

Grzegorz ZAJĄC<sup>1</sup>

### **SŁYSZALNOŚĆ SYGNAŁÓW OSTRZEGAWCZYCH EMITOWANYCH PRZEZ POJAZDY UPRIWILEJOWANE**

*W artykule przedstawiono wybrane wyniki badań słyszalności sygnałów ostrzegawczych emitowanych przez pojazd uprzywilejowany w odniesieniu do poziomu tła akustycznego generowanego przez system audio w samochodzie. Badania przeprowadzono dla powszechnie stosowanego w obecnie eksploatowanych ambulansach urządzenia rozgłoszeniowo alarmowego typu ZURA PS-100R. Na podstawie analizy widma akustycznego wewnątrz badanego pojazdu określono poziom hałasu tła, powyżej którego sygnał ostrzegawczy jest niesłyszalny dla kierującego pojazdem.*

### **AUDIABILITY OF DANGER SIGNALS EMITTED BY EMERGENCY VEHICLES**

*In the paper the selected audibility investigation results of danger signals emitted by emergency vehicle with reference to the level of acoustic background generated by the car audio-system were presented. The investigations were carried out for the ZURA PS -100R alarm device, universally applied in ambulances currently operated. On the basis of analysis of the acoustic spectrum prevailed inside of the car under investigation, the level of the noise background has been determined above which the outside danger signal is inaudible for the car driver.*

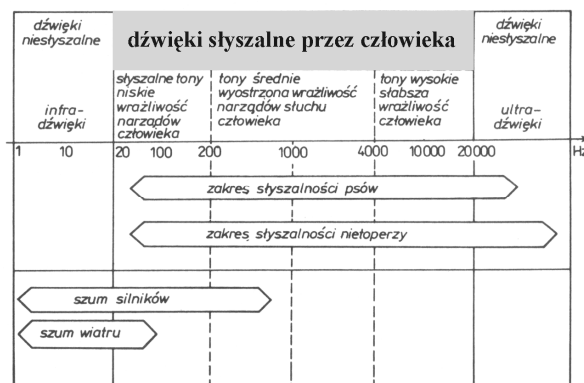
#### **1. WSTĘP**

Proces kierowania pojazdem wymaga od prowadzącego zdolności m.in. właściwej percepcji bodźców wzrokowych i akustycznych, które są podstawowym nośnikiem informacji o sytuacji na drodze. Z subiektywnej obserwacji autora wynika, że znaczna populacja młodych kierowców podczas prowadzenia pojazdu słucha głośno muzyki, wbrew ogólnym zasadom ruchu drogowego [1], co może powodować znaczne upośledzenie postrzegania sygnałów akustycznych związanych z ruchem drogowym np. sygnałów ostrzegawczych emitowanych przez pojazdy uprzywilejowane. Aby była możliwa prawidłowa percepcja sygnałów ostrzegawczych przez człowieka (potencjalnego uczestnika ruchu) powinny one zawierać się w zakresie częstotliwości odpowiadającej tonom średnim (najkorzystniej w przedziale 300 – 3000 Hz), dla których narząd słuchu

---

<sup>1</sup> Politechnika Krakowska, Wydział Mechaniczny, Instytut Pojazdów Szynowych;  
31-864 Kraków; al. Jana Pawła II 37. Tel: + 48 12 374-36-26, + 48 12 374-33-10, Fax: + 48 12 374-33-11  
E-mail: gzajac@m8.mech.pk.edu.pl

człowieka ma wyostrzoną wrażliwość (rys. 1)[2,9]. Poziom dźwięku sygnału ostrzegawczego powinien również być wyższy o min. 15 dB(A) od poziomem hałasu (tła) otoczenia, co wg. [3] zapewnia jego właściwą słyszalność.



Rys.1. Schematyczny podział dźwięków ze względu na częstotliwości [2]

Dźwięki sygnałów ostrzegawczych muszą charakteryzować się wieloma innymi parametrami technicznymi, spełniać szereg wymogów, których nie opisano w artykule. Szczegółowe informacje i wymogi dotyczące sygnałów ostrzegawczych można znaleźć w literaturze [3, 4, 5, 6].

W celu określenia wpływu poziomu tła akustycznego w samochodzie na słyszalność sygnałów ostrzegawczych emitowanych przez typowe urządzenie rozgłośnieniowo alarmujące zainstalowane na ambulansie przeprowadzono eksperyment badawczy.

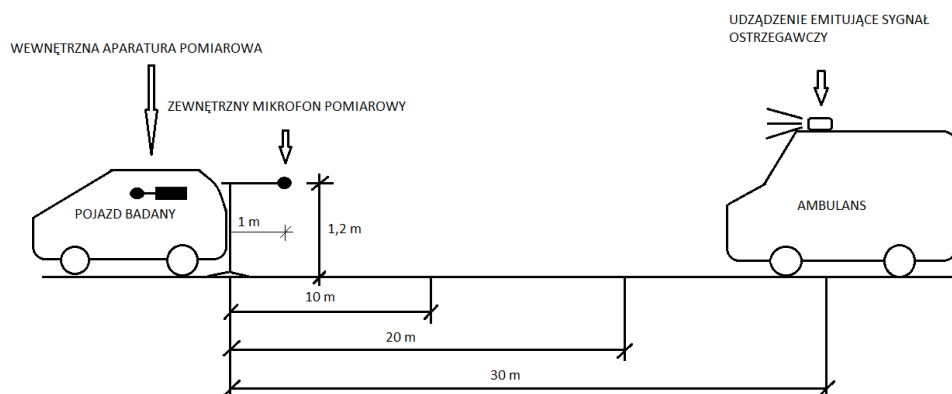
## 2. METODYKA BADAŃ

Celem badań było określenie wpływu głośnego słuchania muzyki (hałasu tła) w wybranym typie samochodu na słyszalność sygnałów ostrzegawczych emitowanych przez pojazd uprzywilejowany.

Pomiary akustyczne realizowano w dwóch etapach. Pierwszy etap obejmował pomiary o charakterze stacjonarnym tzn. mierzono widmo akustyczne wewnątrz samochodu oraz na zewnątrz samochodu dla pojazdu uprzywilejowanego z włączonymi sygnałami ostrzegawczymi znajdującego się w określonych odległościach od badanego samochodu, kolejno 60m, 30m, 20m i 10m. W Drugim etapie mierzono widma hałasu podczas zbliżania się pojazdu uprzywilejowanego do badanego samochodu z stałą prędkością 20 km/h. Pomiary zarówno stacjonarne jak i ruchowe przeprowadzano w seriach po trzy pomiary. Pierwsza seria obejmowała pomiar widm akustycznych w pojeździe z pracującym silnikiem na biegu jałowym. Następne serie pomiarów wykonywano dla stopniowego podnoszenia poziomów hałasu tła (muzyki) generowanego przez system audio zainstalowany fabrycznie

w samochodzie. Muzyką odtwarzaną w pojeździe była piosenka The Seed zespołu The Roots.

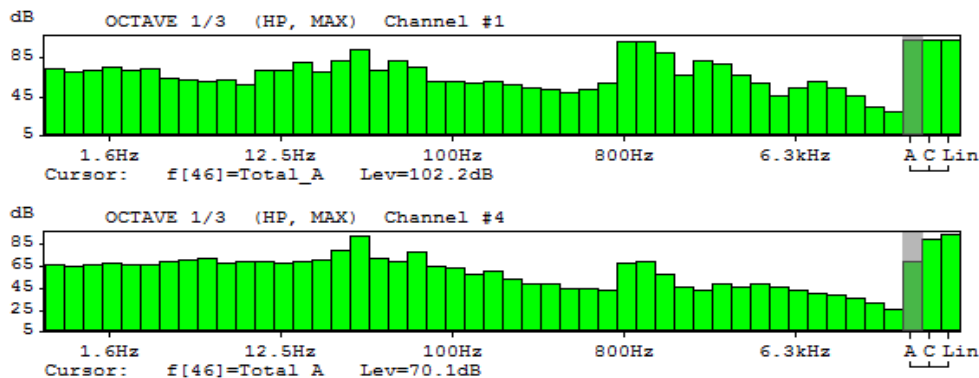
Pojazdem uprzywilejowanym był ambulans Fiat Ducato z zainstalowanym na dachu urządzeniem rozgłośniowo- alarmowym ZURA typu PS-100R. W trakcie badań urządzenie emitowało sygnał ostrzegawczy SYR-R. Rozmieszczenie urządzeń pomiarowych, oraz punktów, w których wykonywano pomiary zaprezentowano schematycznie na rys. 1.



Rys.1. Schemat rozmieszczenia punktów pomiarowych.

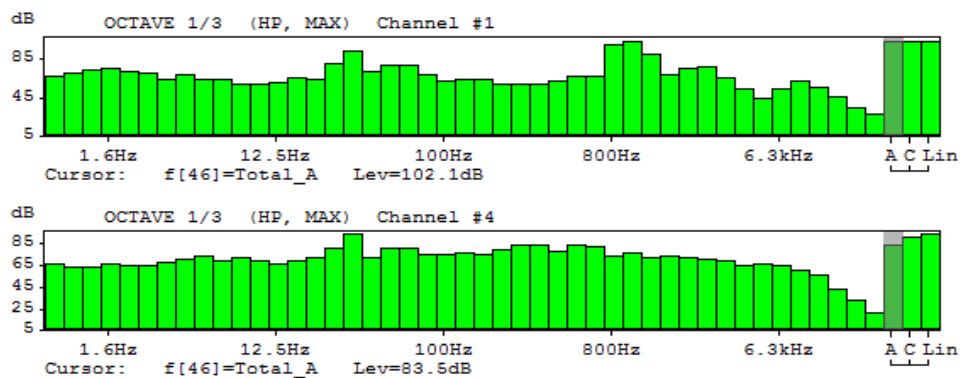
## 2. WYBRANE WYNIKI BADAŃ

Wyniki pomiarów przedstawiono w formie histogramów, wykresów i spektrogramów. Na rys. 2. przedstawiono przykładowo histogram analizy trójowej widma akustycznego hałasu we wnętrzu (channel 4) i na zewnątrz samochodu (channel 1) przy prędkości obrotowej silnika 850 obr/min dla samochodu uprzywilejowanego znajdującego się w odległości 10 metrów. Z analizy rys. 2. wynika, że ekwiwalentny poziom dźwięku na zewnątrz badanego samochodu jest wyższy o 30 dB(A).



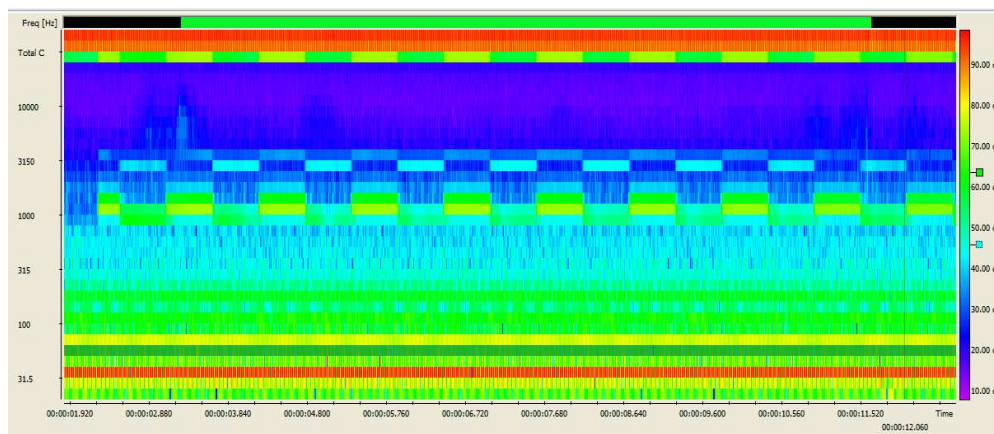
Rys.2. Histogram analizy trzecjowej widma akustycznego poziomów dźwięku zmierzonych we wnętrzu (channel 4) i na zewnątrz samochodu (channel 1) z silnikiem pracującym na biegu jałowym (850 obr/min) dla pojazdu uprzywilejowanego znajdującego się w odległości 10 metrów.

Tak duża różnica w poziomach dźwięku spowodowana jest wysokim współczynnikiem tłumienia nadwozia badanego samochodu, co jest bardzo korzystne ze względu na komfort podróżowania, jednak w znacznym stopniu ogranicza słyszalność sygnałów ostrzegawczych emitowanych przez pojazdy uprzywilejowane. Znacznie mniejsza różnica wartości poziomu występuje, gdy pojazd uprzywilejowany zbliża się do badanego samochodu ze stałą prędkością 20 km/h (rys.3.), w analizowanym przypadku różnica wynosi około 20 dB(A).



Rys.3. Histogram analizy trzecjowej widma akustycznego poziomów dźwięku zmierzonych we wnętrzu (channel 4) i na zewnątrz samochodu (channel 1) z silnikiem pracującym na biegu jałowym (850 obr/min) dla pojazdu uprzywilejowanego zbliżającego się ze stałą prędkością 20 km/h.

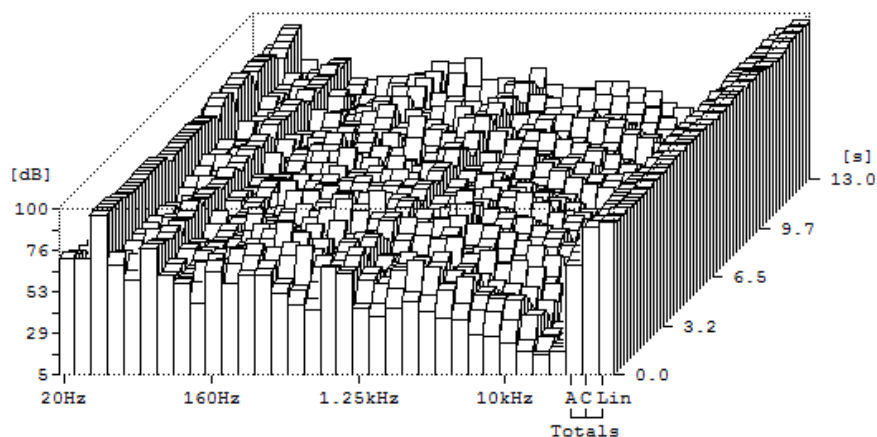
Na rys. 4. zamieszczono spektrogram widma akustycznego w funkcji czasu. Zmierzony w samochodzie dla odległości od pojazdu uprzywilejowanego 20 metrów.



Rys.4. Spektrogram widma akustycznego we wnętrzu samochodu pracującego na biegu jałowym dla uprzywilejowanego pojazdu znajdującego się w odległości 20 metrów

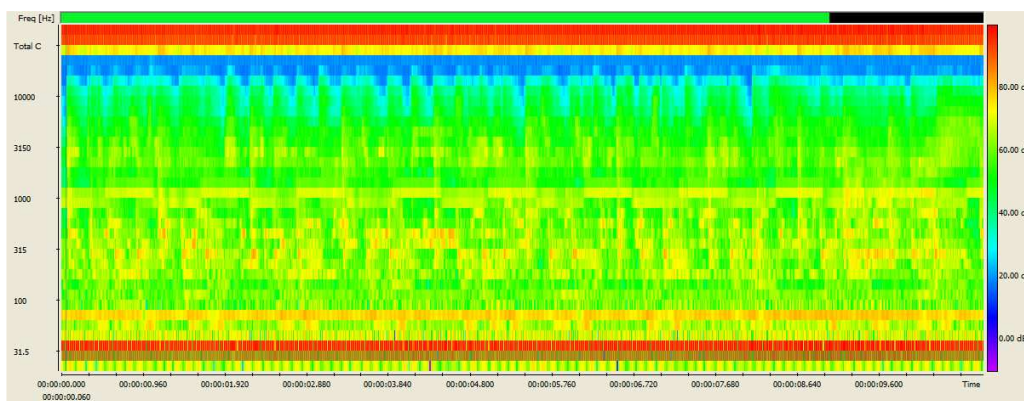
Widoczne, w przedstawionym spektrogramie (rys.3.), charakterystyczne cykliczne pasma odpowiadają dźwiękom harmonicznym emitowanym przez zainstalowane na ambulansie urządzenie rozgłoszeniowo alarmujące.

Na rys. 5. pokazano wykres przedstawiający analizę tercjową widma hałasu we wnętrzu samochodu przy poziomie muzyki 80 dB(A) odtwarzanej w systemie audio pojazdu.



Rys.5. Analiza tercjowa widma hałasu we wnętrzu pojazdu przy prędkości obrotowej silnika 850 obr/min i 10 poziomie głośności radioodtwarzacza (80 dB(A)) dla samochodu uprzywilejowanego oddalonego o 10 metrów.

Na rys. 5 i rys. 6 widoczne są nieco zniekształcone przebiegi obrazujące harmoniczne dźwięki sygnału ostrzegawczego. Jednak z subiektywnej oceny kierowcy wynika, że słyszalność jest wystarczająca dla odległości 10 i 20 metrów.



Rys.6. Spektrogram widma akustycznego we wnętrzu samochodu przy prędkości obrotowej silnika 850 obr/min i 10 poziomie głośności radioodtwarzacza (80 dB(A) dla samochodu uprzywilejowanego oddalonego o 20 metrów.

Z przeprowadzonych analiz widma dźwięku wynika, że przy 20 poziomie głośności radioodtwarzacza 95 dB(A) zanika słyszalność sygnałów ostrzegawczych emitowanych przez pojazd uprzywilejowany nawet z odległości 10 metrów. Potwierdza to również subiektywna ocena kierowcy samochodu.

### 3. WNIOSKI

Na podstawie przeprowadzonych badań i analizy ich wyników można sformułować następujące wnioski:

- Głośne słuchanie muzyki w samochodzie ma znaczący wpływ na słyszalność sygnałów ostrzegawczych emitowanych przez pojazdy uprzywilejowane.
- Przy poziomie tła akustycznego wewnątrz samochodu powyżej 82 dB(A) słyszalność sygnałów ostrzegawczych jest dostateczna dopiero w momencie gdy pojazd uprzywilejowany znajduje się w odległości nie większej niż 30 metrów.
- Przy poziomie tła akustycznego wewnątrz samochodu powyżej 95 dB(A) sygnały ostrzegawcze są praktycznie niesłyszalne nawet, gdy pojazd uprzywilejowany znajduje się w odległości 10 metrów.

#### 4. BIBLIOGRAFIA

- [1] Prawo o ruchu drogowym, Ustawa z dnia 20 czerwca 1997 r Dz. U. z 2005 r. Nr 108, poz. 908 z późn. zm.
- [2] Engel Z.: *Ochrona środowiska przed drganiami i hałasem*, Warszawa PWN 2001.
- [3] Górski P.: *Sygnalizacja akustyczna w pojazdach uprzywilejowanych*, Bezpieczeństwo Pracy 7-8/2003, CIOP-PIB 2003r.
- [4] Regulamin nr 28 EKG ONZ. *Jednolite przepisy dotyczące homologacji ostrzegawczych sygnałów dźwiękowych i pojazdów samochodowych w zakresie ich sygnalizacji dźwiękowej*.
- [5] 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, OJ L 176 10.08.70 p.12.*
- [6] Arendarczyk D.: *Wpływ widma akustycznego we wnętrzu samochodu na percepcję sygnałów ostrzegawczych emitowanych przez pojazdy uprzywilejowane*, Praca inżynierska SID-001/11, Kraków 2011.
- [7] Krupowicz A.: *Metody numeryczne zagadnień początkowych równań różniczkowych zwyczajnych*, Warszawa, PWN 1986.
- [8] Alton Everest F.: *Podręcznik akustyki* Wydawnictwo Sonia Draga, Katowice 2009, Wydanie IV.
- [9] Ozimek E.: *Dźwięk i jego percepcja*, Aspekty fizyczne i psychoakustyczne. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa – Poznań 2002.