

Rafał ŻUCHOWSKI¹
Leszek DULAK²

ANALIZA ODDZIAŁYWAŃ AKUSTYCZNYCH Z ETAPU BUDOWY I EKSPLOATACJI PROJEKTOWANEGO OSIEDLA DOMÓW JEDNORODZINNYCH W SANOKU

Zgodnie z obecnie obowiązującym prawem nowe inwestycje budowlane w zależności od ich skali, zastosowanych rozwiązań projektowych oraz przyjętych technologii realizacji obiektów mogą podlegać ocenie środowiskowej. W niniejszym artykule przedstawiono odniesienie się do obecnych wymagań akustycznych dotyczących środowiska, tj. standardów akustycznych na terenach podlegających ochronie przed hałasem. Wymagania rozporządzenia w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu odnoszą się nie tylko do inwestycji na etapie jej eksploatacji ale również na poszczególnych etapach jej realizacji. Standardy akustyczne środowiska odnoszą się do warunków odpowiedniego klimatu akustycznego na każdym etapie inwestycji tj. realizacji, eksploatacji i likwidacji. Artykuł przedstawia analizę akustyczną prognozowanego oddziaływania jakie może się pojawić w trakcie wykonywania poszczególnych etapów budowy oraz po jej zakończeniu kiedy nastąpi codzienna eksploatacja budynków mieszkalnych na obszarze całego osiedla. Część badawcza pracy obejmuje analizę wpływu hałasu na sąsiadujące z inwestycją tereny chronione w odniesieniu do zakresu i sposobu prowadzenia prac budowlanych wynikających z harmonogramu robót. W tym celu w programie Soundplan opracowano modelowe warianty realizacji prac budowlanych oraz odzwierciedlono sytuację docelową a następnie wykonywano symulację rozkładu pola akustycznego w sąsiedztwie przedmiotowej inwestycji.

Słowa kluczowe: akustyka środowiska, poziom dźwięku, dopuszczalne poziomy hałasu, mapa akustyczna

1. Wprowadzenie

Opracowanie w 2008 roku ustawy [1] sprawiło, że inwestycje polegające na budowie kompleksów mieszkaniowych mogą podlegać ocenie środowiskowej na podstawie art. 84, art. 71 ust. 2 pkt. 2, art. 74 ust. 3, art. 75 ust. 3, art. 85 ust. 1 i ust. 2 pkt. 2. Ocenę taką przeprowadza stosowany organ administracji samo-

¹ Autor do korespondencji / corresponding author: Rafał Żuchowski, Politechnika Śląska, Wydział Budownictwa, ul. Akademicka 5, 44-100 Gliwice; tel. 322372878; rafal.zuchowski@polsl.pl

² Leszek Dulak, Politechnika Śląska

rządowej na wniosek inwestora stosując procedurę w sprawie wydania decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach zgody na realizację przedsięwzięcia mogącego znacząco oddziaływać na środowisko [2]. Oddziaływanie takiego przedsięwzięcia związane jest z emisją hałasu i zanieczyszczeń powietrza powstających od pracującego na budowie sprzętu budowlanego, transportu materiałów budowlanych oraz z emisji dróg pojazdów samochodowych mieszkańców dojeżdżających do własnych posesji. Wobec czego na etapie projektowania należy tak zaplanować działania aby wpłynęły one na ograniczenie oddziaływania inwestycji, sprowadzając je do oddziaływań lokalnych, mało znaczących i krótkotrwałych związanych tylko z czasem budowy.

2. Wymagania prawne

Ustawa o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym [9] nakłada na jednostki samorządu terytorialnego obowiązek sporządzenia planów zagospodarowania przestrzennego uchwalonych na podstawie aktualnego studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego. Zgodnie z nią miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego powinien składać się z tekstu i rysunku planu, wzajemnie się uzupełniających, zawierających m.in. takie informacje jak:

- warunki i zasady podziału terenu na działki budowlane,
- granice terenów chronionych, linie zabudowy,
- linie rozgraniczające ulice, drogi publiczne,
- przeznaczenie każdego z terenów objętego miejscowym planem zagospodarowania przestrzennego.

Na podstawie miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego określa się, czy dany teren należy do takich, które należy chronić przed hałasem co określa w ustawa [3]. Należą do nich tereny przeznaczone:

- pod zabudowę mieszkaniową,
- pod szpitale i domy opieki społecznej,
- pod budynki związane ze stałym lub czasowym pobytem dzieci i młodzieży,
- na cele uzdrowiskowe,
- na cele rekreacyjno-wypoczynkowe,
- na cele mieszkaniowo-usługowe.

W przypadku braku planu zagospodarowania przestrzennego ustawa [3] określa inny sposób kwalifikacji terenów podlegających ochronie akustycznej poprzez zastosowanie art. 115. Analizowany teren inwestycji oraz sąsiadujące z nim obszary nie posiadają planu wobec czego zgodnie z rozporządzeniem [4] standardy akustyczne zostały ustalone w oparciu o faktyczne zagospodarowanie, jak dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej, dla których dopuszczalne poziomy hałasu przyjmują następujące wielkości:

- a) pora dzienna (600 - 2200) - 50 dB,
- b) pora nocna (2200 - 600) - 40 dB.

Lokalizację ww. terenów w stosunku do rozpatrywanej inwestycji przedstawiono na rysunku 2.

3. Metodologia

Analizowane przedsięwzięcie to inwestycja polegająca na budowie 100 budynków mieszkalnych zaplanowanych do zrealizowania przez 10 lat, zatem największe oddziaływania na etapie budowy będą potencjalnie najniekorzystniejsze przy budowie ostatnich 10 budynków, gdy równocześnie będą eksploatowane zrealizowane i zamieszkałe już pozostałe 90 budynków. Ponieważ etap budowy obejmuje kilka różnych procesów (prace ziemne, fundamentowanie, budowa ścian i stropów, budowa dachu), o różnych wymaganiach sprzętowych i czasowych, obliczenia i analizy oddziaływania hałasu przeprowadzono na podstawie opracowanego harmonogramu robót budowlanych. W wyniku analizy harmonogramu wytypowano, z uwagi na kumulowanie się hałasu różnych procesów budowlanych przy poszczególnych budynkach, czterech najbardziej niekorzystne sytuacje realizacji budowy, które wypadają w 40, 57, 75 i 101 dniu budowy ostatnich dziesięć budynków. Po zrealizowaniu wszystkich stu obiektów wykonano ponowne obliczenia aby przedstawić oddziaływania dla etapu eksploatacji całego osiedla mieszkaniowego.

3.1. Modele obliczeniowe

Obliczenia emisji hałasu ze źródeł drogowych przeprowadzono w oparciu o model francuskiej metody obliczeniowej NMPB [7] a emisji hałasu ze źródeł przemysłowych o model oparty na normie [6]. Metoda NMPB – zgodna z Załącznikiem II do Dyrektywy [2], jako dane wejściowe wykorzystuje wartości emisji z opracowania [7]. Emisje te uwzględniają różne stany ruchu zarówno przy jeździe swobodnej, jak i w trakcie przyspieszania czy wyhamowania ruchu pojazdów samochodowych. Podstawę obliczeń stanowiły czynniki, które mają wpływ na powstanie i rozprzestrzeniania się w terenie hałasu z eksploatacji dróg: parametry geometryczne dróg, natężenie ruchu, podział na kategorie pojazdów samochodowych tj. lekkie i ciężkie, średnia prędkość poruszających się pojazdów, rodzaj podłoża i zieleni występującej w otoczeniu oraz istniejąca zabudowa. Metodyka oparta na normie [6] zgodnej z dyrektywą [2] odnoszącą się do oceny i zarządzania poziomem hałasu w środowisku, określona została w rozporządzeniu [5]. Algorytm poszukiwania tras propagacji fali akustycznej pomiędzy źródłem drogowym i przemysłowym a odbiorcą oparty jest na założeniu emisji z punktowych źródeł hałasu. Podstawę obliczeń stanowiły czynniki, które mają wpływ na powstanie i rozprzestrzeniania się w terenie hałasu z eksploatacji źródeł przemysłowych: moce akustyczne źródeł, miejsca ich lokalizacji oraz czasy pracy. Ochrona przed hałasem wymaga spełnienia, przez producentów i użytkowników, wymagań w zakresie emisji hałasu do środowiska, określonych w stosunku do

urządzeń przeznaczonych do użytkowania na zewnątrz pomieszczeń. Zgodnie z literaturą urządzenia te dzielą się na dwie grupy: urządzenia podlegające ograniczeniu emisji hałasu (oznacza to, że gwarantowany poziom mocy akustycznej nie powinien być przekroczony) i urządzenia podlegające tylko oznaczeniu gwarantowanego poziomu mocy akustycznej. Charakterystyka akustyczna maszyn i urządzeń stosowanych w pracach budowlanych jest oparta na mocy akustycznej, która jest miarą ilości energii wypromieniowanej przez źródło w jednostce czasu. W tabeli 1 podano wartości dopuszczalne poziomów mocy akustycznej przykładowych urządzeń, w zależności od zainstalowanej mocy netto P w [kW].

Tabela 1. Wartości dopuszczalnych poziomów mocy akustycznej urządzeń stosowanych w robotach budowlanych [8]

Table 1. Limit values of sound power levels of the equipment used in construction works [8]

Typ urządzenia	Zainstalowana moc netto P (w kW)	Dopuszczalny poziom mocy akustycznej w dB/1pW
Maszyny do zagęszczania (walce wibracyjne, płyty wibracyjne, ubijaki wibracyjne)	$P \leq 8$	105
	$8 < P \leq 70$	106
	$P > 70$	$86 + 11 \lg P$
Spycharki gąsienicowe, ładowarki gąsienicowe, koparko-ładowarki gąsienicowe	$P \leq 55$	103
	$P > 55$	$84 + 11 \lg P$
Spycharki kołowe, ładowarki kołowe, koparko-ładowarki kołowe, wywrotki, równiarki, walce niewibracyjne, maszyny do wykańczania nawierzchni	$P \leq 55$	101
	$P > 55$	$82 + 11 \lg P$
Koparki	$P \leq 15$	93
	$P > 15$	$80 + 11 \lg P$

Podobnie, jak w przypadku ciśnienia akustycznego, ze względu na szeroki przedział zmienności wartości mocy akustycznej, stosuje się skalę logarytmiczną oraz pojęcie poziomu mocy akustycznej L_w , wyrażanego w [dB]. Poziom mocy akustycznej jest podstawową wielkością charakteryzującą emisję hałasu z jego źródła i stąd jest stosowany do oceny hałasu maszyn. Obliczenia symulacyjne rozkładu pola akustycznego zgodnie z metodyką zawartą w normie [6] przeprowadzono w regularnej siatce receptorowej o boku 10 x 10 m na wysokości 4 m nad poziomem terenu, wykorzystując model 3D istniejącego terenu. Wzór (1) opisuje sposób uzyskania równoważnego poziomu ciśnienia akustycznego w punkcie odbioru.

$$L_{JT}(DW) = L_w + D_c - A \text{ [dB]} \quad (1)$$

gdzie: L_{JT} – równoważny poziom ciśnienia akustycznego, dB

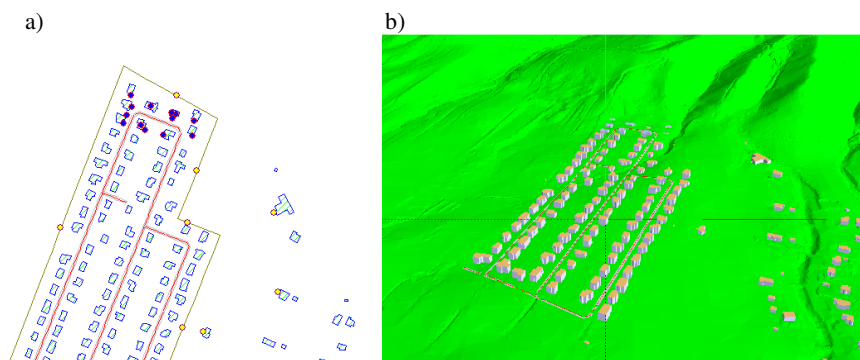
L_w – poziom mocy akustycznej punktowego źródła dźwięku, dB

D_c – poprawka wynikająca z kierunkowości źródła dźwięku, dB

A – tłumienie dźwięku, występujące podczas propagacji od źródła dźwięku do punktu odbioru, dB.

3.2. Symulacje komputerowe

Obliczenia numeryczne na potrzeby analizy akustycznej wykonano wykorzystując pakiet SoundPlan wersja 7.4, posiadający moduły służące do wprowadzania danych, ich kontroli oraz modyfikacji, modelowania parametrów źródeł hałasu, jak również generowania numerycznej mapy terenu, rys 1. Zastosowane do obliczeń oprogramowanie poza standardowym modelem obliczeniowym posiada również moduł przystosowany do prezentacji rozkładu pola akustycznego w postaci map hałasu. W czasie realizacji do budowy budynków i infrastruktury wykorzystano maszyny i urządzenia emitujące hałas oraz pojazdy służące do transportu materiałów budowlanych, budowlano – instalacyjnych i przewozu pracowników a czasie eksploatacji pojazdy użytkowników zamieszkujących oddane do użytkowania budynki. Całość tych procesów zamodelowano przypisując im odpowiednie parametry akustyczne i czasowe uzależnione od długości realizowanego procesu budowlanego.



Rys. 1. Trójwymiarowy akustyczno geometryczny model terenu analizowanej inwestycji oraz jego sąsiedztwa, a) mapa sytuacyjna projektowanego osiedla, b) model 3D projektowanego osiedla

Fig. 1. Acoustic and geometric 3D model of the investigated project and its neighborhood, a) situational map of the planned housing estate, b) 3D model of the planned housing estate

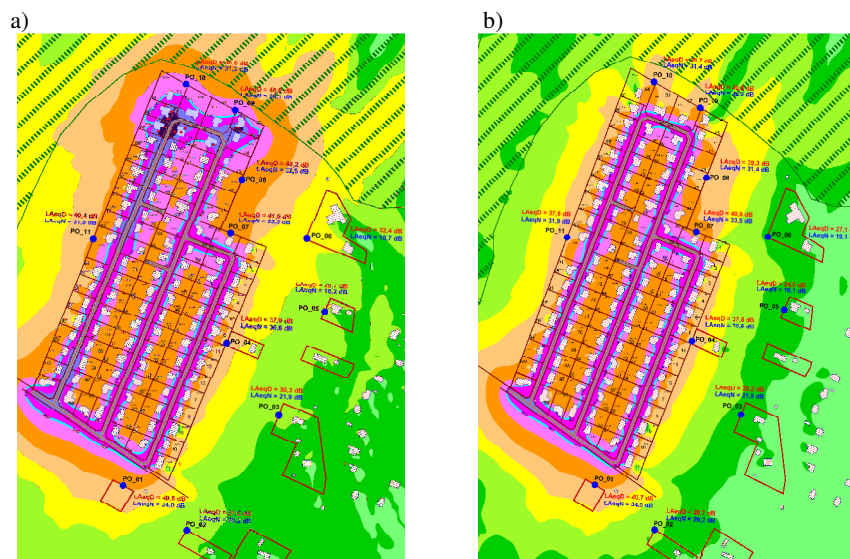
Obliczenia wykonano w wytypowanych punktach na granicy działki oraz sąsiadujących terenów podlegających ochronie przed hałasem (PO_01 ÷ PO_11). Wyniki obliczeń równoważnego poziomu dźwięku dla pory dziennej i nocnej na granicy własności inwestora dla ostatniego etapu budowy (dzień 101) oraz dla etapu eksploatacji zestawiono w tabeli 2.

Wyniki w pozostałych punktach zostały zobrazowane graficznie w odniesieniu do granic terenów podlegających ochronie przed hałasem na mapach hałasu, rysunku 2 w sąsiedztwie.

Tabela 2. Obliczenia hałasu w punktach na granicy realizowanej inwestycji

Table 2. Calculation of noise at the points along the border of the carried out project

Nr punktu	PO_04		PO_07		PO_08		PO_09		PO_10		PO_11	
	ETAP BUDOWY - DZIEŃ 101											
Przedział czasu	PD	PN	PD	PN	PD	PN	PD	PN	PD	PN	PD	PN
Poziom dźwięku [dB]	37,8	30,6	41,9	33,5	49,5	32,1	49,9	32,9	43,2	31,4	40,4	31,4
Wymagany standard [dB]	50	40	50	40	50	40	50	40	50	40	50	40
Przekroczenia poziomu dop. [dB]	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	ETAP EKSPLOATACJI											
Przedział czasu	PD	PN	PD	PN	PD	PN	PD	PN	PD	PN	PD	PN
Poziom dźwięku [dB]	37,8	30,6	41,0	33,5	39,3	31,3	40,8	32,9	39,7	31,5	37,8	31,3
Wymagany standard [dB]	50	40	50	40	50	40	50	40	50	40	50	40
Przekroczenia poziomu dop. [dB]	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–



Rys. 2. Mapy hałasu: a) w 101 dniu prowadzenia robót budowlanych, b) z etapu eksploatacji

Fig. 2. Noise map: a) of on the 101st day of construction works and during the exploitation, b) from the operation stage

4. Analiza wyników

Analiza wyników obliczeń dla poszczególnych okresów realizacji budowy pozwala na stwierdzenie, że z uwagi na prowadzenie robót budowlanych i dojazdu do poszczególnych posesji w porze daytime następuje zmiana klimatu akustycznego w zależności od czasu wykonywania poszczególnych prac budowlanych na dziesięciu realizowanych obiektach. Wartości równoważnego poziomu dźwięku w najniekorzystniejszych etapach budowy w porze daytime są następujące: na granicy inwestycji poziom dźwięku w czterdziestym dniu budowy wynosi: $L_{AeqD} = 37,9 \div 48,0$ dB, w 57 dniu budowy wynosi: $L_{AeqD} = 37,8 \div 49,4$ dB a w 75 i 101 dniu budowy wynosi: $L_{AeqD} = 37,8 \div 47,0$ dB, a na granicy terenów chronionych poziom dźwięku w 40 i 57 dniu budowy wynosi: $L_{AeqD} = 27,6 \div 40,8$ dB w 75 i 101 dniu budowy wynosi: $L_{AeqD} = 27,7 \div 40,7$ dB.

W porze nocnej oddziaływanie hałasu związane jest tylko z dojazdami do zamieszkałych w 90% posesji mieszkalnych i wynosi w całym okresie budowy na granicy inwestycji $L_{AeqN} = 30,6 \div 33,5$ dB a na granicy sąsiadujących terenów mieszkaniowych $L_{AeqN} = 16,2 \div 34,0$ dB. Etap eksploatacji to oddziaływanie związane z dojazdami do posesji mieszkańców oraz przejazdu pojazdów komunalnych, po uwzględnieniu których oddziaływanie będą na następującym poziomie: na granicy inwestycji w porze daytime: $L_{AeqD} = 37,8 \div 40,9$ dB, a w porze nocnej: $L_{AeqN} = 30,6 \div 33,5$ dB. Natomiast na granicy terenów podlegających ochronie akustycznej poziom dźwięku w porze daytime wyniósł: $L_{AeqD} = 24,0 \div 40,7$ dB, a w porze nocnej: $L_{AeqN} = 16,1 \div 34,0$ dB.

5. Wnioski

Uwzględniając uwarunkowania związane z oddziaływaniem hałasu oraz lokalizację terenów wymagających ochrony przed hałasem, planowana realizacja osiedla mieszkaniowego Olchowce w Sanoku nie wymaga stosowania urządzeń ochrony przed hałasem. Występujące oddziaływanie nie przekroczy ustalonych poziomów dopuszczalnych na granicy terenu własności Inwestora i nie będą powodowały ponadnormatywnego wpływu na klimat akustyczny terenów chronionych w jego sąsiedztwie. Zwiększone emisje hałasu w czasie wykonywania prac budowlanych nie będą powodować przekroczeń poziomów dopuszczalnych. Będą to oddziaływanie okresowe, krótkotrwałe i odwracalne, które ustąpią po zakończeniu realizacji inwestycji.

Literatura

- [1] Ustawa o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko, Dz. U. z 2008 r nr 199, poz. 1227 z późniejszymi zmianami.

- [2] 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. nr 189 z dnia 18 lipca 2002 r.
- [3] Ustawa Prawo ochrony środowiska z dnia 27 kwietnia 2001, Dz. U. 2001 nr 62, poz. 627 z późniejszymi zmianami.
- [4] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 14.06.2007 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku, Dz. U. nr 120, poz. 826.
- [5] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 4 listopada 2008 w sprawie wymagań w zakresie prowadzenia pomiarów wielkości emisji oraz pomiarów ilości pobieranej wody, Dz. U. nr 206, poz. 1291.
- [6] ISO 9613-2: „Akustyka – zmniejszanie propagacji dźwięku na otwartej przestrzeni: Część 2: Ogólne metody obliczeń”.
- [7] Francuska krajowa metoda obliczeń „NMPB-Routes - 96 (SETRA-CERTU-LCPC-CSTB)”, określona w „Arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières, Journal Officiel du 10 mai 1995, art. 6” i francuskiej normie „XPS 31-133”.
- [8] Rozporządzenie Ministra Gospodarki w sprawie zasadniczych wymagań dla urządzeń używanych na zewnątrz pomieszczeń w zakresie emisji hałasu do środowiska, Dz. U. 2005 nr 263, poz. 2202.
- [9] Ustawa o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym, Dz. U. 2003 nr 80, poz. 717 z późniejszymi zmianami.

ACOUSTIC ANALYSIS OF THE IMPACTS INVOLVING THE CONSTRUCTION AND EXPLOITATION STAGE OF THE PLANNED ESTATE OF SINGLE-FAMILY HOUSES IN SANOK

S u m m a r y

Under current law, when entering a construction project to the environment, its scale and the applied design solutions and technology implementation shall be subject to peer review. This article presents a reference to the applicable acoustic requirements concerning the environment, i.e. permissible noise levels in the areas protected against the noise of industrial nature. The applicable requirements of the Regulation on permissible noise levels refer not only to the project itself in its exploitation stage but also to particular stages of its implementation. The said requirements involve ensuring proper acoustic climate at every stage of the project, i.e. implementation, operation and decommissioning. The paper presents the acoustic analysis of the forecasted impact that may arise during the particular phases of construction works and after the completion of the project, during everyday exploitation of the buildings in the whole housing estate. The research part of the paper comprises the analysis of noise impact on the protected areas neighboring with the project in view of the scope and methods of the construction works carried out under the schedule. For this purpose, in the program Soundplan, model variants of the construction works were worked out as well as the target situation, where after the simulations of the distribution of the acoustic field in the vicinity of the project were carried out.

Keywords: acoustics environment, sound level, permissible noise levels, acoustic maps

Przesłano do redakcji: 23.12.2017 r.

Przyjęto do druku: 29.12.2017 r.