

Problem hałasu generowanego podczas robót drogowych na obszarach chronionych i na terenach zurbanizowanych

Dr hab. inż. Władysław Gardziejczyk, Politechnika Białostocka

1. Wprowadzenie

W otoczeniu większości dróg samochodowych w naszym kraju, zarówno tych głównych, jak i dróg o mniejszym znaczeniu, dopuszczalny poziom dźwięku jest znacznie przekroczony. Dodatkowym problemem jest hałas emitowany przez pracujące maszyny i urządzenia wykorzystywane przy budowie, przebudowie czy modernizacji dróg i ulic. Roboty drogowe często są prowadzone w pobliżu budynków mieszkalnych, na terenach chronionych, na obszarach Natura 2000 i chociaż mają charakter przejściowy i lokalny, naruszają życie w środowisku oraz mogą przyczynić się do jego degradacji. Ocena emisji hałasu w otoczeniu robót drogowych jest zadaniem trudnym i złożonym, gdyż większość robót ma indywidualny charakter, zmienia się rodzaj stosowanego sprzętu, maszyn i urządzeń drogowych, zmienne są warunki gruntowo-wodne, występują różnice w zagospodarowaniu otoczenia, długości i szerokości pasa robót. Na budowanych i modernizowanych odcinkach dróg bardzo często działają różne przedsiębiorstwa wykorzystujące bardzo różnorodny, specjalistyczny sprzęt, a dodatkowym utrudnieniem może być równoległe odbywający się ruch samochodowy. Ważną sprawą z punktu widzenia ochrony środowiska jest odległość od wykonywanych prac budowlanych.

Znajomość problematyki hałasu od prowadzonych robót drogowych jest bardzo potrzebna, zarówno specjalistom opracowującym raporty o ocenie oddziaływania na środowisko, projektantom dróg, jak i wykonawcom robót. W raportach o oddziaływaniu inwestycji na środowisko dość często pojawiają się tylko ogólnikowe zapisy. Przykładem może być stwierdzenie zawarte w jednym z takich opracowań: „...*Zmiany w klimacie akustycznym w fazie prac drogowych będą miały charakter przemijający, krótkotrwały i zmienny. Emitowany hałas będzie wprawdzie wysoki (85 – 102 dB(A)), ale krótkotrwały i o zasięgu lokalnym. Dlatego też nie jest celowe rozpatrywanie zastosowania zabezpieczeń akustycznych. Faza budowy będzie wносиła do środowiska hałas nieustalony, pochodzący od pracy ciężkiego sprzętu mechanicznego oraz budowlano-montażowego, maszyn drogowych i środków transportu...*”. Jednak dotychczas w naszym kraju hałas od robót drogowych nie był przedmiotem bardziej szczegółowych badań. Brak jest danych o poziomie hałasu w otoczeniu typowych robót drogowych, które mogłyby stanowić podstawę do oceny klimatu akustycznego w otoczeniu placów budów, już na etapie planowania organizacji robót. Takich informacji nie ma także zbyt wiele w doniesieniach z innych krajów. Jednak przykładem mogą być

wyniki badań prowadzonych przez Martina i Solainego w programie TRRL, w ramach których ustalono, że równoważny poziom hałasu w bezpośrednim otoczeniu drogi (dla okresu 6h), na której były realizowane prace drogowe, wynosił od 70 do 83 dB(A), a w odległości 30 m od drogi – od 62 do 75 dB(A) [6].

W niniejszym artykule przedstawiono wyniki pilotażowych badań poziomu hałasu w otoczeniu przykładowych robót drogowych oraz ich porównanie z wartościami dopuszczalnego i progowego równoważnego poziomu hałasu dla dróg i linii kolejowych oraz porównać z poziomem hałasu od ruchu samochodowego w otoczeniu wybranych ulic.

2. Charakterystyka akustyczna urządzeń stosowanych w budownictwie drogowym

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 i wyrażana w watach (W). Podobnie jak w przypadku ciśnienia akustycznego, ze względu na szeroki przedział zmienności wartości mocy akustycznej, stosuje się skalę logarymiczną oraz pojęcie poziomu mocy akustycznej LWA, wyrażanego w dB. Poziomą mocą akustycznej jest podstawową wielkością charakteryzującą

Tabela 1. Wartości dopuszczalnych poziomów mocy akustycznej przykładowych urządzeń stosowanych w robotach drogowych [1, 3]

Typ urządzenia	Zainstalowana moc netto P [kW]	Dopuszczalny poziom mocy akustycznej [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
	$P > 15$	$80 + 11 \lg P$

emisję hałasu z jego źródła i stąd jest stosowany do oceny hałasu maszyn. W tabeli 1 podano wartości dopuszczalne poziomów mocy akustycznej przykładowych urządzeń, w zależności od zainstalowanej mocy netto P uzyskanej na stanowisku badawczym na końcu wała korbowego lub jego równoważnika [1, 3].

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 [3, 8] urządzenia te dzieli 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. Gwarantowany poziom mocy akustycznej jest to poziom mocy akustycznej uwzględniający niepewność pomiaru wynikającą ze zmienności procesu wytwarzania i procedur pomiarowych.

Do pierwszej grupy urządzeń należą m.in.: maszyny do zagęszczania (tylko walce wibracyjne i niewibracyjne, płyty i ubijaki wibracyjne), ręczne kruszarki do betonu i młoty napędzane silnikiem elektrycznym, spycharki, wywrotki, koparki hydrauliczne lub linowe, koparko-ładowarki, równiarki, ładowarki, układarki do nawierzchni (bez listwy do intensywnego zagęszczania). Do drugiej grupy zalicza

się m.in.: dźwigi budowlane, wiertnice, młoty hydrauliczne, wycinarki do fug w nawierzchni, układarki do nawierzchni z listwą do intensywnego zagęszczania, urządzenia do palowania, układarki do rur, frezarki do nawierzchni, koparki do rowów. W robotach drogowych stosowane są urządzenia pierwszej i drugiej grupy. Powinny one spełniać wymogi stosownych rozporządzeń, tj. posiadać oznakowanie CE i oznakowanie gwarantowanego poziomu mocy akustycznej oraz deklarację zgodności WE.

W oparciu o podane wartości poziomu mocy akustycznej pojedynczych urządzeń trudno jest jednak ocenić klimat akustyczny w otoczeniu budowanych i modernizowanych dróg. Dodatkowym utrudnieniem jest to, że hałas od robót drogowych jest hałasem nieustalonym, o poziomie dźwięku A zmieniającym się więcej niż 5 dB. Szczególnym rodzajem hałasu nieustalonego jest zaś hałas impulsowy, który charakteryzuje się występowaniem jednego lub kilku impulsów dźwiękowych o czasach trwania krótszych niż 1 s. Ten rodzaj hałasu, przy dużych poziomach ciśnienia akustycznego, występujący stosunkowo często w otoczeniu placów budów, jest szczególnie niebezpieczny dla słuchu. Stąd też rozpoznanie tego tematu jest bardzo wskazane.

3. Wyniki badań i ich analiza

Pomiary poziomu hałasu od przykładowych robót drogowych prze-

prowadzono w otoczeniu budowanego odcinka drogi krajowej nr 8 (obwodnica Augustowa, odcinek Białystok – Katryńka), odcinka drogi krajowej nr 19 (obwodnica Wasilkowa), ul. Zwierzynieckiej w Białymstoku, przy przebudowie ul. W. Jagiełły w Suwałkach. Przedstawiony na rysunkach 1 i 2 odcinek drogi krajowej nr 8 jest położony na obszarze Natura 2000, a pokazany na rysunku 3 odcinek ul. Zwierzynieckiej przecina Las Zwierzyniecki.

Czas trwania pojedynczego pomiaru w wyznaczonych punktach wynosił od 30 do 90 minut i był ustalany w zależności od zakresu prowadzonych robót i obejmował pełne cykle pracy sprzętu na danym odcinku. W tabeli 2 podano wartości równoważnego (maksymalnego) poziomu dźwięku od przykładowych robót w odległości 25 m i w odległości 50 m od granicy pasa, na którym były prowadzone prace budowlane. Bardziej szczegółowy opis robót oraz informacje o pracującym w czasie pomiarów sprzęcie podano w [2].

Klimat akustyczny w otoczeniu tras komunikacyjnych jest oceniany poprzez porównanie równoważnego poziomu dźwięku od ruchu samochodowego z wartościami poziomu dopuszczalnego w porze dnia i w porze nocy. W przypadku terenów zanieczyszczonych nadmiernym hałasem dobrym wskaźnikiem wydaje się być progowy poziom hałasu oznaczający poziom, którego przekroczenie



Rys. 1. Roboty przy budowie odcinka drogi krajowej nr 8 (Białystok – Katryńka): a) profilowanie podłoża gruntowego, b) wykonywanie dolnej warstwy podbudowy z kruszywa łamanego



Rys. 2. Pomiary hałasu przy frezowaniu zniszczonej nawierzchni (odcinek dk nr 8: Białystok – Katryńka): a) pomiar w odległości 25 m od miejsca robót, b) pomiar w odległości 50 m od miejsca robót



Rys. 3. Pomiary hałasu przy wykonywaniu warstwy mrozoochronnej (budowa odcinka ul. Zwierzynieckiej w Białymstoku): a) widok robót, b) pomiar w odległości 25 m od granicy robót

kwalfikuje dany teren do tzw. terenów zagrożonych hałasem [7]. Porównując ustalone wartości równoważnego poziomu dźwięku w otoczeniu prowadzonych robót (tabela 2) z wartościami dopuszczalnego i progowego równoważnego poziomu dźwięku podanymi w tabeli 3 można stwierdzić, że w odległości 25 m od granicy

robót poziom 60 dB(A) jest przekroczony niezależnie od charakteru i zakresu realizowanych prac. Wartość różnicy przekroczenia wynosi od 3,3 dB(A) przy profilowaniu podłoża gruntowego, przy wykorzystaniu jednej równiarki, do 16,1 dB(A) przy frezowaniu zniszczonej nawierzchni. Nieco korzystniej, z punktu widzenia

ochrony środowiska, przedstawia się poziom hałasu w odległości 50 m od prowadzonych robót. W tej odległości, w przypadku wykonywania niektórych prac budowlanych, równoważny poziom dźwięku był niższy od 60 dB(A). Należy jednak zauważyć, że poza pracami najbardziej hałaśliwymi (frezowanie nawierzchni i wykonywanie nasypu

Tabela 2. Wartości równoważnego (maksymalnego) poziomu dźwięku od przykładowych robót przy budowie i przebudowie dróg i ulic

Opis robót	Lokalizacja	L _{Aeq} w dB(A) w odległości:		Uwagi
		25 m	50 m	
I. Karczowanie pni drzew i ich wywóz	dk nr 19 (obwodnica Wasilkowa)	66,0 (72,3*)	60,1 (74,8)	2 koparki, samochód samowyładowczy
II. Profilowanie podłoża gruntowego + wywóz gruntu	dk nr 8 (Katrynka)	66,9 (80,9)	58,8 (69,1)	równiarka, spycharka, koparka, samochód samowyładowczy
	dk nr 8 (Augustów)	63,3 (68,6)	54,9 (57,8)	równiarka,
III. Wykonywanie nasypu (duża koncentracja sprzętu)	dk nr 8 (Augustów)	83,4 (99,7)	73,7 (87,9)	spycharka, 3 walce, samochód samowyładowczy
IV. Stabilizacja gruntu cementem lub wapnem	dk nr 8 (Katrynka)	69,6 (93,4)	65,4 (8,8)	równiarka, WR2000, ciągnik, 2 walce
	dk nr 8 (Augustów)	64,3 (78,6)	54,8 (64,7)	WR2000, 2 walce, samochód samowył.
V. Wykonywanie warstwy podbudowy z kruszywa łamanego	dk nr 8 (Katrynka)	68,6 (87,7)	57,1 (68,2)	rozścielacz, 2 walce, samochód samowyładowczy
VI. Frezowanie zniszczonej nawierzchni bitumicznej	dk nr 8 (Katrynka)	76,1 (88,6)	64,4 (72,8)	frezarka, samochód samowyładowczy
	Ulica (Suwałki)	72,4 (78,1)	67,5 (74,6)	frezarka, samochód samowyładowczy
VII. Układanie warstw bitumicznych nawierzchni	dk nr 8 (Katrynka)	69,5 (87,5)	65,7 (76,6)	rozścielacz, 3 walce, samochody,
	Ulica (Suwałki)	68,8 (75,9)	57,4 (68,7)	rozścielacz, 2 walce, samochody

*) – w nawiasach podano wartości maksymalnego poziomu dźwięku

przy dużej koncentracji sprzętu), progowy poziom hałasu w odniesieniu do terenów zabudowy mieszkaniowej wielorodzinnej, jednorodzinnej i zagrodowej, nie był przekroczony. Z porównania wartości podanych w tabeli 2 i w tabeli 3 wynika także, że na obszarach A ochrony uzdrowskiej oraz na terenach wypoczynkowo-rekreacyjnych, większość robót drogowych powoduje przekroczenie dopuszczalnego i progowego równoważnego poziomu dźwięku, zarówno w odległości 25 m, jak i w odległości 50 m.

Roboty drogowe o dużej koncentracji sprzętu budowlanego powodują istotne pogorszenie klimatu akustycznego w otoczeniu miejsca

ich realizacji. Na przykład, poziom hałasu w otoczeniu wykonywanego nasypu przy budowie odcinka drogi krajowej nr 8 (obwodnica Augustowa) przyjmował następujące wartości w zależności od odległości od prowadzonych robót: 25 m – 83,4 dB(A), 50 m – 73,7 dB(A), 100 m – 58,3 dB(A), 200 m – 48,9 dB(A). Oznacza to, że dopiero w odległości około 200 m poziom hałasu nie przekroczy 50 dB(A). Do szczególnie hałaśliwych robót należy zaliczyć także: frezowanie nawierzchni, wykonywanie stabilizacji gruntu spoiwami hydraulicznymi oraz układanie warstw nawierzchni (w szczególności ich zagęszczanie).

W celu rozpoznania problemu wpływu robót drogowych na klimat

akustyczny na terenach zurbanizowanych, w sierpniu i we wrześniu 2009 roku, przeprowadzono pomiary równoważnego poziomu dźwięku w otoczeniu przebudowywanego skrzyżowania ulic: Anto niukowska, Świętokrzyska i Wierzbowa w Białymstoku (rys. 4). Pomiary wykonano w czterech punktach: A, B, C i D położonych w odległości 10 m od krawędzi jezdni (rys. 5). W każdym z tych punktów wykonano od 6 do 10 jednogodzinnych pomiarów równoważnego i maksymalnego poziomu dźwięku, a ustalone wartości podano w tabeli 4.

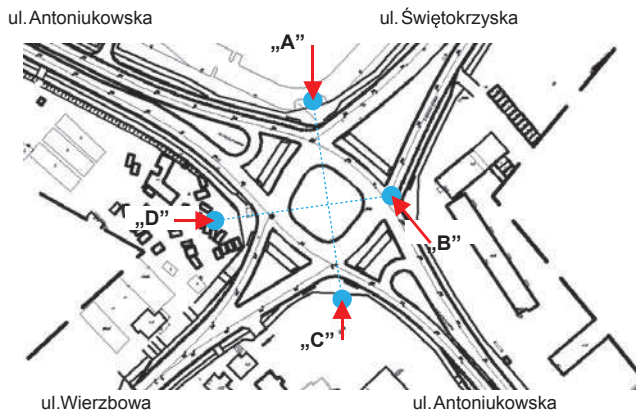
Analiza wyników wskazuje na dość istotne różnicowanie poziomów hałasu w zależności od rodzaju i zakresu prowadzonych robót, miejsca ich wykonywania oraz charakterystyki pracującego sprzętu. Najwyższe wartości poziomu hałasu w punkcie A zanotowano w sytuacji, gdy w odległości około 30 m dokonywano rozbiórki starej zniszczonej nawierzchni bitumicznej (pomiar nr 8 – rys. 6a). Maksymalny poziom dźwięku (94,2 dB(A)) zanotowano w tym punkcie w czasie wyjazdu z placu budowy samochodu ciężarowego. W punkcie B najwyższy równoważny poziom dźwięku (72,2 dB(A)) stwierdzono przy frezowaniu istniejącej

Tabela 3. Wartości dopuszczalne i progowe równoważnego poziomu dźwięku dla dróg i linii kolejowych w porze dnia i w porze nocy [4, 5]

Rodzaj terenu	Wartość L _{Aeq} [dB(A)]		Wartość progowa L _{Aeq} [dB(A)]	
	Pora dnia	Pora nocy	Pora dnia	Pora nocy
1. Obszary A ochrony uzdrowskiej	50	40	60	50
2. Tereny wypoczynkowo-rekreacyjne poza miastem	55	45	60	50
3. Tereny zabudowy mieszkaniowej wielorodzinnej, jednorodzinnej i zagrodowej	60	50	75	67
4. Tereny w strefie śródmiejskiej miast powyżej 100 tys. mieszkańców ze zwartą zabudową mieszkaniową i koncentracją obiektów administracyjnych, handlowych i usługowych	65	55	75	67



Rys. 4. Widok przebudowywanego skrzyżowania ulic: Antoniukowska – Świętokrzyska – Wierzbowa w Białymstoku



Rys. 5. Lokalizacja punktów pomiaru hałasu od robót drogowych na skrzyżowaniu ulic: Antoniukowska – Świętokrzyska – Wierzbowa w Białymstoku

Tabela 4. Wartości równoważnego (maksymalnego) poziomu dźwięku w otoczeniu skrzyżowania

Punkt pomiaru	Równoważny poziom dźwięku (maksymalny poziom dźwięku) [dB(A)]									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	65,2 (79,0)	66,3 (82,5)	67,7 (94,2)	65,2 (77,8)	68,0 (85,9)	66,4 (78,9)	73,2 (82,6)	71,7 (80,3)	75,8 (86,8)	69,5 (90,2)
B	70,7 (89,6)	69,3 (81,3)	72,2 (86,3)	67,0 (78,8)	67,8 (87,9)	68,0 (83,1)				
C	69,7 (85,2)	70,7 (86,8)	69,0 (88,9)	67,5 (82,6)	69,8 (80,3)	69,4 (81,2)				
D	64,9 (84,1)	64,8 (78,6)	67,6 (82,5)	65,2 (78,5)	66,4 (85,7)	63,2 (76,7)	74,8 (89,5)			

nawierzchni w odległości 20–30 m od punktu pomiaru, a maksymalny poziom dźwięku zanotowano w czasie używania krótkotrwałego dźwiękowego sygnału ostrzegawczego wstecznego biegu przez samochód ciężarowy. W punkcie C ustalone równoważne i maksymalne poziomy dźwięku były zbliżone do wartości uzyskanych w punkcie B, a ich przyczyny też były takie same jak w punkcie B. W trakcie prowadzenia pomiarów w punkcie D w pobliżu nie prowadzono najbardziej hałaśliwych robót, z wyjątkiem pomiaru nr 7, w trakcie którego na jezdni wokół wyspy układano warstwę ścieralną. Równoważny poziom dźwięku o wartości 74,8 dB(A) był spowodowany pracą dwóch rozściełaczy i 3 walców w stosunkowo bliskiej odległości (od 15 do 75 m). Maksymalny poziom dźwięku w tym punkcie (89,5 dB(A)) zanotowano zaś podczas pracy zagęszczarki wykorzystywanej do zagęszczenia mieszanki mineralno-asfaltowej przy krawężniku. Obserwacje w trakcie

badania pozwalają także stwierdzić, że istotny wpływ na maksymalny poziom dźwięku miały środki transportu dostarczające materiały na plac budowy lub wywożące destrukcję asfaltową oraz grunt z wykopu na odkład. Ustalono wartości poziomu hałasu w otoczeniu skrzyżowania porównano z poziomem hałasu w punktach A i B od ruchu samochodowego (bez prowadzenia robót drogowych). W czasie wykonywania pomiarów w punktach A i B, w ciągu ulicy Antoniukowskiej (bliższą jezdnią) odbywał się ruch samochodowy w obu kierunkach. Ustalono wartości poziomu hałasu wynosiły odpowiednio:
 Pkt A: $L_{Aeq} = 63,9$ dB(A), $L_{AFmax} = 70,6$ dB(A),
 Pkt B: $L_{Aeq} = 63,4$ dB(A), $L_{AFmax} = 75,4$ dB(A).
 Oznacza to, że hałas od ruchu samochodowego jest niższy o 3–6 dB(A) od poziomu ustalonego w sytuacji pracy sprzętu budowlanego. Dotyczy to jednak tylko przypadków, kiedy najbar-

dziej hałaśliwe prace (np. frezowanie nawierzchni czy zagęszczanie warstw nawierzchni) były wykonywane w odległości ponad 30–40 metrów od punktu pomiaru. W sytuacji, gdy bardziej hałaśliwe prace były realizowane w pobliżu punktów pomiaru, poziom hałasu był wyższy, nawet o ponad 10 dB(A) w stosunku do poziomu hałasu tylko od ruchu samochodowego. W celu porównania poziomów hałasu od robót drogowych, przy przebudowie analizowanego skrzyżowania, z hałasem od ruchu samochodowego w otoczeniu innych (bardziej obciążonych ruchem) ulic przeprowadzono po 3 jednogodzinne pomiary równoważnego poziomu dźwięku w odległości 10 m od krawędzi jezdni, w czterech punktach na terenie Białegostoku i w trzech punktach na terenie Augustowa, a wyniki podano w tabeli 5. Porównanie równoważnych poziomów dźwięku od robót drogowych i od ruchu samochodowego wskazuje na zbliżone ich warto-

ści, oczywiście poza sytuacjami, kiedy wykonywane prace są bardzo hałaśliwe. Można więc stwierdzić, że większość robót drogowych przy przebudowie i modernizacji ulic nie jest bardziej uciążliwym zanieczyszczeniem otoczenia tras komunikacyjnych niż ruch samochodowy.

Przy budowie/przebudowie dróg i ulic realizowane są prace o innym charakterze niż typowe roboty drogowe, które przyczyniają się do nadmiernego zanieczyszczenia akustycznego środowiska (rys. 6). Przeprowadzono pomiary równoważnego poziomu dźwięku w otoczeniu odcinków dróg i ulic, na których prowadzono takie prace budowlane, a ustalone wartości poziomu hałasu przedstawiają się następująco:

a) wbijanie ścianek szczelnych (droga krajowa nr 8 – obwodnica Augustowa; palownica Hitachi GLSK-125):

– odległość 25 m: $L_{Aeq} = 77,2$ dB(A); $L_{AFmax} = 92,1$ dB(A),

– odległość 50 m: $L_{Aeq} = 67,9$ dB(A); $L_{AFmax} = 86,3$ dB(A),

b) wykonywanie pali wierconych w rurze obsadowej (średnica 600 mm) (ul. Antoniukowska w Białymstoku, palownica DELMAG RH26W):

– odległość 15 m: $L_{Aeq} = 84,1$ dB(A); $L_{AFmax} = 103,8$ dB(A),

c) wykonywanie fug w nawierzchni w celu umieszczenia detektorów (ul. Antoniukowska w Białymstoku):

– odległość 15 m: $L_{Aeq} = 84,0$ dB(A); $L_{AFmax} = 89,0$ dB(A),

d) rozbiórka nawierzchni ręcznym młotem (ul. Antoniukowska):

– odległość 30 m: $L_{Aeq} = 71,7$ dB(A); $L_{AFmax} = 80,3$ dB(A),

e) rozbiórka płyty betonowej młotem mechanicznym i równoległe frezowanie zniszczonej nawierzchni (ul. Antoniukowska w Białymstoku):

– odległość od miejsca frezowania 15 m, od rozbiórki płyty 30 m: $L_{Aeq} = 79,8$ dB(A), $L_{AFmax} = 92,4$ dB(A).

Podane wartości potwierdzają dużą hałaśliwość wymienionych robót, a to oznacza, że powinny być one szczególnie dokładnie plano-

Tabela 5. Wartości równoważnego poziomu dźwięku w otoczeniu wybranych ulic w Białymstoku i w Augustowie

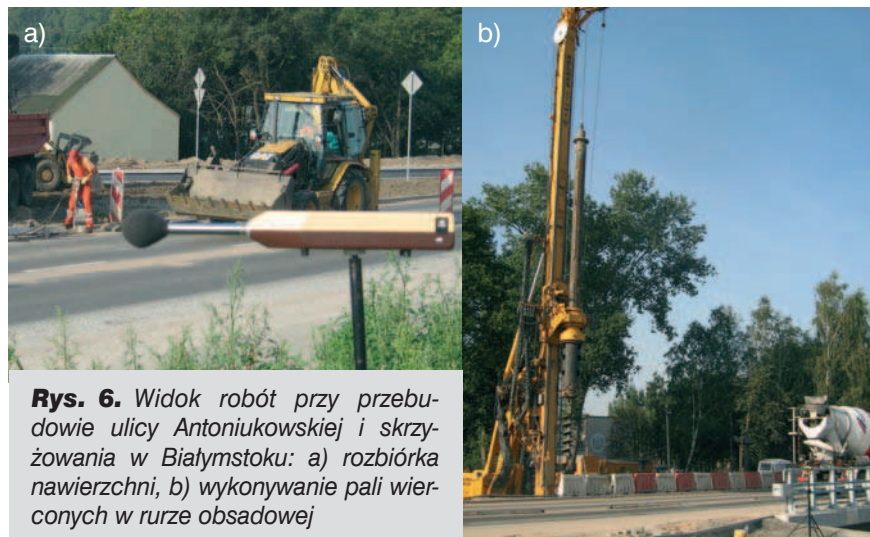
Miasto	Ulica	Równoważny poziom dźwięku A, [dB(A)]		
		Pora dnia		Pora nocy
		Pomiar 1	Pomiar 2	Pomiar 3
Białystok	Piastowska	65,4	65,1	59,2
	Gen. W. Andersa	67,9	68,1	62,0
	Gen. F. Kleberga – pkt 1	69,6	70,4	65,9
	Gen. F. Kleberga – pkt 2	68,5	72,0	66,0
Augustów	Mazurska	66,3	63,1	52,3
	Chreptowicza	65,0	66,0	62,9
	29 listopada	70,2	67,7	63,6

wane z uwzględnieniem ich wpływu na otoczenie i pracujący personel. Szczególnie niekorzystnie wyróżniły się w tej grupie prace związane z wykonywaniem pali wierconych – maksymalny poziom dźwięku osiągnął wartość 103,8 dB(A). W takim przypadku, jak również przy wykonywaniu fug w nawierzchni, rozbiórce nawierzchni oraz innych hałaśliwych pracach budowlanych, główna uwaga powinna być zwrócona na ochronę operatorów sprzętu oraz osoby przebywające w pobliżu prowadzonych robót. Dopuszczalne wartości poziomu dźwięku w miejscu pracy określają odpowiednie przepisy, normy i zalecenia. Należy przy tym uwzględnić czas działania hałasu oraz maksymalne i szczytowe jego wartości. Poziom ekspozycji dziennej (8 h) na hałas nie powinien przekraczać 85 dB(A), a maksymalny poziom dźwięku nie może przekroczyć 115 dB(A). Uważa się, że ekspozycja na hałas przekraczający 85 dB(A) jest możliwa bez

uszczerbku dla zdrowia w przypadku stosowania przerw w pracy lub ograniczenia czasu jej trwania. Na przykład, praca w ciągłym hałasie w granicach 95–100 dB(A) nie może trwać dłużej w ciągu dnia niż 40–100 min.

4. Podsumowanie

Wyniki poziomu dźwięku ustalone w trakcie pomiarów potwierdzają, że hałas pochodzący od robót drogowych zależy od ich rodzaju i zakresu, wykorzystywanego sprzętu oraz od odległości od placu budowy. Do szczególnie hałaśliwych prac budowlanych należy zaliczyć roboty związane z wykonywaniem ścianek szczelnych, pali wierconych, rozbiórką i frezowaniem nawierzchni. Niekorzystny wpływ na klimat akustyczny w otoczeniu robót ma duża koncentracja maszyn i urządzeń na krótkich odcinkach budowanych lub przebudowywanych dróg.



Rys. 6. Widok robót przy przebudowie ulicy Antoniukowskiej i skrzyżowania w Białymstoku: a) rozbiórka nawierzchni, b) wykonywanie pali wierconych w rurze obsadowej

Źródłem maksymalnego poziomu dźwięku przekraczającego stosunkowo często poziom 80 dB(A), są samochody ciężarowe transportujące materiały na place budów, a także urządzenia używające krótkotrwałych dźwiękowych sygnałów ostrzegawczych wstecznego biegu. Do bardzo hałaśliwych urządzeń należy zaliczyć także wszelkiego rodzaju młoty, zagęszczarki oraz piły do wykonywania fug w warstwie ścieralnej.

Należy stwierdzić, że praktycznie wszelkie prace budowlane prowadzone na obszarach A ochrony uzdrowiskowej i na terenach rekreacyjno-wypoczynkowych poza miastem prowadzą do przekroczenia równoważnego poziomu dźwięku o wartości 50 dB(A) w odległości 50 m od miejsca ich realizacji. Jednak poziom hałasu od wielu robót drogowych nie przekracza w sposób zdecydowany poziomu hałasu od ruchu

samochodowego na ruchliwych ulicach naszych miast. Mając jednak na uwadze nadmierny poziom hałasu w trakcie prowadzenia robót drogowych, celowe i konieczne są pewne działania w celu jego ograniczenia. Mogą być one podejmowane zarówno na etapie projektowania, jak i realizacji prac budowlanych. Do najważniejszych takich działań należą: eliminacja lub minimalizacja najbardziej hałaśliwych procesów i prac, udoskonalenie polityki w zakresie stosowania maszyn i urządzeń o małej emisji hałasu, uwzględnienie wymagań dotyczących ograniczenia hałasu w specyfikacjach przetargowych, minimalizacja narażenia pracowników na ponadnormatywny hałas, prowadzenie systematycznej oceny poziomu hałasu w czasie prowadzenia robót (monitoring) oraz eliminowanie z placu budowy źródeł o nadmiernej hałaśliwości.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Dyrektywa 2005/88/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z 14 grudnia 2005 r. w sprawie zbliżenia ustawodawstw Państw Członkowskich odnoszących się do emisji hałasu do środowiska przez urządzenia używane na zewnątrz pomieszczeń. Dziennik Urzędowy UE L 344/44 z 27.12.2005 r.
- [2] Gardziejczyk W., Oksztulska M., Hałas w otoczeniu budowanych i modernizowanych dróg. Artykuł zgłoszony i przyjęty do druku w miesięczniku Drogownictwo
- [3] Rozporządzenie ministra gospodarki z 21 grudnia 2005 r. w sprawie zasadniczych wymagań dla urządzeń używanych na zewnątrz pomieszczeń w zakresie emisji hałasu do środowiska. Dz.U. Nr 263, poz. 2202, z 30 grudnia 2005 r., z późn. zmianami
- [4] Rozporządzenie ministra środowiska z 9 stycznia 2002 r. w sprawie wartości progowych poziomów hałasu. Dz.U. Nr 8, poz. 81
- [5] Rozporządzenie ministra środowiska z 14 czerwca 2007 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku. Dz.U. Nr 120, poz. 8276
- [6] Sadowski J., Podstawy akustyki urbanistycznej. Arkady. Warszawa 1982
- [7] Ustawa z 27 kwietnia 2001 r. – Prawo ochrony środowiska. Dz.U. Nr 62, poz. 627 z późn. zmianami
- [8] Wtulich D., Maszyny robocze – badania hałasu. Magazyn Autostrady 6/2009

Problem nośności granicznej płyt żelbetowych w ujęciu aktualnych przepisów normowych

Prof. dr hab. inż. Piotr Konderla, Politechnika Wroclawska

1. Wprowadzenie

Przedmiotem analizy jest płyta żelbetowa zbrojona ortogonalnie, parametryzowana układem współrzędnych $\{x,y\}$ na powierzchni środkowej płyty. Zgodnie z procedurą stosowaną w praktyce projektowej, dla przyjętego schematu statycznego i obciążenia wykonuje się analizę statyczną płyty traktowaną zwykle jako sprężysta, cienka płyta Kirchhoffa otrzymując w efekcie rozkład przemieszczenia

i sił wewnętrznych. W przypadku stosowania do analizy metody numerycznej MES, otrzymuje się rozwiązanie w postaci dyskretnej. Kolejnym etapem jest wymiarowanie płyty, co w praktyce sprowadza się do doboru zbrojenia płyty tak, aby spełnione były warunki stanu granicznego zgodnie z obowiązującymi normami.

W artykule analizowano problem wymiarowania płyt żelbetowych w zakresie spełnienia I stanu granicznego zgodnie z aktualnie obo-

wiązującymi normami [1] i [2]. Z uwagi na różnice w zapisach normowych, otrzymuje się w zasadzie różne zbrojenie przy ich stosowaniu. W niniejszym artykule dokonano porównania algorytmów wymiarowania wykonanych przy użyciu obu norm. Miarą służącą do porównywania wyników analizy są miarodajne momenty zginające, na podstawie których określa się zbrojenie w przekroju płyty [3]. Prezentowany w artykule problem został zastosowany w autorskim