

dr inż. PAWEŁ GÓRSKI

Centralny Instytut Ochrony Pracy
– Państwowy Instytut BadawczyKontakt: pgorski@mmm.com

Hałas a słyszalność sygnalizatora pojazdów uprzywilejowanych w ruchu drogowym

Zgodnie z postanowieniami ustawy Prawo o ruchu drogowym pojazdy, aby uzyskać status pojazdu uprzywilejowanego w ruchu drogowym, muszą emitować sygnał uprzywilejowania, tzn. jednocześnie emitować sygnał świetlny i dźwiękowy. Dla uczestników ruchu drogowego dźwiękowy sygnał uprzywilejowania jest istotnym źródłem informacji. Ten sam sygnał dla załogi pojazdu uprzywilejowanego, a w szczególności jego kierowcy, jest jednak źródłem uciążliwego hałasu. Jak wykazały badania prowadzone w CIOP-PIB, dźwięk sygnału uprzywilejowania jest głównym źródłem hałasu w kabinie pojazdu. Włączenie sygnalizacji uprzywilejowania powoduje wzrost równoważnego poziomu dźwięku A o ok. 25 dB w okolicach głowy kierowcy. Jednym ze skuteczniejszych sposobów poprawy komfortu akustycznego kierowców pojazdów uprzywilejowanych jest zmiana lokalizacji dźwiękowego sygnalizatora uprzywilejowania – z belki sygnalizacyjnej umieszczonej na dachu pojazdu do komory silnika lub za pas przedni samochodu. Rozwiązanie to umożliwia obniżenie hałasu wewnątrz pojazdu o ok. 10 dB, a jednocześnie powoduje, że lokalizacja sygnalizatora obniża się o ok. 2 m. Zmiana lokalizacji sygnalizatora ma istotny wpływ na słyszalność sygnału uprzywilejowania w warunkach ruchu drogowego, a zatem na bezpieczeństwo pracy kierującego pojazdem. W artykule przedstawiono wyniki badań obliczeniowych dotyczących wpływu zmiany lokalizacji dźwiękowego sygnalizatora uprzywilejowania na jego słyszalność w ruchu drogowym.

Słowa kluczowe: pojazd uprzywilejowany, słyszalność, hałas

Noise vs. audibility of the warning signalisation in traffic

According to the Highway Code an on-road authorized emergency vehicle should emit visual and audible signals at the same time. While for road users, an audible warning signal provides important information and its A-weighted sound pressure level is acceptable, it is a source of annoying noise to the emergency vehicle crew. Research carried out at CIOP-PIB shows that the A-weighted sound pressure levels inside an authorized emergency vehicle, with the siren enabled, increase by about 25 dB. Moving the siren of audible warning devices of emergency vehicles from the lightbar on the roof of the vehicle to the engine compartment is a common solution that reduces exposure to noise of the emergency vehicle crew, particularly the driver. This solution reduces noise inside the vehicle by about 10 dB and lowers the siren by about 2 m. This change has a significant impact on the perception of audible warning signals of authorized emergency vehicles in traffic conditions, and thus affects safety. This paper presents simulation results of changes in location and audibility of audible warning signals of authorized emergency vehicles.

Keywords: authorized emergency vehicles, audibility, noise

Wstęp

Zgodnie z postanowieniami ustawy Prawo o ruchu drogowym: ambulanse, pojazdy straży pożarnej czy policji, aby uzyskać status pojazdu uprzywilejowanego w ruchu drogowym, muszą mieć włączony sygnał uprzywilejowania, polegający na jednoczesnym emitowaniu światła i dźwięku. Uczestnicy ruchu drogowego mają wtedy bezwzględny obowiązek ustąpienia pierwszeństwa przejazdu pojazdowi, który wysła „jednocześnie sygnały w postaci niebieskich świateł błyskowych i dźwiękowe o zmiennym tonie, jadąc z włączonymi światłami mijania lub drogowymi” [1].

Uzupełniające się sygnały pojazdu uprzywilejowanego stanowią, nawet ze znacznej odległości, źródło informacji dla pozostałych uczestników ruchu drogowego o konieczności ustąpienia pierwszeństwa i umożliwienia sprawnego przejazdu. Gdy nie jest możliwe wzrokowe zlokalizowanie sygnału świetlnego pojazdu uprzywilejowanego, co w warunkach wzmożonego ruchu drogowego jest sytuacją częstą, informacja o położeniu pojazdu ma być możliwa do pozyskania na podstawie sygnału dźwiękowego [2]. Z tego względu niezbędne jest, aby dźwiękowe sygnały uprzywilejowania były odpowiednio głośnie i rozpoznawalne z bezpiecznej odległości – takiej, która umożliwi spokojne wykonanie manewru ustąpienia przejazdu pojazdowi uprzywilejowanemu przez pozostałych uczestników ruchu drogowego.

Słyszalność sygnału uprzywilejowania uzależniona jest głównie od różnicy poziomów ciśnienia akustycznego emitowanego sygnału oraz tła akustycznego. Biorąc pod uwagę znaczną zmienność warunków akustycznych środowiska miejskiego (tła akustycznego) oraz obecnie stosowane sygnalizatory uprzywilejowania, najpewniejszym sposobem jej zapewnienia jest wysoki poziom ciśnienia akustycznego emitowanego sygnału [3]. Określenie „wysoki poziom ciśnienia akustycznego” nie jest precyzyjne, jednak w prawie



polskim nie ma przepisów określających szczegółowe wymagania parametrów akustycznych sygnałów uprzywilejowania. W wycofanej PN-S-76006:1975, która dotyczyła tylko obecnie nieużywanych, przełączanych sygnałów dwudźwiękowych, podano wymóg, że maksymalny poziom dźwięku A dźwiękowego sygnału uprzywilejowania, w odległości 2 m od czoła pojazdu powinien być nie mniejszy niż 115 dB.

W Polsce brakuje szczegółowych wytycznych dotyczących wszystkich aspektów sygnałów uprzywilejowania. Nie jest jednak tak, że nie ma ich w ogóle. Jednym z istotniejszych dokumentów międzynarodowych, dotyczących tej tematyki, są wytyczne *The Society of Automobile Engineers International* (SAE J1849). Zgodnie z nimi 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. Zapisy dotyczące minimalnych poziomów dźwięku A można także spotkać w ustawodawstwie szwajcarskim i normach niemieckich. Podano w nich nieco inne wartości poziomu ciśnienia akustycznego, a także inny sposób pomiaru.

Mimo braku polskich uregulowań dotyczących sygnałów uprzywilejowania, w praktyce wykorzystywane są głównie trzy rodzaje sygnałów o poziomach dźwięku A od 100 do 115 dB i częstotliwościach z zakresu od 500 do 2000 Hz [4]. Chociaż poziomy dźwięku A powyżej 100 dB wydają się być wysokie, to w rzeczywistości, szczególnie w warunkach dużego ruchu drogowego, mogą być jednak niedostatecznie słyszalne.

Narażenie na hałas kierowców pojazdów uprzywilejowanych

Dla uczestników ruchu drogowego dźwiękowy sygnał uprzywilejowania jest jednoznacznym źródłem informacji o fakcie uprzywilejowania pojazdu. Ten sam sygnał dla załogi pojazdu uprzywilejowanego, a w szczególności jego kierowcy, jest jednak źródłem uciążliwego hałasu. Jak wykazały badania prowadzone w CIOP-PIB, sygnał ten jest głównym źródłem hałasu w kabine pojazdu [3]. W tabeli 1. przedstawiono równoważny poziom dźwięku A ($L_{Aeq,T}$), szczytowy poziom dźwięku C (L_{Cpeak}) i maksymalny poziom dźwięku A (L_{Amax}), zmierzone wewnątrz pojazdu uprzywilejowanego, w okolicy głowy kierowcy. W trakcie pomiarów pojazd przemieszczał się w ruchu drogowym. Zmierzone poziomy hałasu porównano z wartościami największych dopuszczalnych natężeń (NDN), określonych ze względu na możliwość uszkodzenia słuchu.

Tabela 1. Przykładowe wyniki pomiaru hałasu wewnątrz pojazdu uprzywilejowanego w ruchu

Table 1. Results of noise measurements inside authorized emergency vehicles (the vehicle is in motion)

Sygnalizator dźwiękowy	$L_{Aeq,T}$ [dB]	L_{Cpeak} [dB]	L_{Amax} [dB]
Wyłączony	65	102	69
Włączony	90	115	94

Jak zatem można zauważyć, włączenie sygnalizacji uprzywilejowania powoduje wzrost równoważnego poziomu dźwięku A ($L_{Aeq,T}$) o ok. 25 dB w okolicach głowy kierowcy. W przypadku szczytowego poziomu dźwięku C (L_{Cpeak}) ten wzrost wynosi ok. 13 dB, a maksymalnego poziomu dźwięku A (L_{Amax}) – 25 dB. Widać również, że [5], wewnątrz pojazdu nie zanotowano przekroczenia NDN szczytowego poziomu dźwięku C i maksymalnego poziomu dźwięku A (które wynoszą odpowiednio 135 i 115 dB). W skrajnych przypadkach – np. klęsk żywiołowych, katastrof – może wystąpić przekroczenie poziomu ekspozycji odniesionego do 8-godzinnego dnia pracy. Należy jednak ogólnie założyć, że średni czas jazdy załogi pojazdu uprzywilejowanego z włączoną sygnalizacją dźwiękową wynosi ok. 60 min dziennie, a wtedy poziom ekspozycji odniesiony do 8-godzinnego dnia pracy wyniesie ok. 80 dB.

Mimo że obecnie nie ma w Polsce specjalnych przepisów regulujących wartości dopuszczalnych poziomów hałasu wewnątrz pojazdów uprzywilejowanych, to ze względu na szczególny charakter pracy kierowcy pojazdu uprzywilejowanego można rozważyć wymagania PN-N-01307:1994 [6]. Określa ona dopuszczalne wartości hałasu w środowisku pracy ze względu na możliwość realizacji przez pracownika jego podstawowych zadań, tj. wartości stanowiące kryterium uciążliwości hałasu. Zakładając, że stanowisko pracy kierowcy pojazdu uprzywilejowanego wymaga wykonywania prac precyzyjnych (kierowanie pojazdem) związanych z dużą odpowiedzialnością, można przyjąć, jako wartość dopuszczalną, równoważny poziom dźwięku A wynoszący 65 dB. Jest to uzasadnione także tym, że wyższy poziom hałasu powoduje dodatkowy stres, wpływający na zagrożenie swojego życia i zdrowia oraz innych. Co prawda zaproponowana wartość równoważnego poziomu dźwięku A, wynosząca 65 dB, jest, przy obecnym stanie techniki, trudna w realizacji. Niezbędne jest jednak podjęcie dyskusji, mającej na celu wyznaczenie kierunków zmian, umożliwiających zmniejszenie narażenia na hałas kierowców pojazdów uprzywilejowanych.

W przypadku kierowcy pojazdu uprzywilejowanego dodatkowy stres wynika z konieczności szybkiego działania (wywołanego presją czasu), a co więcej, wymaga się od niego również bezpiecznego przemieszczania pojazdu uprzywilejowanego [7]. Jak wskazują badania prowadzone w CIOP-PIB, jednym z głównych czynników powodujących wyczerpanie psychiczne ratowników medycznych w trakcie pracy, jest hałas od dźwiękowego sygnalizatora uprzywilejowania [8]. Problem ten jest dostrzegany od dłuższego czasu, jednak działania, podejmowane przez środowisko naukowe w celu obniżenia narażenia na hałas kierowców pojazdów uprzywilejowanych są ciągle mało skuteczne.

Próba rozwiązania tego problemu jest zmiana lokalizacji dźwiękowego sygnalizatora uprzywilejowania – z belki sygnalizacyjnej umieszczonej na dachu pojazdu do komory silnika lub za pas przedni samochodu.

Tabela 2. Przykładowe wyniki pomiaru hałasu wewnątrz pojazdu uprzywilejowanego dla różnych lokalizacji syreny sygnalizatora uprzywilejowania

Table 2. Results of noise measurements inside authorized emergency vehicles for different locations of sirens of emergency vehicles

Lokalizacja sygnalizatora	$L_{Aeq,T}$ [dB]	L_{Cpeak} [dB]	L_{Amax} [dB]
W belce sygnalizacyjnej	87	99	88
W komorze silnika	76	88	84

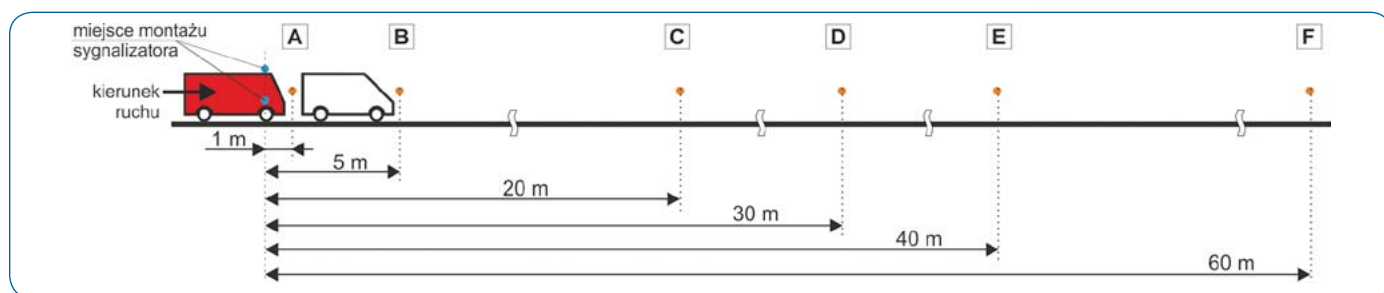
Rozwiązanie to umożliwia obniżenie poziomu dźwięku A o ok. 10 dB wewnątrz pojazdu uprzywilejowanego (tabela 2.), ale jednocześnie może mieć istotny wpływ na pogorszenie słyszalności sygnału uprzywilejowania przez pozostałych uczestników ruchu drogowego.

Słyszalność sygnału uprzywilejowania przez uczestników ruchu drogowego

W przypadku ambulansów zmiana lokalizacji dźwiękowego sygnalizatora uprzywilejowania (z dachu pojazdu do komory silnika) oznacza obniżenie jego usytuowania o ok. 2 m. W warunkach ruchu drogowego o znacznym natężeniu sygnał uprzywilejowania jest zwykle „ekranowany akustycznie” przez innych uczestników ruchu drogowego, tzn. pojazdy znajdujące się w pobliżu pojazdu uprzywilejowanego stanowią ekrany akustyczne odbijające lub pochłaniające energię akustyczną emitowanego sygnału. Im niżej umieszczony jest sygnalizator, tym bardziej sygnał od niego jest ekranowany przez pozostałe pojazdy, zmniejszając jego słyszalność.

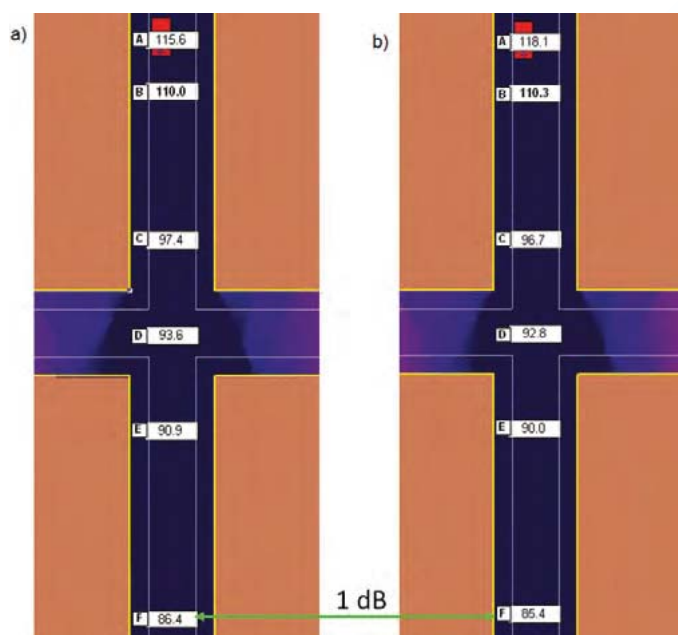
W celu określenia istotności wpływu zmiany lokalizacji dźwiękowego sygnalizatora uprzywilejowania na jego słyszalność przez pozostałych uczestników ruchu drogowego przeprowadzone zostały badania symulacyjne. W badaniach wykorzystano scenariusze opisujące kilka hipotetycznych sytuacji, które mogą wystąpić podczas przejazdu pojazdem uprzywilejowanym jednojezdniową drogą lokalną klasy D pośród 6-piętrowej zabudowy.

Droga klasy D to droga o dwóch pasach ruchu (każdy o szerokości 2,5 m) i z chodnikiem o szerokości 2 m po obu jej stronach. Pojazdem uprzywilejowanym był nieprzemieszczający się ambulans sanitarny, zbudowany na bazie pojazdu Mercedes-Benz G 280 z sygnalizatorem umieszczonym w belce sygnalizacyjnej na dachu (na wys. 2,7 m – wariant 1) lub w komorze silnika (na wys. 0,6 m – wariant 2). W badaniach przyjęto, że sygnałem uprzywilejowania będzie sygnał dźwiękowy o częstotliwościach z zakresu od 500 do 2000 Hz i o poziomie dźwięku A zmierzonego w odległości 1 m, równym ok. 118 dB, co w przybliżeniu odpowiada parametrom akustycznym wykorzystywanych obecnie sygnałów uprzywilejowania. W badaniach symulacyjnych pominięto zagadnienia kierunkowej emisji sygnału.



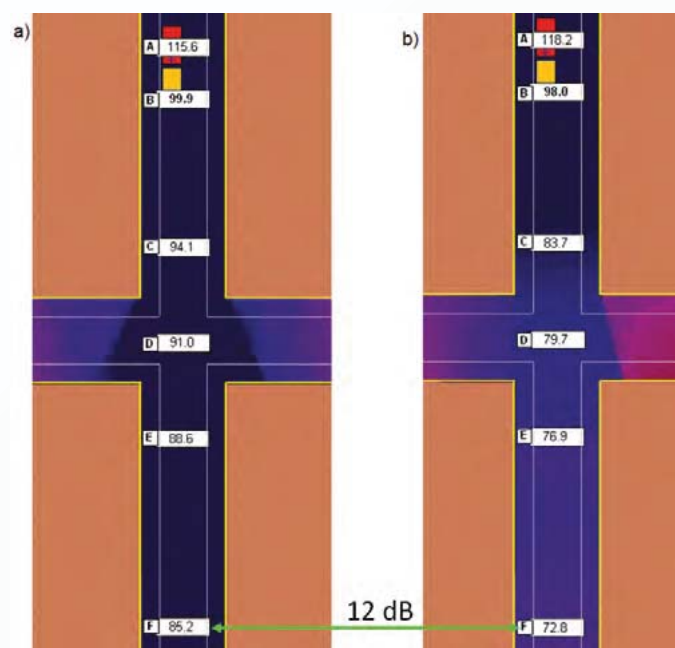
Rys. 1. Rozmieszczenie punktów pomiarowych (rzut z boku)

Fig. 1. The location of measuring points (a side view)



Rys. 2. Wartości poziomów dźwięku A sygnału uprzywilejowania w wybranych punktach pomiarowych: a – sygnalizator umieszczony w belce sygnalizacyjnej (wariant 1), b – sygnalizator umieszczony w komorze silnika (wariant 2) w przypadku braku pojazdów na drodze

Fig. 2. Results of simulation tests of A-weighted sound pressure levels of audible warning signals at the following measuring points: a - the emergency vehicle siren is located at the height of 2.6 m (variant 1), b - the emergency vehicle siren is located at the height of 0.6 m (variant 2); there are no other vehicles on the road



Rys. 3. Wartości poziomów dźwięku A sygnału uprzywilejowania w wybranych punktach pomiarowych: a – sygnalizator umieszczony w belce sygnalizacyjnej (wariant 1), b – sygnalizator umieszczony w komorze silnika (wariant 2) w przypadku ekranowania sygnału uprzywilejowania przez pojedynczy samochód

Fig. 3. Results of simulation tests of the A-weighted sound pressure levels of audible warning signals at the following measuring points: a - the emergency vehicle siren is located at the height of 2.6 m (variant 1), b - the emergency vehicle siren is located at the height of 0.6 m (variant 2); one car is a noise barrier

Zgodnie ze schematem przedstawionym na rys. 1., pierwszy punkt pomiarowy (A) znajdował się 1 m od sygnalizatora i był punktem referencyjnym, kolejne punkty umieszczono w odległościach odpowiednio B – 5 m, C – 20 m, D – 30 m, E – 40 m i F – 60 m od pojazdu w osi drogi. Na schemacie kolorem czerwonym oznaczono pojazd uprzywilejowany, a kolorem białym „pojazd ekranujący” – innego uczestnika ruchu. Wszystkie analizowane w badaniach symulacyjnych punkty pomiarowe (raster) znajdowały się na wysokości 1 m nad powierzchnią drogi.

Na rys. 2. przedstawiono wyniki badań symulacyjnych propagacji sygnału uprzywilejowania w przypadku, gdy przed pojazdem uprzywilejowanym nie ma jakichkolwiek innych pojazdów (pojazd uprzywilejowany oznaczono czerwonym prostokątem). Taki przypadek brany jest pod uwagę w trakcie badań homologacyjnych [9], tzn. mierzony jest poziom dźwięku A w odległości

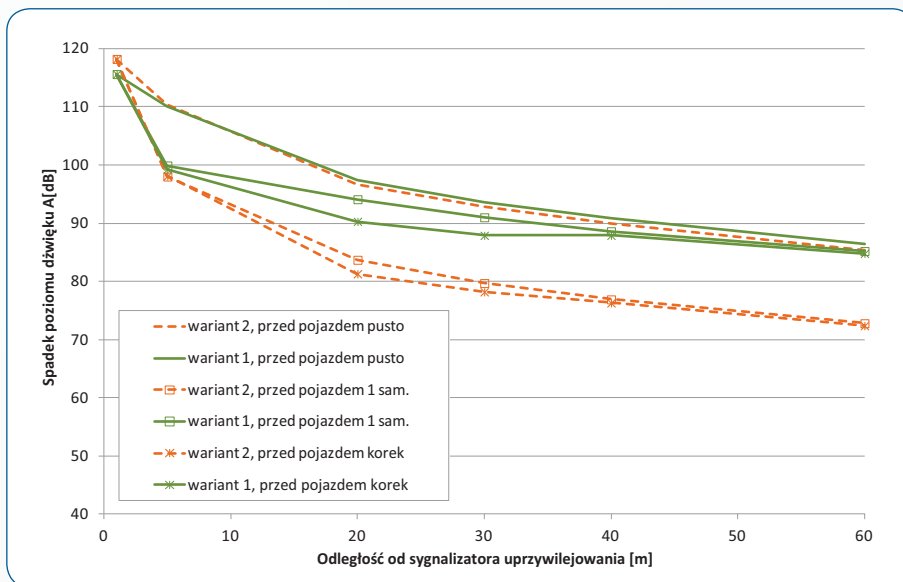
7 m od czoła pojazdu w przestrzeni otwartej i bez żadnych przeszkód akustycznych.

Jak można zaobserwować, w odniesieniu do wszystkich punktów pomiarowych szacowane wartości poziomu ciśnienia akustycznego są zbliżone w stosunku do obu wariantów lokalizacji dźwiękowego sygnalizatora uprzywilejowania. Różnice pomiędzy poziomami ciśnienia akustycznego w referencyjnych punktach A, pomiędzy wariantami 1 i 2, wynikają jedynie ze zmiany odległości pomiędzy punktem pomiarowym A (umieszczonym na stałej wysokości 1 m), a modelowaną lokalizacją sygnalizatora (zmieniana wysokość 0,6 m lub 2,7 m) i nie przekraczają 1 dB.

Jednak, gdy bezpośrednio przed pojazdem uprzywilejowanym pojawi się jakikolwiek inny pojazd, sytuacja zmienia się diametralnie, szczególnie w odniesieniu do wariantu 2. Przykład takiej sytuacji przedstawiono na rys. 3. Przed pojazdem uprzywilejowanym, w odległości ok. 1 metra, ustawiono inny pojazd, o podobnych

wymiarach co pojazd uprzywilejowany. Podobnie jak na poprzednim przykładzie pojazd uprzywilejowany oznaczono czerwonym prostokątem.

O ile w punkcie B różnice pomiędzy wariantami nadal są nieznaczne (ok. 2 dB), to w kolejnych punktach zwiększają się, aby w punkcie F przekroczyć 12 dB. Znacznie większy spadek poziomu ciśnienia akustycznego sygnału uprzywilejowanego, obserwowany jest w przypadku lokalizacji sygnalizatora w komorze silnika (wariant 2). W punkcie C różnica ta wynosi już 10,4 dB na korzyść wariantu 1 (tzn. występuje wtedy mniejszy spadek poziomu ciśnienia akustycznego), w punkcie D 11,3 dB, w punkcie E 11,7 dB, a w punkcie F 12,4. Z przeprowadzonych w CIOP-PIB badań symulacyjnych wynika, że w kolejnych punktach pomiarowych różnica ta stale wzrasta. Z badań wnioskować można także, że większa liczba pojazdów nie wpływa w znaczący sposób



Rys. 4. Spadek poziomu dźwięku A sygnału uprzywilejowania w funkcji odległości dla zamodelowanej drogi klasy D
Fig. 4. A decrease A-weighted sound pressure levels of audible warning signals as a function of simulated D-class road

na zmianę poziomów ciśnienia akustycznego w punktach pomiarowych.

Jak można zauważyć na rys. 3., w przypadku pojawienia się innego pojazdu przed pojazdem uprzywilejowanym, w odległości większej niż ok. 5 m można zaobserwować, w stosunku do wariantu umieszczenia sygnalizatora w komorze silnika, znacznie większy spadek poziomu ciśnienia akustycznego – w odległości 20 m różnica pomiędzy wariantami wynosi już ok. 10 dB. Różnica ta rośnie wraz ze zwiększaniem się odległości od pojazdu uprzywilejowanego. W wariantcie 1 wpływ ekranowania sygnału uprzywilejowania przez inne pojazdy maleje (w odległości 60 m wynosi mniej niż 3 dB), a w wariantcie 2 pozostaje niezmienny (w odległości od 5, do 60 m wynosi stale ok. 10 dB).

Na rys. 4. przedstawiono zbiorcze wyniki badań symulacyjnych. Sytuację określoną jako „korek” przedstawiono w modelu przez umieszczenie na obu pasach ruchu, co 1 m, pojazdów o tej samej wielkości co pojazd uprzywilejowany.

Jak wcześniej wspomniano, jedynie w przypadku pustej drogi przed pojazdem uprzywilejowanym wyniki badań symulacyjnych w odniesieniu do obu wariantów lokalizacji sygnalizatora uprzywilejowania są do siebie zbliżone, a różnica nie przekracza 1 dB. Jeżeli sygnalizator umieszczony jest w komorze silnika pojazdu uprzywilejowanego (wariant 2), pojawienie się przed nim innego pojazdu powoduje znaczne pogorszenie słyszalności sygnału uprzywilejowania w porównaniu z jego słyszalnością, gdy umieszczony jest na dachu pojazdu w belce sygnalizacyjnej (wariant 1). Pojawienie się dodatkowych pojazdów przed pojazdem uprzywilejowanym ma pomijalny wpływ na wyniki badań symulacyjnych: różnice pomiędzy poziomami dźwięku nie przekraczają wtedy 3 dB.

Jako parametr określający wpływ ekranowania sygnału uprzywilejowania przez inne pojazdy przyjęto różnicę pomiędzy poziomami dźwięku w danym punkcie pomiarowym, w sytuacji, gdy przed pojazdem uprzywilejowanym nie ma innych pojazdów, bądź w sytuacji, gdy się tam znajdują. Zakładając, że efektywny poziom słyszalności sygnału uprzywilejowania wynosi 85 dB, można przyjąć, będzie on słyszalny w wariantcie 1. Z odległości do ok. 60 m, a w wariantcie 2 jedynie do ok. 20 m. Należy przy tym zaznaczyć, że efektywny poziom słyszalności uzależniony jest od poziomu i widma tła akustycznego.

Podsumowanie

Przedstawione wyniki badań i doniesienia literaturowe dowodzą, że konieczne jest prowadzenie działań mających na celu zmniejszenie narażenia na hałas (sygnał) wytwarzany przez sygnalizator uprzywilejowania [4]. Działania te nie mogą jednak negatywnie wpływać na słyszalność sygnałów uprzywilejowania przez innych uczestników ruchu drogowego. Stosowane rozwiązanie, mające na celu zmniejszenie narażenia na hałas kierowcy pojazdu uprzywilejowanego (przeniesienie sygnalizatora uprzywilejowania z dachu pojazdu do komory silnika) umożliwia obniżenie hałasu wewnątrz pojazdu o ok. 10 dB, a jednocześnie powoduje, że lokalizacja sygnalizatora obniża się o ok. 2 m. Zmiana lokalizacji sygnalizatora ma jednak istotny wpływ na słyszalność sygnału uprzywilejowania w warunkach ruchu drogowego, a zatem na bezpieczeństwo pracy kierującego pojazdem.

W przypadku pojazdu uprzywilejowanego z sygnalizatorem umieszczonym w komorze silnika, pojawienie się przed nim jakiegokolwiek innego pojazdu powoduje większe pogorszenie słyszalności sygnału uprzywilejowania, niż gdy

sygnalizator umieszczony jest na dachu pojazdu. Różnica poziomów dźwięku sygnału uprzywilejowania sięga 12 dB na korzyść wariantu z sygnalizatorem umieszczonym na dachu. Przekłada się to na zwiększenie odległości od pojazdu uprzywilejowanego, w której będzie słyszalny jego sygnał uprzywilejowania, z 20 m do 60 m. Dźwiękowy sygnalizator uprzywilejowania powinien być zatem umieszczony w możliwie najwyższym miejscu pojazdu, czyli na jego dachu w belce sygnalizacyjnej.

W związku z brakiem skutecznych metod ograniczania narażenia kierowcy pojazdu uprzywilejowanego na hałas związany z sygnałem uprzywilejowania, konieczne jest poszukiwanie metod innowacyjnych, takich jak aktywne metody redukcji hałasu, modyfikacja kierunkowości emitowanego sygnału czy zastosowanie sygnalizatorów z adaptacyjną regulacją poziomu ciśnienia akustycznego emitowanego sygnału [3]. Obecnie brak jest tego typu gotowych rozwiązań, jednak znane są już modele rozwiązań dotyczące zastosowania metod aktywnych [10].

BIBLIOGRAFIA

- [1] Ustawa z dnia 20 czerwca 1997 r. – Prawo o ruchu drogowym z późniejszymi zmianami
- [2] Morzyński L., Górski P. *Sygnalizator ostrzegawczy w pojazdach uprzywilejowanych zintegrowany z systemem aktywnej redukcji hałasu*. „Bezpieczeństwo Pracy” 2008, 442-443, 7-8: 24-27
- [3] Górski P. *Sygnalizacja akustyczna w pojazdach uprzywilejowanych*. „Bezpieczeństwo Pracy” 2003, 384-385, 7-8: 26-28
- [4] Górski P. *Problem zawodowego narażenia na hałas pochodzący od dźwiękowych sygnalizatorów uprzywilejowania*. „Przegląd Komunikacyjny” 2013, 4: 6-10
- [5] Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 6 czerwca 2014 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy (DzU 2014 poz. 817)
- [6] PN-N-01307:1994 Hałas – Dopuszczalne wartości parametrów hałasu w środowisku pracy – Wymagania dotyczące wykonywania pomiarów
- [7] Łuczak A., Najmiec A. *Badania sprawności psychofizycznej kierowców wypadkowych i bezwypadkowych w aspekcie prewencji wypadkowej i zwiększania kultury bezpieczeństwa w transporcie drogowym*. ZUS, Warszawa 2009
- [8] Zużewicz K. i in. *Badanie i ocena obciążenia pracą osób zatrudnionych w ratownictwie medycznym i pomocy społecznej*. ZUS, Warszawa 2013
- [9] Regulamin nr 28 EKG ONZ Jednolite przepisy dotyczących homologacji ostrzegawczych sygnałów dźwiękowych i pojazdów samochodowych w zakresie ich sygnalizacji dźwiękowej
- [10] Górski P., Zawieska W.M. *Active noise control in emergency vehicles*. 2nd Polish-German Structured Conference on Acoustic. Gdańsk-Jurata 2011

Publikacja opracowana na podstawie wyników III etapu programu wieloletniego pn. „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy”, finansowanego w latach 2014-2016 w zakresie badań naukowych i prac rozwojowych ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego/Narodowego Centrum Badań i Rozwoju. Koordynator programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy.