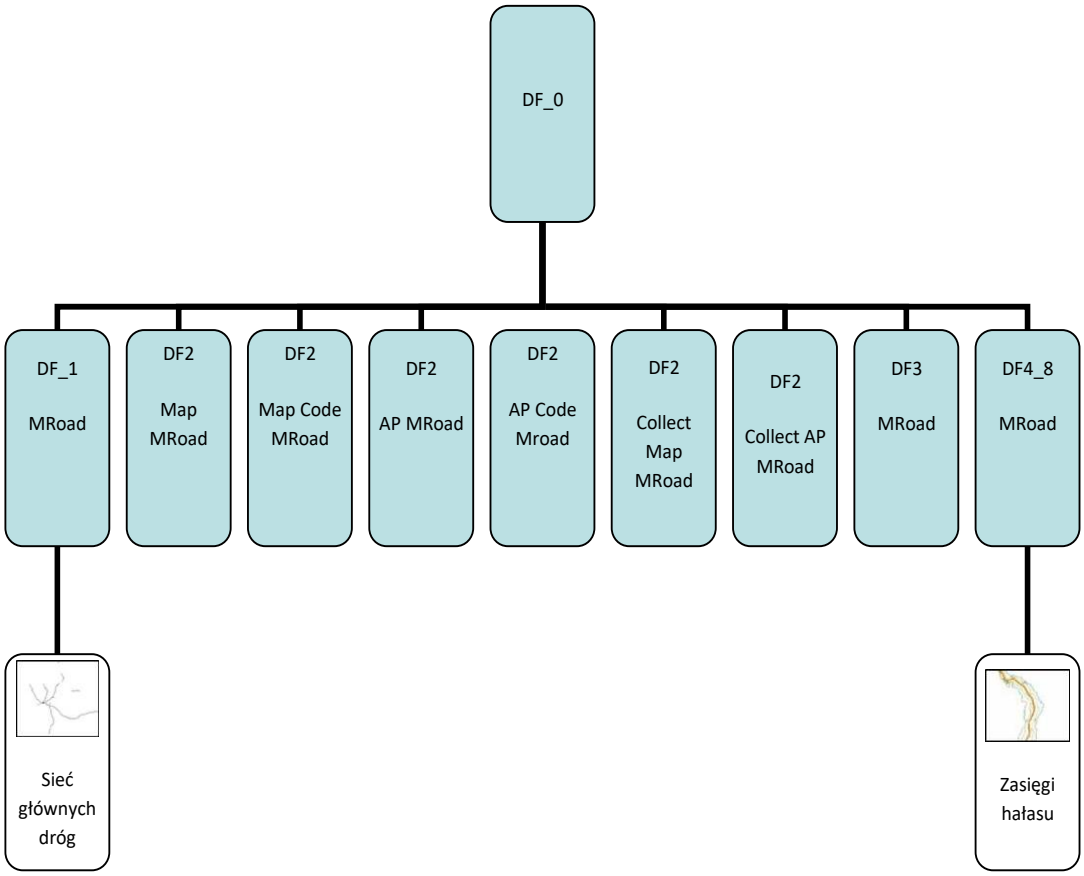
Metadane:

Określone standardy metadanych dla danych przestrzennych są te obecnie przyjęte przez EEA i proponowane do wykorzystania w ramach INSPIRE. Opierają się one na profilu ISO 19115.

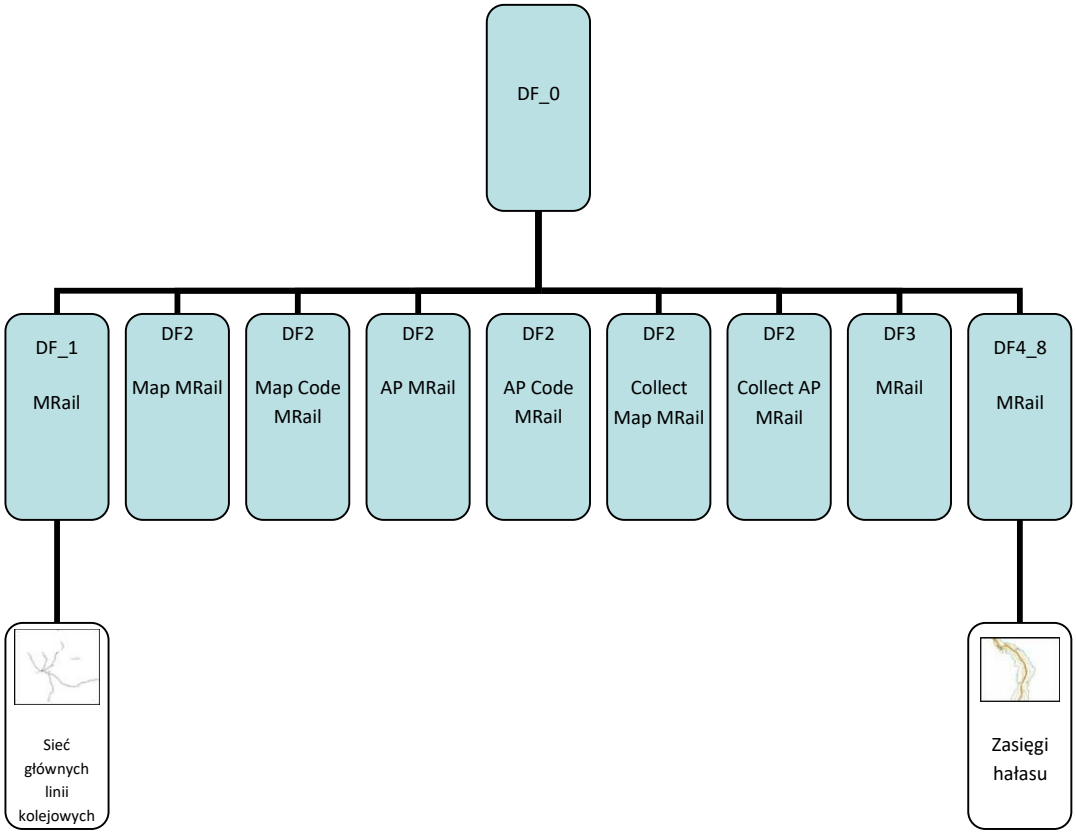
Schematy powiązań danych tabelarycznych z danymi przestrzennymi zaprezentowano na poniższych wykresach.



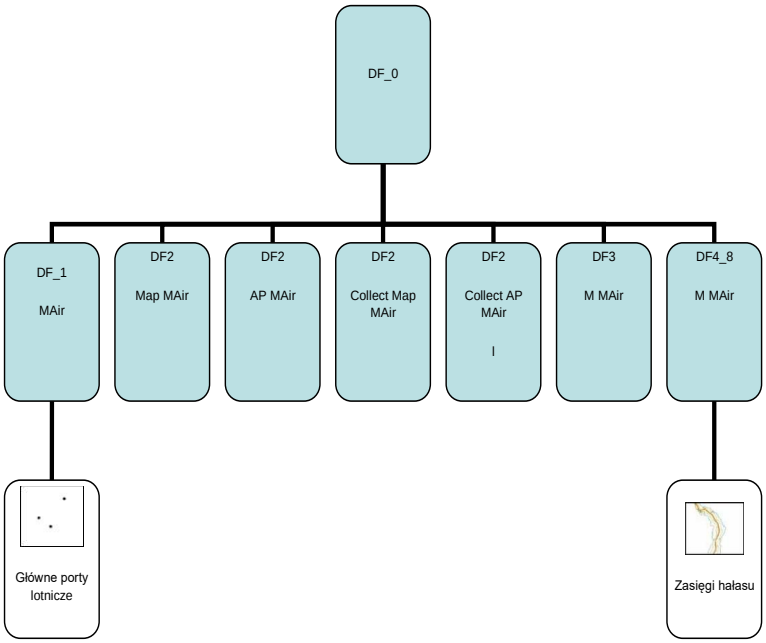
Rysunek 136. Powiązania danych tabelarycznych z danymi przestrzennymi - schemat ogólny



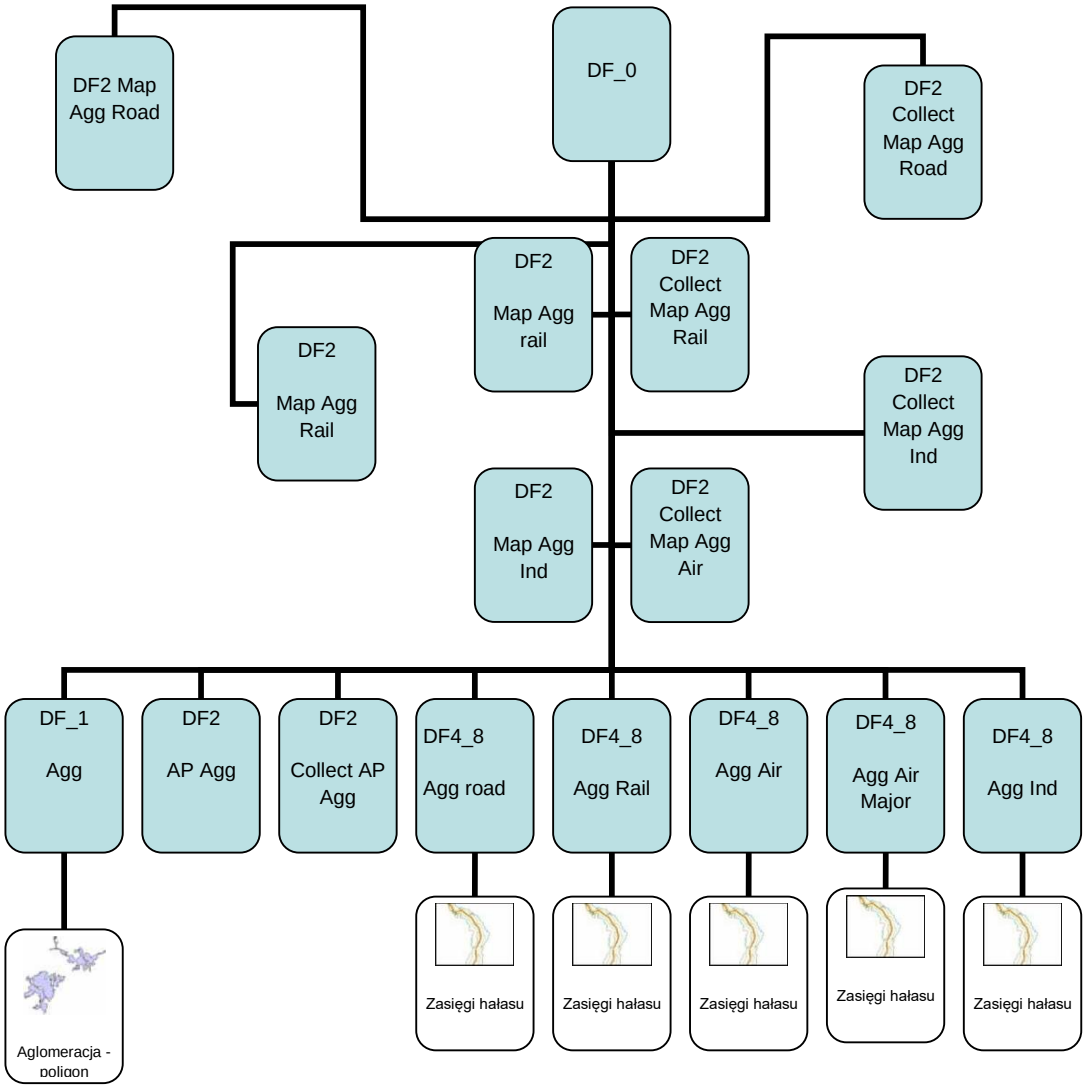
Rysunek 137. Powiązania danych tabelarycznych z danymi przestrzennymi – główne drogi



Rysunek 138. Powiązania danych tabelarycznych z danymi przestrzennymi – główne linie kolejowe



Rysunek 139. Powiązania danych tabelarycznych z danymi przestrzennymi – główne porty lotnicze



Rysunek 140. Powiązania danych tabelarycznych z danymi przestrzennymi – aglomeracje

15.5. MIEJSCE MAP AKUSTYCZNYCH W SYSTEMIE PAŃSTWOWEGO MONITORINGU ŚRODOWISKA

15.5.1. Zbieranie i gromadzenie danych

W podsumowaniu niniejszych wytycznych zaprezentowano w formie syntetycznej aktualny stan, wynikający z krajowych przepisów prawnych, w zakresie:

- zbierania danych na temat stanu akustycznego środowiska,
- organów i instytucji gromadzących te dane,
- przepływu danych.

Zgodnie z art. 25, ust. 1 ustawy Poś źródłem informacji o środowisku jest w szczególności państwowy monitoring środowiska. Jest to system pomiarów, ocen i prognoz stanu środowiska wraz z gromadzeniem, przetwarzaniem i rozpowszechnianiem danych o stanie środowiska (ust. 2 art. 25 Poś).

W skład zasobów państwowego monitoringu środowiska wchodzą m.in. informacje na temat hałasu (art. 26.1. 4) ustawy Poś), które są gromadzone w ramach jednego z podsystemów monitoringu środowiska.

Art. 27 ustawy Poś precyzuje, które informacje gromadzone są w ramach systemu pmś. System ten zbiera dane na podstawie:

Art. 27.1. .....

1) pomiarów dokonywanych przez organy administracji, obowiązane na podstawie ustawy do wykonywania badań monitoringowych,

2) danych zbieranych w ramach statystyki publicznej, określanych corocznie w programach badań statystycznych statystyki publicznej,

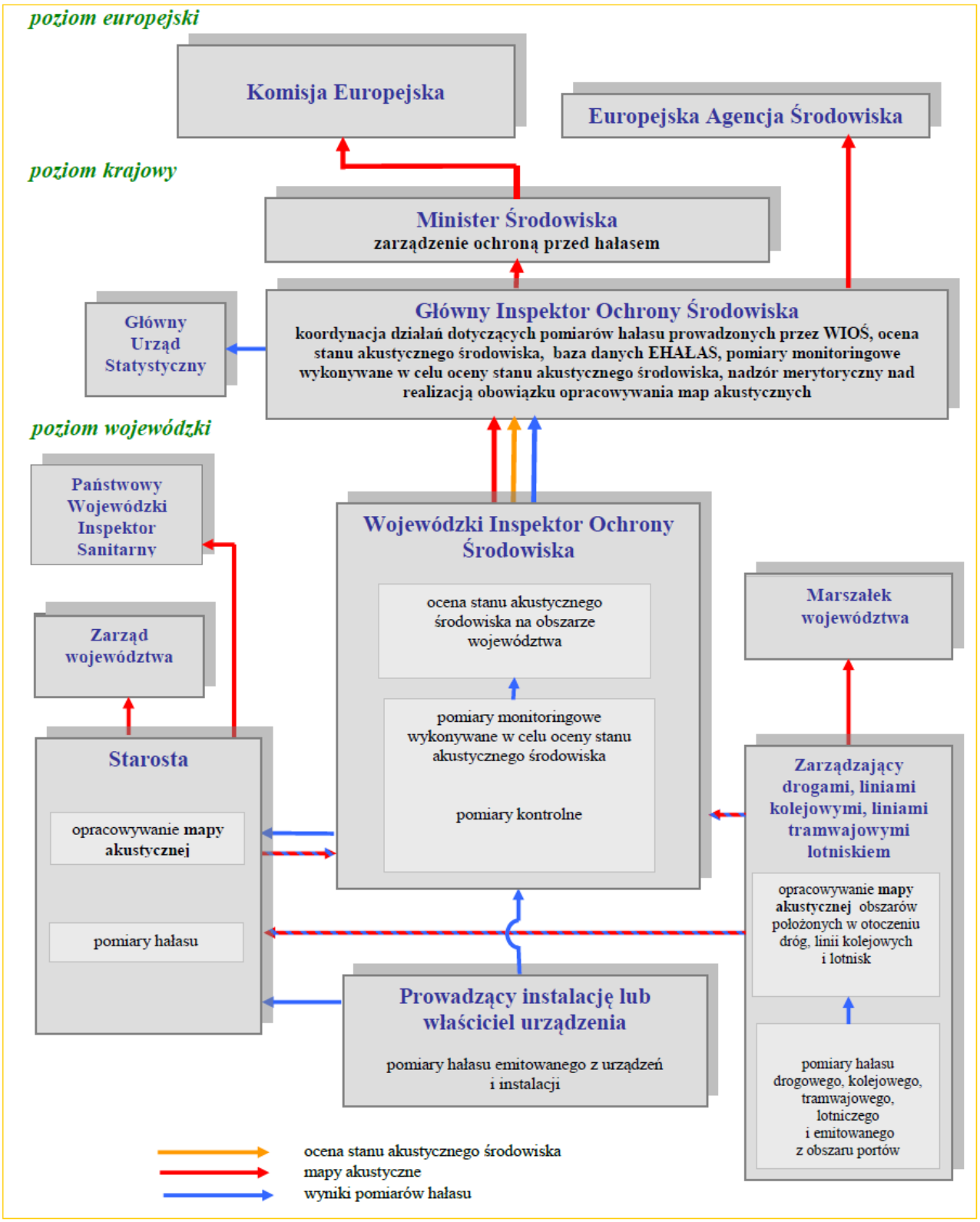
3) informacji udostępnionych przez inne organy administracji,

4) pomiarów stanu środowiska, wielkości i rodzajów emisji, a także ewidencji, do których prowadzenia obowiązane są podmioty z mocy prawa albo na mocy decyzji,

5) innych niż wymienione w pkt 4 informacji, uzyskanych odpłatnie lub nieodpłatnie od podmiotów nie będących organami administracji. ……."

6) W odniesieniu do problematyki zagrożenia hałasem w środowisku należy stwierdzić, iż oceny stanu akustycznego środowiska i obserwacje jego zmian prowadzone są w ramach pmś na podstawie wyników pomiarów poziomów hałasu, określonych przy pomocy obowiązujących prawnie wskaźników oceny hałasu. Uwzględnia się przy tym także – oprócz wartości poziomów - inne dane, w szczególności dane następujące(art. 117.1 ustawy P.o.ś):

- demograficzne,
- dotyczące sposobu zagospodarowania przestrzennego terenu,
- dotyczące użytkowania terenu itp.



Rysunek 141. Przepływ informacji nt. ocen stanu akustycznego środowiska (wg PPMŚ na lata 2016-2020)

15.5.1. Zakres ocen akustycznych i ich wykonawcy

Oceny stanu akustycznego środowiska wykonywane są przez Inspekcję Ochrony Środowiska. Oceny te oparte są przede wszystkim o pomiary wojewódzkich inspektoratów ochrony środowiska .

Pomiary prowadzone przez wojewódzkie inspektoraty ochrony środowiska, których wyniki stanowiły podstawę ocen wykonywanych w ramach państwowego monitoringu środowiska obejmowały do tej pory przede wszystkim hałas:

- komunikacyjny – drogowy,

przemysłowo – instalacyjny,

W ostatnim okresie zaczęto rozwijać badania i oceny hałasu:

- lotniczego,
- kolejowego.

Oceny oparte o powyższe badania miały charakter ocen statystycznych. Najczęściej opracowywane statystyki obejmują:

- rozkłady wartości równoważnych poziomów dźwięku w poszczególnych klasach poziomów (na ogół o szerokości 5 dB)
- rozkłady przekroczeń dopuszczalnych poziomów dźwięku w porze dziennej oraz porze nocnej,
- liczba i rozkład ludności eksponowanej na hałas o różnych poziomach (statystyka ta jest najczęściej odnoszona do klas przekroczeń poziomów dopuszczalnych)

i inne.

Oceny statystyczne są uzupełniane o elementy ocen przestrzennych, z wykonanych map akustycznych

Aktualne przepisy prawne wprowadzają nowy, rozszerzony zakres ocen stanu akustycznego środowiska, które obejmą także oceny przestrzenne, oparte przede wszystkim o mapy akustyczne.

15.5.1. Przepływ informacji związanych z ocenami akustycznymi środowiska

Schemat przepływu informacji na temat stanu akustycznego środowiska, obejmujących:

- wyniki pomiarów hałasu,
- mapy akustyczne (lub ich fragmenty)

przedstawiono na schemacie (Rysunek 141).

BIBLIOGRAFIA

PODSTAWOWE AKTY PRAWNE (USTAWY I ROZPORZĄDZENIA)

USTAWY

[1] Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. - Prawo ochrony środowiska (Dz. U. 2013, poz. 1232 z późn. zm.)

[2] Ustawa z dn. 27 lipca 2001 r. o wprowadzeniu ustawy - Prawo ochrony środowiska, ustawy o odpadach oraz zmianie niektórych ustaw (Dz. U. z 2001r. Nr 100, poz. 1085).

[3] Ustawa z dn. 19 grudnia 2002 r. o zmianie ustawy o odpadach oraz niektórych innych ustaw (Dz. U. z 2003r. Nr 7, poz. 78).

[4] Ustawa z dnia 18 maja 2005 r. o zmianie ustawy - Prawo ochrony środowiska oraz niektórych innych ustaw (Dz. U. z 2005r. Nr 113, poz. 954).

[5] Ustawa z dnia 20 lipca 1991 r. o Inspekcji Ochrony Środowiska (Dz.U. 2013r., poz. 335 z późn.zm.)

[6] 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. 2016r., poz. 353)

[7] Ustawa z dnia 4 marca 2010 r. o infrastrukturze informacji przestrzennej (Dz.U. 2010 nr 76 poz. 489)

ROZPORZĄDZENIA

[8] Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku. (Dz. U. z 2014 r. poz. 112)

[9] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 14 października 2002 r. w sprawie szczegółowych wymagań, jakim powinien odpowiadać program ochrony środowiska przed hałasem (Dz.U. 2002, nr 179, poz. 1498)

[10] Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 14 grudnia 2006 r. w sprawie dróg, linii kolejowych i lotnisk, których eksploatacja może powodować negatywne oddziaływania akustyczne na znacznych obszarach, dla których jest wymagane sporządzenie map akustycznych, oraz sposobów określania granic terenów objętych tymi mapami (Dz. U. z 2007 r. Nr 1, poz. 8)

[11] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dn. 10 listopada 2010 r. w sprawie ustalania wartości wskaźnika hałasu L_{DWN} (Dz.U. 2010, nr 215, poz. 1414)

[12] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 30 października 2014r. w sprawie wymagań w zakresie prowadzenia pomiarów wielkości emisji oraz pomiarów ilości pobieranej wody. (Dz.U. z 2014 r. poz. 1542)

[13] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 16 czerwca 2011r. w sprawie wymagań w zakresie prowadzenia pomiarów poziomów w środowisku substancji lub energii przez zarządzającego drogą, linią kolejową, linią tramwajową, lotniskiem, portem (Dz.U. 2011,

nr 140, poz. 824)

[14] 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 2007 r. Nr 187, poz. 1340)

[15] Rozporządzenie Ministra Środowiska 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 realizacji (Dz.U. 2008. nr 215, poz. 1366)

[16] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 17 stycznia 2003 r. 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. 2003, nr18, poz.164)

[17] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 25 kwietnia 2008 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących rejestru zawierającego informacje o stanie akustycznym środowiska. (Dz. U. z 2008 r. Nr 82, poz. 500)

[18] Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 20 października 2010 r. w sprawie ewidencji zbiorów i usług danych przestrzennych objętych infrastrukturą informacji przestrzennej (Dz.U. 2010, nr 201, poz. 1333)

[19] Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 13 września 2010 r. w sprawie Rady Infrastruktury Informacji Przestrzennej (Dz.U. 2010, nr 183, poz. 1233)

[20] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 22 września 2010 r. w sprawie wzoru oraz zawartości układu publicznie dostępnego wykazu danych o dokumentach zawierających informacje o środowisku i jego ochronie. (Dz.U. 2010 r., nr 186, poz. 1249)

[21] Rozporządzeniem Rady Ministrów z dnia 15 października 2012 r. w sprawie państwowego systemu odniesień przestrzennych (Dz.U. 2012 poz. 1247)

DOKUMENTY UNII EUROPEJSKIEJ

[22] Dyrektywa 2002/49/WE Parlamentu Europejskiego oraz Rady z dnia 25 czerwca 2002r. w sprawie oceny i zarządzania poziomem hałasu w środowisku (Dz. U. WE L 189 z dnia 18 lipca 2002r.). http://ec.europa.eu/environment/noise/home.htm

[23] 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).

http://forum.europa.eu.int/irc/DownLoad/kjetA1JHmRGIeVR-LG4F0qSjBINUn4c0xyNLtyqz0dvqk-Ev_VvAKd0qYIqfgLcMc/Commission%20guidelines%20interim%20methods%06aug2003.pdf

[24] Dyrektywa Komisji (UE) 2015/996 z dnia 19 maja 2015 r. ustanawiająca wspólne metody oceny hałasu zgodnie z dyrektywą 2002/49/WE Parlamentu Europejskiego i Rady została opublikowana 1 lipca 2015 (Dz.Urz. UE nr L 168). Adres internetowy: Dyrektywa Komisji (UE) 2015/996 z dnia 19 maja 2015 r. ustanawiająca wspólne metody oceny hałasu zgodnie z dyrektywą 2002/49/WE Parlamentu Europejskiego i Rady).

[25] COMMISSION DIRECTIVE (EU) …/… of XXX, establishing assessment methods for harmful effects according to directive 2002/49/EC (Text with EEA relevance). Brussels, XXX, 2016/ENV/048 […] (2015) XXX draft

[26] Wniosek dotyczący Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady ustanawiającej infrastrukturę dla informacji przestrzennej we Wspólnocie (INSPIRE). {SEC (2004) 980}. COM(2004) 516 wersja ostateczna. Bruksela 23 lipca 2004r.

http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/en/com/2004/com2004_0516en01.pdf

[27] 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)*

Rozporządzenia Unii Europejskiej wydane w związku z Dyrektywą 2007/2/WE:

[28] INSPIRE Metadata Regulation 03.12.2008

[29] Commission Decision regarding INSPIRE monitoring and reporting 05.06.2009

[30] Regulation on INSPIRE Network Services 19.10.2009

[31] Regulation on INSPIRE Data and Service Sharing 29.03.2010

DOKUMENTY ZWIĄZANE Z MECHANIZMEM RAPORTOWANIA

[32] Electronic Noise Data Reporting Mechanism. A handbook for delivery of data in accordance with Directive 2002/49/EC. EEA Technical report No 9/2012

[33] Delivery guide for Environmental Noise Data: DF0: Definition of reporting structure Draft guidelines Annex DF0. EEA, 2012

[34] Delivery guide for Environmental Noise Data: DF1_DF5: Major roads, major railways, major airports and agglomerations designated by the MS. Draft guidelines Annex DF1_DF5. EEA, 2012

[35] Delivery guide for Environmental Noise Data: DF2: Reporting of competent authorities for strategic noise maps, action plans and data collection. Draft guidelines Annex DF2. EEA, 2012

[36] Delivery guide for Environmental Noise Data: DF3: Noise limit values in force and associated information. Draft guidelines Annex DF3. EEA, 2012

[37] Delivery guide for Environmental Noise Data: DF4_DF8: Strategic noise maps for major roads, major railways, major airports and agglomerations. Guidelines Annex DF4_ DF8. EEA, 2012

[38] Delivery guide for Environmental Noise Data: DF6_DF9: Noise control programmes for major roads, railways, airports and agglomerations . Draft guidelines Annex DF6_DF9. EEA, 2012

[39] Delivery guide for Environmental Noise Data: DF7_DF10: Noise action plans for major roads, railways, airports and agglomerations. Guidelines Annex DF7_DF10. EEA, 2013

DOKUMENTY NORMALIZACYJNE

[40] PN-ISO 9613-2:2002. „Akustyka – Tłumienie dźwięku podczas propagacji w przestrzeni otwartej. Ogólna metoda obliczania".

[41] PN-ISO 8297: 2003 „Akustyka – Wyznaczanie poziomów mocy akustycznej zakładów przemysłowych z wieloma źródłami hałasu w celu oszacowania wartości poziomu ciśnienia akustycznego w środowisku. Metoda techniczna".

[42] PN-EN ISO 3744: 1999 „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".

[43] PN-EN ISO 3746: 1999 „Akustyka - Wyznaczanie poziomów mocy akustycznej źródeł hałasu na podstawie pomiarów ciśnienia akustycznego. Metoda orientacyjna z zastosowaniem otaczającej powierzchni pomiarowej nad płaszczyzną odbijającą dźwięk".

[44] PN-ISO 1996-1:1999. „Akustyka. Opis i pomiary hałasu środowiskowego. Podstawowe wielkości i procedury".

[45] PN-ISO 1996-2:1999. „Akustyka. Opis i pomiary hałasu środowiskowego. Zbieranie danych dotyczących sposobu zagospodarowania terenu".

[46] PN-ISO 1996-1:1999. „Akustyka. Opis i pomiary hałasu środowiskowego. Wytyczne dotyczące dopuszczalnych poziomów hałasu".

[47] ISO 1996-1:2003. "Acoustics. Description, measurement and assessment of environmental noise. Part 1 - Basic quantities and assessment procedure".

[48] ISO 1996-2:2007. "Acoustics. Description, measurement and assessment of environmental noise. Part 2 – Determination of environmental noise".

[49] PN-EN ISO 3095:2005 (U). Kolejnictwo. Akustyka. Pomiar hałasu emitowanego przez pojazdy szynowe.

[50] ISO 1996-2:2007. Acoustics -- Description, measurement and assessment of environmental noise -- Part 2: Determination of environmental noise levels

PODSTAWOWE DOKUMENTY METODYCZNE

[51] The French national computation method "NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTU-LCPCCSTB)", referred to in Arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières, Journal Officiel du 10 mai 1995, Article 6.

[52] French standard XP S 31-133:2001, Acoustique – Bruit des infrastructures de transports terrestres – Calcul de l'attenuation du son lors de sa propagation en milieu extérieur, incluant les effets météorologiques, AFNOR, 2001.

[53] 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.

[54] SRM II - The Netherlands national computation method published in 'Reken- en Meetvoorschrift Railverkeerslawaai '96, Ministerie Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Publikatiereeks Verstoring, Nr. 14/1997, VROM, November 1996.

[55] ECAC.CEAC Doc. 29 "Report on Standard Method of Computing Noise Contours around Civil Airports", 1997.

[56] Stylianos Kephalopoulos, Marco Paviotti, Fabienne Anfosso-Lédée: Common Noise Assessment Methods in Europe (CNOSSOS-EU. To be used by the EU Member States for strategic noise mapping following adoption as specified in the Environmental Noise Directive 2002/49/EC. Report EUR 25379 EN. European Commission, Joint Research Centre: *Institute for Health and Consumer Protection.* 2012

WYBRANE OPRACOWANIA I PUBLIKACJE

[57] Wytyczne opracowywania map akustycznych. Pod red. Radosława J.Kucharskiego. Opracowane i wydane w ramach projektu zamówionego przez Głównego Inspektora Ochrony Środowiska nr 2005/017- 488.03.04 „Wzmocniony monitoring hałasu i substancji zubożających warstwę ozonową" nr Referencyjny: 2005/017- 488.03.04.03 przez **Instytut Ochrony Środowiska,** Zakład Akustyki Środowiska. Warszawa 2006

[58] Kucharski R.J. (red.), Danecki R., Grabowski J., Biniaś K.: Opracowanie wskazówek metodycznych do sporządzania map do oceny klimatu akustycznego miast. (Oprac. Instytut Ochrony Środowiska na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska), Warszawa, październik 2005 (praca nie publikowana).

[59] 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.

[60] Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data onNoise Exposure. Ver. 2. European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise, 13th January, 2006. http://ec.europa.eu/environment/noise/pdf/wg_aen.pdf

[61] Presenting Noise Mapping Information to the Public. A Position Paper from the European Environment Agency Working Group on the Assessment of Exposure to Noise (WG-AEN), March 2008

[62] Bruit des infrastructure routiere – methode de calcul incluant les effets meteorologiques. CERTU, CSTB, LCPC, SETRA, 1997 (praca zbiorowa).

[63] 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.

[64] Makarewicz R., Hałas w Środowisku, Ośrodek Wydawnictw Naukowych, Poznań, 1996

[65] Handbuch Lärmminderungspläne. Forschungsbericht UBA 93-109 06 001/01

[66] Igarshi J., Comparison of community response to transportation noise: Japaneseresults and annoyance scale, Journal of Acoustical Society of Japan 13, 301-309

[67] Kryter K.D., Community annoyance from aircraft and ground vehicles noise, Journal of Aoustical Society of America 72, 1222-1242, (1982)

[68] 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)

[69] Kucharski R.: 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

[70] Kucharski Radosław J. i inni „Mapy Akustyczne Aglomeracji" Magazyn Geodeta, 2008

[71] Kucharski Radosław J.: „Oddziaływania akustyczne tras komunikacyjnych na środowisko oraz problematyka ekranów akustycznych" materiały z Międzynarodowej Konferencji EKO MOST 2006 „Trwałe obiekty mostowe w środowisku" 16-17 maja 2006 Kielce

[72] Kucharski Radosław J., Szymański Zbigniew K.: „Uwarunkowania stosowania w środowisku ekranów akustycznych do ochrony przed hałasem komunikacyjnym" Infrastuktura 1/2006, wydawnictwo Intermedia

[73] Makarewicz R., Kokowski P.; Prediction of noise changes due to traffic speed control. J.Acoust.Soc.Am., 122 (4), 2007

[74] Makarewicz R., Gołębiewski R.: Modelling of the roundabout noise impact. J.Acoust.Soc.Am., 122 (4), 2007

[75] Makarewicz R.: Noise reduction trough source rerouting. J.Acoust.Soc.Am., 116, 2004

[76] Communication from the Commission to the Council and the European Parliament on the thematic Strategy of the Urban Environment. Commission of the EU, COM(2005) 718 final, Brussels, 2006

[77] Report on the Definition, Identification and Preservation of Urban and Rural Quiet Areas. European Union, Service Contract ENV: C 1/SER/2002/0104R. Final Report July 2003

[78] Manual for Streets. Department of Transport. Published by Thomas Telford Publishing, 2007

[79] Kucharski R.: Wyniki porównawczych pomiarów hałasu kolejowego przed i po modernizacji torowiska. III Seminarium „Wpływ hałasu i drgań wywołanych eksploatacją..." Wibroszyn-2008, Kraków 2008

[80] Kucharski R.: Hałas wywołany eksploatacją miejskiego transportu szynowego – diagnostyka i zapobieganie. Seminarium „Wpływ hałasu i drgań wywołanych eksploatacją..." Kraków 2006

[81] Program Państwowego Monitoringu Środowiska na lata 2016 -2020. Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, 2015

[82] Opracowanie Mapy Akustycznej Wrocławia wraz z włączeniem jej do Wrocławskiego Publicznego Systemu Informacji Przestrzennej. *Lemitor Ochrona Środowiska Sp. z o.o., GEOMATIC Sp. z o.o., Fin Skog Geomatics International Sp. z o.o. Wrocław 2007*

[83] Opracowanie Programu Ochrony Środowiska przed Hałasem dla m.st. Warszawy. Na zlecenie Miasta St. Warszawy. Instytut Ochrony Środowiska – PIB, Warszawa 2009

[84] Opracowanie Programu Ochrony Środowiska przed Hałasem dla m. Gdańska. Na zlecenie Urzędu Miasta Gdańska. Wykonawca: Konsorcjum Instytut Ochrony Środowiska oraz BMT Argoss Sp. Z o.o., Warszawa – Gdańsk 2009

[85] Good practice guide on noise exposure and potential health effects. European Environment Agency, EEA Technical report No 11/2010

[86] Night Noise Guidelines for Europe. World Health Organization 2009

[87] Ocena jakości środowiska w województwie śląskim w zakresie hałasu, na podstawie badań monitoringowych i inspekcyjnych WIOŚ w Katowicach oraz zarządców dróg i lotnisk,

w latach 2000 – 2009. Wojewoda Śląski i Wojewódzki Inspektor Ochrony Środowiska w Katowicach. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Katowice 2010.

[88] Grabowski J., Kucharski R.: Prezentacja wyników i wniosków z 1,5 rocznego okresu eksploatacji kilkudziesięciu stacji systemu ciągłego monitoringu hałasu na terenie miasta Gdańska. III Konferencja PROBLEM HAŁASU W MIEŚCIE**,** Szczecin , 4-5.11.2010 r.

[89] Wytyczne opracowywania map akustycznych. Pod. Red. R.Kucharskiego. Inspekcja Ochrony Środowiska, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa 2011

[90] Raport o stanie akustycznym środowiska w Polsce na podstawie wyników realizacji map akustycznych. Pod red. R.Kucharskiego. Zrealizowano na zlecenie GIOŚ w ramach umowy nr 37/2012/F z dnia 26.09.2012 r.: „Wykonanie oceny stanu klimatu akustycznego środowiska w skali kraju wraz z nadzorem merytorycznym nad systemem monitoringu hałasu w latach 2012 – 2014. Etap IV, Zadanie 6. IOŚ-PIB, Warszawa 2014.

[91] Instrukcja nadawania kodów obiektom mapowanym oraz zasady cyfrowego zapisu map akustycznych. Oprac. P.Chacińska. Praca na zlecenie GIOŚ. IOŚ-PIB, Warszawa 2012.

ZAŁĄCZNIKI

Nr 1 Zasady kodowania danych sprawozdawanych do KE oraz EEA

Nr 2 Aspekty zdrowotne oddziaływania hałasu