

Hałas od ruchu samochodowego w otoczeniu skrzyżowań

Marek Motylewicz, Władysław Gardziejczyk

*Zakład Inżynierii Drogowej, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska,
Politechnika Białostocka, e-mail: m.motylewicz@pb.edu.pl, w.gardziejczyk@pb.edu.pl*

Streszczenie: W ostatnich latach coraz większą uwagę zwraca się na ochronę obszarów zabudowanych przed nadmiernym hałasem komunikacyjnym. Istotnym problemem związanym z kształtowaniem klimatu akustycznego w miastach jest ocena i prognozowanie poziomu hałasu w otoczeniu skrzyżowań. Badania w tym zakresie są prowadzone w wielu krajowych i zagranicznych ośrodkach badawczych. Opracowane modele prognozowania hałasu, w zależności od liczby i rodzaju uwzględnianych czynników, z różną dokładnością opisują jego poziom w otoczeniu skrzyżowań. W artykule przedstawiono wyniki badań równoważnego poziomu dźwięku w otoczeniu różnych typów skrzyżowań. Pokazano wpływ organizacji ruchu, natężenia, struktury kierunkowej i rodzajowej oraz geometrii i odległości od skrzyżowania na poziom hałasu. Stwierdzono, że poza podstawowymi parametrami ruchu drogowego (natężenie i struktura rodzajowa) i charakterystyką wlotów, w sposób bardziej szczegółowy powinna być uwzględniana geometria skrzyżowania, organizacja i sposób sterowania ruchem oraz warunki ruchu występujące na skrzyżowaniu.

Słowa kluczowe: równoważny poziom dźwięku, natężenie ruchu, struktura kierunkowa i rodzajowa ruchu, skrzyżowania.

1. Wprowadzenie

Skrzyżowania są istotnym i nieodłącznym elementem sieci drogowo-ulicznej. Szczególnej wagi nabierają w układzie komunikacyjnym miasta, którego sprawne funkcjonowanie w dużej mierze zależy od ich przepustowości oraz warunków ruchu. W ostatnich latach obserwuje się dynamiczny wzrost ruchu samochodowego na drogach w Polsce, który powoduje pogorszenie klimatu akustycznego w ich otoczeniu.

Dotychczasowy stan wiedzy, pozwala na stosunkowo poprawną ocenę i prognozowanie hałasu na drogach zamiejskich oraz na odcinkach przejazdów przez miejscowości gdzie ruch pojazdów odbywa się dość płynnie, bez większych zakłóceń i zmian prędkości. Poziom hałasu w takich przypadkach zależy głównie od natężenia ruchu, prędkości chwilowej pojazdów, udziału w ruchu pojazdów ciężarowych, pochyleń podłużnego drogi oraz charakterystyki nawierzchni drogowej. Problemem jest natomiast prognozowanie hałasu wokół skrzyżowań. Różnorodne rozwiązania geometryczne, wielkości i dysproporcje pomiędzy poszczególnymi relacjami na skrzyżowaniu, udział w ruchu pojazdów ciężarowych, komunikacji zbiorowej

i pieszych, organizacja i sposób sterowania ruchem oraz styl jazdy i ruch o charakterze przerywanym są dodatkowymi czynnikami stwarzającymi problemy przy ocenie i prognozowaniu hałasu w otoczeniu skrzyżowań. Zastosowanie uproszczonych modeli do prognozowania hałasu w sąsiedztwie skrzyżowania może prowadzić do znacznych błędów, głównie niedoszacowania faktycznego poziomu hałasu, co występuje zwłaszcza przy wyższych stopniach obciążenia skrzyżowania. Ma to istotne znaczenie w planowaniu oraz projektowaniu sposobów i środków ochrony przed hałasem.

Celem artykułu jest przedstawienie problemu kształtowania klimatu akustycznego w otoczeniu skrzyżowań w oparciu o wyniki badań własnych równoważnego poziomu dźwięku w punktach położonych w pobliżu przykładowych skrzyżowań.

2. Skrzyżowania drogowe – ogólna charakterystyka

Zgodnie z definicją, skrzyżowanie jest przecięciem lub połączeniem dróg na jednym poziomie, zapewniającym pełną lub częściową możliwość wyboru kierunku jazdy. Obszar skrzyżowania, oprócz wspólnych części dróg, obejmuje również odcinki poszerzeń jezdni spowodowane dodatkowymi pasami ruchu i wyspami kanalizującymi. Pod względem rozwiązania geometrii można wyróżnić skrzyżowania zwykłe lub skanalizowane, trzy-, cztero- lub wielowlotowe. Pod względem organizacji ruchu wyróżnia się skrzyżowania bez sygnalizacji świetlnej, w tym skrzyżowania równorzędne, z pierwszeństwem przejazdu dla jednego z kierunków oraz z ruchem okrężnym i podporządkowaniem wlotów, a także skrzyżowania na których sterowanie ruchem odbywa się za pomocą sygnalizacji świetlnej. Z uwagi na geometrię można wyróżnić takie skrzyżowania, jak [1]:

- zwykłe bez poszerzeń i o poszerzonych wlotach;
- skanalizowane z dodatkowymi pasami ruchu na wlotach drogi głównej i/lub drogi podporządkowanej różniące się zakresem skanalizowania;
- skanalizowane o przesuniętych wlotach drogi podporządkowanej;
- mini, małe, średnie i duże ronda;
- ronda turbinowe;
- z wyspą centralną;
- skanalizowane z szerokim pasem dzielącym lub z rozsuniętymi jezdniami;
- typu „cygaro”.

Czynnikiem decydującym o sprawnym funkcjonowaniu skrzyżowania jest jego przepustowość, która dla zachowania sprawności ruchu powinna być większa od miarodajnego natężenia ruchu. W tabelicy 1 przedstawiono przykładowe wartości przepustowości wybranych typów skrzyżowań [2].

Tabela 1. Przepustowość wybranych typów skrzyżowań.

Typ skrzyżowania	Przepustowość [P/h]	
	praktyczna	teoretyczna
Rondo jednopasowe	2000	2700
Rondo dwupasowe z jednopasowymi wlotami i wylotami	2200	3600
Rondo dwupasowe z dwupasowymi wlotami i wylotami	3500	4000

Skrzyżowanie z wyspą centralną (rozdzielone 3 pasowe wloty i wyloty)	8500	11000
Skrzyżowanie z pierwszeństwem przejazdu i wydzielonymi pasami do skrętu w lewo na drodze głównej	1500	1800
Skrzyżowanie z sygnalizacją świetlną (2-pasowe wloty i 1-pasowe wyloty)	3500	4000
Skrzyżowanie 4 wlotowe z sygnalizacją świetlną (3-pasowe wloty i wyloty rozdzielone pasem dzielącym)	7500	8000

Niezależnie od zapewnienia wystarczającej przepustowości, wymagane jest również zapewnienie odpowiednich warunków ruchu wynikających ze znaczenia skrzyżowania w układzie drogowym obszaru. Miernikami oceny warunków ruchu na skrzyżowaniach są średnie straty czasu ponoszone przez pojazd przy przejeździe przez skrzyżowanie a także długości kolejek i liczba zatrzymań. Wartości tych miar służą głównie ocenie poprawności przyjętego lub istniejącego rozwiązania geometrii i organizacji ruchu skrzyżowania i powinny być wykorzystywane przy ocenie oddziaływania skrzyżowania na otoczenie. W wielu pracach badawczych wykazano, że na poziom hałasu w otoczeniu skrzyżowań, poza podstawowymi parametrami ruchu drogowego (natężenie ruchu, struktura rodzajowa i kierunkowa, prędkość pojazdów), znaczący wpływ mają warunki ruchu [3, 4, 5, 6, 7]. Złe warunki ruchu (duże straty czasu i długie kolejki pojazdów) powodują pogorszenie odczuć kierowców co często prowadzi do bardziej agresywnego i dynamicznego stylu jazdy. Dobre warunki ruchu, przy których wzrasta płynność ruchu powodują, że ujemne oddziaływanie skrzyżowania na środowisko jest mniejsze.

Oprócz warunków ruchu wynikających z geometrii, organizacji ruchu i przepustowości, każdy typ skrzyżowania charakteryzuje się dodatkowymi czynnikami mogącymi wpływać na klimat akustyczny w ich otoczeniu. W przypadku skrzyżowań skanalizowanych oraz zwykłych o poszerzonych wlotach, zastosowanie dodatkowych pasów ruchu na wlotach powoduje, oprócz poprawy warunków ruchu, rozproszenie źródeł hałasu (przybliżenie lub ich oddalenie względem odbiorcy). Poziom hałas w otoczeniu skrzyżowania skanalizowanego zależy także od udziału w ruchu i przebiegu poszczególnych relacji na wlocie z kilkoma pasami ruchu. Programy sygnalizacji świetlnej mają również wpływ na klimat akustyczny, a wprowadzenie ich koordynacji może przyczynić się do obniżenia poziomu hałasu w otoczeniu skrzyżowań o 2 do 4 dB. Jednak tzw. „zielona fala”, poprawiając płynność ruchu, prowadzi do zwiększenia prędkości pojazdów i podwyższenia poziomu hałasu o 3 dB na odcinkach międzywęzłowych [8, 9, 10, 11]. Na hałas w otoczeniu skrzyżowań skanalizowanych ma wpływ szerokość wyspy i pasa dzielącego, a w przypadku skrzyżowań z wyspą centralną – wymiary wyspy.

W przypadku rond, które przy niższych stopniach obciążenia charakteryzują się płynnym ruchem pojazdów oraz niższymi prędkościami przejazdu, ujemne oddziaływanie hałasu na otoczenie jest zwykle mniejsze. Wpływ na klimat akustyczny w pobliżu ronda ma również wyniesiona ponad jezdnię wyspa środkowa, która poprzez przysłanianie pewnych części jezdni i wlotów pełni rolę pewnego rodzaju „ekranu akustycznego”. Wymienione czynniki powodują, że w otoczeniu rond poziomy hałas są zwykle o 2 do 4 dB niższe niż w otoczeniu skrzyżowań skanalizowanych bez sygnalizacji świetlnej [12].

Wpływ na klimat akustyczny w pobliżu skrzyżowań mogą dodatkowo mieć przejścia dla pieszych, przystanki autobusowe oraz torowiska tramwajowe. Powyższe uwagi pokazują, że poznanie problemu hałasu w otoczeniu skrzyżowań drogowych jest zagadnieniem stosunkowo trudnym i złożonym.

3. Hałas w otoczeniu skrzyżowań – program badań

W celu określenia poziomów hałasu w otoczeniu skrzyżowań wykonano pomiary równoważnego poziomu dźwięku L_{Aeq} oraz parametrów ruchu drogowego na wybranych skrzyżowaniach w Białymstoku, Zambrowie i Augustowie. Pomiary prowadzono w otoczeniu następujących typów skrzyżowań:

skrzyżowania skanalizowane 4-włotowe z sygnalizacją świetlną w Białymstoku:

- SZS-1: położone na przebiegu DK 19 na przecięciu ulic: Piastowska – Mieszka I – Sybiraków o przekrojach 2/2 i 1/2 z 1 lub 2 dodatkowymi pasami ruchu na wlotach;
- SZS-2: położone na przecięciu ulic: Prezydenta R. Kaczorowskiego – J. Waszyngtona – St. Wyszyńskiego o przekrojach 2/2 i 2/3 z 1 lub 2 dodatkowymi pasami ruchu na wlotach; na ulicy 2/3 skrajne pasy ruchu tworzą bus-pasy o obciążeniu 30-40 P/h/pas);
- SZS-3: położone na przecięciu ulic: 1000-lecia P.P. – I Armii Krajowej – Radzywińska o przekrojach 1/2 z 1 dodatkowym pasem ruchu na wlotach; skanalizowane tylko wloty podporządkowane.

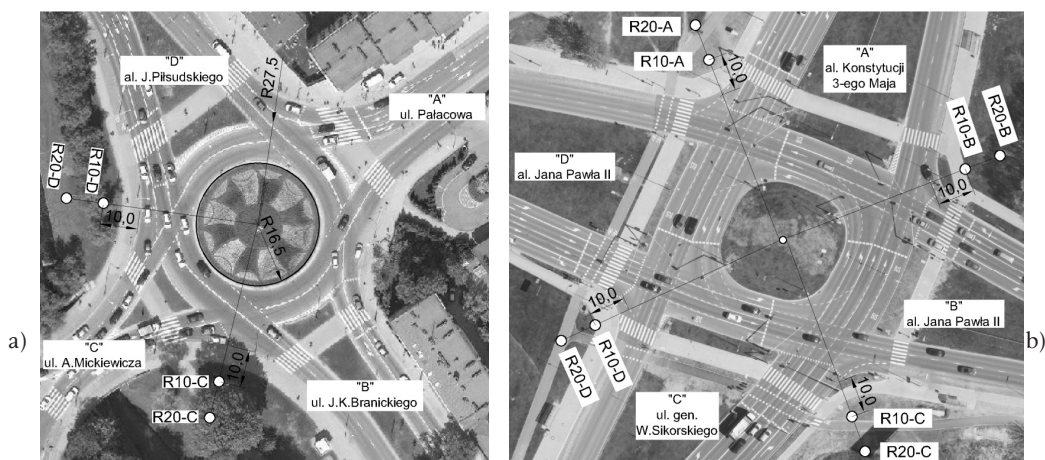
ronda:

- R-1: 3-włotowe, położone w Augustowie na połączeniu DK 8 i 61, Dz = 48,4 m, jednopasowa jezdnia z przejezdnym pierścieniem, wloty i wyloty jednopasowe;
- R-2: 4-włotowe, położone w Zambrowie na przebiegu DK 8 (do 2012r.), Dz = 31,0 m, jednopasowa jezdnia z przejezdnym pierścieniem, wloty i wyloty jednopasowe;
- R-3: 4-włotowe, położone w Białymstoku, Dz = 55,0 m, dwupasowa jezdnia, wloty 2- lub 3-pasowe, wyloty 2-pasowe (geometria wg rys. 1a).

skrzyżowania z wyspą centralną (skanalizowane z sygnalizacją świetlną) w Białymstoku:

- WC-1: położone na przecięciu ulic: Antoniukowska – Wierzbowa – Świętokrzyska o przekrojach 2/2 i 1/2 z 1 dodatkowym pasem ruchu na wlotach; wyloty 2-pasowe; trzy pasy ruchu dookoła wyspy centralnej o średnicy 32,4 m;
- WC-2: położone na przebiegu DK 19 (z załamaniem kierunku ruchu) na przecięciu ulic: J. K. Branickiego – Piastowska – Cz. Miłosza o przekrojach 2/2 z 1 dodatkowym pasem ruchu na wlotach; wyloty 2- lub 3-pasowe; 3 pasy ruchu dookoła wyspy centralnej o średnicy 49,5 m;
- WC-3: położone na przecięciu ulic: Jana Pawła II – gen. W. Sikorskiego – Konstytucji 3-ego Maja o przekrojach 2/2 z 2 lub 3 dodatkowymi pasami ruchu na wlotach; wyloty 2- lub 3-pasowe; 4 bądź 5 pasów ruchu (w tym jeden buspas) dookoła wyspy centralnej o średnicy 31,3 m (geometria wg rys. 1b).

Równoważny poziom dźwięku L_{Aeq} mierzono za pomocą cyfrowych analizatorów dźwięku DSA-50 kl. 1 na wysokości 1,20 m nad powierzchnią jezdni. Punkty pomiaru hałasu zlokalizowano promieniście do skrzyżowania (pomiędzy wlotem a wylotem) w odległości 10 lub 20 m od krawędzi jezdni. Na rysunku 1 przedstawiono przykładową lokalizację punktów pomiarowych w otoczeniu ronda (rys. 1a) i skrzyżowania z wyspą centralną (rys. 1b). Równoległe z pomiarem hałasu, na każdym wlocie skrzyżowania prowadzono pomiary natężenia, struktury kierunkowej i rodzajowej ruchu.



Rys. 1. Lokalizacja punktów pomiaru równoważnego poziomu dźwięku L_{Aeq} w otoczeniu skrzyżowań położonych w Białymstoku: a) rondo im. dr A. Lussy; b) skrzyżowanie z wyspą centralną ulic: Jana Pawła II, gen. W. Sikorskiego i Konstytucji 3-ego Maja

Przyjęty program badań L_{Aeq} miał na celu porównanie poziomów hałasu w otoczeniu różnych skrzyżowań. Zróżnicowanie geometrii skrzyżowań oraz różnorodność zagospodarowania ich otoczenia uniemożliwiły wykonanie pomiarów dokładnie w takich samych odległościach od wlotów/wylotów skrzyżowania. W dotychczasowych badaniach nie porównywano wyników badań terenowych z wynikami obliczonymi w oparciu o modele propagacji dźwięku przy wykorzystaniu programów komputerowych. Takie analizy wraz ze szczegółowym badaniem wpływu poszczególnych elementów geometrii skrzyżowania oraz warunków ruchu na wlotach skrzyżowania na klimat akustyczny w ich otoczeniu będą przedmiotem dalszych prac. Określenie tego wpływu wraz ze wskazaniem metodyki prowadzenia pomiarów hałasu w otoczeniu skrzyżowań będzie miało istotne znaczenie z punktu widzenia sporządzanych raportów o oddziaływaniu inwestycji na środowisko.

4. Wyniki pomiarów

W tabelicy 2 przedstawiono wyniki pomiarów L_{Aeq} przeprowadzonych w otoczeniu skrzyżowań skanalizowanych z sygnalizacją świetlną SZS-1, SZS-2 i SZS-3 dla wybranych zakresów godzinowego natężenia ruchu pojazdów ogółem (Q) i tzw. pojazdów hałaśliwych (autobusy, pojazdy ciężarowe bez przyczep i z przyczepami

oraz motocykle (Q_{PH}). Dla skrzyżowań SZS-1 i SZS-2, z uwagi na dwujezdniowe przekroje ulic oraz rozsuniecie wlotów i wylotów szerokim pasem dzielącym, podano wartości natężenia ruchu pojazdów ogółem (Q_1) i pojazdów hałaśliwych (Q_{PH}) na jezdniach najbliższych punktowi pomiaru.

Tabela 2. Wybrane wyniki pomiarów L_{Aeq} w otoczeniu skrzyżowań z sygnalizacją świetlną.

Skrzyżowanie	Na skrzyżowaniu		Na jezdniach najbliższych danemu punktowi pomiaru		Zakresy L_{Aeq} [dB] w odległości od krawędzi jezdni	
	Q [P/h]	Q_{PH} [P/h]	Q_1 [P/h]	Q_{PH} [P/h]	10 m	20 m
SZS-1	A: 3000-3400	160-200	1750-1900	100-150	67,1 – 67,4	63,9 – 64,0
			1400-1800	30-70	66,4 – 66,9	63,1 – 63,3
SZS-2	A: 3000-3400	50-80	1250-1550	20-30	-	64,1 – 64,8
			1900-2400	25-50	-	65,3 – 66,5
			1250-1550	35-40	-	62,0 – 62,4
SZS-3	B: 2000-2100	90-120	-	-	65,1 – 65,9	60,1 – 60,9

W tablicy 3 przedstawiono wyniki pomiarów L_{Aeq} przeprowadzonych w otoczeniu rond R-1, R-2, R-3 oraz skrzyżowań z wyspą centralną WC-1, WC-2, WC-3 dla wybranych zakresów godzinowego natężenia ruchu pojazdów ogółem (Q) i pojazdów hałaśliwych (Q_{PH}).

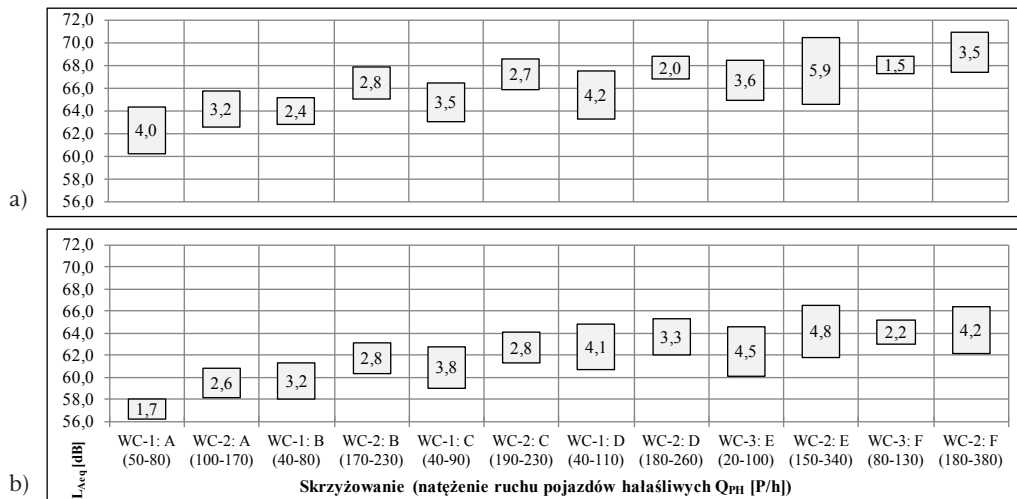
Tabela 3. Wybrane wyniki pomiarów L_{Aeq} w otoczeniu rond i skrzyżowań z wyspą centralną.

Skrzyżowanie	Q [P/h] na skrzyżowaniu		Q_{PH} [P/h] na skrzyżowaniu	Zakresy L_{Aeq} [dB]	
				10 m	20 m
Ronda					
R-1	A:	500-1000	100-370	61,8 – 67,3	59,3 – 64,7
R-2	A:	500-1000	20-100	59,7 – 65,3	56,9 – 62,2
	B:	1000-1500	160-370	65,3 – 68,6	62,2 – 65,2
R-3	A:	500-1000	40-70	59,4 – 61,2	56,6 – 57,3
	C:	3500-3800	100-160	64,3 – 65,9	60,0 – 62,4
Skrzyżowania z wyspą centralną					
WC-1	A:	500-1000	50-80	60,3 – 64,3	56,3 – 58,0
	B:	1000-1500	40-80	62,8 – 65,2	58,1 – 61,3
	C:	1500-2000	40-90	63,0 – 66,5	59,0 – 62,8
	D:	2000-3000	40-110	63,3 – 67,5	60,7 – 64,8
WC-2	A:	500-1000	100-170	62,6 – 65,8	58,2 – 60,8
	B:	1000-1500	170-230	65,1 – 67,9	60,4 – 63,2
	C:	1500-2000	190-230	65,9 – 68,6	61,3 – 64,1
	D:	2000-3000	180-260	66,8 – 68,8	62,0 – 65,3
	E:	3000-4000	150-340	64,6 – 70,5	61,8 – 66,6
	F:	4000-5000	180-380	67,4 – 70,9	62,2 – 66,4
WC-3	E:	3000-4000	20-100	64,9 – 68,5	60,1 – 64,6
	F:	4000-5000	80-130	67,3 – 68,8	63,0 – 65,2

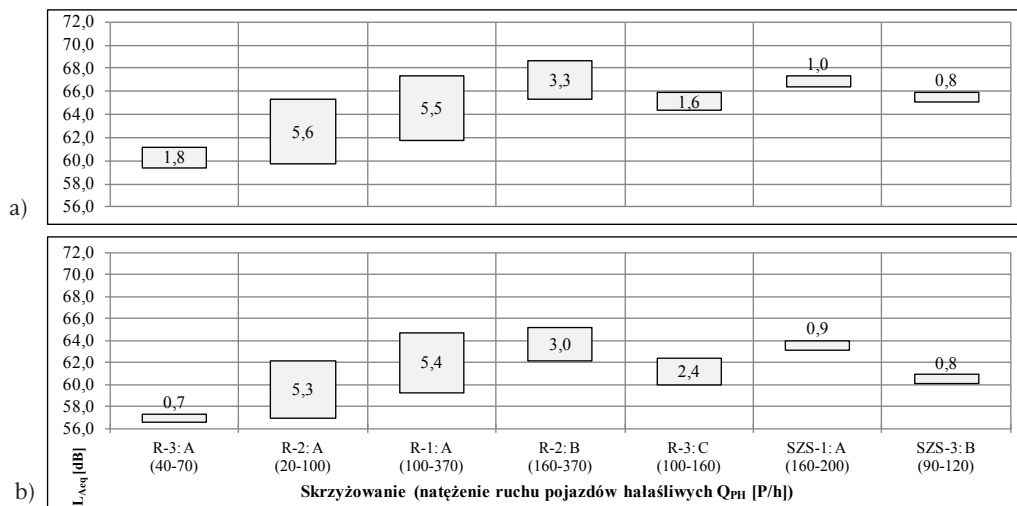
5. Analiza wyników pomiarów

Wartości równoważnego poziomu dźwięku w otoczeniu badanych skrzyżowań, podane w tabelach 2 i 3, stanowiły podstawę obliczenia różnic pomiędzy wartościami L_{Aeq} w zależności od natężenia ruchu i liczby pojazdów hałaśliwych (rys. 2 i rys. 3).

Ustalono, że wartości tych różnic wynoszą od 0,8 do 5,9 dB w odległości 10 m od krawędzi jezdni (rys. 2a i 3a) oraz od 0,7 do 5,4 dB w odległości 20 m (rys. 2b i 3b). Głównymi przyczynami tak dużego zróżnicowania w poziomach hałasu w obrębie pojedynczego skrzyżowania są: ukształtowanie oraz geometria poszczególnych wlotów a także różnice w natężeniach ruchu, strukturze kierunkowej oraz udziale pojazdów hałaśliwych na poszczególnych wlotach.



Rys. 2. Wartości max i min L_{Aeq} ustalone w otoczeniu skrzyżowań z wyspą centralną przy zbliżonych natężeniu ruchu Q [P/h] i różnych Q_{PH} [P/h] w odległości: a) 10 m; b) 20 m od krawędzi jezdni.



Rys. 3. Wartości max i min L_{Aeq} ustalone w otoczeniu skrzyżowań skanalizowanych i rond przy zbliżonych natężeniu ruchu Q [P/h] i różnych Q_{PH} [P/h] w odległości: a) 10 m; b) 20 m od krawędzi jezdni.

Wzrost liczby pojazdów hałaśliwych na skrzyżowaniu wpływa zarówno na zwiększenie hałasu jak i większe zróżnicowania pomiędzy jego poziomami w otoczeniu wlotów. Istotną przyczyną występujących różnic są nierównomierne obciążenia wlotów skrzyżowania. Stwierdzono przy tym, że w otoczeniu skrzyżo-

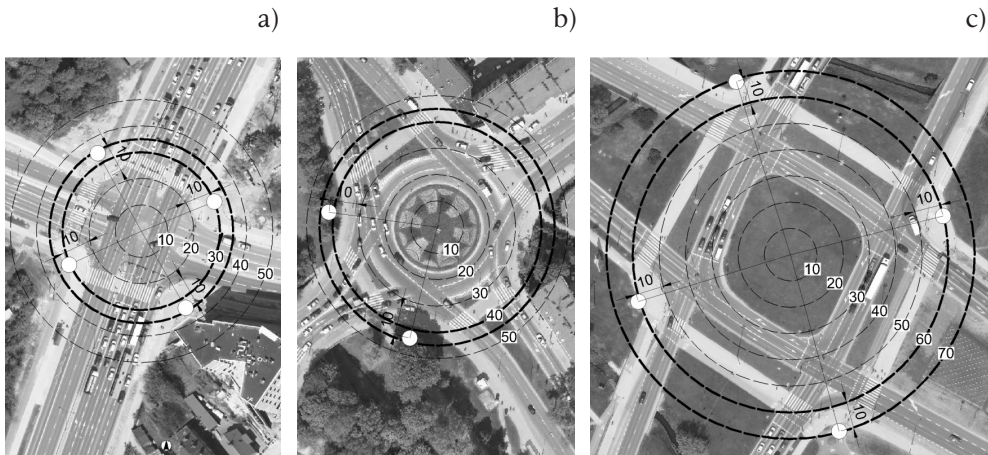
wań obciążonych ruchem zbliżonym do przepustowości, klimat akustyczny w otoczeniu poszczególnych wlotów nie różnił się w znaczący sposób. Niewielkie różnicowania poziomów L_{Aeq} w otoczeniu wlotów występowały również przy niskich obciążeniach ruchem skrzyżowania.

Badając wpływ odległości od skrzyżowania na poziom hałasu ustalono, że w otoczeniu skrzyżowań z wyspą centralną i skrzyżowań skanalizowanych z sygnalizacją świetlną poziomy hałasu w odległości 10 m były wyższe od 3,0 do 5,0 dB niż w odległości 20 m. W przypadku analizowanych rond różnice były nieco mniejsze i wynosiły od 2,5 do 3,5 dB.

Należy także zauważyć jak istotny wpływ na klimat akustyczny na obszarach zabudowy ma zajętość terenu przez skrzyżowanie. Punkty pomiarowe położone w odległości 10 m od krawędzi jezdni, w zależności od typu skrzyżowania oraz ukształtowania jego geometrii, znajdują się w różnych odległościach od środka skrzyżowania (rys. 4):

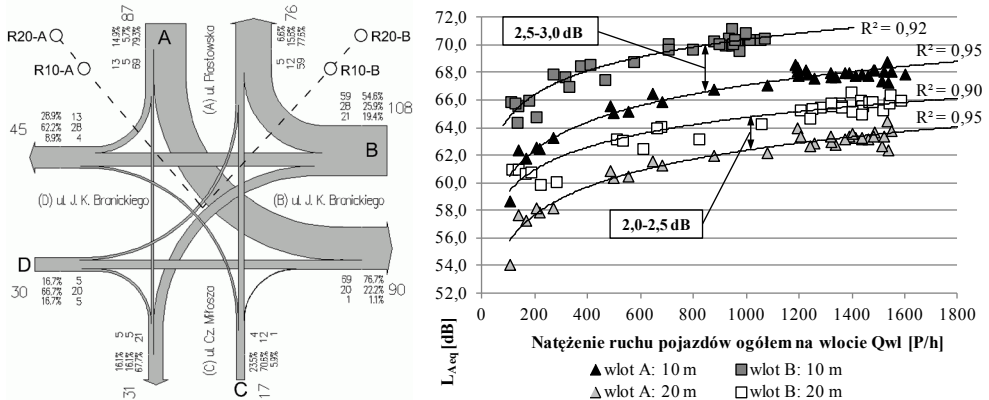
- od 25 do 35 m – dla skrzyżowań skanalizowanych,
- od 25 do 45 m – dla rond,
- od 45 do 70 m – dla skrzyżowań z wyspą centralną.

Ma to duże znaczenie z uwagi na zasięg oddziaływania hałasu od ruchu samochodowego na obszarach zabudowy (przybliżenie lub oddalenie źródeł hałasu od linii zabudowy).



Rys. 4. Położenie punktów pomiarowych (zlokalizowanych 10 m od krawędzi jezdni) względem środka: a) skrzyżowania SZS-2; b) ronda R-3; c) skrzyżowania z wyspą centralną WC-2.

Na przykładzie skrzyżowania z wyspą centralną WC-2 (rys. 5) pokazano wpływ struktury kierunkowej pojazdów hałaśliwych na poziom hałasu w otoczeniu przykładowych wlotów. Różnice w poziomach L_{Aeq} przy wlotach A i B wynosiły od około 2,5 do 3,0 dB w odległości 10 m od krawędzi jezdni oraz od około 2,0 do 2,5 dB w odległości 20 m.



Rys. 5. Skrzyżowanie z wyspą centralną WC-2: a) różnice pomiędzy poziomami L_{Aeq} ustalonymi w odległościach 10 m i 20 m od krawędzi jezdni dla wlotów A i B; b) wykres typowego rozkładu natężeń ruchu pojazdów hałaśliwych QPH [P/h] na skrzyżowaniu dla wybranego pomiaru ruchu.

6. Podsumowanie

W wytycznych dotyczących prognozowania hałasu drogowego brak jest szczegółowych zapisów na temat kształtowania klimatu akustycznego w otoczeniu skrzyżowań. Uwzględnienie jedynie podstawowych informacji na temat typu skrzyżowania i ruchu samochodowego może prowadzić do dużych błędów. W ramach prowadzonych badań równoważnego poziomu dźwięku w otoczeniu różnych typów skrzyżowań wykazano złożoność tego problemu. Ustalono, że w obrębie tego samego skrzyżowania przy zmiennym obciążeniu wlotów, zróżnicowanej strukturze kierunkowej i zróżnicowanym udziale pojazdów hałaśliwych, różnice w poziomach hałasu przy poszczególnych wlotach mogą osiągać wartość do około 6,0 dB. Stwierdzono przy tym, że w otoczeniu poszczególnych wlotów skrzyżowania klimat akustyczny jest mniej zróżnicowany w przypadku małego obciążenia ruchem oraz przy natężeniu ruchu zbliżonym do przepustowości skrzyżowania. Geometria skrzyżowania, ukształtowanie wlotów i ilość pasów ruchu mogą powodować istotne różnice w poziomach hałasu pomiędzy skrzyżowaniami tego samego typu, wynoszące do 4,0 dB.

Na podstawie wyników badań ustalono, że poziomy hałasu w odległości 10 i 20 m od krawędzi jezdni różniły się pomiędzy sobą od około 3,0 do 5,0 dB dla skrzyżowań skanalizowanych z sygnalizacją świetlną oraz skrzyżowań z wyspą centralną, a w przypadku rond – od około 2,5 do 3,5 dB. Stwierdzono również, że bardzo duży wpływ na zasięg oddziaływania hałasu od ruchu samochodowego ma zajętość terenu przez skrzyżowanie oraz odległość pomiędzy poszczególnymi wlotami. Czynniki te powodują, że zbliżone wartości poziomu hałasu mogą występować w różnych odległościach od środka skrzyżowania (przykładowo w odległości 25 m – w przypadku skrzyżowania skanalizowanego i 70 m – w przypadku skrzyżowania z wyspą centralną). Ma to szczególne znaczenie z punktu widzenia planowania ochrony przeciwhałasowej w obszarze zabudowy mieszkaniowej.

Analiza wyników badań wykazała, że potrzebne są dalsze, bardziej szczegółowe rozważania na temat wpływu geometrii skrzyżowania i geometrii poszczególnych wlotów, wpływu zróżnicowania struktury kierunkowej i rodzajowej oraz warunków ruchu na poziom hałasu w otoczeniu skrzyżowań drogowych. Określenie wpływu tych czynników wraz ze wskazaniem metodyki prowadzenia pomiarów hałasu w otoczeniu skrzyżowań będzie miało istotne znaczenie przy sporządzaniu raportów OOŚ oraz na etapie eksploatacji – przy monitorowaniu wielkości hałasu i podejmowaniu decyzji o ochronie przeciwhałasowej.

Literatura

- [1] Tracz M., Chodur J., Gaca S. *Wytyczne Projektowania Skrzyżowań Drogowych. Część I i II*. Generalna Dyrekcja Dróg Publicznych, Warszawa 2001.
- [2] Motylewicz M., Gardziejczyk W. *Badanie i ocena warunków ruchu na skrzyżowaniach z wyspą centralną na przykładzie Białegostoku*. Transport Miejski i Regionalny, 10 (2012) 8-15.
- [3] Bohatkiewicz J. *Badania czynników powodujących zwiększenie poziomu hałasu w otoczeniu skrzyżowań drogowych, w: Ochrona środowiska i estetyka w drogownictwie*. Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Komunikacji RP, Lublin 2000, s. 199-210.
- [4] Tracz M. Bohatkiewicz J. *Effects of traffic conditions on traffic noise at signalized intersection. 2nd European Conference on Noise Control – Euro-Noise'95*, Vol. 1. Lyon, 1995.
- [5] Jahandar N., Hosseinpour A., Sahraei M.A. *Traffic noise under stop and go conditions in intersections*. World Academy of Science, Engineering and Technology 62 (2012), 465-468.
- [6] Agarwal S., Swami B.L., Gupta A.B.: *Development of a noise prediction model under interrupted traffic flow conditions – a case study for Jaipur city*. *Noise & Health* 11:45 (2009), 189-193.
- [7] Rajakumara H.N., Mahalinge Gowda R.M. *Road traffic noise prediction model under interrupted traffic flow condition*. *Environmental Modelling & Assessment* 14 (2009), 251-257.
- [8] De Coensel B. et al. *Effects of traffic signal coordination on noise and air pollutant emissions*. *Environmental Modelling & Software* 35 (2012), 74-83.
- [9] Berengier M.C., Picaut J. *Methods for Noise Control by Traffic Management: Impact of speed reducing equipments. Deliverable H.R2. SILENCE Project*. Sixth Framework Programme. European Commission, Bruxelles, 2008.
- [10] Coelho M.C. et al. *Impact of speed control traffic signals on pollutant emissions*. *Transportation Research Part D*, 10 (2005a), 323-340.
- [11] Stoilova K., Stoilov T. *Traffic noise and traffic light control*. *Transportation Research Part D, Vol. 3*, 6 (1998), 399-417.
- [12] Biernacki S. *Badania poziomu hałasu na wybranych rondach w Krakowie i Rybniku*. Praca magisterska. Kraków 2001.

Road traffic noise in areas surrounding intersections

Marek Motylewicz, Władysław Gardziejczyk

*Division of Road Engineering, Faculty of Civil and Environmental Engineering,
Białystok University of Technology, e-mail: m.motylewicz@pb.edu.pl, w.gardziejczyk@pb.edu.pl*

Abstract: Over the period of the last few years special attention has been paid to the issue of protecting built-up areas against excessive traffic noise. Prediction and assessment of the level of noise in areas surrounding intersections was of primary interest to the researchers. Studies in this field have been carried out in numerous research centers in Poland and around the world. Existing noise prediction models describe the noise level in areas close to intersections with different degree of accuracy, depending on the number and type of factors included in the model. The paper presents the results of studies on the equivalent noise level in the surroundings of various types of intersections. It shows the impact of the following factors on traffic noise: geometry, traffic organization, traffic composition and distribution as well as the distance from the intersection. It was stated that apart from the basic traffic parameters (intensity and composition) and the characteristics of entries, some factors, including intersection geometry, organization and management of traffic and the traffic conditions should be analysed in greater detail.

Keywords: equivalent noise level, traffic volume, traffic distribution and composition, intersections.

