

## 1. Promocja wiedzy o zjawisku hałasu i jego przyczynach

Dźwięk jest to wrażenie słuchowe wywołane drganiami akustycznymi lub drgania akustyczne mogące te wrażenia wytworzyć. Hałasem nazywa się natomiast każdy dźwięk niepożądany lub szkodliwy dla zdrowia. Ustawa Prawo ochrony środowiska [6] uszczegóławia tę definicję i określa hałas, jako dźwięki o częstotliwościach od 16 Hz do 16 000 Hz (zakres dźwięków słyszanych przez człowieka). Do określania wielkości hałasu stosuje się logarytmiczną jednostkę miary – decybel (dB). W tabl. 1 przedstawiono charakterystykę opisową charakterystykę odczuwania dźwięków o różnych poziomach przez ludzi.

Tabl. 1. Zakresy poziomu dźwięku w odniesieniu do charakterystyki ich odczuwania przez człowieka (opracowane na podstawie [9])

Zakres poziomu dźwięku [dB]	Charakterystyka odczuwania przez człowieka
130 - 140	Samolot startujący w odległości ok. 50 m
120	Próg bólu dla człowieka, samolot startujący w odległości 300 m
100 – 110	Dźwięk tolerowany w krótkim czasie
80 - 90	Bardzo uciążliwy dla człowieka
70	Droga lub ulica z dużym natężeniem ruchu
60	Rozmowa
50	Zwykły dźwięk otoczenia miejskiego
40	Cichy dźwięk, biblioteka
30	Las
20	Laboratorium (cisza techniczna)

W dużym mieście, jakim jest Kraków, występuje kilka rodzajów głównych źródeł hałasu. Są one związane przede wszystkim z komunikacją i transportem oraz z działalnością przemysłową (rys. 1). Najbardziej uciążliwym dla mieszkańców źródłem dźwięku jest hałas drogowy. Obejmuje on swoim zasięgiem największy obszar miasta. Nie należy zapominać także o mniej uciążliwych źródłach hałasu, jak chociażby: prace remontowe czy imprezy masowe (sportowe, rozrywkowe), na które w ostatnich latach mieszkańcy Krakowa skarżą się coraz bardziej.



Rys. 1. Główne źródła hałasu w miastach

Przez Kraków przebiegają drogi krajowe nr 7, 44, 52, 75, 79 i 94, drogi wojewódzkie nr 776, 780 i 794, autostrada A4 oraz droga ekspresowa S7. W granicach miasta zlokalizowanych jest łącznie 36.3 km dróg krajowych, 26.3 km dróg wojewódzkich, 265.6 km dróg powiatowych oraz 782.0 km dróg gminnych [8].

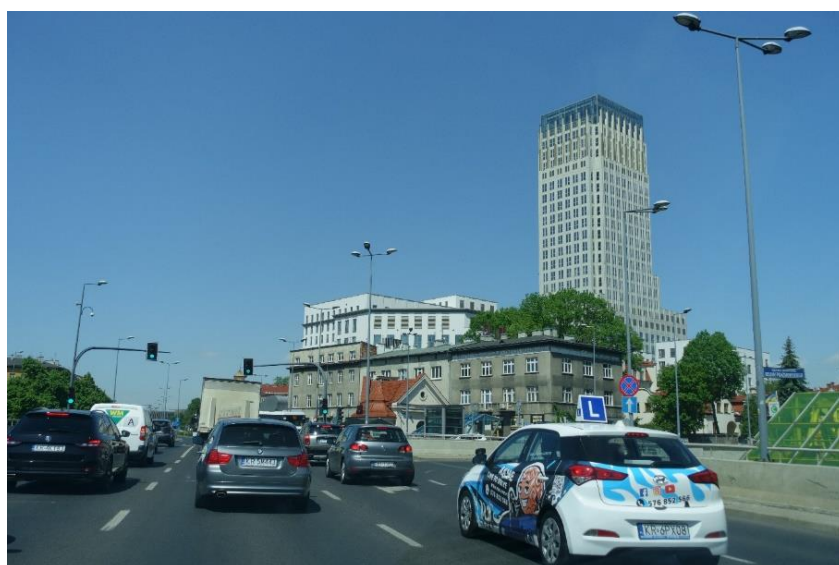
Spory udział w kształtowaniu klimatu akustycznego mają drogi, których strukturę ruchu charakteryzuje duży udział pojazdów ciężkich mimo tego, że obecnie większość ruchu tranzytowego przejęła obwodnica Krakowa. Drogi dojazdowe, głównie gminne, charakteryzuje natomiast duża zmienność natężenia ruchu w ciągu doby. Ruch samochodów jest największy podczas dnia, a w czasie nocy znacząco się obniża. Drogi te charakteryzują się także mniejszym udziałem pojazdów ciężkich (z wyjątkiem pojazdów komunikacji miejskiej). Przykładowe widoki dróg i ulic oraz ich najbliższego otoczenia przedstawiono na fot. 1 - fot. 8.



Fot. 1. Ulica Dunajewskiego w centrum miasta



Fot. 2. Aleja Adama Mickiewicza stanowiąca część Alei Trzech Wieszczów – głównej arterii Krakowa



Fot. 3. Dojazd do Ronda Mogilskiego od strony ul. Mogilskiej



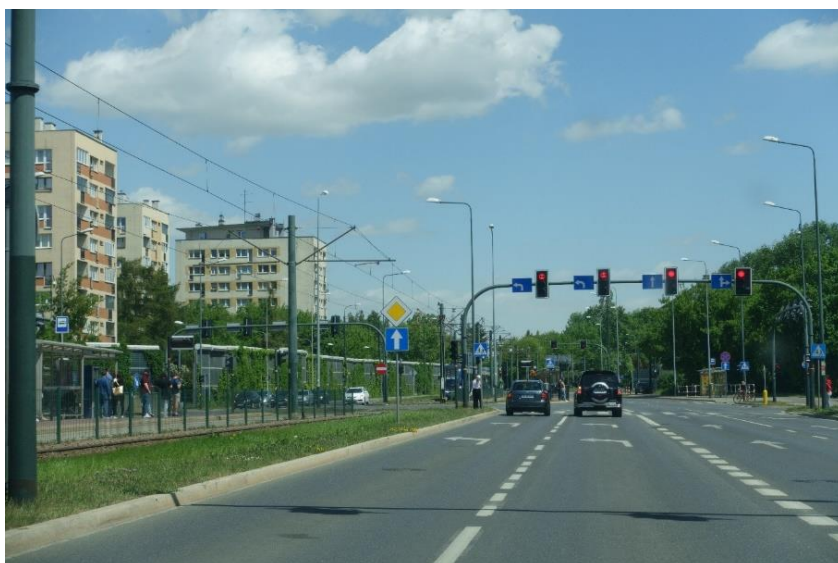
Fot. 4. Ulica Wielicka – widok w kierunku centrum miasta



Fot. 5. Ulica Gen. Leopolda Okulickiego – widok w kierunku wschodniej granicy Krakowa



Fot. 6. Aleja Gen. Tadeusza Bora-Komorowskiego – jezdnia prowadząca ruch w kierunku Nowej Huty

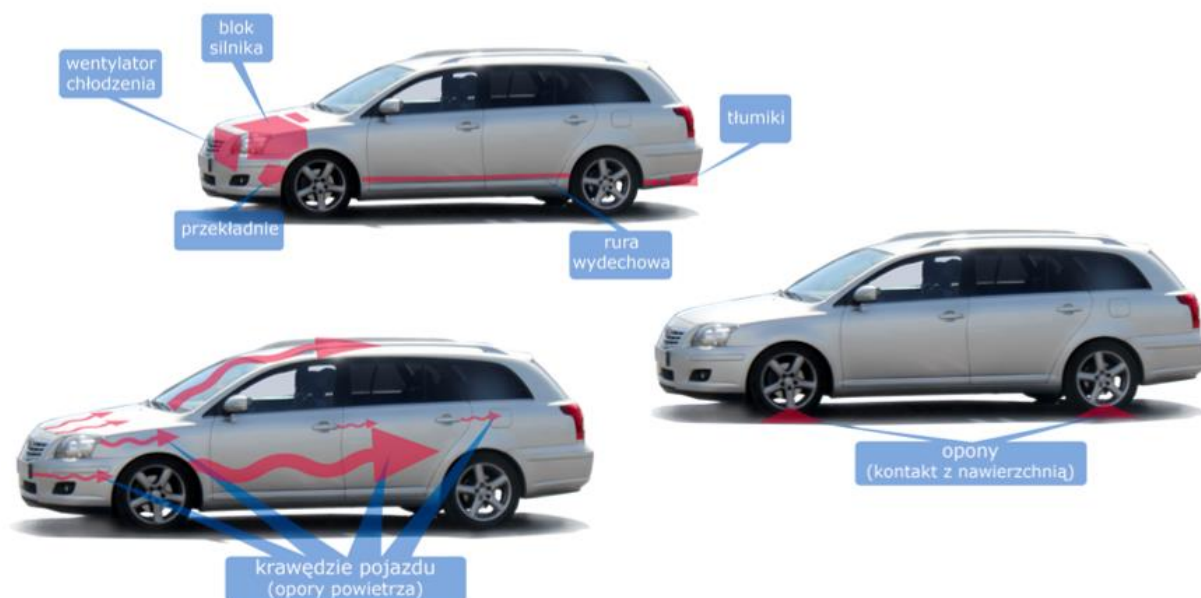


Fot. 7. Ulica Mogilska – widok w kierunku skrzyżowania z ul. Meissnera oraz ul. Lema



Fot. 8. Aleja Gen. Władysława Andersa – jezdnia w kierunku ronda Gen. Maczka

Klimat akustyczny w otoczeniu dróg jest kształtowany przez przejeżdżające samochody. Hałas generowany przez pojazdy powstaje z trzech głównych źródeł dźwięku: układu napędowego, kontaktu opon z nawierzchnią oraz poprzez zaburzenia powietrza przy przejazdach z dużą prędkością (rys. 2).



Rys. 2. Główne źródła emisji hałasu pochodzącego od poruszających się samochodów [3]

Hałas od elementów układu napędowego jest dominującym źródłem dźwięku przy ruchu samochodów z niskimi prędkościami (poniżej 50 km/h). Powstaje on przy pracy takich elementów jak.: blok silnika, przekładnie, wentylatory, układ ssący, wał napędowy, tłumiki, rura wydechowa i innych. Przy wyższych prędkościach jazdy najgłośniejszym jest natomiast hałas generowany na styku kół samochodów oraz nawierzchni drogi. Jest on dominujący przy prędkościach większych od 50 km/h. Hałas powstający przy zaburzeniach powietrza jest słyszalny jedynie przy bardzo dużych prędkościach, które występują na drogach szybkiego ruchu (autostradach i drogach ekspresowych).

Dla każdego źródła dźwięku w mieście obowiązują wartości poziomów dopuszczalnych hałasu w środowisku. Zostały one ustalone dla poszczególnych grup terenów podlegających ochronie akustycznej. Przedstawiono je poniżej w tabl. 2. Uwarunkowania akustyczne (obowiązujące poziomy dopuszczalne hałasu w środowisku) dla całego obszaru Krakowa przedstawiono w sposób szczegółowy na mapach wrażliwości akustycznej wchodzącej w zakres strategicznych map hałasu osobno dla hałasu drogowego, szynowego oraz dla oddziaływania przemysłowego. Należy zwrócić uwagę na różniące się między sobą poziomy dopuszczalne określone dla hałasu komunikacyjnego (drogi i linie kolejowe) i hałasu przemysłowego w poniższej tabeli.

Tabl. 2. Dopuszczalne poziomy hałasu w środowisku powodowanego przez poszczególne grupy źródeł hałasu wyrażone wskaźnikami  $L_{DWN}$  i  $L_N$

Lp.	Rodzaj terenu	Dopuszczalny długookresowy średni poziom dźwięku A [dB]			
		Drogi lub linie kolejowe <sup>1)</sup>		Pozostałe objekty i działalność będąca źródłem hałasu	
		$L_{DWN}$ przedział czasu odniesienia równy wszystkim dobom w roku	$L_N$ przedział czasu odniesienia równy wszystkim porom nocy	$L_{DWN}$ przedział czasu odniesienia równy wszystkim dobom w roku	$L_N$ przedział czasu odniesienia równy wszystkim porom nocy
1	a) Strefa ochronna „A” uzdrowiska b) Tereny szpitali poza miastem	50	45	45	40
2	a) Tereny zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej b) Tereny zabudowy związanej ze stałym lub czasowym pobytem dzieci i młodzieży c) Tereny domów opieki społecznej d) Tereny szpitali w miastach	64	59	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 <sup>2)</sup>	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. 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 przypadku występowania hałasu większego niż dopuszczalny (wyrażonego wskaźnikami  $L_{DWN}$  i  $L_N$ ) należy zaplanować działania, które pozwolą na jego obniżenie. Działania te będą proponowane w programie ochrony środowiska przed hałasem, który zostanie wykonany przez Marszałka Województwa Małopolskiego

## 2. Strategiczne mapy hałasu

Podstawowe definicje dotyczące strategicznych map hałasu przedstawiono poniżej. Zostały one zaczerpnięte z opracowania Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska „Dobre praktyki wykonywania strategicznych map hałasu. Wytyczne Głównego Inspektora Ochrony Środowiska”, w którym określono podstawowe zasady wykonywania tego typu opracowań [5].

**Strategiczna mapa hałasu** jest to mapa opracowywana do celów całościowej oceny narażenia na hałas z różnych źródeł na danym obszarze lub mapa opracowywana do celów sporządzania ogólnych prognoz dla danego obszaru [1], [5].

**Mapa zasięgu hałasu** jest to mapa, która przedstawia dane dotyczące istniejącej lub przewidywanej sytuacji w zakresie hałasu w odniesieniu do wskaźnika hałasu, wskazując przekroczenia odpowiednich obowiązujących wartości dopuszczalnych, liczbę osób, których dotyczy danych obszar lub liczbę mieszkań narażonych na określone wartości wskaźnika hałasu w określonym obszarze [5]

**Mapa emisyjna** jest to mapa prezentująca poziom emitowanego dźwięku wyrażony w postaci izolinii równego poziomu emisji w sytuacji jego niezakłóconego rozprzestrzeniania się, tzn. bez uwzględnienia uwarunkowań terenowych i geometrycznych [5].

**Mapa imisyjna** jest to mapa obrazująca stan akustyczny środowiska wyrażony wskaźnikiem  $L_{DWN}$  i  $L_N$  w postaci barwnych stref, ilustrujących przedziały zakresu imisji. W przeciwieństwie do mapy emisyjnej, mapa ta uwzględnia w pełnym stopniu zróżnicowanie ukształtowania terenów, stan i sposób jego zagospodarowania oraz średnie, lokalne warunki meteorologiczne mające wpływ na rozprzestrzenianie się hałasu. Mapa prezentuje również obiekty wymagające ochrony akustycznej i szczególnej ochrony akustycznej (podwyższone wymagania przeciwhałasowe) [5]

**Mapa wrażliwości hałasowej obszarów** jest to mapa przedstawiająca dopuszczalne poziomy dźwięku dla terenów wymagających ochrony akustycznej dla wskaźników  $L_{DWN}$  i  $L_N$ , na rozpatrywanym obszarze w zależności od sposobu zagospodarowania terenu [5]

**Mapa terenów zagrożonych hałasem** jest to mapa prezentująca przekroczenia dopuszczalnych poziomów dźwięku dla wskaźników  $L_{DWN}$  i  $L_N$ , wyrażona w postaci obszarów odpowiadających przedziałom przekroczeń, wyznaczona na podstawie mapy imisyjnej oraz mapy wrażliwości [5]

Ustawa Prawo ochrony środowiska [6] zobowiązuje prezydentów miast o liczbie mieszkańców większej niż 100 tysięcy do sporządzenia strategicznych map hałasu, które mają stanowić podstawowe źródło danych wykorzystywanych do:

- informowania społeczeństwa o zagrożeniach środowiska hałasem,
- opracowania danych dla państwowego monitoringu środowiska,
- tworzenia i aktualizacji programów ochrony środowiska przed hałasem,
- planowania strategicznego,
- planowania i zagospodarowania przestrzennego.

Strategiczne mapy hałasu dla Krakowa wykonane zostały do tej pory w latach: 2002, 2007, 2013 i 2017. Do 2007 r. włącznie opracowania te wykonane były tylko dla miast o liczbie mieszkańców większej od 250 tys. Kraków spełniał to kryterium w tych latach i spełnia je obecnie. W związku z tym strategiczne mapy hałasu dla miasta są aktualnie wykonywane po raz piąty. Należy mieć na uwadze, iż od poprzedniej edycji map akustycznych w 2017 r.



zmianie uległa metodyka obliczeniowa. Wcześniej obliczenia hałasu drogowego w tych opracowaniach wykonywane były w Polsce za pomocą metody francuskiej NMPB-Routes 96, obliczenia hałasu szynowego za pomocą holenderskiej metody RMR, a obliczenia hałasu przemysłowego przy użyciu metody opisanej w Polskiej Normie PN-ISO 9613-2. Od bieżącej rundy strategicznych map hałasu (2022 r.) wykorzystywana jest europejska metoda CNOSSOS-EU dla wszystkich rodzajów hałasu. Zmieniły się także zakresy wykonywanych analiz. Wcześniej wykorzystywano np. tzw. wskaźnik M, którego obecnie już się nie oblicza w ramach tych opracowań. Analizuje się natomiast liczbę osób dotkniętych znaczną uciążliwością hałasu i znacznymi zaburzeniami snu, czego nie wykonywano w poprzednich rundach mapowania. Znacznym zmianom uległy także przepisy prawne określające zakres wykonywania tych opracowań. Należy mieć to na uwadze porównując wyniki otrzymane w ramach poprzednich opracowań do wykonanego obecnie w 2022 r.

Podmiot odpowiedzialnym za sporządzenie strategicznej mapy hałasu jest:

**Prezydent Miasta Krakowa**

**pl. Wszystkich Świętych 3-4**

**adres e-mail: [prezydent@um.krakow.pl](mailto:prezydent@um.krakow.pl)**

**nr telefonu: +48 12 616 13 50**

Wykonawcą ostatniej strategicznej mapy hałasu było konsorcjum firm:

**EKKOM Sp. z o.o.**

**ul. dr. Józefa Babińskiego 71 B, 30-394 Kraków**

**adres e-mail: [biuro@ek-kom.com](mailto:biuro@ek-kom.com)**

**nr telefonu: +48 12 267 23 33**

oraz

**ECOSOUND Sp. z o.o.**

**ul. Miechowska 5B/7, 30-055 Kraków**

**adres e-mail: [biuro@ecosound.pl](mailto:biuro@ecosound.pl)**

**nr telefonu: +48 518 291 043**

Szczegółowy zakres danych ujętych na strategicznych mapach hałasu, sposób ich prezentacji oraz formę ich przekazania określa rozporządzenie Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 1 lipca 2021 r. (Dz. U. 2021 poz. 1325) [7], które zastąpiło nieaktualne już 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. 2007 Nr 187 poz. 1340).

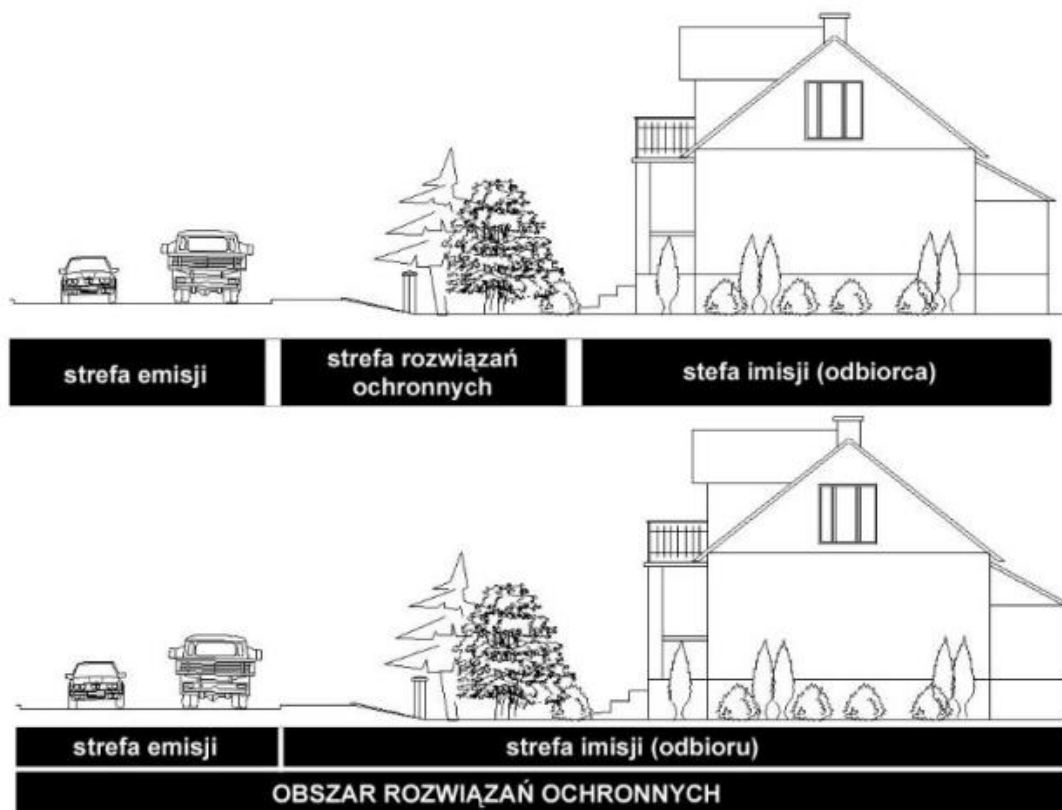
Strategiczna mapa hałasu obejmuje swoim zakresem obszar położony w granicach administracyjnych Krakowa. Powierzchnia miasta (obszaru objętego zakresem strategicznej mapy hałasu) jest równa 326.84 km<sup>2</sup>.

### **3. Metody i środki redukcji hałasu w miastach**

Najbardziej uciążliwym dla mieszkańców źródłem dźwięku w Krakowie jest hałas drogowy. Proponowanie działań skutecznie obniżających ten rodzaj hałasu, szczególnie w warunkach miejskich, stanowi obecnie jeden z największych problemów ochrony środowiska. W wielu sytuacjach dostępne działania naprawcze nie mogą być zastosowane z uwagi na ograniczenia

techniczne, technologiczne lub organizacyjne. Należy podkreślić, że całkowite wyeliminowanie oddziaływania akustycznego z miast jest niemożliwe. Niemniej przedstawiono poniżej przykładowe środki i działania, których celem jest redukcja nadmiernego oddziaływania hałasu (przede wszystkim drogowego). Przedstawiono środki zarówno techniczne, jak i organizacyjne.

Środki administracyjno-organizacyjne mogą mieć charakter lokalny tzn. dotyczyć pojedynczych obiektów, fragmentów ulic itd. lub globalny tzn. obejmować swoim zasięgiem znacznie większy obszar (osiedle, dzielnicę) lub nawet cały obszar miasta. Materiałem wyjściowym przy określaniu dostępnych technologii w zakresie ograniczenia hałasu były publikacje, które definiują sposoby oceny oraz metody ochrony środowiska przed większością niekorzystnych oddziaływań. Wychodząc z tradycyjnego spojrzenia na ochronę przed nadmiernym hałasem, wyróżniamy trzy strefy: strefę emisji (miejsce powstawania hałasu), strefę rozwiązań ochronnych i strefę imisji (miejsce odbioru hałasu) [1].



Rys. 3. Strefy stosowania rozwiązań ochronnych w otoczeniu dróg i ulic [1]

W każdej z powyższych stref jest możliwe proponowanie różnych działań mających na celu ograniczenie hałasu. Przykładem może być odpowiednie strefowanie zabudowy w nowoprojektowanych miejscowych planach zagospodarowania przestrzennego, które może zawczasu zapobiec uciążliwości związanej z ponadnormatywnym poziomem hałasu. Prawidłowe strefowanie zabudowy polega na odpowiednim układzie przestrzennym, w którym sąsiadują ze sobą obszary o konkretnych funkcjach. Podstawowe zasady strefowania:

- oddalanie zabudowy wymagającej ochrony akustycznej od źródeł hałasu oraz zmienność parametrów tej zabudowy (intensywności, wysokości itp.),
- ekranowanie źródeł hałasu zabudową niewymagającą ochrony akustycznej,
- wprowadzanie zwartej zieleni izolacyjnej i kształtowanie rzeźby terenu,

— wprowadzanie ekranów akustycznych w pasach drogowych (tylko w ostateczności).

Przykładowe strefowanie wokół tras komunikacyjnych:

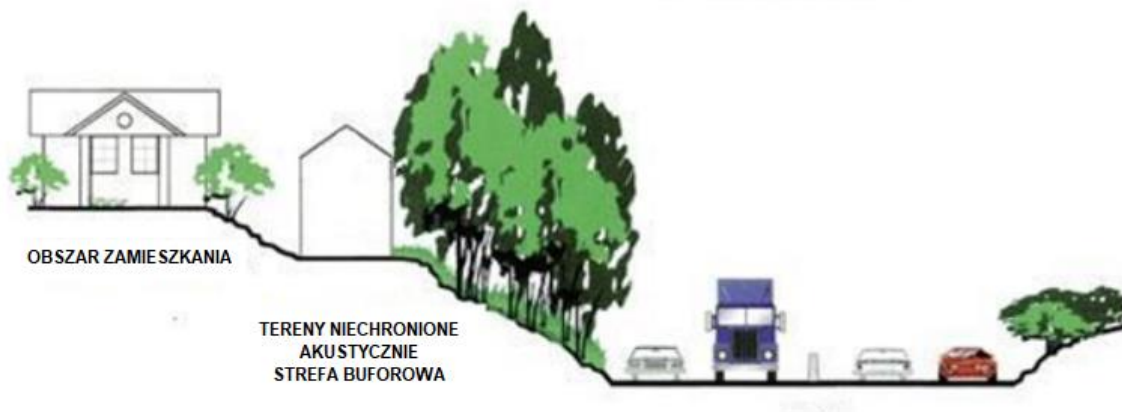
**Strefa I** – do planów zagospodarowania przestrzennego wprowadza się zapisy o wymaganej realizacji ekranów akustycznych i zwartej zieleni izolacyjnej o różnorodnej strukturze gatunkowej, wprowadzanie sztucznych nasypów ziemnych lub zagłębianie trasy komunikacyjnej w stosunku do otaczającego terenu,

**Strefa II** – elementy komunikacji lokalnej i dojazdowej wraz ze strefami parkingowymi służącymi obsłudze terenów otaczających, obiekty działalności gospodarczej i usługowej oraz składy niewymagające ochrony akustycznej ze znaczącym udziałem zieleni towarzyszącej,

**Strefa III** – lokalizacja strefy akustycznie chronionej (zabudowa mieszkaniowa) – w zależności od poziomu hałasu, do planów wprowadza się linie zabudowy oddalające budynki mieszkalne od źródła hałasu oraz stosowne zabezpieczenia akustyczne np. w postaci dźwiękochłonnych przegród budowlanych, ekranów, potrójnych szyb okiennych, a także poprzez usytuowanie budynków, określenie ich wysokości lub intensywności zabudowy oraz udziału zieleni towarzyszącej,

**Strefa IV** - lokalizacja strefy zamieszkania wymagająca ochrony akustycznej oraz strefy wypoczynku i rekreacji wraz z terenami cennymi przyrodniczo.

Umiejscawianie zabudowy mieszkaniowej w znacznej odległości od ciągów komunikacyjnych (rys. 4) jest najprostszą metodą ochrony przed hałasem. Niestety tego typu rozwiązania są prawie niemożliwe do zrealizowania na terenach silnie zurbanizowanych (miasta). Lokalizowanie w pierwszej linii zabudowy obiektów niechronionych akustycznie pozwala na zabezpieczenie budynków mieszkalnych położonych dalej. W przypadku braku takich możliwości należy stosować na obiekcie podlegającym ochronie, przezroczyste ekrany, które znajdują się w pewnej odległości przed elewacją (ok. 1m).



Rys. 4. Prawidłowa lokalizacja obszarów podlegających ochronie akustycznej (w tym przypadku zabudowy mieszkaniowej) w otoczeniu dróg i ulic

W strefie emisji dźwięku mogą być stosowane następujące metody i środki ochrony przed nadmiernym hałasem drogowym:

- Ograniczanie prędkości ruchu,
- Upięknienie ruchu,
- Stosowanie nawierzchni cichych oraz utrzymanie odpowiedniego stanu nawierzchni drogowych,
- Projektowanie odpowiedniego pochylenia podłużnego drogi,

- Obniżanie hałaśliwości pojazdów (konstrukcja pojazdu, silnik, opona),
- Metody związane z lokalizacją drogi i jej otoczeniem (rozwiązania sytuacyjne i wysokościowe względem obiektów i obszarów chronionych, ukształtowanie przekroju poprzecznego ulicy),
- Metody związane z organizacją ruchu (sterowanie ruchem, ograniczenia czasowe, koncentracja ruchu na określonych połączeniach, uspokojenie ruchu – prędkość pojazdów, liczba pojazdów ciężkich, zachowanie kierowców – styl jazdy, „progi akustyczne”)

Metody i środki ochrony przed nadmiernym hałasem drogowym w strefie emisji dźwięku:

- Stosowanie urządzeń zlokalizowanych na drodze fali dźwiękowej pomiędzy źródłem hałasu a odbiorcą: ekranów akustycznych w postaci konstrukcji typu ściana, wałów (ekrany) ziemnych, kombinacji ekranów ziemnych z ekranami akustycznymi, zabudowy niemieszkalnej mającej na celu ochronę budynków mieszkalnych, pasów zieleni izolacyjnej,
- Metody i środki związane z lokalizacją i odpowiednim ukształtowaniem budynku oraz jego izolacją przed oddziaływaniami akustycznymi:
- Lokalizowanie budynków mieszkalnych w odpowiedniej odległości od tras komunikacyjnych,
- Zmiana przeznaczenia funkcji budynku,
- Wykonanie budynków z zaprojektowanymi ekranami na elewacji,
- Domknięcia (ekrany) ścian szczytowych dla budynków zlokalizowanych prostopadle w stosunku do drogi.

Osobną grupę działań naprawczych które mogą być stosowane w Krakowie stanowią zadania związane z edukacją społeczną. Jednym ze sposobów jej realizacji mogą być konsultacje społeczne przeprowadzane m.in. w ramach opracowywania programów ochrony środowiska przed hałasem. Zadania te powinny koncentrować się na:

- Promocji komunikacji zbiorowej,
- Promocji komunikacji rowerowej i rozwoju sieci ścieżek rowerowych oraz dążeniu do włączenia jej do systemu komunikacji miejskiej,
- Promocji i edukacji w zakresie alternatywnych form wykorzystania samochodów (carsharing, carpooling):
- Promocji pojazdów „cichych” – elektrycznych i hybrydowych
- Udziale mediów w konsultacjach społecznych i edukacji, które powinny pełnić rolę „tłumacza”,
- Promocji właściwego planowania przestrzennego uwzględniającego zagrożenia hałasem – strefowanie funkcji zabudowy,
- Promocji innych metod ochrony przed hałasem niż ekrany akustyczne.

Kraków w niektórych dziedzinach propagowania „EKO - zachowań” ma już sporo doświadczeń i sukcesów. Przykładem jest udział w latach 2005-2009 w Programie Civitas-Caravel. Ważne jest, by działania te zapoczątkowane w tym programie, były dalej realizowane i poszerzane, ponieważ w odniesieniu do wielu tego typu działań z zakresu edukacji, wyniki są widoczne za kilka lub nawet kilkanaście lat. Innym przykładem może być Europejski Tydzień Zrównoważonego Transportu oraz Europejski Dzień bez Samochodu. Kraków uczestniczy w tych wydarzeniach corocznie. Należy także wspomnieć o projektach: VeloCitta oraz PUSH & PULL. VeloCitta to przedsięwzięcie mające na celu propagację systemów samoobsługowych wypożyczalni rowerów publicznych typu bike-sharing i zwiększenie liczby ich użytkowników m.in. poprzez innowacyjne kampanie. PUSH & PULL to z kolei projekt

mający na celu poprawę warunków mobilności miejskiej poprzez działania w zakresie zarządzania przestrzenią parkingową.

Nie wszystkie z powyżej wymienionych metod i środków ochrony przed hałasem mogą być bezpośrednio stosowane w dużych miastach takich jak Kraków. Część z nich może mieć natomiast bardzo duży wpływ na zmniejszenie oddziaływania akustycznego przy założeniu respektowania odpowiednich zasad przez mieszkańców miasta, o czym szerzej napisano poniżej.

#### 4. Wpływ pojedynczego mieszkańca na klimat akustyczny miasta

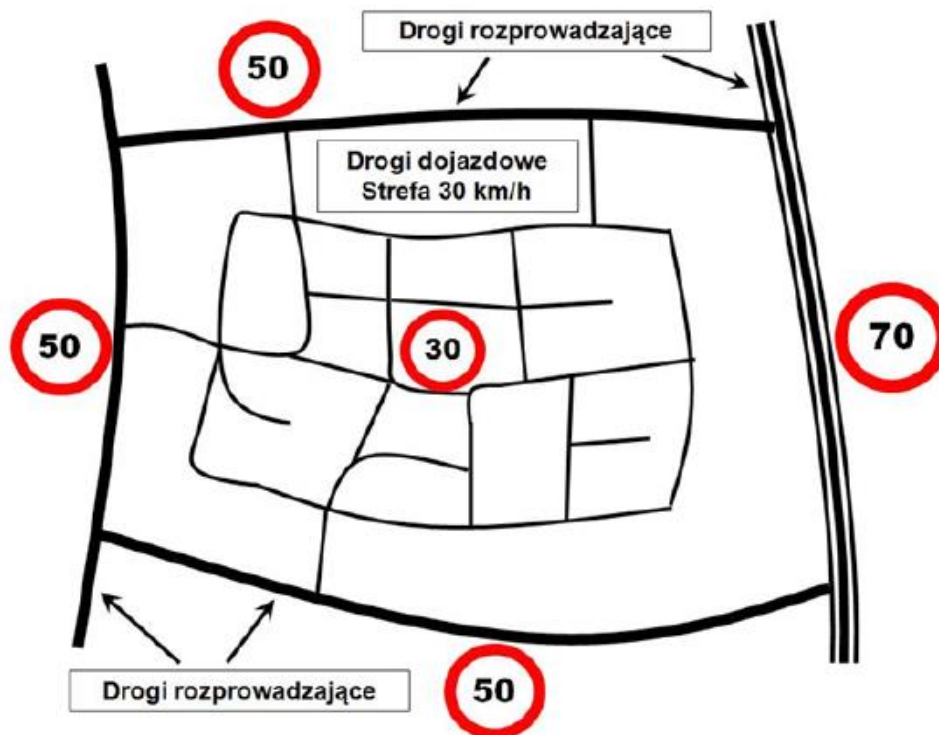
Jednym z najważniejszych i bardzo trudnych problemów ochrony środowiska w całej Europie jest walka z hałasem w miastach. Z uwagi na wielkość przekroczeń (głównie od hałasu drogowego) podejmowane są działania mające na celu złagodzenie oddziaływania akustycznego pochodzącego od poszczególnych źródeł. W ostatnim czasie najpopularniejszym środkiem ochrony przed hałasem komunikacyjnym było stosowanie ekranów akustycznych. Zabezpieczenia te były jednak w wielu przypadkach nieskuteczne lub niemożliwe do wykonania, szczególnie w warunkach miejskich, gdzie mamy do czynienia ze zwartą zabudową zlokalizowaną blisko ulic lub linii tramwajowych i kolejowych, której przesłonięcie ekranem akustycznym jest niemożliwe. Zaczęto zatem stosowanie innych środków ochrony przed hałasem polegających m.in. na właściwej organizacji ruchu drogowego, egzekwowaniu istniejących ograniczeń prędkości i ruchu czy wprowadzaniu nowych rozwiązań w postaci np. nawierzchni o obniżonej hałaśliwości. Skuteczność wielu z nich zależy od proekologicznego zachowania mieszkańców miasta. Jedną z metod ochrony przed hałasem uzależnioną od kierowców poruszających się po Krakowie jest ograniczanie prędkości samochodów. Działanie to może znacznie ograniczyć zasięgi oddziaływania hałasu przekraczającego wartości dopuszczalne. Przedstawiono to poniżej w tabl. 3 na przykładzie wpływu zmniejszenia prędkości pojazdów lekkich z 85 km/h do 50km/h oraz pojazdów ciężkich z 65 km/h do 45 km/h.

Tabl. 3. Wpływ zmniejszenia prędkości pojazdów na ograniczenie zasięgów oddziaływania hałasu

Rodzaj terenu	Prędkość <b>85 km/h</b> dla pojazdów lekkich oraz <b>65 km/h</b> dla pojazdów ciężkich		Prędkość <b>50 km/h</b> dla pojazdów lekkich oraz <b>45 km/h</b> dla pojazdów ciężkich	
	Zasięg oddziaływania hałasu w porze dnia [m]	Zasięg oddziaływania hałasu w porze nocy [m]	Zasięg oddziaływania hałasu w porze dnia [m]	Zasięg oddziaływania hałasu w porze nocy [m]
Teren zabudowany	<b>30</b>	<b>50</b>	<b>25</b>	<b>35</b>
Teren otwarty	<b>40</b>	<b>110</b>	<b>30</b>	<b>75</b>

Skuteczność stosowania ograniczeń prędkości w celu zmniejszenia hałasu drogowego w dużym stopniu zależy od ich respektowania przez kierowców. Jak można zauważyć na przykładzie powyższej tabeli zmniejszenie prędkości może spowodować ograniczenie zasięgu oddziaływania hałasu nawet o kilkadziesiąt metrów. Jeżeli jednak nie będzie ono

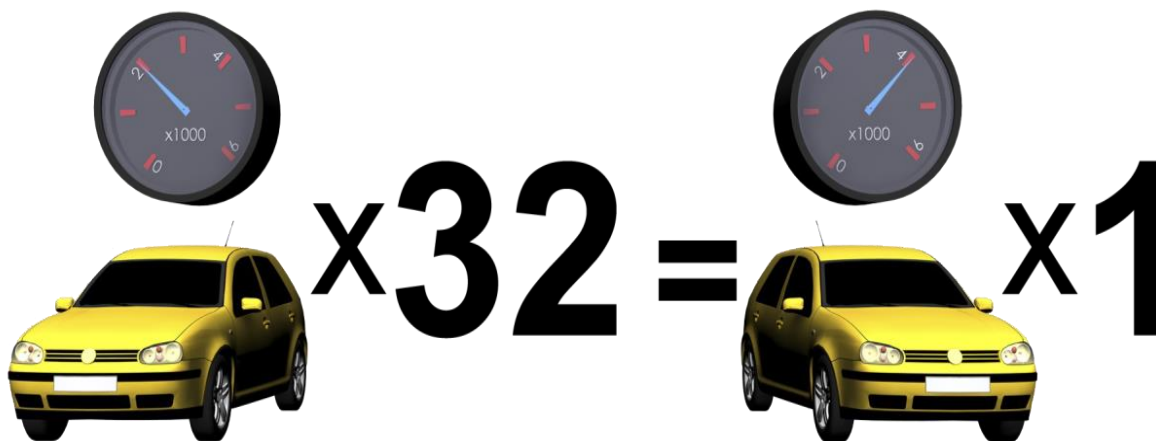
przestrzegane przez kierowców poruszających się po drogach i ulicach miasta, nie będzie powodowało ograniczenia hałasu drogowego. Z uwagi na ograniczenie hałasu drogowego zasadne jest stosowanie strefowania prędkości w taki sposób jak przedstawiono to na rys. 5 poniżej.



Rys. 5. Strefowanie prędkości pojazdów na drogach i ulicach zlokalizowanych w miastach [2]

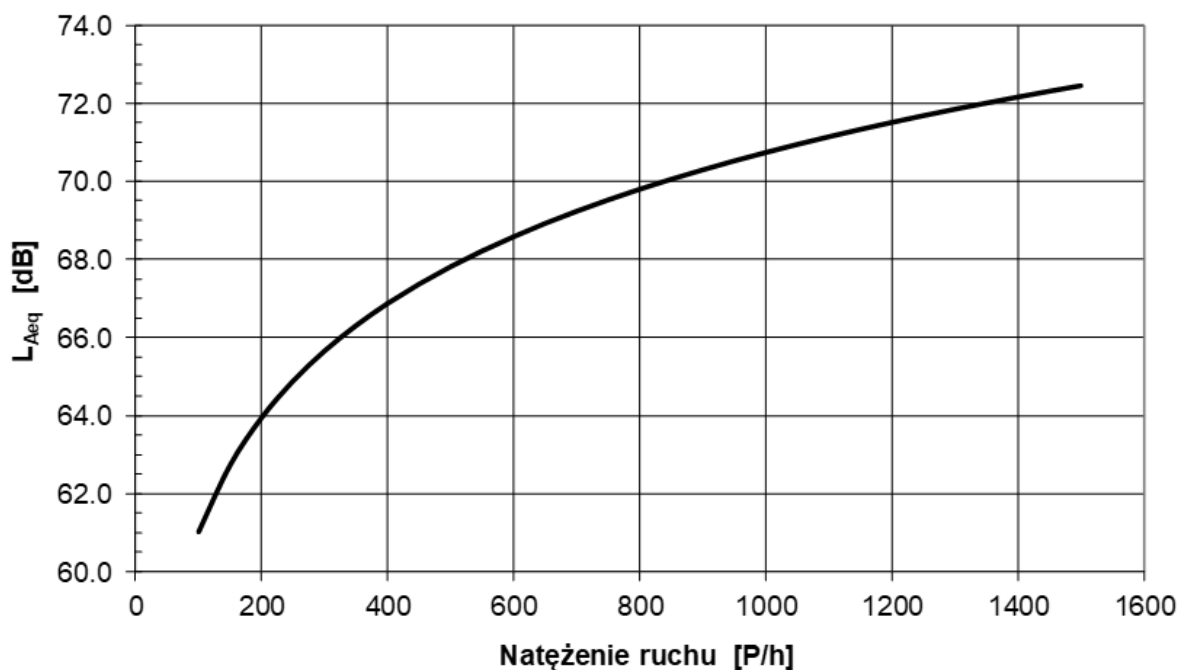
Ograniczenie prędkości w taki sposób, jak schematycznie przedstawiono to na powyższym rysunku, przy respektowaniu tych ograniczeń przez kierowców poruszających się po drogach i ulicach miast może być bardzo efektywnym sposobem redukcji hałasu drogowego.

Kierowcy samochodów poruszających się po drogach i ulicach Krakowa mogą także wpływać na stan klimatu akustycznego w ich otoczeniu przez odpowiedni styl jazdy. W przypadku oddziaływania akustycznego polega on na unikaniu jazdy z większymi prędkościami obrotowymi silnika (używaniu możliwie wysokich biegów, bez stosowania zbędnej redukcji). Mniej agresywny styl jazdy może znacznie ograniczyć oddziaływanie hałasu, co w sposób obrazowy przedstawiono poniżej na rys. 6.



Rys. 6. Wpływ stylu jazdy kierowców na ograniczenie hałasu w otoczeniu dróg

Jak można zauważyć na powyższym rysunku 1 samochód poruszający się z prędkością obrotową silnika równą 4000 obr/min powoduje taki sam hałas jak 32 samochody poruszające się z prędkością obrotową równą 2000 obr/min. Ma to zatem ogromny wpływ na poziom hałasu w otoczeniu dróg i ulic miejskich, podobnie jak natężenie ruchu drogowego. W jaki sposób może ono wpłynąć na ograniczenie hałasu można zauważyć na rys. 7.



Rys. 7. Wpływ ograniczenia natężenia ruchu drogowego na poziom hałasu w otoczeniu dróg i ulic w miastach

Natężenie ruchu drogowego może zostać ograniczone poprzez budowę układu obwodnic, co obecnie jest w Krakowie realizowane (m.in. Północna Obwodnica Krakowa czy Trasa Łagiewnicka). Każdy mieszkaniec ma również wpływ na ograniczenie natężenia ruchu na drogach i ulicach miasta. Może to realizować poprzez wybór komunikacji zbiorowej, rowerowej, usługi typu carpooling i carsharing zamiast jazdy własnym samochodem. Niezbędne jest w tym przypadku promowanie takich zachowań oraz ciągłe podnoszenie

jakości transportu publicznego czy ścieżek rowerowych w mieście. Transport publiczny w miastach można wspierać kierując się odpowiednimi zasadami:

- obejmowanie transportem całego obszaru miasta,
- organizowanie dużej ilości połączeń bezpośrednich, co przyspiesza podróż,
- skrócenie taktów kursowania pojazdów komunikacji zbiorowej,
- wprowadzanie atrakcyjnej taryfy opłat za korzystanie z komunikacji publicznej,
- promowanie wśród społeczeństwa tego typu transportu,
- dodatkowe udogodnienia dla transportu publicznego i centrum przesiadkowe.

Należy także wspomnieć o aktach wandalizmu. Takie zachowanie, oprócz niszczenia wspólnego mienia, także może mieć wpływ na zwiększenie hałasu w mieście. Niszczenie ekranów przeciwhałasowych może spowodować wzrost hałasu w miejscach szczególnie narażonych na jego oddziaływanie. Jak duży może to być wpływ, można zaobserwować na przykładzie danych przedstawionych w tabl. 4 poniżej. Obrazuje ona spadek skuteczności ekranów przeciwhałasowych w przypadku powstania w nich ubytków (np. wskutek zniszczenia, spalenia lub rozmontowania).

Tabl. 4. Spadek skuteczności ekranów przeciwhałasowych z uwagi ubytki i przerwy

Udział przerw i otworów w ekranach akustycznych [%]	Spadek efektywności ekranu przy zakładanej redukcji 15 dB [dB]
50	15
25	15
13	12
6	10
3	7
0.2	1
0.05	0

Analizując powyższe dane można stwierdzić, że w przypadku powstania w konstrukcji ekranu ubytków na poziomie ok. 3% tracą one połowę ze swojej skuteczności akustycznej. Wzrost tych ubytków do poziomu 10% – 20% powoduje, że praktycznie tracą one zdolność do redukcji hałasu. Bardzo ważne jest zatem utrzymywanie ich w dobrym stanie technicznym oraz powstrzymanie się od ich niszczenia.

## 5. Literatura

- [1] Bohatkiewicz J. Modelowanie i ocena rozwiązań chroniących przed hałasem drogowym. Politechnika Lubelska. Lublin. 2017 r.



- [2] Bohatkiewicz J., Czarnecka W., Jamrozik K., Biernacki S., Hałucha M. Wpływ uspokojenia ruchu na klimat akustyczny w otoczeniu ulic. *Budownictwo i Architektura* 13(1). 2014. s. 235 - 252
- [3] Bohatkiewicz J., Hałucha M., Dębiński M., Jukowski M. Efekty zastosowania cichych nawierzchni na drogach wojewódzkich Małopolski: aktualne badania i obserwacje. II Małopolskie Forum Drogowe. Zakopane. 2016 r.
- [4] Dyrektywa 2002/49/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 25 czerwca 2002 r. odnosząca się do oceny i zarządzania poziomem hałasu w środowisku (Dz. U. L 189 z 18.07.2002 r.)
- [5] Główny Inspektorat Ochrony Środowiska. Dobre praktyki wykonywania strategicznych map hałasu. Wytoczne Głównego Inspektora Ochrony Środowiska. Warszawa. 2021 r.
- [6] Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (Dz. U. 2021 poz. 1973 z późn. zm.)
- [7] Rozporządzenie Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 1 lipca 2021 r. w sprawie szczegółowego zakresu danych ujętych na strategicznych mapach hałasu, sposobu ich prezentacji i formy ich przekazywania (Dz. U. 2021 poz. 1325)
- [8] Strona internetowa: <http://www.bip.krakow.pl/>
- [9] Strona internetowa: <http://www.euro.who.int/>