

# Problem zawodowego narażenia na hałas pochodzący od dźwiękowych sygnalizatorów uprzywilejowania

Paweł Górski

*Sygnaly dźwiękowe generowane przez pojazdy uprzywilejowane w ruchu drogowym powinny być słyszalne i rozpoznawalne dla wszystkich uczestników ruchu drogowego. Sygnaly te docierając do wnętrza pojazdu uprzywilejowanego są hałasem, którego poziom może przekraczać 90 dB. Tak wysoki poziom ciśnienia akustycznego wewnątrz pojazdu powoduje obniżenie koncentracji uwagi kierowcy oraz jest istotnym czynnikiem wpływającym na pogorszenie jakości komunikacji słownej. Ze względu na funkcję informacyjną emitowanych dźwiękowych sygnalów uprzywilejowania nie jest możliwe obniżenie ich poziomu ciśnienia akustycznego. Zwiększenie izolacyjności akustycznej kabiny pojazdu uprzywilejowanego lub zmiana lokalizacji sygnalizatora nie jest w tym przypadku rozwiązaniem właściwym. Skutecznym sposobem obniżenia poziomu hałasu we wnętrzu pojazdu uprzywilejowanego może być zastosowanie metod innowacyjnych.*

Artykuł recenzowany zgodnie z wytycznymi MNiSW

data zgłoszenia do redakcji: 04.09.2012

data akceptacji do druku: 26.10.2012



mgr inż. Paweł Górski  
Centralny Instytut  
Ochrony Pracy – PIB  
pawel@ciop.pl

Pojazdami uprzywilejowanymi nazywamy pojazdy korzystające ze specjalnych praw w ruchu drogowym, do których zalicza się głównie karetki pogotowia, pojazdy straży pożarnej i policji. Grupa pojazdów uprzywilejowanych stanowi stosunkowo niewielką, ale bardzo ważną grupę użytkowników dróg, ponieważ od ich szybkiego i sprawnego przemieszczania się często zależy ludzkie życie. W województwie mazowieckim, wg informacji Departamentu Zezwoleń i Koncesji MSWiA, w 2011 roku było zarejestrowanych 545 pojazdów uprzywilejowanych. Szacuje się, że na terenie Polski może być użytkowanych ok. 8000 pojazdów uprzywilejowanych. Zgodnie z wymaganiami Kodeksu Drogowego pojazd uprzywilejowany w ruchu drogowym powinien wysyłać jednocześnie sygnały świetlne i dźwiękowe. Sygnaly te mają za zadanie informowanie pozostałych uczestników ruchu drogowego nie tylko o samym fakcie uprzywilejowania, ale przede wszystkim o konieczności umożliwienia pojazdowi uprzywilejowanemu sprawnego przejazdu. Z tego względu istotne jest aby ta informacja docierała do użytkowników ruchu drogowego z jak największej odległości dając im czas na prawidłową reakcję. O nadjeżdżającym pojeździe uprzywilejowanym zwykle kierowcy dowiadują się najpierw za pomocą słuchu i dopie-

ro później lokalizują go na podstawie sygnalizatora świetlnego. Ze względu na zmienne warunki akustyczne otoczenia (np.: hałas od ruchu komunikacyjnego), prawidłowy odbiór dźwiękowego sygnału uprzywilejowania może być zapewniony głównie poprzez odpowiednio wysoki poziom ciśnienia akustycznego. Tak wysokie poziomy ciśnienia akustycznego emitowanych sygnałów są jednak istotnym problemem dla załogi pojazdów uprzywilejowanych oraz dla okolicznych mieszkańców.

## Poziomy ciśnienia akustycznego dźwiękowego sygnału uprzywilejowania na zewnątrz pojazdu

Obecnie w Polsce brak jest uregulowań określających graniczne poziomy ciśnienia akustycznego dźwiękowych sygnałów uprzywilejowania pojazdu w ruchu drogowym. W regulaminie nr 28 EKG ONZ [[12]], dyrektywie 70/388/EEC [[7]] oraz normie PN-S-76004:1992 [[10]] można znaleźć wymagania dotyczące dźwiękowych sygnałów ostrzegawczych w pojazdach, jednak nie dotyczą one dźwiękowych sygnałów uprzywilejowania. W polskiej normie PN-S-76006:1075 [[11]] określono wymaganie, że maksymalny poziom dźwięku A dźwiękowego sygnału uprzywilejowania, w odległości 2 m powinien być nie mniejszy niż 115 dB. Norma ta dotyczyła jednak tylko dwudźwiękowych sygnałów ostrzegawczych i została wycofana w dniu 21.07.2005r.

Jednym z istotniejszych dokumentów międzynarodowych są wytyczne SAE J1849 [[15]] wydane przez the Society of Automobile Engineers International. Opisuje ona parametry akustyczne jakie powinien spełniać dźwiękowy sygnał uprzywilejowania pojazdu w ruchu drogowym. Według tej

normy maksymalny poziom dźwięku A sygnału ostrzegawczego wyznaczony w odległości 3 m od urządzenia sygnalizującego i w jego osi głównej nie może być większy niż 118 dB. Również podobne zapisy można spotkać w szwajcarskim rozporządzeniu w sprawie wymagań technicznych dla pojazdów drogowych [[13]]. W tym przypadku inne wymagania określono dla sygnałów dwudźwiękowych i inne dla trójdzźwiękowych, nie uwzględniając przy tym sygnałów modulowanych – najczęściej używanych w Polsce. Jako poziomy graniczne sygnałów dwudźwiękowych przyjęto poziomy dźwięku A: minimalny 100 dB, a maksymalny 115 dB, dla trójdzźwiękowych odpowiednio 93 i 112 dB. W obu przypadkach wartości te mierzone są po zamontowaniu sygnalizatora na pojeździe w odległości 7m od pojazdu. W normie niemieckiej DIN 14610:2009-01 [[14]] przytoczono jako wartość minimalną sygnału – 110 dB.

W Polsce zwyczajowo przyjęto, że wartości graniczne poziomów ciśnienia akustycznego sygnałów dźwiękowych uprzywilejowania pojazdu w ruchu drogowym mogą być określone w Specyfikacji Istotnych Warunków Zamówienia (SIWZ) do zamówień publicznych na pojazdy uprzywilejowane realizowane np.: przez policję, służbę zdrowia czy straż pożarną. Zapisy te dotyczące wartości granicznych mogą mieć postać: „Zespolone urządzenie rozgłoszeniowo – alarmowe wysyłające ostrzegawcze sygnały dźwiękowe uprzywilejowania pojazdu w ruchu drogowym musi wytwarzać dźwięki, których ekwiwalentny poziom ciśnienia akustycznego wg krzywej korekcyjnej A mierzony całkowitym miernikiem poziomu dźwięku umieszczonym w odległości 7 m przed pojazdem musi zawierać się w granicach 100 dB(A) ÷ 115 dB(A), dla każdego

rodzaju dźwięku”. Ze względu na fakt, że zapisy te nie są obligatoryjne, w praktyce takie wymagania często ograniczają się do zapisów typu: „sygnał dźwiękowy modulowany o mocy min. 100W z możliwością podawania komunikatów głosem zgodny z obowiązującymi przepisami”.

Mimo tak znacznej dowolności w określeniu parametrów akustycznych sygnałów dźwiękowych uprzywilejowania pojazdu w ruchu drogowym w praktyce wykorzystywane są głównie trzy rodzaje sygnałów, nazywane zwyczajowo „Le-On” (Hi-Lo), „Wilk” (Yelp) i „Pies” (Wail). Sygnał „Le-On” jest złożony z dwu przełączanych naprzemiennie co 0,5 s tonów o częstotliwościach 950 i 1150 Hz. Sygnał „Wilk” jest przebiegiem tonalnym o liniowo, naprzemiennie narastającej i opadającej częstotliwości. Dolna częstotliwość sygnału wynosi 500 Hz, górna 2000 Hz. Czasy narastania i opadania częstotliwości są sobie równe i wynoszą 4 s. Sygnał typu „Pies” to powtarzający się przebieg tonalny o malejącej częstotliwości z zakresu

od 1800 do 600 Hz. Czas opadania częstotliwości wynosi 2,5 s. W części pojazdów wykorzystywany jest także sygnał, tzw. Mix, będący sygnałem złożonym z 2 s fragmentów wszystkich opisywanych wcześniej sygnałów. W zależności od producenta urządzeń sygnalizacyjnych parametry akustyczne tych sygnałów nieznacznie się różnią. Znaczne różnice dotyczą poziomu dźwięku A emitowanego sygnału, który oscyluje w granicach 100-115 dB. Potwierdzają to wyniki pomiarów przeprowadzonych w CIOP-PIB. Wśród wielu przyczyn tego stanu rzeczy część jest oczywista (wpływ lokalizacji sygnalizatora, inny producent sygnalizatora), jednak część przyczyn nie jest tak oczywista i często jest pomijana (np.: wpływ warunków akustycznych w komorze silnika w przypadku sygnalizatorów tam montowanych oraz wpływ sposobu montażu sygnalizatora). Przykładowo, na rysunkach 1 i 2 przedstawiono wyniki pomiarów w pasmach tercjowych przeprowadzonych dla dwóch różnych pojazdów (inna marka pojazdu) policji z sygnalizato-

rem dźwiękowym umieszczonym w komorze silnika.

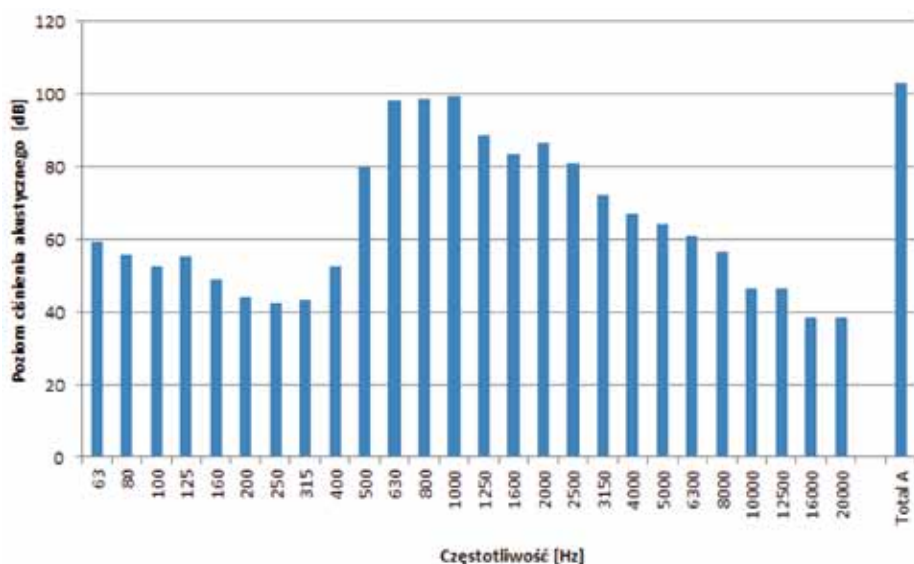
W obu przypadkach w pojazdach zainstalowano ten sam typ sygnalizatora dźwiękowego. Pomiar przeprowadzono w czasie postoju, w odległości 7 m od czoła pojazdu. Mierzono ten sam rodzaj sygnału (Mix). Jak można zauważyć widma sygnałów emitowanych przez oba pojazdy mają bardzo zbliżony rozkład, a większość energii skupiona jest w zakresie częstotliwości od 630 do 2000 Hz. Istotne różnice występują jednak w przypadku zarejestrowanych poziomów dźwięku A wynoszących odpowiednio 103 i 108 dB (rysunek 1 i 2 - Total A). Powodem tych różnic jest nieco inna budowa komory silnika i inny sposób mocowania sygnalizatora dźwiękowego.

Należy dodać, że przedstawione poziomy ciśnienia akustycznego, pomimo, że wydają się wysokie, w warunkach ruchu drogowego, nie zawsze można uznać za wystarczające. Wyniki badań przedstawione przez Solomon’a Stephen’a [[4]] pokazują, że w pojeździe poruszającym się z prędkością 60 km/h (z wyłączonymi radiem i klimatyzacją), dźwiękowy sygnał uprzywilejowania pojazdu słyszany jest z odległości ok. 100 m. Gdy w samochodzie tym włączone zostaną klimatyzacja i radio, odległość ta zmniejsza się poniżej 15 m. Należy przy tym zaznaczyć, że droga hamowania przy prędkości 60 km/h na suchym asfalcie to ok. 18,5 m, wliczając czas reakcji kierowcy oraz układu hamulcowego droga ta wydłuża się do ok. 40 metrów, czyli znacznie poniżej odległości z jakiej możliwe jest usłyszenie pojazdu uprzywilejowanego przez kierowcę pojazdu, w którym działają radio i klimatyzacja.

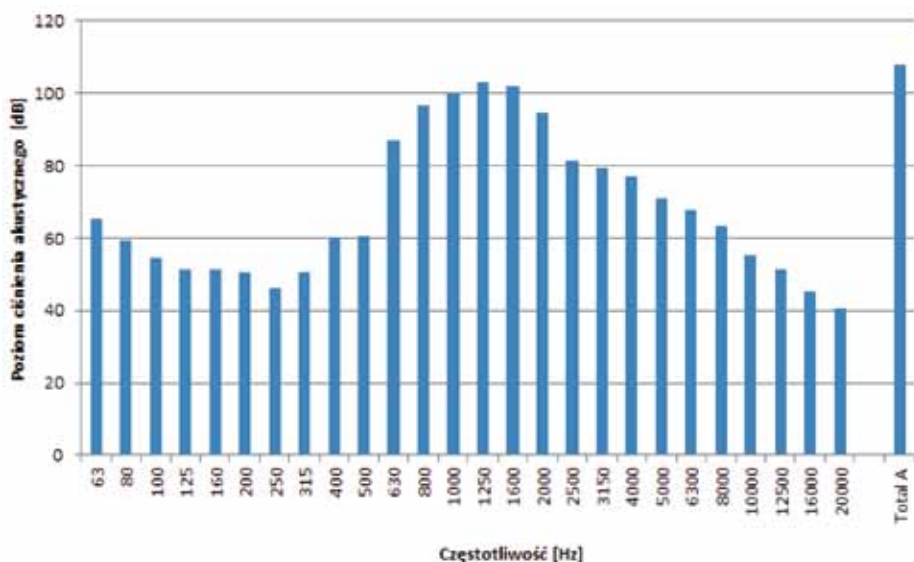
## Poziomy ciśnienia akustycznego sygnalizacji dźwiękowej wewnątrz pojazdu

O ile dla ostrzeganych uczestników ruchu drogowego sygnalizator dźwiękowy jest źródłem użytecznego sygnału i jego poziom dźwięku A jest przez nich akceptowalny, to dla załogi pojazdu uprzywilejowanego jest źródłem hałasu. Z badań przeprowadzonych w CIOP-PIB [[2]] wynika, że poziomy dźwięku A wewnątrz pojazdów mogą przekraczać poziom 90dB, co negatywnie wpływa na warunki pracy kierowcy i załogi pojazdu, a w skrajnych przypadkach może prowadzić do uszkodzenia słuchu.

W tabeli 1 przedstawiono przykładowe poziomy ciśnienia akustycznego mierzonego wewnątrz pojazdów. W 3 kolumnie przedstawiono wyniki pomiarów równoważnego poziomu dźwięku A, w 4 kolumnie – szczytowego poziomu dźwięku C, a w 5 kolumnie – maksymalnego poziomu dźwięku A. Określenie tych wartości jest niezbędne do oszacowania narażenia na hałas załogi



1. Poziomy ciśnienia akustycznego sygnału uprzywilejowania emitowanego przez pojazd 1



2. Poziomy ciśnienia akustycznego sygnału uprzywilejowania emitowanego przez pojazd 2

Tab.1: Przykładowe poziomy hałasu w kabinach pojazdów uprzywilejowanych

Lp.	Warunki pomiaru	$L_{Aeq,T}$ [dB]	$L_{C,peak}$ [dB]	$L_{A,max}$ [dB]
1	2	3	4	5
1	pojazd w ruchu + sygnalizator wył.	65	102	69
2	pojazd na postoju + sygnalizator wł.	87	99	88
3	pojazd w ruchu + sygnalizator wł.	90	115	94
4	pojazd na postoju + sygnalizator wł.*	76	88	84

\*sygnalizator umieszczony w komorze silnika

pojazdu, zgodnie z obowiązującymi przepisami w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy [[5], [6]].

Analizując przedstawione wartości można zauważyć, że włączenie dźwiękowego sygnalizatora uprzywilejowania w ruchu drogowym powoduje podwyższenie poziomu dźwięku A we wnętrzu pojazdu o ok. 25 dB (patrz wiersze 1 i 3), a dźwiękowy sygnał uprzywilejowania jest głównym źródłem hałasu w pojeździe. Zatrzymanie pojazdu i wyłączenie silnika powoduje nieznaczne obniżenie we wnętrzu pojazdu rejestrowanego poziomu dźwięku A z 90 do 87 dB (patrz wiersze 2 i 3). W czwartym wierszu umieszczono zmierzone wartości poziomu dźwięku A w pojeździe, w którym dźwiękowy sygnalizator uprzywilejowania umieszczony był w komorze silnika (w pozostałych przypadkach dźwiękowy sygnalizator uprzywilejowania umieszczony był w belce sygnalizacyjnej na dachu pojazdu). W żadnym z przedstawionych przypadków nie można mówić o przekroczeniach najwyższych dopuszczalnych wartości szczytowego poziomu dźwięku C ( $L_{C,peak}$ ) oraz wartości dopuszczalnych maksymalnego poziomu dźwięku A ( $L_{A,max}$ ). Zgodnie z polskimi przepisami [[5]] te wartości ustalone są na poziomie  $L_{A,max} = 115$  dB i  $L_{C,peak} = 135$  dB. Problemem jest natomiast możliwość przekroczenia najwyższych dopuszczalnych wartości (NDN) poziomu ekspozycji na hałas odniesionego do 8-mio godzinowego dobowego wymiaru czasu pracy ( $L_{EX,8h} = 85$  dB) [[5]] oraz wartości tzw. progów działania ( $L_{EX,8h} = 80$  dB) [[6]].

Ww. wartości graniczne poziomu ekspozycji przyjęto ze względu na udowodnione, szkodliwe oddziaływanie hałasu na narząd słuchu. Przyjmując, że średni czas jazdy załogi pojazdu uprzywilejowanego z włączoną sygnalizacją dźwiękową wynosi 60 min., można obliczyć, że poziom ekspozycji na hałas ( $L_{EX,8h}$ ) przekracza wartość 80 dB, przekracza więc próg działania, co powinno skutkować wdrożeniem przez pracodawcę działań mających na celu jego ograniczenie. Przekroczenie najwyższej dopuszczalnej wartości poziomu ekspozycji na hałas wystąpi wtedy, gdy średni czas jazdy załogi pojazdu

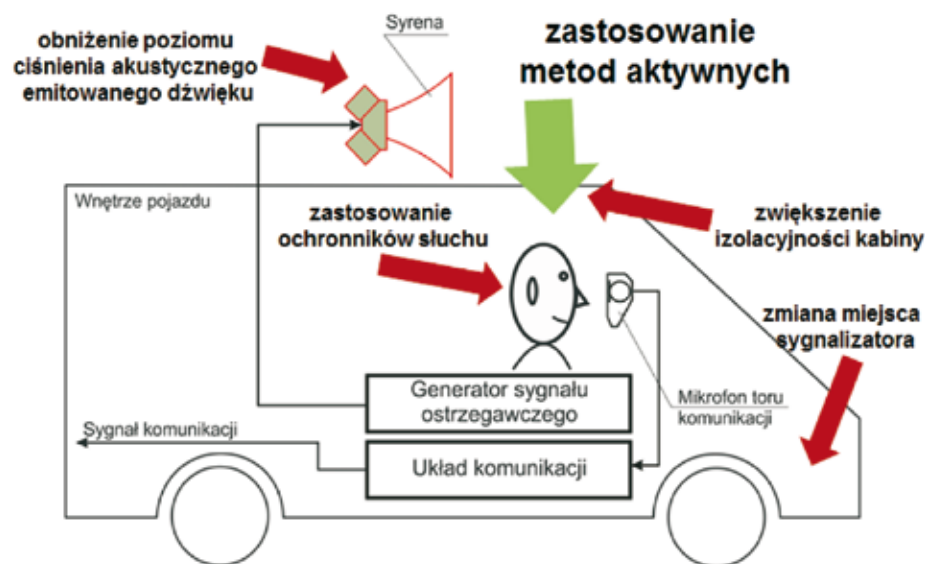
uprzywilejowanego z włączoną sygnalizacją dźwiękową przekroczy 210 min., co należy uznać za przypadek niezwykle rzadki. Obecnie, brak jest specjalnych przepisów dotyczących dopuszczalnych poziomów hałasu w pojazdach uprzywilejowanych. Norma PN-EN 1789+A1:2011 [[8]], która uwzględnia aspekt hałasu wewnątrz ambulansów drogowych, wyłącza w pomiarach hałasu od dźwiękowej sygnalizacji uprzywilejowania pojazdu. W tym miejscu należy zauważyć, że w warunkach akcji ratowniczej od kierowcy pojazdu uprzywilejowanego prowadzącego pojazd wymaga się szczególnej koncentracji uwagi. Jednocześnie wymagana jest dobra komunikacja słowna kierowcy z załogą pojazdu oraz z centrum powiadamiania ratunkowego lub koordynacji działań ratowniczych. Biorąc to pod uwagę, przy ustalaniu wartości granicznych zawodowej ekspozycji na hałas w kabinie pojazdu, powinno się uwzględnić wymagania normy PN-N-01307:1994 [[9]], która określa graniczne wartości hałasu ze względu na możliwość realizacji przez pracownika jego podstawowych zadań, tj. wartości stanowiące kryterium uciążliwości hałasu. Analizując te wymagania proponuje się przyjąć w przypadku kierowców pojazdów uprzywilejowanych, jako wartość dopuszczalną równoważny poziom dźwięku A wynoszący 65 dB.

Wartość ta nie jest przekroczona jedynie w przypadku wyłączonego dźwiękowego sygnalizatora uprzywilejowania (patrz tabela 1). W tej sytuacji niezbędne jest prowadzenie działań mających na celu zmniejszenie narażenia na hałas kierowców pojazdów uprzywilejowanych.

## Metody ograniczania narażenia kierowców pojazdów uprzywilejowanych na hałas

Realizacja działań mających na celu zmniejszenie narażenia na hałas kierowców pojazdów uprzywilejowanych można prowadzić na kilka sposobów, jak to przedstawiono na rysunku 3.

W pierwszej kolejności należy wykluczyć możliwość obniżenia poziomu ciśnienia akustycznego emitowanego przez dźwiękowy sygnalizator uprzywilejowania. Zgodnie z przedstawionymi wcześniej informacjami obecnie stosowane poziomy ciśnienia akustycznego są poziomami minimalnymi umożliwiającymi ich słyszalność przez pozostałych uczestników ruchu drogowego. Polskie przepisy wykluczają także zastosowanie przez kierowców jakichkolwiek ochronników słuchu. Sposobem na ograniczenie narażenia na hałas kierowców pojazdów uprzywilejowanych może być zwiększenie izolacyjności akustycznej kabiny poprzez zastosowanie dodatkowych materiałów dźwiękochłonno-izolacyjnych. Sposób ten pozwala na znaczne zredukowanie hałasu od sygnalizatora dźwiękowego we wnętrzu kabiny, ale jednocześnie oznacza również nadmierne odizolowanie kierowcy od sygnałów i dźwięków pochodzących od innych użytkowników ruchu, co w konsekwencji skutkuje zwiększeniem ryzyka powstania wypadku drogowego. Z tych właśnie względów ograniczanie hałasu we wnętrzu kabiny pojazdu uprzywilejowanego poprzez zwiększanie izolacyjności



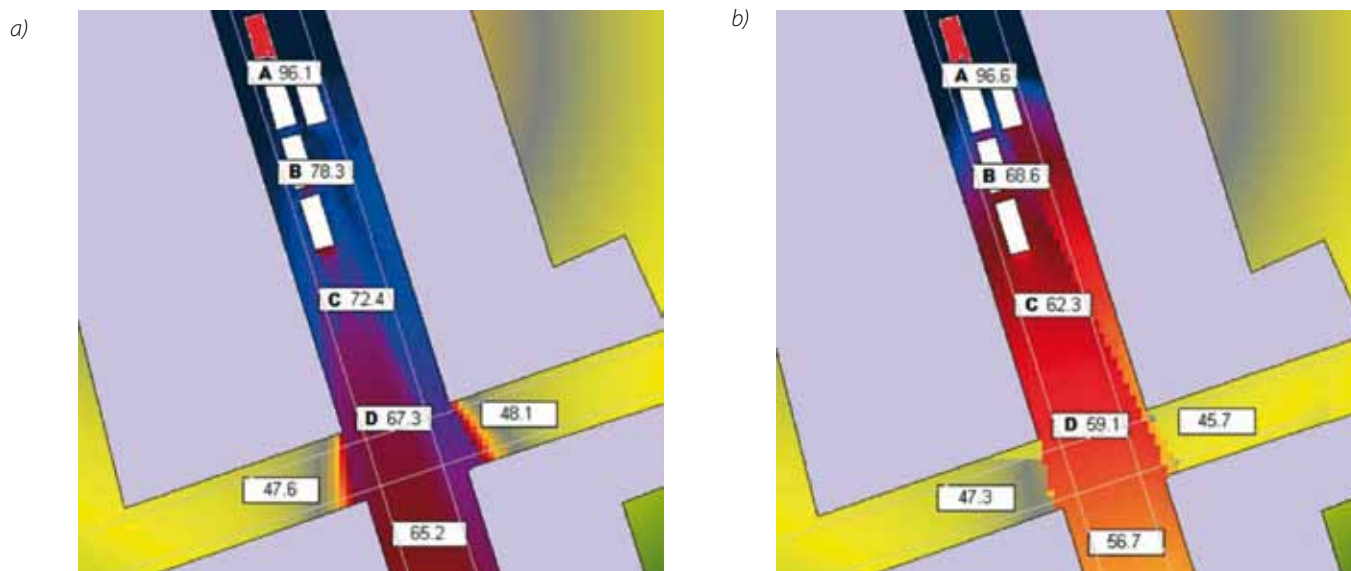
3. Sposoby ograniczania hałasu od sygnału ostrzegawczego

akustycznej tej kabiny nie jest odpowiednim sposobem w przypadku kierowcy. Sposób ten można natomiast zastosować do ograniczania hałasu w odniesieniu do pozostałej części załogi pojazdu uprzywilejowanego.

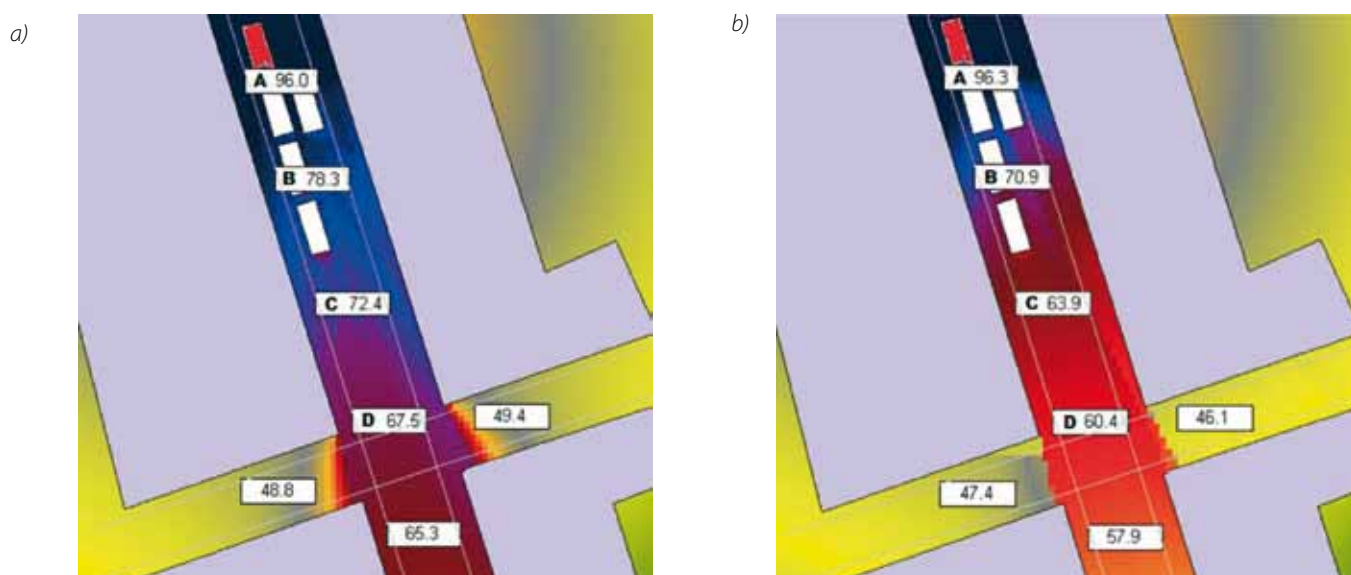
Obecnie często stosowanym sposobem ograniczenia narażenia na hałas kierowcy pojazdu uprzywilejowanego jest przeniesienie dźwiękowego sygnalizatora uprzywilejowania do komory silnika. Rozwiązanie to ogranicza narażenie na hałas o ok 10 dB (tabela 1 poz. 4). Jednak może to powodować znaczne obniżenie poziomu ciśnienia akustycznego dźwiękowego sygnału uprzywilejowania docierającego do pozostałych uczestników ruchu drogowego, szczególnie w przypadkach, gdy pojazd uprzywilejowany jest „ekranowany akustycznie” przez otaczające go samochody. Opisywaną sytuację zamodelowano za pomocą komputero-

wego programu do obliczeń, oceny i prezentacji poziomu hałasu w środowisku. Na rysunkach 4 i 5 zasymulowano rozkład poziomów dźwięku sygnału uprzywilejowania dla wybranej częstotliwości sygnału. Prezentowane na rysunkach częstotliwości emitowanego sygnału są skrajnymi częstotliwościami sygnału „Pies” – 800 i 1800 Hz. Szarym kolorem oznaczono budynki, z kolei szarą linią oznaczono skraj jezdni. Czerwonym prostokątem oznaczono pojazd uprzywilejowany. Przed pojazdem umieszczono cztery inne pojazdy (białe prostokąty). Wszystkie symulowane punkty pomiarowe znajdowały się na wysokości 2m na zewnątrz pojazdów. Pierwszy punkt pomiarowy (A) znajdował się 1 m od pojazdu, kolejne odpowiednio B – 20 m, C – 40m i D – 60m. Kolejne nieoznaczone punkty pomiarowe umieszczone zostały ok. 20m od skrzyżowania.

Na rysunku 4 przedstawiono rozkład poziomów dźwięku sygnału uprzywilejowania dla emitowanej częstotliwości sygnału równej 1800 Hz. Na rysunku 4a) przedstawiono sytuację, gdy dźwiękowy sygnalizator uprzywilejowania umieszczony jest w komorze silnika, natomiast na rysunku 4b), gdy sygnalizator umieszczony jest w belce sygnalizacyjnej. W obu przypadkach w odległości 1m od pojazdu uprzywilejowanego poziom dźwięku nieznacznie się różni i wynosi ok. 96 dB. Jednak w odległościach 20 i 40 m te różnice wynoszą ok. 10 dB. Nieco mniejsza jest różnica dla odległości 60m, jednak wynosi ona nadal ponad 8 dB. Powyższa symulacja przeprowadzona została dla części sygnału o dość znacznej podatności na ekranowanie akustyczne. Jednak podobna sytuacja występuje w przypadku sygnału o częstotliwości 800 Hz (rysunek 5). W tym przypadku,



4. Rozkład poziomów dźwięku sygnału uprzywilejowania dla emitowanej częstotliwości sygnału równej 1800 Hz (a – sygnalizator umieszczony w komorze silnika, b – sygnalizator umieszczony w belce sygnalizacyjnej)



5. Rozkład poziomów dźwięku sygnału uprzywilejowania dla emitowanej częstotliwości sygnału równej 800 Hz (a – sygnalizator umieszczony w komorze silnika, b – sygnalizator umieszczony w belce sygnalizacyjnej)

Tab.2: Szacowane różnice poziomów dźwięku sygnału uprzywilejowania w zależności od emitowanej częstotliwości sygnału

Punkt	Odległość	500	800	1000	1300	1500	1800	2000
	[m]	[Hz]						
1	2	3	4	5	6	7	8	9
B	20 m	4	9	10	11	13	13	14
D	60 m	0	7	8	9	12	13	13

podobnie jak poprzednio, dla obu miejsc umieszczenia sygnalizatora w odległości 1m od pojazdu uprzywilejowanego poziom dźwięku różni się nieznacznie i wynosi ok. 96 dB. Z kolei w odległościach 20, 40, 60 m te różnice są nieco mniejsze niż w przypadku częstotliwości 1800 Hz i wynoszą ok. 8 dB, ale nie maleją w funkcji odległości.

Przeprowadzając analizę składowych sygnałów w całym wykorzystywanym w sygnałach dźwiękowych uprzywilejowania zakresie częstotliwości (tabela 2), można zauważyć że dla analizowanych częstotliwości różnice poziomów dźwięku sygnału są znaczne. Najmniejsze dla częstotliwości niskich (500 Hz) wynoszące ok 4 dB, a najwyższe dla górnych rozpatrywanych częstotliwości (2000 Hz) – ponad 13 dB.

Biorąc pod uwagę wcześniejsze analizy dotyczące poziomu dźwięku A emitowanego sygnału uprzywilejowania dotyczące słyszalności sygnału uprzywilejowania przez innych uczestników ruchu drogowego, należy stwierdzić, że spadek o 10 dB poziomu dźwięku A może w znaczącym stopniu wpłynąć na bezpieczeństwo pojazdu uprzywilejowanego w ruchu drogowym. Zatem rozwiązanie polegające na zmianie lokalizacji sygnalizatora dźwiękowego należy uznać, za nieodpowiednie. W tej sytuacji należy poszukiwać innych metod ograniczenia hałasu wewnątrz pojazdów uprzywilejowanych np. metod aktywnych.

## Podsumowanie

Obecnie brak jest krajowych uregulowań określających graniczne poziomy ciśnienia akustycznego dźwiękowych sygnałów uprzywilejowania pojazdów w ruchu drogowym. Przeprowadzone badania wykazały, że poziomy dźwięku A emitowanego dźwiękowych sygnałów uprzywilejowania mogą osiągać wartości w granicach 100-115 dB. Z kolei poziomy dźwięku A mierzone wewnątrz pojazdów uprzywilejowanych mogą przekraczać wartość 90 dB. Tak wysokie poziomy mogą negatywnie wpływać na warunki pracy kierowcy i załogi pojazdu. Z tego powodu konieczne jest prowadzenie działań mających na celu zmniejszenie narażenia na hałas kierowców pojazdów uprzywilejowanych. W świetle przedstawionych ograniczeń opisywanych

metod ograniczania narażenia na hałas kierowców pojazdów uprzywilejowanych (np. przez zwiększenie dźwiękoizolacyjności kabin) należy poszukiwać innowacyjnych metod ograniczania narażenia na hałas np.: aktywnych metod redukcji hałasu, modyfikacji kierunkowości emitowanego sygnału czy zastosowanie sygnalizatorów z adaptacyjną regulacją poziomu ciśnienia akustycznego emitowanego sygnału. Obecnie brak jest tego typu gotowych rozwiązań, jednak znane są modelowe rozwiązania [[1], [3]] dotyczące zastosowania metod aktywnych. ◀

## Materiały źródłowe

- [1] Górski P., Zawieska W.: Active noise control in emergency vehicles, 2nd Polish-German Structured Conference on Acoustic, Gdańsk-Jurata, 2011.
- [2] Górski P.: Sygnalizacja akustyczna w pojazdach uprzywilejowanych, Bezpieczeństwo Pracy 7-8/2003, str. 26-28
- [3] Morzyński L., Górski P.: Sygnalizator ostrzegawczy w pojazdach uprzywilejowanych zintegrowany z systemem aktywnej redukcji hałasu, Bezpieczeństwo Pracy 7-8/2008, str. 24-27.
- [4] Solomon S. S.: Emergency vehicles accidents – prevention and reconstruction, Lawyers & Judges Publishing Company, USA, 1999.
- [5] Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 29 listopada 2002 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy, Dz.U. 2002 nr 217 poz. 1833 z późniejszymi zmianami.
- [6] Rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 5 sierpnia 2005 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy pracach związanych z narażeniem na hałas lub drgania mechaniczne, Dz.U. 2005 nr 157 poz. 1318.
- [7] Dyrektywa 70/388/EEC Council Directive of 27 July on the approximation of the laws of the Members States relating to audible warning devices for motor vehicles, L176/12, 1970.
- [8] PN-EN 1789+A1:2011, Pojazdy medyczne i ich wyposażenie - Ambulanse drogowe.
- [9] PN-N-01307:1994, Hałas - Dopuszczalne wartości parametrów hałasu w środowisku pracy - Wymagania dotyczące wykonywania pomiarów.
- [10] PN-S-76004:1992, Pojazdy samochodowe i motorowery - Właściwości akustyczne ostrzegawczych sygnałów dźwiękowych - Podział, wymagania i badania.
- [11] PN-S-76006:1975, Pojazdy samochodowe. Właściwości akustyczne sygnałów dwudźwiękowych pojazdów uprzywilejowanych w ruchu. Wymagania i badania.
- [12] Regulamin nr 28 Europejskiej Komisji Gospodarczej Organizacji Narodów Zjednoczonych (EKG ONZ), Jednolite przepisy dotyczących homologacji ostrzegawczych sygnałów dźwiękowych i pojazdów samochodowych w zakresie ich sygnalizacji dźwiękowej, L323/33, 2011.
- [13] Le autorità federali della Confederazione Svizzera, Ordinanza concernente le esigenze tecniche per i veicoli stradali del 19 giugno 1995, No. RS-741.41, 1995.
- [14] DIN 14610:2009-01, Akustische Warneinrichtungen für bevorrechtigte Wegebennutzer.
- [15] SAE J1849 „Emergency Vehicle Sirens”, J1849\_200804, 2008.