

Prof. dr hab. inż. ADAM LIPOWCZAN  
Główny Instytut Górnictwa w Katowicach  
Kontakt: alipowczan@gig.katowice.pl

# Aspekty ekonomiczne wykorzystania map akustycznych

Główną domeną akustyki środowiskowej, uprawianą w ostatniej dekadzie, jest problematyka powstawania strategicznych map akustycznych miast, których populacja przekracza 100 tys. osób, a także głównych dróg i połączeń kolejowych. Prace związane z miastami o populacji ponad 250 tys. mieszkańców oraz połączeniami kolejowymi o znaczeniu międzynarodowym zostały ukończone, podczas gdy mapy opisujące miasta zamieszkałe przez nie mniej niż 100 tys. i nie więcej niż 250 tys. ludzi są ciągle przygotowywane. Dokumenty te są stopniowo dosyłane do Głównej Siedziby UE w Brukseli. Wydatki na pokrycie kosztów związanych z powstaniem pierwszej partii map osiągnęły 24 mln złotych, a szacuje się, że koszt całego projektu, będącego konsekwencją postanowień dyrektywy europejskiej nr 49 i polskiego prawa środowiskowego, wyniesie co najmniej 100 mln złotych. Mapy akustyczne mają się stać podstawą do przygotowań do implementacji programu ochrony przed hałasem środowiskowym, ale czy faktycznie będą w stanie spełnić to zadanie? Artykuł przedstawia pogląd autora na ten temat w kontekście ekonomicznych skutków dla polskiej gospodarki, a także w porównaniu z podobnymi działaniami prowadzonymi w innych krajach Unii Europejskiej.

*Słowa kluczowe: mapy akustyczne, ekrany dźwiękochłonne, hałas środowiskowy*

## Economic aspects of using acoustic maps

The main project in the domain of environmental acoustics, executed over the last decade, were activities related to working out strategic acoustic maps for cities with population exceeding 100 thousand, as well as those for main roads and railways.

Work on maps for cities with population exceeding 250 thousand, and roads and railways of international importance have been completed, while acoustic maps for cities with population of 100-250 thousand are still under preparation. These documents are gradually sent to the EU Central Office in Brussels. Developing the first maps has cost about 24 million PLN. It is estimated that the total cost of the project, which results from the provisions of EU Directive No. 49 and Polish Environmental Act, will be exceed 100 million PLN. Acoustic maps are to provide a basis for preparing programmes of protection against excessive environmental noise. Do they really do that? Are they able to? This paper presents the author's reflections on the economic consequences of programming actions to reduce the environmental noise in the context of such actions in other EU countries.

*Keywords: acoustic maps, noise barrier, environmental noise*

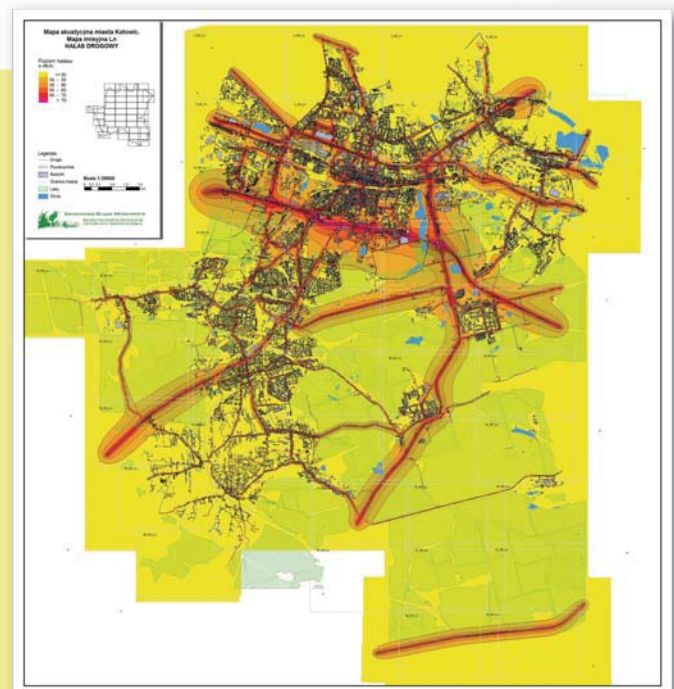
## Wstęp

Największym przedsięwzięciem w stosunkowo krótkiej historii akustyki środowiskowej, są działania związane z opracowaniem strategicznych map akustycznych miast o liczbie mieszkańców większej od 100 tys. Prace te, wymagane przez dyrektywę UE nr 4 [1] wynikały także ze zharmonizowanej z prawem UE ustawy prawo ochrony środowiska [2]. W pierwszym

etapie prace objęły miasta o liczbie mieszkańców powyżej 250 tys. mieszkańców. Wg informacji Ministerstwa Środowiska opracowania zakończono w końcu 2007 r. i wymagane dokumenty zostały przekazane do Centrali UE w Brukseli.

Terminy przekazania map akustycznych, określone w wymienionych dokumentach, spowodowały aktywizację urzędów zainteresowanych miast, które w oparciu o znaną ustawę o zamówieniach publicznych rozpięły przetargi

na ich opracowanie. Do przetargów przystąpiło kilkanaście (istnieją doniesienia, że nawet kilkadziesiąt) firm. Założenia ogłoszonych przetargów (SIWZ) zawierały wprawdzie pewne wymagania merytoryczne, ale przy braku jednolitych przepisów wynik przetargu ograniczył się w większości przypadków do wybrania oferenta z możliwie najniższą ceną. Ocena kompetencji zespołu startującego w przetargu, jego udokumentowane uprawnienia (np. akredytacja, notyfikacja jednostki), posiadane wyposażenie aparaturowe, a także doświadczenie i referencje, poza bardzo nielicznymi przypadkami, zesły na plan dalszy lub były całkowicie pomijane. Do przetargów przystępowały spółki i firmy tworzone *ad hoc* do konkretnego przetargu i dzięki bardzo niskim lub wręcz żadnym kosztom ogólnym wygrywały, wykonując zlecenia na bardzo zróżnicowanym poziomie metodologicznym i o dyskusyjnej przydatności praktycznej. Dopiero w końcu 2007 r. ukazało się rozporządzenie Ministra Środowiska [3] określające wymagania, którym odpowiadać



Fot. UM Katowice

mają strategiczne mapy akustyczne miast. W tym czasie (2008) ukazały się także drukiem dwie pozycje książkowe [4,5].

Mimo to wykonywane mapy akustyczne cechowała duża dowolność i bardzo zróżnicowana dokładność, a przez to i bardzo różna praktyczna przydatność. Komitet Akustyki PAN podejmował liczne starania o skoordynowany odbiór map akustycznych, aby z jednej strony zapewnić porównywalność tych dokumentów między poszczególnymi miastami, a jednocześnie, aby przekazywane do Brukseli dokumenty posiadały jednolity układ i formę [6-8].

### Szacunek kosztów realizacji map akustycznych oraz programów ograniczania oddziaływania hałasu

Z danych uzyskanych z Ministerstwa Środowiska wynika, że nakłady finansowe na wykonanie pierwszego etapu zadań, wynikających z dyrektywy nr 49 (miasta o liczbie mieszkańców powyżej 250 tys. oraz dróg i linii kolejowych o znaczeniu międzynarodowym), wyniosły ok. 24 mln zł. Zgodnie z danymi z Rocznika Statystycznego sumaryczna liczba mieszkańców 12 największych miast w Polsce wynosi 6 856 282 osoby. Dzieląc wspomniane nakłady przez liczbę mieszkańców:  $24\ 000\ 000 : 6\ 856\ 282 = 3,50\ \text{zł}/1\ \text{mieszkańca}$  uzyskuje się wskaźnik przydatny w dalszych rozważaniach.

W dostępnych dokumentach UE, poprzedzających wydanie dyrektywy nr 49 podawane [9] są szacunki nakładów na wykonanie map w przedziale: 0,15 – 2,0 €/1 mieszkańca (przyjmując kurs € = 4,10 zł i posługując się wyliczonym wyżej wskaźnikiem 3,50 zł/1 mieszkańca mamy w walucie UE wskaźnik 0,85 €/1 mieszkańca, który mieści się w podanym w cytowanych materiałach przedziale i jako taki może być wykorzystany do dalszych szacunków).

Dalsze prace nad mapami akustycznymi obejmują 29 miast o liczbie mieszkańców powyżej 100 tys., co daje liczbę 11 094 628 osób. Przyjmując wyliczony wcześniej wskaźnik kosztów/1 mieszkańca, mamy  $11\ 094\ 628 * 3,50 = 40\ 000\ 000\ \text{zł}$ . Do tego należy dodać koszty wykonania map: autostrad, linii kolejowych, lotnisk, portów morskich i rzecznych i przyjmując ostrożne szacunki uzyskujemy kwotę sporządzenia wymaganych map na poziomie 80 – 100 mln zł, co daje wskaźnik na 1 mieszkańca kraju na poziomie 2,70 zł.

Z dostępnych danych wynika, że koszty wykonania map akustycznych poszczególnych miast zawierały się w przedziale 213 tys. zł w Katowicach – 4,6 mln zł w Warszawie (najczęściej przetargi w miastach kończyły się kwotą około 600 – 700 tys. zł), [10]. Tak duży przedział cen, nawet przy uwzględnieniu różnic w wielkości aglomeracji i uwarunkowań wynikających z liczności mieszkańców, rodzi uzasadnione wątpliwości jakościowe, które znalazły potwierdzenie w opublikowanych dokumentacjach mapowych.

Zakres omawianych prac oraz wynikające z tego koszty najlepiej oddają wymagania zawarte w rozporządzeniu, określającym zestaw

Tabela 1. Główne składniki mapy akustycznej wg rozporządzenia Ministerstwa Środowiska

Table 1. Main parts of an acoustic map in accordance to the ruling of the ministry of environment

Część opisowa	Część graficzna
1. Informacje wprowadzające: dane identyfikacyjne jednostki odpowiedzialnej za realizację mapy i podmiotu wykonującego mapę: nazwę, adres, kontakt	1. Mapa emisyjna
2. Charakterystyka obszaru podlegającego ocenie	1. Mapa imisyjna w postaci linii równego poziomu dźwięku lub obszarów oznaczonych kolorem
3. Charakterystyka systemów danych przestrzennych i narzędzi do ich stosowania	3. Mapa wrażliwości hałasowej obszarów
4. Podstawowe metody wykorzystane do opracowania mapy akustycznej	4. Mapa terenów zagrożonych hałasem, ujmująca 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. Wykorzystane bazy danych wejściowych	5. Mapa pokazująca liczbę osób ekspozowanych na hałas, stanowiącą wynik nałożenia informacji z mapy imisyjnej oraz rozkładu liczby osób mieszkających na obszarach w przedziałach poziomów j.w.
6. Zestawienie wyników pomiarów wykonanych dla potrzeb mapy akustycznej lub wykonanych w innym celu, a wykorzystywanych w opracowaniu mapy akustycznej	6. Kolorystyka obszarów w poszczególnych przedziałach poziomów dźwięku powinna być zgodna z wymaganiami normy PN-ISO 1996-2:1999
7. Inne uwagi, uwarunkowania i ograniczenia	

dokumentów składających się na dokumentację mapy akustycznej [3]. Główne elementy dokumentacji zestawiono w tab. 1.

Szczegółowe ustalenia zawarte w załączniku nr 1 rozporządzenia wskazują na konieczność dostępu lub dysponowania m.in. takimi danymi dotyczącymi terenu objętego mapą, jak charakterystyka zamieszkującej go populacji, inwentaryzacja źródeł hałasu, dostęp do mapy numerycznej terenu i co najtrudniejsze, szczegółowe dane o natężeniu i rodzajach ruchu komunikacyjnego na obszarze badań. Dopiero zgromadzenie danych wejściowych umożliwi podjęcie właściwych prac nad mapą, obejmujących określenie punktów referencyjnych, zaplanowanie i przeprowadzenie akustycznych pomiarów terenowych zgodnie ze znormalizowaną metodyką, opracowanie wyników z wykorzystaniem prawidłowo dobranych programów numerycznych, zapewniających graficzną prezentację wyników pomiarów i ocen i na koniec podsumowanie wniosków z realizacji całego przedsięwzięcia [4,5].

Jeżeli do tego dodać wymagania związane ze stosowaniem właściwej aparatury i wyposażenia pomiarowego, opanowanie złożonej metodyki prowadzenia pomiarów i właściwą interpretację ich wyników, przy uwzględnieniu wymienionych już pozaakustycznych czynników charakteryzujących teren objęty mapą, to ocena jakości i prawidłowości wykonania tych prac stanowi oddzielne wyzwanie. Na pewno nie wynika ono z założeń przetargowych i umiejętności wykonawcy wygrywającego przetarg minimalną ceną realizacji prac. Na tym tle wybór realizatora prac, zapewniającego prawidłowe opracowanie dokumentacji mapowej ma znaczenie podstawowe, zwłaszcza, że zasady prowadzenia terenowych pomiarów akustycznych przy konieczności uwzględniania czynników zakłóca-

jących i interpretacji wyników nie są powszechnie znane, a dostęp do właściwej aparatury i wyposażenia pomiarowego, ze względu na cenę, jest ograniczony.

Drugim zagadnieniem jest ocena jakości dostarczanej przez wykonawców dokumentacji. Należy je rozpatrzyć w dwóch aspektach:

1. Prawidłowość i kompletność wykonania dokumentacji mapowej w odniesieniu do pojedynczego obiektu badań (miasto, lotnisko, linia kolejowa, trasa komunikacji drogowej)

2. Prawidłowość i jednolitość dokumentacji dostarczonej do Komisji Europejskiej.

Z zamieszczonych w Internecie map akustycznych miast wynika, że praktycznie żadne z wymienionych wymagań nie jest spełnione. Zagadnieniem to pierwszy podjął J. Wierzbicki we wspomnianym już referacie, przedstawionym na Konferencji GIOŚ Krakowie w 2009 r. [6]. Także w opracowaniu własnym zrealizowanym w ramach projektu nr N R14 0001 06 pt. „Sieciowy system doradztwa i konsultacji w procesach tworzenia i użytkowania map akustycznych” zidentyfikowałem następujące usterki [11]:

- dokładność i aktualność pozaakustycznych danych wykorzystywanych w obliczeniach. Szczególnie istotnymi wielkościami są parametry charakteryzujące ruch drogowy, kolejowy i lotniczy. Określenie, czy parametry ruchu wyznaczano równoległe z pomiarami akustycznymi czy też korzystano z danych zewnętrznych. Informacje związane z sezonowymi zmianami natężenia i struktury ruchu itp.

- różne kody kolorystyczne stosowane na mapach do określenia zasięgu poziomu dźwięku hałasu wokół źródeł

- brak informacji o liczbie punktów pomiarowych, na podstawie których wyznaczono (obliczono) zasięgi oddziaływania hałasu zwłaszcza tzw. punktów referencyjnych



Tabela 1. Zestawienie celów operacyjnych Programu ochrony środowiska przed hałasem dla m.st. Warszawy.

Cel operacyjny	Działanie	Horizont czasowy
Krótkoterminowy	Likwidacja możliwie dużej liczby przypadków przekroczeń poziomów dopuszczalnych większych niż 10 dB z uwzględnieniem uwarunkowań wynikających z Wieloletniego Planu Inwestycyjnego (WPI - grudzień 2008 r.) dla m.st. Warszawy	2009 - 2012 (okres do terminu obowiązkowej weryfikacji mapy akustycznej)
Średnioterminowy	Poziom 1: Likwidacja pozostałych przypadków przekroczeń poziomów dopuszczalnych o więcej niż 10 dB Poziom 2: Likwidacja przekroczeń poziomów dopuszczalnych powyżej 5 dB	2013 - 2017 (okres między drugim a trzecim cyklem mapowania akustycznego)
Długoterminowy	Docelowe osiągnięcie wartości poziomów dopuszczalnych	Po roku 2017 (ściśle daty końcowe nie określa się. Będzie one uściślone podczas okresowych kontrol i weryfikacji Programu)

Rys. 1. Przykład określenia przedziałów czasowych ograniczenia hałasu w mieście (cytat z dokumentacji)

Fig. 1. An example of setting time periods of noise reduction in cities (a citation from the documentation)

- bardzo zróżnicowana liczba dokumentów towarzyszących i pochodnych mapy akustycznej, tj. mapy odnoszące się do pór dnia (DEN), mapy terenów konfliktowych itp.
- brak określenia przedziału czasu, w którym realizowane były pomiary; in informacja o liczbie zaangażowanych ekip pomiarowych wykonujących pomiary jednocześnie, informacja o metodycie i stosowanej aparaturze
- brak określenia warunków meteorologicznych w trakcie realizacji pomiarów (przynajmniej przedziałów zmienności głównych parametrów).

Jak z tego wynika, każda z zauważonych usterek może istotnie wpływać na jakość mapy akustycznej, a perspektywicznie – mieć decydujące znaczenie przy jej wykorzystaniu jako istotnego narzędzia zarządzania przestrzennego.

Opracowanie strategicznych map akustycznych większych miast miało stanowić podstawę do realizacji drugiej części działań ograniczających oddziaływanie hałasu środowiskowego, którymi mają być programy ochrony środowiska przed hałasem (w dyrektywie nr 49 określona jak *Action Plan*). W krajowym ustawodawstwie działania te reguluje rozporządzenie Ministra Środowiska z 14 października 2002 r. [12]. Wydane ze znacznym wyprzedzeniem, szczegółowo określa zestaw wymaganych dokumentów składowych programu, wskazując w § 5, iż podstawą programowanych rozwiązań i działań powinny być „dane i wnioski wynikające ze sporządzonych map akustycznych ...” oraz stwierdzenie, do którego przywiązują szczególną wagę (§ 7.2), że „kolejność realizacji zadań programu na terenach mieszkaniowych, o których mowa w ust. 1. pkt 3, następuje z uwzględnieniem wskaźnika charakteryzującego wielkość przekroczenia dopuszczalnego poziomu hałasu i liczby mieszkańców na terenie...”, czyli znanego jako wskaźnik „M”. Pomijając w tym miejscu ideę tego wskaźnika, podkreślam fakt, że jest to prawnie ustalona wielkość, pozwalająca na ustalenie hierarchii ważności przedsięwzięć ograniczających hałas w miastach, wynikający z liczebności zagrożonej (narażonej) populacji mieszkańców.

Bardziej szczegółowo przedstawiłem opisaniem to w pracach [7,8,13], odnosili się do tego również inni autorzy [14-17].

Bardzo trudno jest uzyskać informacje o kosztach opracowania programów. Dostępny

Kod obszaru wg Programu	Nazwa obszaru	Lokalizacja	Okres realizacji zadania	Zastosowane środki ochrony akustycznej	Przewidywane obniżenie poziomu hałasu [dB]	Jednostki wdrażające	Źródła finansowania	Koszt realizacji [mln PLN]			
								Wariant 1	Wariant 2	Wariant 3	Wariant 4
<b>Hałas drogowy – cele krótkookresowe łączny koszt realizacji [mln PLN]</b>								13,23	-	-	-
<b>Hałas drogowy – cele średniookresowe</b>											
HDm2	ul. Krasieskiego_I	Lokalizacja: ul. Krasieskiego, od ul. Wybrzeże Gdańskie do Placu Wilsona włącznie z ul. Gwiazdź sta 90 m na północ od ul. Krasieskiego	Cel średniookresowy	Wymiana nawierzchni na „cichą” na istniejących nie modernizowanych odcinkach, budowa cichej nawierzchni na przebudowywanych odcinkach, ekranery akustyczne	6	Zarząd Miejskich Inwestycji Drogowych, Zarząd Dróg Miejskich	Środki z budżetu m. st. Warszawy	4,20	-	-	-
HDm8	ul. Trakt Lubelski_II	Lokalizacja: ul. Trakt Lubelski, od skrzyżowania ul. Trakt Lubelski z ul. Wał Międzyzrzyński do 90 m na północny zachód od skrzyżowania ul. Trakt Lubelski z ul. Borków	Cel średniookresowy	Wymiana nawierzchni na „cichą” na istniejących nie modernizowanych odcinkach, budowa cichej nawierzchni na przebudowywanych odcinkach, ograniczenie prędkości przy zastosowaniu systemu fotoradarów	4	Zarząd Miejskich Inwestycji Drogowych, Zarząd Dróg Miejskich, Straż Miejska, Policja	Środki z budżetu m. st. Warszawy, budżet Policji	4,43	-	-	-
HDm10	Al. Jerozolimskie_J	Lokalizacja: Al. Jerozolimskie, od 420 m na północny-wschód od	Cel średniookresowy	Wymiana nawierzchni na „cichą” na istniejących nie modernizowa-	6	Zarząd Miejskich Inwestycji Drogowych, Zarząd	Środki z budżetu m. st. Warszawy	4,23	-	-	-

Rys. 2. Przykładowy wycinek szczegółowego programu ograniczenia hałasu (cytat z dokumentacji)

Fig. 2. Exemplary fragment of detailed programme for noise reduction (a citation from the documentation)

Tabela nr 24. Zestawienie priorytetowych zadań Programu

Lp	Opis zadania	Obszar działań	Szacunkowe koszty [zł]	Jednostka odpowiedzialna /inwestor	2009	2010	2011	2012	2013	ŹRÓDŁO FINANSOWANIA
1	Budowa Autostradowej Obwodnicy Wrocławia.	-	4 100 400 000	GDDKiA	x	x	x			GDDKiA
2	Budowa Śródmiejskiej Obwodnicy Wrocławia.	-	918 401 000	Spółka WI	x	x	x	x	x	środki budżetowe Gminy Wrocław
3	Wymiana nawierzchni, na ul. Wyszyńskiego. Łączna powierzchnia nawierzchni do wymiany 1770 m <sup>2</sup> .	9	575 250	ZDiUM			x	x	x	środki budżetowe Gminy Wrocław

Rys. 3. Przykład zadań ograniczających hałas na głównych trasach komunikacyjnych miasta (cytat)

Fig. 3. An example of activities reducing noise on main city routes (citation)

jest przykład miasta Ruda Śląska, w którym na przetarg dotyczący opracowania programu wpłynęły oferty w przedziale cenowym: z najniższą ceną – 42 927,00 zł; z najwyższą ceną – 116 727,00 zł, co uzasadnia szacunek na poziomie 10 do 40% ceny wykonania mapy akustycznej. Z przeprowadzonych przeze mnie rozmów wynika, że szacunek ten jest dość dokładny. Oznacza to, że łączny koszt opracowania programów dla największych miast i ciągów komunikacyjnych o znaczeniu międzynarodowym pochłonął nakłady około 10 – 40 mln zł.

Nie udało się ustalić, czy wykonawcy map hałasu i autorzy programów ograniczenia hałasu to te same instytucje. Z faktu, że obydwie czynności (mapa i program) wykonywane były w oparciu o odrębne przetargi można domniemywać, że w szeregu przypadków były to różne podmioty. Wynikiem tego są bardzo różne metody ograniczania hałasu proponowane przez poszczególnych autorów programów. W większości przypadków w dostępnych programach proponuje się budowę kolejnych akustycznych ekranów drogowych lub kolejowych.

Bardziej szczegółowa analiza programów, przy wspomnianej już zgodności ich układu z postanowieniami rozporządzenia, wskazuje na zasadnicze i bardzo duże rozbieżności treści

merytorycznej. Pierwsze rozdziały, omawiające strukturę programu i powołania na poszczególne elementy mapy akustycznej są na ogół zgodne z ustaleniami rozporządzenia. Merytoryczne składniki programu są jednak bardzo zróżnicowane. Przykładowo program dla miasta Warszawy zakłada obniżenia poziomów hałasu w trzech przedziałach czasowych (rys. 1.), zakładając uzyskanie wartości dopuszczalnych dla całego miasta po 2017 r. Realność tych planów jest, w odczuciu autora, mocno dyskusyjna. W drugiej części programów przedstawiane są zhierarchizowane czasowo wykazy rozwiązań, które powinny doprowadzić do poprawy warunków akustycznych w mieście, przy założeniu uzyskania wartości dopuszczalnych dla całego miasta po 2017 r.

Na rys. 2. przedstawiono przykładowy wycinek takiego szczegółowego programu. W przytoczonym przykładzie, w kolumnie 5. określone są środki ochrony akustycznej przewidywane do zastosowania w określonym miejscu miasta. Jak łatwo zauważyć, są to dwa rozwiązania: budowa ekranów akustycznych oraz wymiana nawierzchni na „cichą”, a z rozwiązań organizacyjnych: ograniczenie prędkości poruszania

Bardzo duże różnice w programach poszczególnych miast dotyczą szacunków nakładów finansowych na poszczególne rozwiązania.

Tabela 2. Koszty budowy ekranów drogowych (dane z interpolacji sejmowej)  
 Table 2. Costs of noise barrier erection (data from a parliamentary interpellation)

Odcinek drogi	Wykonawca	Długość ekranu [mb]	Koszt /1km ekranu netto [zł]	Koszt ogółem [zł]
A	X	23 411	1 922 166,77	44 999 846
B	Y	11 077	2 793 085,84	30 939 012
C	Z	26 734	2 667 906,32	71 323 808
D	Y1	21 512	1 789 844,32	38 503 131
E	Z	15 014	520 820,57	7 819 600
Razem		97 748		193 585 397

Przykładowo w programie miasta Wrocław (rys. 3.) do kosztów zwalczania hałasu zaliczono budowę autostradowej obwodnicy o nakładach ponad 4 mld zł oraz inne przedsięwzięcie komunikacji drogowej o nakładach prawie 1 mld zł, co powoduje sztuczne wrażenie zaangażowania nieprawdopodobnie wysokich nakładów na realizację programu ograniczenia hałasu w mieście i uniemożliwia jakiegokolwiek porównania między sobą miast o zbliżonym potencjale.

Najczęstszymi środkami programowanymi do ograniczenia hałasu są:

- **Ekran akustyczny** budowane z bardzo różnych materiałów. Ekran akustyczny niewątpliwie jest w wielu sytuacjach skutecznym rozwiązaniem ograniczającym hałas komunikacyjny. Nie można jednak założyć, że jest to rozwiązanie idealne, możliwe do zastosowania w każdej sytuacji [18]. Doniesienia medialne z ostatnich dwóch lat wskazują na ogromne koszty, jakie pochłonęła budowa ekranów akustycznych [19]. W prasie podawane są przypadki prawie absurdalne, gdy koszt ekranu drogowego przekraczał wartość budowanej drogi o 100%. Wg dostępnych danych koszt 1 m<sup>2</sup> ekranu uzależniony jest od rodzajów materiałów użytych na wykonanie, ale w znaczącym stopniu zależy także od wysokości ekranu. Podawane koszty zawierają się w przedziale 800 zł – 4500 zł/m<sup>2</sup> (wg danych UE 150 – 230 €). Porównanie przytoczonych wartości wskazuje na wyższy koszt ekranów realizowanych w Polsce. W tab. 2. przytoczono przykładowe koszty budowy ekranów akustycznych dla autostrady A1 wg danych w Ministerstwa Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej.

Dane z tab. 2. pozwalają określić średni koszt 1 km ekranu na ok. 1 980 tys. zł. Oznacza to, że koszt wybudowanych wg doniesień prasowych 960 km ekranów wyniósł ≈ 2 mld zł. Koszt budowy ekranów akustycznych podnosi ogólne koszty budowy drogi o ok. 10 – 25%. Zgodnie z tymi informacjami w najbliższych latach przy obowiązujących do 2012 r. normach oceny hałasu w środowisku, tylko na drogach o największym natężeniu ruchu (objętych postępowaniem

wynikającym z dyrektywy UE nr 49) należałoby wybudować łącznie jeszcze ponad 600 km ekranów, a więc wydać kolejny 1 mld zł.

Od połowy 2010 r. długość wybudowanych drogowych ekranów akustycznych istotnie wzrosła, wywołując w wielu miejscowościach zbiorowe protesty mieszkańców. Liczne doniesienia w mediach o niechęci mieszkańców do ekranów, jako podstawowego środka zwalczania hałasu komunikacyjnego, wiążą się tak z czynnikami obiektywnymi (niepotwierdzona pomiarami skuteczność ekranów, zwłaszcza dla budynków wysokich, niewłaściwe materiały stosowane do ich budowy, utrudnienia w odśnieżaniu i odwadnianiu dróg, ograniczenie widoczności zarówno dla mieszkańców przestrzeni za ekranem, jak i dla użytkowników drogi, kolizja lokalizacji ekranu z infrastrukturą podziemną: kable, kanalizacja – i naziemną: znaki drogowe, drogowskazy, dostęp do telefonów itp.), jak i subiektywnymi (odczucie zamknięcia i izolacji, nieestetyczny wygląd wielu rozwiązań, utrudnienie kontaktów sąsiedzkich itp.).

Oddzielnym zagadnieniem jest coraz częstsza i postulowana w wielu programach budowa ekranów akustycznych w centrach miast.

- **Drogowe nawierzchnie cichobieżne** są drugim sposobem ograniczenia hałasu postulowanym w programach jego ograniczenia (rys. 2.). Krajowe doświadczenia w ich stosowaniu są niewielkie i dotyczą eksperymentalnych odcinków dróg. W pracy D. Sybilskiego wyróżniono cztery rodzaje takich nawierzchni: asfalt porowaty, dwuwarstwowe nawierzchnie porowate, drobnoziarnista mieszanka o nieciągłym uziarnieniu oraz mieszanki modyfikowane gumą [20]. Nie wchodząc w technologiczne różnice w wymienionych nawierzchniach, ogólne zasady ich działania polegają na zmniejszeniu emisji hałasu, którego źródłem jest gwałtowny wypływ powietrza z przetrzeni pomiędzy nawierzchnią jezdni, a powierzchnią opony poruszającego się pojazdu. W omawianych nawierzchniach powietrze jest wtłaczane w ich pory i tłumienie

jest tym większe, im większa jest objętość porów pod oponą.

Na wielkość tłumienia hałasu ma też wpływ prędkość poruszającego się pojazdu: skuteczność wyrażana w dB jest tym większa, im większa jest prędkość pojazdu. Jak wiadomo, w miastach obowiązuje prędkość poniżej 50 (w dzień) lub 60 (w nocy) km/godzinę. Uzyskiwane obniżenie poziomu hałasu wynosi ok. 3 dB. Cena „cichych” nawierzchni na rynku polskim zawiera w się w granicach kilkudziesięciu zł/1 m<sup>2</sup> przy grubości warstwy porowatej 3 cm. Do kosztów wykonania takiej nawierzchni należy doliczyć koszty jej utrzymania, znacznie wyższe niż tradycyjnych nawierzchni gładkich. Porowata nawierzchnia wymaga oprócz zapewnienia ciągłości, a przede wszystkim drożności porów (częstego mycia pod ciśnieniem). Innym problemem jest skuteczność nawierzchni porowatej w okresie zimowym, w którym oprócz zapewnienia mrozoodporności trzeba brać pod uwagę wpływy stosowanych środków przeciwpoślizgowych (chemicznych i mineralnych, np. piasku).

Podjęcie decyzji o zastosowaniu „cichych” nawierzchni w środowisku miejskim powinno być poprzedzone bardzo dokładnymi analizami, z których skuteczność akustyczna na pewno nie jest priorytetowa. W tym obszarze zachodzi bowiem podobne niebezpieczeństwo powstania „cicho-nawierzchniowego” boomu, podobnie jak to miało i ma miejsce w przypadku ekranów akustycznych.

## Inne zagadnienia związane z programami ograniczenia hałasu

W literaturze i doniesieniach dotyczących programów ograniczenia hałasu w innych krajach Unii Europejskiej znaczące miejsce zajmują szacunki i kalkulacje związane z wpływem hałasu środowiskowego na ceny i finansową wartość mieszkań. Zagadnienie to jest intensywnie rozwijane, poczynwszy od fundamentalnej pracy „The State-of-Art. On Economic Valuation of Noise” z 2002 r. [21]. W pracy tej posłużono się szeregiem pojęć ekonomicznych, takich jak cena hedoniczna, cena deklaracyjna i cena jawna (wyjaśnienie tych pojęć można znaleźć w encyklopediach), [22,23]. W Danii mieszkania narażone na oddziaływanie hałasu są znacznie tańsze od mieszkań w strefach „cichych”. Wg cytowanej pracy mieszkania położone w strefach o poziomie hałasu powyżej 55 dB (A) są tańsze o 1,6% na każdy dB powyżej podanej wartości normowej. Badania przeprowadzone w 8 dzielnicach Kopenhagi wykazały, że spadki cen (cena jawna) mieszkań wyniosły w odniesieniu

### Przykład zastosowania metody ceny hedonicznej w ekonomicznej ocenie hałasu

W konsekwencji rozbudowy portu lotniczego wskaźnik natężenia hałasu B w pewnym osiedlu wzrósł o 10 punktów (tak więc  $\Delta B$  jest równa 10). Przy założeniu, że liczba znajdujących się na tym terenie domów  $L = 15000$ , ich średnia wartość  $V = 100000$  €, a elastyczność amortyzacji równa jest 0,5, społeczny koszt hałasu określić będzie następujący wzór:

$$C = \Delta B \times ex \times V \times L$$

Rys. 4. Przykład wprowadzenia wyceny mieszkania metodą ceny hedonicznej  
 Fig. 4. An example of implementation of the household hedonic pricing method

### World Health Organisation (WHO) guidelines for community noise

The guidelines for community noise were finalised by a WHO Expert Task Force in 1999 and are designed to apply worldwide (WHO 1999). The WHO defines noise immission standards on the basis of the equivalent continuous sound pressure level (LAeq) over a given time period (T measured in hours) leading to LAeq,T measured in dB(A). The WHO also divides time into three periods: a 12-hour day, a 4-hour evening and an 8-hour night. For various environments, the WHO recommends the following noise emission thresholds:

- outdoors accepting serious annoyance (LAeq,16): 55 dB(A),
- outdoors accepting moderate annoyance (LAeq,16): 50 dB(A),
- indoors daytime (LAeq,16): 35 dB(A),
- indoors inside bedrooms, night time (LAeq,8): 30 dB(A),
- outside bedrooms, night time (LAeq,8): 45 dB(A).

In addition to these average values, the WHO recommends maximum noise immission levels for noise peaks during the night to avoid sleep disturbance. Inside bedrooms, the peaks should be less than 45 dB(A), and outside bedrooms less than 60 dB(A).

Rys. 5. Skrót wymagań WHO dotyczących hałasu środowiskowego  
 Fig. 5. An abbreviation of the WHO requirements towards environmental noise



do zwykłych dróg 0,75 – 1,01 %/1 dB powyżej poziomu 55 dB (A) (zmiana ta dotknęła także mieszkań położonych w strefach bliższych (mniejszych)) tej wartości oraz 1,06 – 2,29 %/1dB wobec mieszkań przylegających do autostrad. W cytowanej pracy podano, że istotny wpływ na kształtowanie się cen, zwłaszcza budynków mieszkalnych ma odległość od hałaśliwej drogi. Ceny mieszkań rosną o 0,05 % w stosunku do wzrostu odległości od hałaśliwej drogi o 1 %. W dokumencie UE podawany jest przykład wprowadzenia wyceny mieszkania metodą ceny hedonicznej (rys. 4.), [21].

W literaturze (także przytoczonej) opisywane są również inne metody wyznaczania ceny mieszkań uwzględniające oddziaływanie hałasu. Popularyzacja tego zagadnienia spowoduje niewątpliwie istotne zawirowania na polskim rynku mieszkaniowym. Pierwsze sygnały pojawiły się już w 2006 r. i dotyczyły stref ograniczonego użytkowania wokół lotnisk i obniżenia wartości budynków i mieszkań już znajdujących się w tych strefach. Szacowane, a nawet zgłaszane już roszczenia finansowe zawierają się przedziały od kilkudziesięciu mln zł w Warszawie do 280 mln zł w Poznaniu [24–26]. Jest wysoce prawdopodobne, że podobne roszczenia, ale w znacznie większych kwotach, dochodzone będą nie tylko od pozostałych lotnisk, ale także od zarządców dróg i linii kolejowych. Jak wspomniano, w żadnym z analizowanych programów ograniczenia hałasu tego zagadnienia nie podjęto.

### Stan obecny

Po ponad 5 latach „radosnej twórczości ekranowej” wspartej ustawą o zamówieniach publicznych, zauważono znaczący wzrost kosztów budowy i modernizacji sieci drogowej. Pierwsze informacje pojawiły się w 2010 r., kiedy opublikowano stanowisko Konwentu Marszałków Województw, wzywające rząd do podniesienia norm określających dopuszczalne poziomy hałasu w środowisku. Poparcie dla tej idei wyrazili uczestnicy Polskiego Kongresu Drogowego oraz Konferencji *Transnoise*, mimo ostrzeżeń uczestniczącego w obradach prof. dr hab. inż. Zbigniewa Engla.

8 października 2012 r. ukazało się rozporządzenie Ministra Środowiska radykalnie zmieniające dopuszczalne poziomy hałasu w środowisku. Spowodowało to lawinę komentarzy i ocen: od skrajnie popierających celowość i zasadność wprowadzonych zmian, do stwierdzeń o naruszeniu demokracji w Polsce. Z uzasadnionych przyczyn, wynikających z objętości tekstu, odstępuję od komentowania tego rozporządzenia. W miejsce komentarza zwrócę uwagę na dwa dokumenty UE, w których zwrócono uwagę na zagadnienie stosowania właściwych standardów oceny [28,29]. W drugim z nich stwierdzono: „Inną kwestią był szeroki zakres wartości granicznych, progowych i zalecanych”. Można stąd wyprowadzić wniosek, że prawidłowe jest stosowanie standardów zalecanych przez WHO. Na rys. 5. przedstawiono cytaty z dokumentu WHO z 1999 r.

Porównując wartości zawarte w zestawieniu na rys. 3. z tabelami wartości dopuszczalnych rozporządzeniami z 2007 [3] i 2012 r. łatwo zauważyć, które z nich bliższe są kryterium WHO, zwłaszcza, że wartości rozporządzenia z 2007 r. obowiązywały z niewielkimi zmianami od 1980 r. [30]. Pozostawiam czytelnikowi wyciągnięcie wniosków wynikających z zestawienia skutków środowiskowych, jakie niosą nowe standardy oceny hałasu środowiskowego.

### Podsumowanie

W niniejszym artykule starano się przedstawić znaczenie prawidłowo opracowanych map akustycznych miast jako podstawy do opracowania programów ograniczenia hałasu, a także planowania wszelkich przedsięwzięć zarówno ogólnych, jak i lokalnych. Prawidłowość i weryfikowalność dokładność sporządzania map akustycznych decyduje nie tylko o skuteczności dalszych działań, ale przede wszystkim wpływa na wielkość kosztów przedsięwzięć ograniczających oddziaływanie hałasu.

Wrzawa, jaka podniosła się w ostatnich miesiącach wokół „boomu ekranowego” (zapowiedź dochodzeń prokuratorskich i NIK, poszukiwanie winnych wydania rozporządzenia z 2007 r. itp.) wydaje się być najlepszym potwierdzeniem powyższej interpretacji zaistniałej sytuacji.

Zestawiając działania podjęte wokół realizacji dyrektywy 49 w kraju z innymi krajami UE (Wielka Brytania, Holandia, Szwecja), nawet przy uwzględnieniu istotnych różnic już na starcie realizacji postanowień dyrektywy, łatwo można zauważyć, że podejmowane decyzje, zwłaszcza dotyczące inwestycji przeciwhałasowych, podporządkowane są wymogom ustawy o zamówieniach publicznych i o wyborze rozwiązania decyduje jedynie cena, a nie kompetencje i doświadczenie przyszłego projektanta, a potem także wykonawcy.

### PIŚMIENNICTWO

[1] Directive 2002/49/EC of the European Parliament and of the Council of 25 June 2002 relating to the assessment and management of environmental noise  
 [2] Prawo ochrony środowiska. (DzU z 2001 r. nr 62, poz. 627)  
 [3] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dn. 1 października 2007 r. w sprawie szczegółowego zakresu danych ujętych na mapach akustycznych oraz ich układu i sposobu prezentacji. (DzU z 2007 r. nr 187, poz. 1340)  
 [4] Kucharski R. J., Danecki R., Grabowski J., Szymański Z., Biniś K., Chacińska P. *Wytyczne opracowywania map akustycznych*. Wyd. IOŚ, czerwiec 2006  
 [5] *Poradnik dla pracowników samorządowych w tworzeniu i użytkowaniu strategicznych map akustycznych*. Praca zbior. pod red. J. Kaźmierczaka. Wyd. GIG Katowice 2008  
 [6] Wierzbicki J. *Niepewność map wg UE*. Mat. konferencji GIOŚ, Kraków 2009  
 [7] Lipowczan A. *Ocena, jakości i kompletności strategicznych map hałasu jako podstawa do opracowania programów ochrony środowiska przed hałasem*. Wystąpienia na konferencji GIOŚ, Kraków 2009, Kom. Akustyki PAN Gliwice 2010  
 [8] Lipowczan A. *Programy (Action Plans) ograniczenia oddziaływania hałasu w dużych aglomeracjach – uwarunkowania i problemy*. Materiały NCC, CIOP-PIB, Książ 2010  
 [9] *Proposal for a Directive of The European Parliament and of The Council Relating to the Assessment and Management of Environmental Noise* (presented in “Green Paper on

Future Noise Policy” and a DG Environment “Priority Study” based on data from the literature)

[10] „Gazeta Wyborcza” Katowice 2008-04-14  
 [11] Lipowczan A. „Ocena jakości i kompletności strategicznych map hałasu jako podstawa do opracowania programów ochrony środowiska przed hałasem”. Wykład wygłoszony na seminarium projektu, 10/2010  
 [12] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 14 października 2002 r. w sprawie szczegółowych wymagań, jakim powinien odpowiadać program ochrony środowiska przed hałasem. (DzU nr 179, poz. 1498)  
 [13] Lipowczan A. *Mapy akustyczne miast w świetle Prawa ochrony środowiska oraz dyrektywy Unii Europejskiej*. Mat. 50 OSA 2003, Gliwice – Szczyrk  
 [14] Makarewicz R. *Unijne i polskie wskaźniki hałasu drogowego*. XXXI Zimowa Szkoła Zwalczenia Zagrożeń Wibroakustycznych, Gliwice – Szczyrk 2003  
 [15] Rudno-Rudzińska B., Rudno-Rudziński K. *Znaczenie metod referencyjnych w praktyce opracowywania map akustycznych*. Materiały XXXI Zimowej Szkoły Zwalczenia Zagrożeń Wibroakustycznych, Gliwice – Szczyrk 2003  
 [16] Rudno-Rudzińska B., Rudno-Rudziński K., Habrat T. *An Action Plan For The ‘Great Island’ In Wrocław City*. 10th International Congress on Sound and Vibration. Stockholm, Sweden, 7-10 July 2003  
 [17] Rudno-Rudzińska B., Rudno-Rudziński K., Habrat T. *Diagnosis Of The Acoustic Climate In The Area of the ‘Great Island’ in Wrocław*. 10th International Congress on Sound and Vibration, Stockholm, Sweden, 7-10 July 2003  
 [18] Kucharski R. J., Szymański Z. K. *Wytycznoscowa iaprojektowaniaekranowakustycznych(wfazierealizacjikoncepcjiprojektowakustycznych)*.Wyd. GIOŚ 2008  
 [19] *Na „ekranowaniu” Polska straciła ok. miliarda złotych*. „Rzeczpospolita” 11.10.2012  
 [20] [http://www.pkd.org.pl/pliki/ciche\\_nawierzchnie\\_DSybilski.pdf](http://www.pkd.org.pl/pliki/ciche_nawierzchnie_DSybilski.pdf)  
 [21] The State-Of-The-Art on Economic Valuation of Noise Final Report to European Commission DG Environment. Ståle Navrud Department of Economics and Social Sciences Agricultural University of Norway April 14th 2002  
 [22] Widłak M. *Dostosowanie indeksów cenowych do zmian jakości. Metoda wyznaczenia hedonicznych indeksów cen i możliwości ich zastosowania dla rynku mieszkaniowego*.Wyd. NBP Materiały i studia nr 247, 2010  
 [23] Widłak M., Tomczak E. *Hedoniczne indeksy cen mieszkań dla Warszawy*. „Finansowanie nieruchomości” 3/2010  
 [24] *Sąsiedzi lotniska na Okęciu będą się mogli starać o odszkodowania*. Gazeta.pl 2011-06-21  
 [25] *Odszkodowania za hałas wokół lotniska w Pyrzowicach*. Gazeta.pl 2008-08-2  
 [26] *Samoloty F-16 nie powinny być w Poznaniu*. Gazeta.pl 2011-11-04  
 [27] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 1 października 2012 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku. (DzU z 8.10.2012, poz. 1109)  
 [28] Opinia Komitetu Regionów „Dyrektywa w sprawie hałasu w środowisku: dalsze działania” (2012/C 113/08)  
 [29] Sprawozdanie dla Parlamentu Europejskiego i Rady z wykonania dyrektywy w sprawie hałasu w środowisku zgodnie z art. 11 dyrektywy 2002/49 WE  
 [30] Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 30.09.1980. (DzU nr 24 poz. 90)

Artykuł stanowi skrót referatu wygłoszonego na „Noise Control Conference 2013”.

### Podziękowania

Autor czuje się w miłym obowiązku podziękować kolegom: dr. hab. Januszowi Kompale prof. GIG oraz mgr. inż. Januszowi Świdrowi z Zakładu Akustyki Technicznej i Techniki Laserowej GIG za pomoc w zebraniu materiałów do niniejszego artykułu.