

Analiza rozkładu hałasu w przestrzeni osiedla im. A. Mickiewicza w Lublinie¹

Aleksandra Joachimowicz¹, Kamil Nieścioruk²

¹ Lublin, e-mail: olajoa@wp.pl

² Katedra Inżynierii Kształtowania Środowiska i Geodezji, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. S. Leszczyńskiego 7, 20-069 Lublin, e-mail: kamil.niescioruk@up.lublin.pl

Streszczenie: Artykuł porusza zagadnienie pomiarów i analizy hałasu w przestrzeni osiedla w relacji do jego otoczenia oraz kompozycji architektoniczno-krajobrazowej. Pomiar hałasu w niemal 70 punktach osiedla, w trzech różnych porach dnia pozwolił stworzyć (z wykorzystaniem narzędzi GIS) obraz przestrzennej zmienności zjawiska. Wynikowe mapy poddano analizie, wskazano źródła hałasu i czynniki redukujące rozprzestrzenianie się dźwięku, jak również wskazano możliwości dalszych badań.

Słowa kluczowe: hałas, mapa akustyczna, Lublin, GIS, zabudowa wielorodzinna, źródła hałasu.

1. Hałas i przeciwdziałanie mu w środowisku miejskim

Postęp cywilizacyjny i rozwój urbanistyczny w przestrzeni miejskiej spowodowały pojawienie się i narastanie licznych zagrożeń w środowisku życia jej mieszkańców. Jednym z tych zagrożeń jest hałas, który ma bezpośredni wpływ na komfort i zdrowie człowieka. Uporczywy, narastający poziom dźwięku powoduje wiele negatywnych skutków.

Hałas definiowany jest różnorodnie, choć większość jego definicji jest zbliżonych. Jest on określany jako „wszystkie niepożądane, nieprzyjemne, dokuczliwe lub szkodliwe drgania mechaniczne ośrodka sprężystego, działającego za pośrednictwem powietrza na organ słuchu i inne zmysły oraz elementy” [2, s. 7], na poziomie prawnym natomiast hałas w środowisku rozumiany jest jako „niepożądane lub szkodliwe dźwięki powodowane przez działalność człowieka na wolnym powietrzu” [3, s. 102].

Hałas w wielofunkcyjnym środowisku miejskim traktowany jest jako element nieodczony, ale zdecydowanie uciążliwy [4]. Długie przebywanie w środowisku, w którym człowiek jest narażony na negatywne bodźce dźwiękowe (również te o niskim natężeniu), powoduje liczne zaburzenia fizyczne (m.in. stres oksydacyjny, nadciśnienie, uszkodzenie słuchu, choroby niedokrwienne serca) i psychiczne (m.in. zaburzenia snu, zaburzenia rozwoju poznawczego u dzieci) [5, 6, 7].

Hałas powoduje również negatywne skutki w przestrzeni miejskiej, w tym w sferze ekonomii. Potencjalni kupcy nieruchomości szukają spokoju i komfortu oraz miejsca nienarażonego na hałas komunikacyjny i ponadnormowy poziom dźwięku [8, 9].

Istnieje wiele sposobów redukcji oddziaływania miejskiego hałasu na strefy zamieszkania i, co istotne, nie są to tylko środki stosowane w bezpośrednim sąsiedztwie emiterów (np. dróg). Można tu mówić o unikaniu emisji, a więc odpowiednim planowaniu przestrzennym

¹ Praca powstała w oparciu o badania i analizy wykonane przez autorkę w ramach pracy magisterskiej [1].

i strefowaniu zabudowy, zmniejszeniu hałasu w strefie emisji (w przypadku dróg może to być zwolnienie i ukierunkowanie ruchu), czy wreszcie ograniczeniu hałasu w strefie imisji. W tym ostatnim przypadku wymienić można odpowiednie lokalizowanie budynków względem siebie i względem źródeł hałasu oraz metody i środki techniczne ochrony terenów narażonych [7, 10]. Oprócz odpowiedniego projektowania architektury znaczenie ma też projektowanie zieleni, której jedną z funkcji użytkowych jest izolacja od bodźców wizualnych, zapachowych i właśnie dźwiękowych [11]. Niekiedy wskazuje się jednak, że aby była to metoda skuteczna w ochronie przed hałasem, zieleń musi posiadać odpowiednie parametry (być nieco wyższa niż linia łącząca emiter z odbiorcą) [12]. Istotna jest także relacja terenów zieleni do zabudowy i innych elementów morfologii przestrzeni miejskiej [13].

2. Wskaźniki oceny oraz normy hałasu

Hałas wpływa na kształtowanie klimatu akustycznego środowiska, a jego ocena polega na wykonaniu odpowiednich pomiarów oraz ich wnikliwej analizie. W 2002 roku wdrożono unijną Dyrektywę 2002/49/WE dotyczącą oceny i zarządzania poziomem hałasu w środowisku [3]. Określa ona wskaźniki hałasu, które związane są z równoważnym poziomem dźwięku (A). Wskaźnik L_{den} określa poziom hałasu w decybelach z uwzględnieniem trzech pór – dziennej (godz. 6.00–18.00), wieczornej (18.00–22.00) i nocnej (22.00–6.00). Dla każdej z pór określana jest długookresowa, ważona dźwiękiem A średnia poziomu dźwięku ustalona dla wszystkich danych pór w roku. W Polsce implementacja Dyrektywy funkcjonuje w formie krajowych aktów prawnych. Wyżej opisany wskaźnik (określony jako L_{DWN}) wprowadza Rozporządzenie Ministra Środowiska [14] z dnia 10 listopada 2010 r. w sprawie sposobu ustalania wartości wskaźnika hałasu L_{DWN} .

Krajowe akty prawne określają także dopuszczalne normy hałasu dla różnych wskaźników, pór oraz terenów. Mając na uwadze przedmiot niniejszej publikacji, warto przytoczyć, iż dla terenów związanych ze stałym lub czasowym pobytom dzieci i młodzieży wskaźnik L_{DWN} kształtuje się następująco (w dB):

- hałas, którego źródłem są drogi lub linie kolejowe: 64 (nocą 59),
- hałas z innych źródeł: 50 (nocą 40).

Dla terenów zabudowy mieszkaniowej wielorodzinnej oraz mieszkaniowo-usługowej wartości graniczne to dla hałasu, którego źródłem są drogi lub linie kolejowe: 68 (nocą 59), a dla hałasu z innych źródeł: 55 (nocą 45) [15].

3. Mapa akustyczna i modelowanie

W związku z problemem narastającego hałasu w środowisku przyrodniczym i życiu człowieka powstała potrzeba opracowania metody służącej do kontroli zarówno klimatu akustycznego, jak i zachodzących w nim zjawisk. Wspomniana Dyrektywa zobowiązuje państwa członkowskie Unii Europejskiej do tworzenia map akustycznych. Mapę taką przepisy definiują jako „mapę opracowaną do celów całościowej oceny narażenia na hałas z różnych źródeł na danym obszarze, albo do celów sporządzania ogólnych prognoz dla danego obszaru” [3, s. 103].

W praktyce mapy akustyczne wykonuje się w oparciu o pomiary w wytypowanych punktach dla hałasu z ruchu kołowego, kolejowego i przemysłowego. Efektem takiego podejścia jest to, że natężenie hałasu nie jest badane bezpośrednio i równomiernie na wszystkich obszarach oddalonych od wytypowanych źródeł dźwięku. Mapy emisji pokazują wartości

hałasu mierzone w źródle, natomiast mapy imisji – natężenie hałasu docierające do odbiorcy. W zależności od wybranej metody wyniki np. we wnętrzach osiedli, terenów zieleni itp. są modelowane, a nie mierzone. Modelowanie odbywa się z wykorzystaniem różnorodnych algorytmów, które implementowane są w środowisku komputerowym, przeważnie w oprogramowaniu z grupy GIS (Systemów Informacji Geograficznej), jako tym predysponowanym do analiz danych przestrzennych. Analizy z zastosowaniem tego typu narzędzi wykonuje się od końca ubiegłego wieku, modelując całe miasta, wybrane tereny specjalne czy porównując obiekty między sobą [16, 17, 18, 19]. Współcześnie modeluje się hałas nie tylko w ujęciu ilościowym, ale także podejmuje próby waloryzacji jakościowej wyników pomiarów [20].

Pomiar i modelowanie hałasu według zaleceń Dyrektywy powinno być realizowane z wykorzystaniem modelu NMPB-Routes-96 (francuska metoda obliczeniowa) lub modelu krajowego, jeśli taki został zdefiniowany. Model francuski realizowany jest na wstępnych etapach według następującej procedury:

- podział źródła liniowego dźwięku (np. drogi) na źródła punktowe,
- realizacja pomiaru punktowego poziomu mocy akustycznej dla każdego ze źródeł,
- określenie tras propagacji dźwięku (bepośrednie i odbite).

Model powinien uwzględniać także m.in. wpływ fasady budynku, na poziom dźwięku, absorpcję atmosferyczną, tłumienie gruntu czy warunki atmosferyczne. Podstawową wielkością charakteryzującą hałas jest w przypadku tej metody poziom dźwięku A [21].

4 Obszar, cel i metoda badań

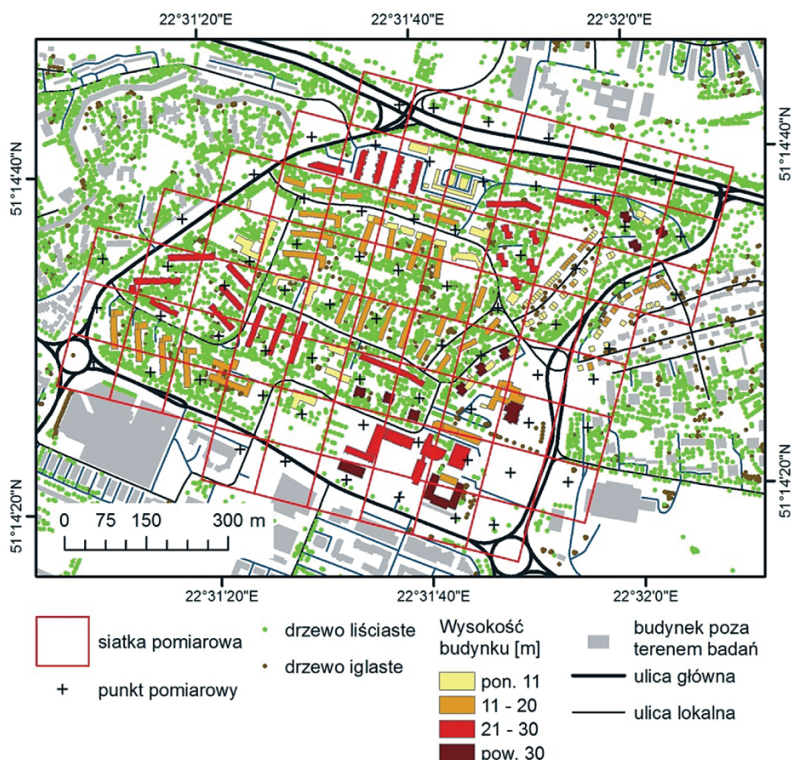
Przedmiotem niniejszej pracy jest analiza rozkładu hałasu w przestrzeni wybranego osiedla w relacji do struktury jego zabudowy i roślinności. Jako obszar badań wybrano osiedle im. Adama Mickiewicza w Lublinie.

Osiedle to było pierwszym osiedlem Lubelskiej Spółdzielni Mieszkaniowej (LSM), budowano je od 1958 do 1971 roku (większość zakończono do połowy lat 60.). Uważane jest za wzorowy przykład wkomponowania zieleni w przestrzeń osiedla oraz współgrania tych elementów z rzeźbą terenu, co zapewniło ówczesnie osiedlu wyjątkowe walory kompozycyjno-przestrzenne (warto zwrócić uwagę m.in. na centralnie położony ogród – miejsce wypoczynku i rekreacji). Za konsultowany z mieszkańcami projekt osiedla odpowiadał inż. Feliks Haczewski, a za tereny zieleni – inż. Józef Maciejewski [22, 23]. Obecność zieleni była i jest cechą wyróżniającą osiedli LSM – na omawianym osiedlu aż 20 z 42 ha powierzchni przeznaczono pod tereny zieleni osiedlowej [24]. Po transformacjach ustrojowych lat 90. XX wieku osiedle borykało się z problemami wynikającymi z nowych realiów. Zieleń została zaniedbana, nastąpił silny rozrost części niektórych form roślinnych, prowadząc m.in. do nadmiernego zacienienia mieszkań i terenów [22]. Układ komunikacyjny osiedla, zaprojektowany tak, aby odseparować od siebie ruch pieszy i kołowy, okazał się niewydolny wobec wzrostu liczby samochodów. Niewielkie, osiedlowe uliczki zapewniające w zamyśle dostawy i dojazd, stały się wobec braku miejsc postojowych, parkingami. Oryginalny projekt osiedla nie przewidywał też rozwoju infrastruktury związanej z ruchem rowerowym [25]. Osiedle nadal jest jednak atrakcyjnym miejscem do życia – zapewnia infrastrukturę edukacyjną, kulturalną i zdrowotną, w pobliżu znajdują się tereny handlowe, dobre jest skomunikowanie osiedla z centrum miasta. Podejmowane są także próby kompleksowej rewitalizacji przestrzeni lub jej fragmentów (np. centralnego placu osiedla) z udziałem mieszkańców [26]. W pracy postanowiono zanalizować przestrzeń osiedla pod kątem jego klimatu dźwiękowego. W przeciwieństwie do oficjalnych map akustycznych, w przypadku których analizowany jest hałas drogowy, kolejowy

i przemysłowy, w pracy zbadano natężenie dźwięków bez wyróżniania ich źródła. Imisja hałasu dla potrzeb tworzenia map akustycznych określana jest na podstawie modelu obliczeniowego, dla którego źródłem danych są wartości emisyjne (pomiarы wzdłuż dróg). Zalecany przez Unię Europejską wspomniany model NMPB-Routes-96 uwzględnia moc akustyczną źródła i propagację dźwięku [27]. W związku z tym dla obszarów oddalonych od dróg wyniki analiz – zgodnie z przepisami – nie uwzględniają innych potencjalnych źródeł hałasu. W niniejszej pracy scharakteryzowano klimat akustyczny osiedla dokonując pomiarów w regularnie rozmieszczonych punktach w przestrzeni całego osiedla, co w efekcie pozwoliło zobrazować rozkład hałasu w sposób znacznie bardziej rzeczywisty, a jednocześnie poddać pod dyskusję przyczyny takiego rozkładu przestrzennego zjawiska i wpływ struktury urbanistyczno-krajobrazowej osiedla na charakter tego zjawiska.

5. Prace przygotowawcze i pozyskanie danych

Pomiar wartości natężenia hałasu poprzedzono analizą terenu badań. Celem prac przygotowawczych było równomierne rozmieszczenie stanowisk pomiarowych. Na mapę osiedla naniesiono regularną siatkę kwadratów (o bokach 100 m każdy). Pozwoliło to podzielić analizowany teren na mniejsze obszary, co zwiększyło dokładność wyników badań. Kwadraty znajdujące się na granicy osiedla i wykraczające poza jego teren pozostawiono bez przycinania, co pozwoliło w pomiarach lepiej uwzględnić wpływ okalających osiedle ulic oraz zachować pełną ciągłość otrzymanych wyników badań.



Rys. 1. Obszar badań

W efekcie otrzymano 69 sektorów. W centralnej części każdego umieszczono stanowisko pomiarowe (Rys. 1), przy czym rzeczywisty pomiar nie zawsze był możliwy w wyznaczonym miejscu ze względu na np. znajdującą się tam zabudowę mieszkaniową. W takich sytuacjach wykonano pomiary jak najbliżej stanowisk pomiarowych.

Wyznaczono trzy pory pomiarów sonometrycznych: porę poranną (od godziny 6:00 do 8:00), popołudnie (od godziny 17:00 do 18:00) oraz porę wieczorną (od godziny 21:00 do 22:00). Pozwoliło to przedstawić pełny klimat akustyczny analizowanego obszaru podczas doby. Zakres czasowy każdej pory wynikał z faktu braku możliwości jednoczesnego pomiaru we wszystkich punktach. Do wyznaczenia położenia stanowisk podczas pomiarów terenowych wykorzystano odbiornik GPS Trimble Juno 3B z oprogramowaniem ArcPad, w którym wyświetlano przygotowaną mapę podkładową z siatką pomiarową i punktami. Do pomiaru natężenia hałasu użyto sonometru Center 390 z wiatrochronem. Urządzenie mierzy dźwięk o częstotliwości od 20 Hz do 8 kHz, a dokładność otrzymanych wyników przy 94 dB wynosi +/- 1,4 dB. Pamięć sonometru pozwala na zapisanie wykonanych pomiarów w czasie rzeczywistym.

Pomiar natężenia hałasu wykonano w dwóch rodzajach dnia – powszednim i weekendowym oraz we wcześniej wspomnianych trzech porach doby. W każdym wyznaczonym punkcie pomiarowym wykonano 6-krotny pomiar dźwięku używając trybu SLOW. Interwał czasowy ustawiono na 10 sekund. Przy pomocy odbiornika GPS w każdym ze stanowisk zapisano dokładne współrzędne geograficzne pomiaru, co usprawniło tworzenie map akustycznych.

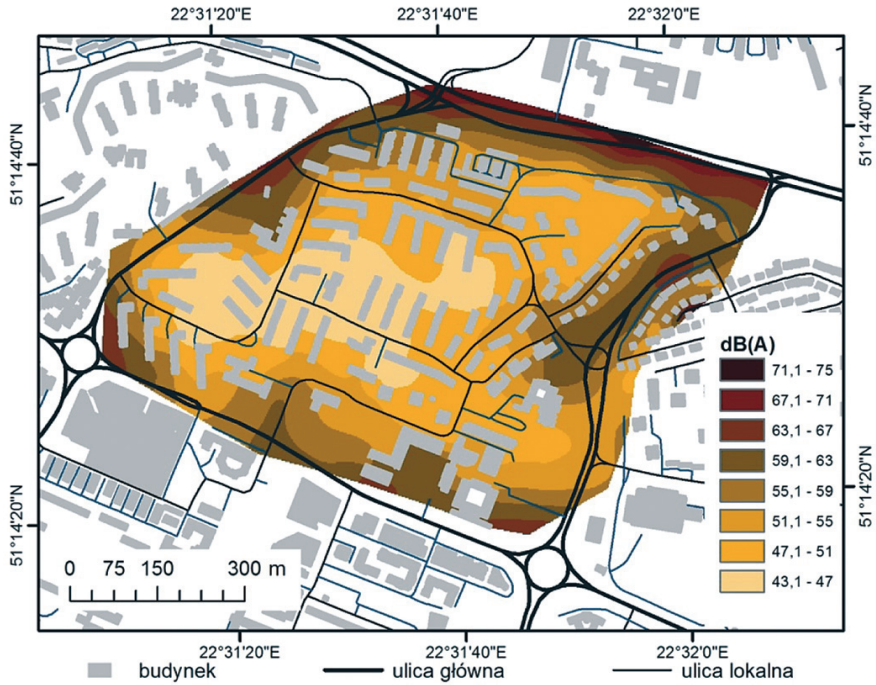
Pomiar wykonano w maju 2018, a zatem można go uznać za reprezentatywny – nie był to okres wakacyjny o mniejszym natężeniu ruchu i mniejszej obecności mieszkańców. Warunki pogodowe pomiaru były odpowiednie – nie odnotowano opadów deszczu ani nadmiernego wiatru, temperatura wynosiła średnio ok. 20°C. Pomiar wykonano na wysokości 1,2 metra nad ziemią.

Mapy i wizualizacje opracowano w oprogramowaniu z pakietu ArcGIS – ArcMap oraz w programie QGIS. Dodatkowo użyto także programu do grafiki wektorowej (Corel-Draw). Oprócz danych uzyskanych w trakcie prac terenowych, wykorzystano warstwy Bazy Danych Obiektów Topograficznych (BDOT10k) dla obszaru Lublina (budynki oraz drogi), a także pozyskaną z Urzędu Miasta warstwę z lokalizacją drzew w mieście.

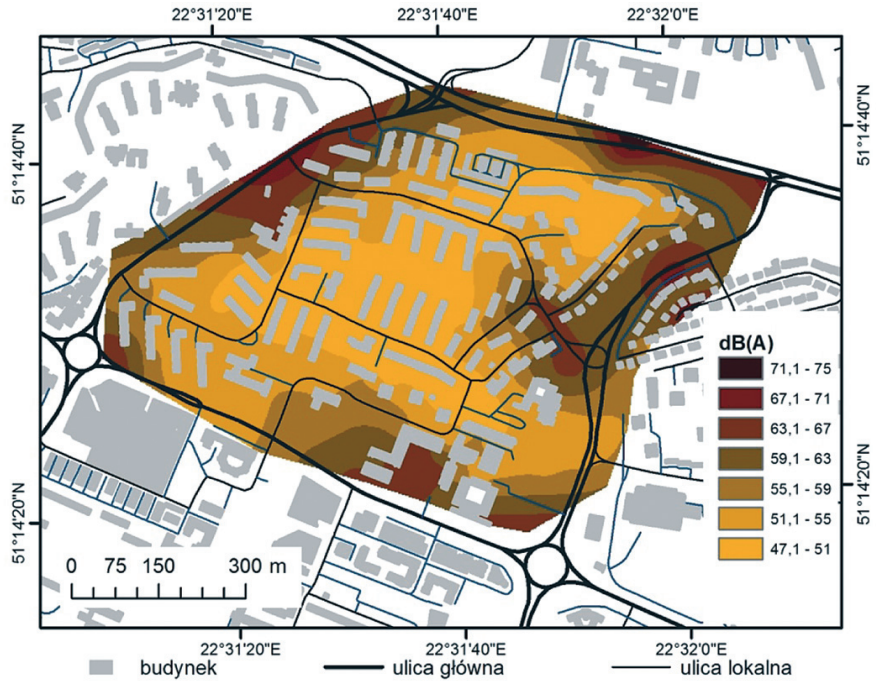
6. Wyniki

Zebrane w terenie dane dla 69 punktów wykorzystano do opracowania rastrowego modelu ciągłego zjawiska z użyciem metody interpolacji krzywymi sklejanymi (spline). Do analiz włączono wektorową warstwę budynków, które zostały potraktowane jako bariery dla dźwięku (bez uwzględniania różnic w ich wysokościach).

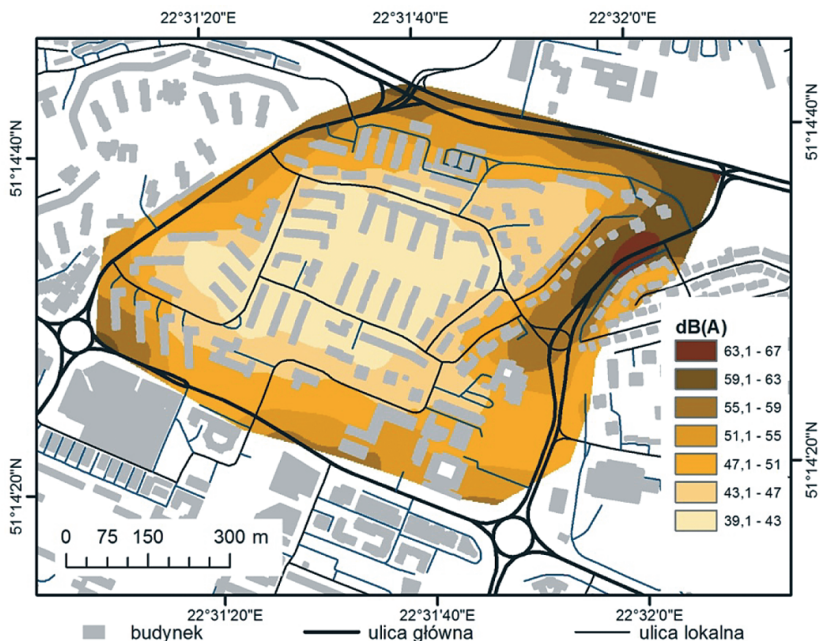
Wyniki badań i analiza graficzna ukazują dynamiczną zmienność klimatu akustycznego, zależną od rodzaju dnia oraz pory doby w których przeprowadzono pomiary sonometryczne.



Rys. 2. Rozkład hałasu w porze porannej dnia roboczego



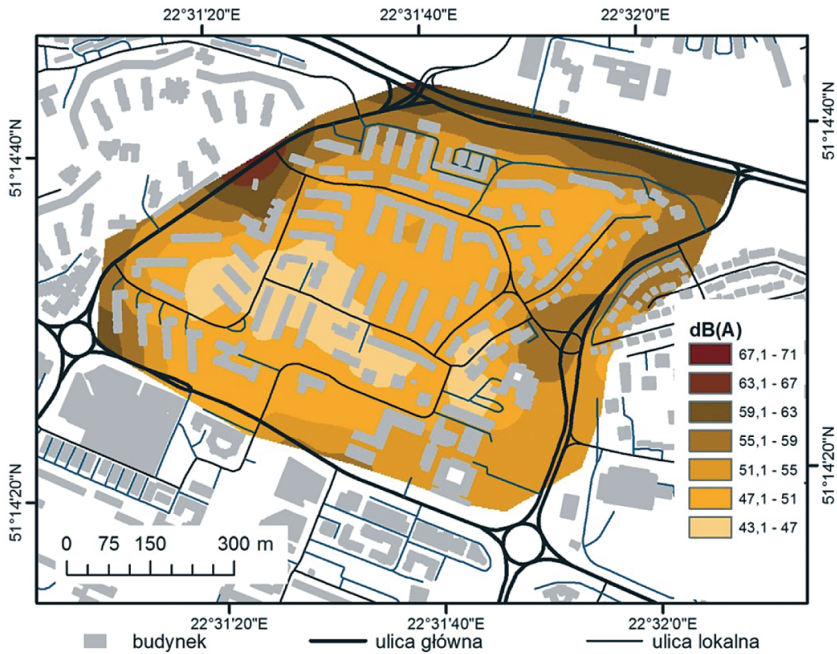
Rys. 3. Rozkład hałasu w porze popołudniowej dnia roboczego



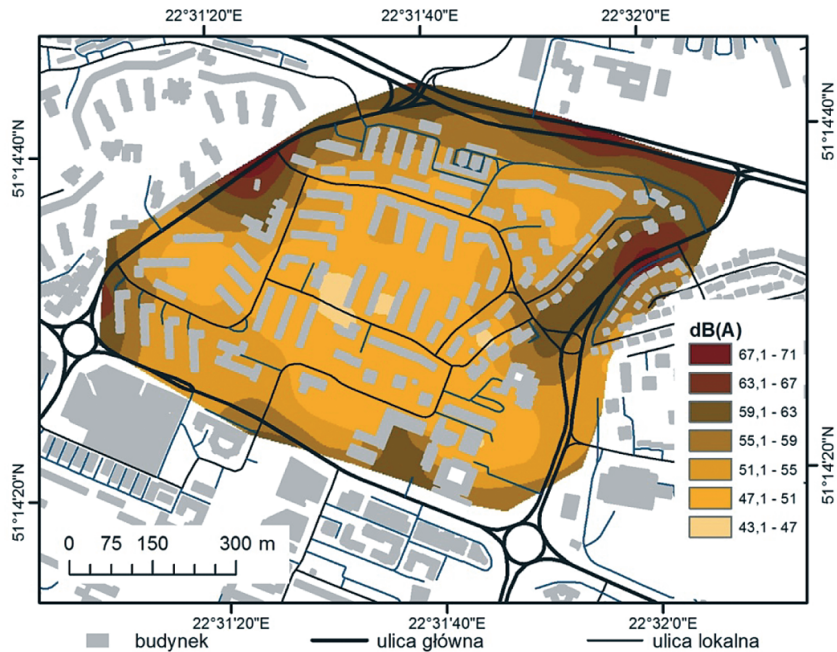
Rys. 4. Rozkład hałasu w porze wieczornej dnia roboczego

Otrzymane wyniki ukazują, że głównym źródłem hałasu są – zgodnie z przewidywaniami – drogi. W miarę oddalania się od źródła hałasu, poziom emitowanego dźwięku maleje. Zjawisko to można zaobserwować w każdej analizowanej porze, niezależnie od typu dnia. W porannych godzinach dnia powszedniego największe wartości (ponad 65 do niemal 74 dB(A)) odnotowano dla okolic ul. Głębokiej oraz przy ul. Wileńskiej i ul. Filaretów w ich częściach północnych, czyli prowadzących do centrum, co oddaje dominujący charakter ruchu samochodowego o tej porze (Rys. 2). Po południu następuje przesunięcie rozkładu hałasu wzdłuż tych ulic w kierunku południowym, co łączyć można ze szczytem komunikacyjnym i powrotami do domów. Ciekawie wygląda zwłaszcza rejon ul. Rymwida (ok 63 dB(A)), stanowiący swoistą bramę do wewnętrznego systemu ulic osiedlowych. Układ zabudowy w tym miejscu powoduje, że ulica jest także strefą przenikania hałasu z sąsiedniej, dwujezdniowej ul. Filaretów (Rys. 3). W porze wieczornej największy hałas (60–65 dB(A)) generuje północny odcinek ul. Filaretów, czyli drogi łączącej południowe dzielnice z centrum miasta (Rys. 4). Jednocześnie widoczne jest znaczne wyciszenie, w porównaniu zwłaszcza z porą popołudniową, praktycznie całego wnętrza osiedla, choć różnice nie są bardzo duże (10 dB(A) – z ok. 50 do ok. 40 dB(A)). Należy pamiętać, że owo centrum, z racji pełnionych funkcji (strefa nie tylko wypoczynku, ale i rekreacji – m.in. plac zabaw) sama jest, zwłaszcza w tych porach, źródłem hałasu. Potencjalnie może to być także źródło hałasu nocnego, czego jednak nie odnotowano w badaniach. Warto jednak podkreślić, że natężenie nieprzyjemnych dźwięków jest w strefie centralnej najniższe, co pozwala upatrywać w ruchu komunikacyjnym na obrzeżach osiedla głównej przyczyny dyskomfortu w klimacie akustycznym. W trakcie weekendu najwyższe wartości hałasu komunikacyjnego (60–68 dB(A)) odnotowano – ponownie – dla ul. Filaretów, jednak miało to miejsce w porze popołudniowej (Rys. 6). Można to tłumaczyć przemieszczaniem się mieszkańców do centrum w celach rozrywkowo-kulturalnych. Jednocześnie dla strefy centralnej osiedla odnotowano większe zróżnicowanie w porównaniu z dniem powszednim. W porze

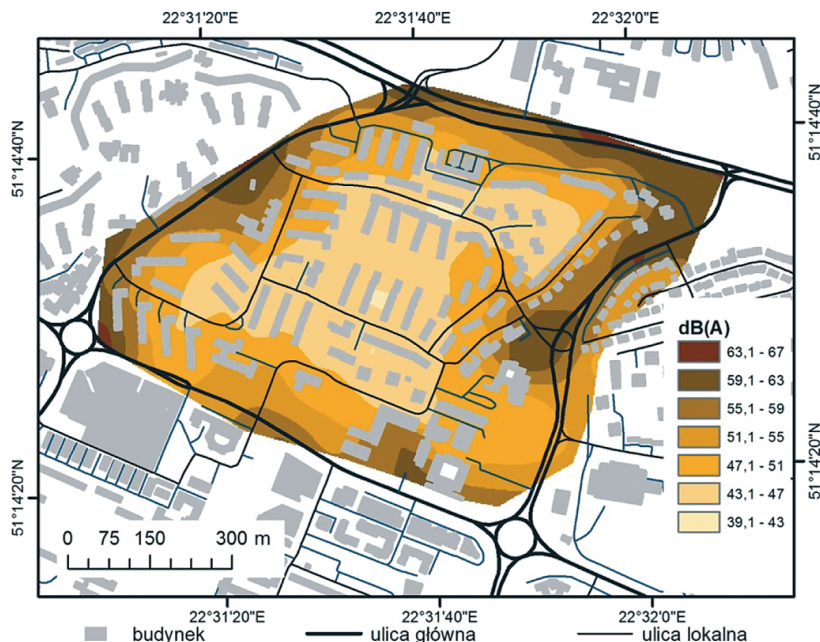
wieczornej (Rys. 7) hałas był tam nieznacznie większy (o ok. 5 dB(A)), natomiast w ciągu dnia zaobserwowano mniej jednolity (wahania od 45 do 51 dB(A)) rozkład hałasu (Rys. 5, Rys. 6).



Rys. 5. Rozkład hałasu w porze porannej w weekend

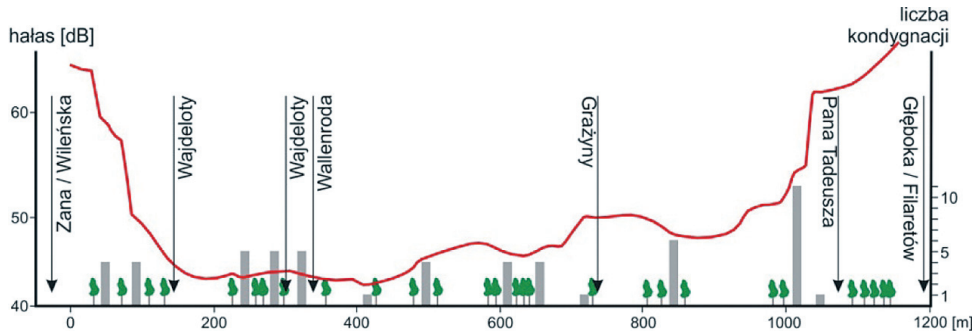


Rys. 6. Rozkład hałasu w porze popołudniowej w weekend



Rys. 7. Rozkład hałasu w porze wieczornej w weekend

Wszystkie rysunki ukazują – z pewnym uogólnieniem – koncentryczność rozkładu hałasu. Nie jest to jednak tylko prosta zależność wartości od odległości od głównych źródeł dźwięku (dróg). Odpowiednio zaprojektowana, równoległa zabudowa mieszkaniowa tworzy barierę dla hałasu. Budynki odbijają dźwięk, stanowiąc dla niego barierę, ale mogą także powodować zwiększenie natężenia hałasu przed budynkiem, od strony źródła dźwięku. Funkcję tego rodzaju spełniają zarówno wysokie wieżowce (Rys. 8), jak i dużo niższe obiekty. Przykładem może być szkoła przy ul. Wileńskiej, przez boisko której hałas z ulicy przedostaje się bez zakłóceń, redukuje go natomiast budynek. W dzień roboczy w porze porannej i popołudniowej różnica natężenia dźwięku przy szkole pomiędzy stroną od ul. Wileńskiej, a stroną od ul. Wajdeloty sięga 15 dB(A) (ok. 65 – ok. 50 dB(A)). Sytuacja taka w sposób wyraźny dotyczy przede wszystkim budynków na obrzeżach osiedla. Innym przykładem może być kościół, choć tu różnice są nieco niższe (ok. 10 dB(A)). Wynika to po części z ukształtowania terenu (kościół stoi na wyniesieniu względem sąsiedniej, dwujezdniowej ul. Filaretów), a po części z niejednorodności bryły kompleksu, którego zasadnicza, nieregularna i wysoka część otoczona jest partelową zabudową towarzyszącą. Zabudowa wewnątrzosiedlowa jest zróżnicowana, jeśli chodzi o orientację, jednak – jak pokazują mapy – natężenie i rozkład hałasu wewnątrz osiedla nie wymaga, aby budynki pełniły taką rolę. Uliczki osiedlowe nie generują dużego hałasu (do ok. 52 dB(A)), a w miejscach, w których mogłyby stać się korytarzami dla dźwięków spoza osiedla, zabudowa odgrywa pewną rolę minimalizującą hałas (ul. Rymwida, wjazd od ul. Filaretów – ok. 60 dB(A)). Rozkład pokazuje także wpływ czynnika niewidocznego na mapach, a mianowicie rzeźby terenu. Północna część ul. Filaretów oraz ul. Głęboka są znacznie obniżone w stosunku do osiedla, co powoduje szybki spadek poziomu dźwięku w nieznacznej odległości od ulic. Jednocześnie na rzeźbę terenu nakłada się wpływ czynnika zasygnalizowanego na Rys. 1 i pokazanego na przekroju (Rys. 8), a mianowicie roślinności – wysokich, gęsto zasadzonych drzew liściastych. Pełnią one funkcję bariery dźwiękowej również w centralnej części osiedla.



Rys. 8. Przekrój przez osiedle i powierzchnię hałasu (wyjaśnienia w tekście)

Zaprezentowane wyniki interpolacji są z technicznego punktu widzenia zbiorem danych w modelu rastrowym. Jako model ciągły prezentują również powierzchnię, która może być traktowana jako trójwymiarowa. Otwiera to możliwości dalszych analiz wyników pomiarów. Przykładem może być opracowanie przekrojów, ukazujących nie tylko zróżnicowanie hałasu, ale także wpływ elementów przestrzeni osiedla na propagację dźwięku. Na Rys. 8 przedstawiono przekrój opracowany dla pory porannej dnia powszedniego wykonany na linii od skrzyżowania ul. Zana i ul. Wileńskiej do skrzyżowania ul. Filaretów i ul. Głębockiej. Czerwona linia obrazuje zmienność natężenia dźwięku na tym ponadkilometrowym odcinku. Mimo drobnych niedokładności wynikających z natury interpolacji, widać wpływ kilku czynników na ową zmienność. Barierą dla hałasu są oznaczone na wykresie szarymi słupkami budynki, co wyraźnie obrazuje 10-piętrowy wieżowiec przy ul. Pana Tadeusza. Pewien wpływ zauważalny jest także dla budynków przy ul. Grażyny oraz niewysokich czterokondygnacyjnych bloków na początku analizowanej linii przekroju (choć tu nakłada się on na czynnik wzrostu odległości od źródła hałasu – skrzyżowania). Jako strefy emisji dźwięku można zidentyfikować ulice osiedlowe. Wzrost liczby decybeli widoczny jest dla ul. Grażyny („szczyt” wykresu sięgający wartości 50 dB(A)), a także dla ul. Wajdeloty (2–3 dB(A)). W kilku przypadkach zauważalna jest także rola zieleni, choć wartości obniżenia natężenia dźwięku również sięgają zaledwie kilku decybeli. Widoczny jest także centralny plac osiedla, który z racji funkcji może być źródłem podwyższonego poziomu dźwięku. Trzeba pamiętać, że taki wykres jest tylko liniowym przekrojem przez zjawisko trójwymiarowe, a zatem jego bieg powinien być odpowiednio (reprezentatywnie) dobrany, natomiast sama analiza nie może być prowadzona w oderwaniu od kompleksowej oceny przestrzennego rozkładu hałasu na całym analizowanym terenie.

7. Podsumowanie i wnioski

Prezentowana analiza ukazuje rozkład hałasu na osiedlu, którego struktura przestrzenna sięga założeń powojennego modernizmu. Wyniki pozwoliły sformułować wnioski o roli odpowiedniego usytuowania zabudowy względem źródeł hałasu. Ponadto pokazały, że niewydolny komunikacyjnie i zatłoczony układ ulic wewnętrznych nie jest źródłem nadmiernego, ciągłego i jednostajnego hałasu. Ulice, które zaprojektowane zostały do ruchu wewnętrznego pełnią obecnie funkcje parkingowe. W związku z tym ruch na nich odbywa się z niewielką (około 30 km/h) prędkością, na co wpływ mają także progi zwalniające, wyniesienia przejść dla pieszych oraz jakość części nawierzchni ulic. Natężenie dźwięku w ich rejonie nie odbiega znacznie od obszarów sąsiednich (kilka decybeli różnicy) z wyjątkiem połączenia

ul. Rymwida z ul. Filaretów, choć to głównie ta druga ulica jest źródłem hałasu. Dodatkowo określono strefę centralną osiedla, jako miejsce, które – z racji swojej rekreacyjnej roli – może w określonych sytuacjach i porach dnia być źródłem zwiększonego natężenia dźwięku, co mogą sugerować zmienności rozkładu hałasu w porach głównie popołudniowych.

Bardziej szczegółowo warto byłoby przyrzeć się roli zieleni osiedlowej, która może mieć wpływ na propagację hałasu w strefie centralnej. Wykazano na wykresie i w analizie map, że drzewa odgrywają pewną rolę bariery dźwiękowej, jednak sugeruje się przeprowadzenie porównawczych badań w porze zimowej, dzięki czemu ocenić będzie można wpływ zieleni w pełni sezonu wegetacyjnego.

Literatura

- [1] Joachimowicz A. *Przestrzenna analiza hałasu na przykładzie wybranego osiedla Lubelskiej Spółdzielni Mieszkaniowej*. mps pracy magisterskiej z gospodarki przestrzennej napisanej pod kierunkiem dr. Kamila Nieścioruka w Katedrze Inżynierii Kształtowania Środowiska i Geodezji UP w Lublinie, Lublin 2018.
- [2] Małecki I., Engel Z., Lipowczan A., Sadowski J. *Problem of noise control in Poland on the way to european integration*. Proc. of NOISE CONTROL '95, Warszawa, 1995, 1–9.
- [3] *Dyrektywa 2002/49/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 25 czerwca 2002 r. odnosząca się do oceny i zarządzania poziomem hałasu w środowisku.*, Dziennik Urzędowy Wspólnoty Europejskiej, L 189, 18/07/2002.
- [4] Szopińska K. *Hałas drogowy jako czynnik wpływający na atrakcyjność miejskich terenów rekreacyjno-wypoczynkowych*. Logistyka 3 CD 1 (2015) 4740–4749.
- [5] Kiernan V. *Noise pollution robs kids of language skills*. New Scientist 154, 2081 (1997) 5.
- [6] Seidman M.D., Standring R.T. *Noise and quality of life*. International Journal of Environmental Research and Public Health 7 (2010) 3730–3738.
- [7] Bohatkiewicz J. *Modelowanie i ocena rozwiązań chroniących przed hałasem drogowym*. Politechnika Lubelska, Lublin, 2017.
- [8] Sentera A., Szczepańska A. *Dźwięk jako determinanta wartości nieruchomości mieszkalnych na przykładzie Olsztyna*, [w:] *Niematerialne wartości krajobrazów kulturowych*. (ed. Bernat S.). Prace Komisji Krajobrazu Kulturowego PTG, 15, Polskie Towarzystwo Geograficzne. Komisja Krajobrazu Kulturowego, Sosnowiec, 2011, 213–223.
- [9] Krajewska M., Szopińska K. *Wycena lokalu mieszkalnego w strefie o podwyższonym poziomie hałasu – studium przypadku*. Biuletyn Stowarzyszenia Rzeczoznawców Majątkowych Województwa Wielkopolskiego 2 (46) (2016) 5–10.
- [10] Boczkowski A. *Analiza możliwości redukcji hałasu w środowisku miejskim*, [w:] *Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji. T. II* (ed. Knosala R.). Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, Opole, 2016, 343–352.
- [11] Kłopotowski M. *Klasyfikacje i zadania terenów zieleni we współczesnym mieście*. Teka Komisji Architektury, Urbanistyki i Studiów Krajobrazowych Oddziału PAN w Lublinie 4 (2016) 7–25.
- [12] Sälzer E. *Ochrona przed hałasem w miastach*. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności. Warszawa, 1978.
- [13] Margaritis E., Kang J. *Relationship between urban green spaces and other features of urban morphology with traffic noise distribution*. Urban Forestry & Urban Greening 15 (2016) 174–185.
- [14] *Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 10 listopada 2010 r. w sprawie sposobu ustalania wartości wskaźnika hałasu L (DWN)*. Dz. U. 2010 nr 215 poz. 1414.
- [15] *Obwieszczenie Ministra Środowiska z dnia 15 października 2013 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Środowiska w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku*. Dz. U. 2014 poz. 112.

- [16] Yilmaz G., Hocanlı Y. *Mapping of noise by using GIS in Şanlıurfa*. Environmental Monitoring and Assessment 121 (2006) 103–108.
- [17] Tang U.W., Wang Z.S. *Influences of urban forms on traffic-induced noise and air pollution: results from a modelling system*. Environmental Modelling & Software 22 (2007) 1750–1764.
- [18] Wang B., Kang J. *Effects of urban morphology on the traffic noise distribution through noise mapping: a comparative study between UK and China*. Applied Acoustics 72 (2011) 556–568.
- [19] Sztubecka M., Skiba M. *Noise level arrangement in determined zones of homogenous development of green areas on the example of the spa park in Inowrocław*. Open Engineering 6 (2016) 524–531.
- [20] Paszkowski W. *Wykorzystanie oceny jakości akustycznej w zarządzaniu projektem redukcji hałasu drogowego*. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Seria Organizacja i Zarządzanie. 113 (2017) 355–364.
- [21] *Algorytmy obliczeń hałasu drogowego i kolejowego (opis polski)*. Instytut Ochrony Środowiska, Główny Inspektorat Ochrony Środowiska. Warszawa 2007.
- [22] Przesmycka E., Sosnowska M. *Przeobrażenia układów zieleni osiedlowej na przykładzie Zespołu im. Adama Mickiewicza Lubelskiej Spółdzielni Mieszkaniowej*. Czasopismo Techniczne. Architektura. 104 (5-A) (2007) 73–75.
- [23] Rzeczkowska E. *Rury w XX wieku*, [w:] *Lublin. Historia dzielnic. W 700. rocznicę lokacji miasta*. (ed. Chachaj J., Mącik H., Szulc D.). Lublin, 2017, 205–217.
- [24] Sosnowska M. *Modernizm powojenny na przykładzie wybranych lubelskich spółdzielczych (sic!) osiedli mieszkaniowych z lat 60. i 70. XX wieku*. Teka Komisji Architektury, Urbanistyki i Studiów Krajobrazowych Oddziału PAN w Lublinie 4b (2008) 203–211
- [25] Sosnowska M. *Problemy przestrzeni komunikacyjnych powojennych osiedli mieszkaniowych Lublina*. Teka Komisji Architektury, Urbanistyki i Studiów Krajobrazowych Oddziału PAN w Lublinie 5 (2009) 107–115.
- [26] Adamiec P., Trzaskowska E. *Rewitalizacja osiedlowych terenów zieleni – metody pracy na przykładzie Lubelskiej Spółdzielni Mieszkaniowej*, [w:] *Krajobrazy Lublina. Osiedla mieszkaniowe*. (ed. Adamiec P., Trzaskowska E.). Wydawnictwo KUL, Lublin, 2015, 133–150
- [27] Gągorowski A. *Komputerowa analiza hałasu drogowego z uwzględnieniem różnych metod obliczeniowych*. Logistyka 4 CD 1 (2012) 153–160.

Analysis of spatial distribution of noise on Adam Mickiewicz housing estate in Lublin

Aleksandra Joachimowicz¹, Kamil Nieścioruk²

¹Lublin, e-mail: olajoa@wp.pl

²Department of Environmental Engineering and Geodesy, University of Life Sciences in Lublin,
S. Leszczyńskiego st. 7, 20-069 Lublin, e-mail: kamil.niescioruk@up.lublin.pl

Abstract: The paper deals with the problem of measuring and analysing noise in residential areas with relation to their vicinity and landscape- and architecture composition. Almost 70 points were selected to measure the noise three times per day and to create, using GIS tools, spatial image of the phenomenon. The resulting maps were analysed, pointing out sources of noise and factors reducing the sound spread. The further research ideas were suggested as well.

Keywords: noise, noise map, Lublin, GIS, housing estate, sources of noise.