



# Hałas

## infradźwiękowy na stanowiskach pracy kierowców

dr inż. ANNA KACZMARSKA  
doc. dr inż. DANUTA AUGUSTYŃSKA

Centralny Instytut Ochrony Pracy  
– Państwowy Instytut Badawczy

mgr inż. ANDRZEJ WIERZEJSKI  
Instytut Transportu Samochodowego

Hałas infradźwiękowy stanowi istotną uciążliwość w środowisku pracy kierowców. W artykule przedstawiono schemat ideowy badań oraz wstępne wyniki badań hałasu infradźwiękowego występującego na stanowiskach pracy kierowców środków transportu drogowego.

### Infrasonic noise at workstations of drivers of road vehicles

Infrasonic noise is one of the most harmful and annoyance factors in the working environment of drivers. This article presents a general diagram and preliminary results of a study of infrasonic noise that occurs at workstations of drivers of road vehicles.

### Wstęp

Badania ankietowe dotyczące warunków pracy w transporcie wykazują, że znaczny odsetek kierowców środków transportu miejskiego (autobusów i tramwajów), ok. 75% spośród 300 badanych, uskarża się na nadmierny hałas działający co najmniej przez ¼ czasu pracy [1]. Wstępne badania prowadzone przez Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy na stanowiskach pracy kierowców autobusów komunikacji miejskiej oraz informacje nadsyłane przez wojewódzkie stacje sanitarno-epidemiologiczne i służbę bhp firm przewoźnych, dotyczące wyników pomiarów hałasu, wskazują na występowanie przekroczeń wartości NDN hałasu infradźwiękowego ( $L_{c,eq,8h} = 102$  dB) w różnych pojazdach produkcji krajowej i zagranicznej [2]. Problem ten nie jest szczegółowo rozpoznany, ponieważ badania homologacyjne pojazdów, o których mowa w rozporządzeniu ministra infrastruktury z dnia 30 grudnia 2003 r. (DzU nr 5, poz. 30), prowadzone wg regulaminów Europejskiej Komisji Gospodarczej Organizacji Narodów Zjednoczonych obejmują jedynie badania hałasu zewnętrznego pojazdów.

Hałas infradźwiękowy stanowi istotną uciążliwość w środowisku pracy kierowców, może mieć wpływ na obniżenie sprawności psychofizycznej kierowców, powodować rozproszenie uwagi, wywoływać zmęczenie, senność i mikrodrzemki, a więc może być przyczyną wypadków drogowych. W celu osiągnięcia poprawy bezpieczeństwa uczestników ruchu drogowego, podjęto badania, które pomogą w rozpoznaniu narażenia kierowców na hałas infradźwiękowy w środowisku pracy i opracowaniu metod przeciwdziałania temu zjawisku. W tym artykule zostaną przedstawione wstępne wyniki pomiarów.

### Metoda badań

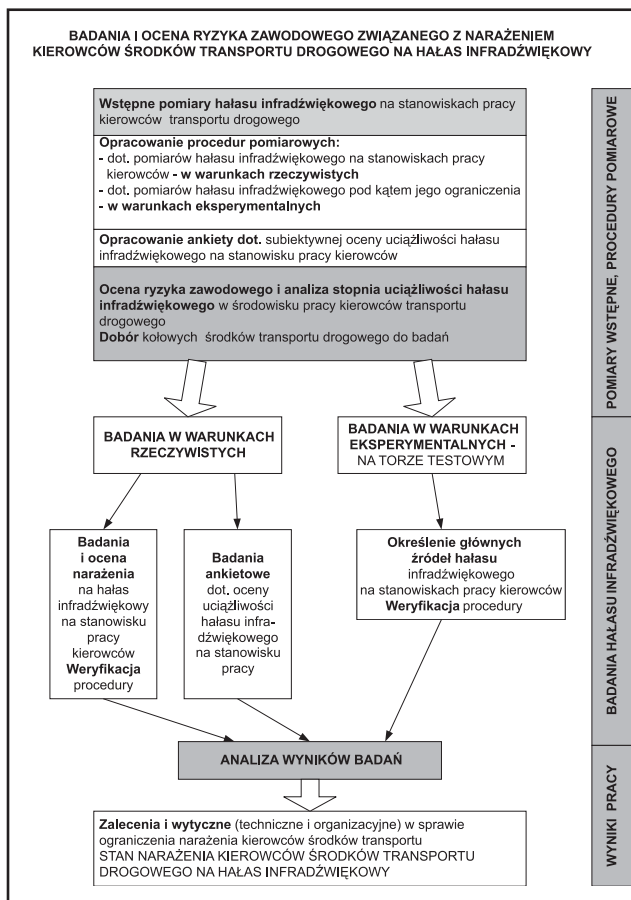
Przyjęto, że pomiary hałasu infradźwiękowego będą przeprowadzone w autobusach miejskich oraz samochodach ciężarowych. Realizację omawianych badań przewidziano w trzech krokach:

- 1) opracowanie niezbędnych procedur pomiarowych,
- 2) badania hałasu infradźwiękowego występującego na stanowiskach pracy kierowców w warunkach rzeczywistych oraz w warunkach eksperymentalnych (na torze testowym) przy określonych parametrach jazdy,

3) analiza wyników badań oraz opracowanie zaleceń i wytycznych (technicznych i organizacyjnych) dotyczących ograniczenia narażenia kierowców środków transportu drogowego na hałas infradźwiękowy.

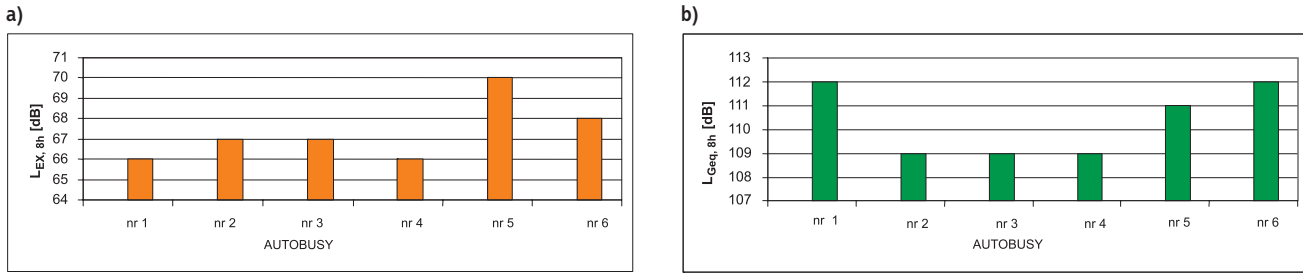
Pomiary hałasu infradźwiękowego w pojazdach przewidziano dwutorowo:

• na stanowiskach pracy kierowców w warunkach rzeczywistych pod kątem oceny ryzyka zawodowego związanego z narażeniem



Rys. 1. Schemat ideowy badań

Fig. 1. General diagram of tests



Rys. 2. Poziom hałas i hałasu infradźwiękowego na stanowisku pracy kierowcy autobusu [7]: a) poziom ekspozycji na hałas odniesiony do 8-godzinnej doby wymiaru czasu pracy (dotyczy hałasu słyszalnego); b) równoważny poziom ciśnienia akustycznego skorygowany charakterystyką częstotliwościową G odniesiony do 8-godzinnej doby wymiaru czasu pracy (dotyczy hałasu infradźwiękowego)

Fig. 2. Noise and infrasonic noise level at a bus driver's workstation [7]: a) noise exposure level normalized to a nominal 8-h working day (audible noise); b) equivalent continuous G-weighted sound pressure level normalized to a nominal 8-h working day (infrasonic noise)

kierowców środków transportu drogowego na hałas infradźwiękowy:

- wielkości mierzone: równoważny poziom ciśnienia akustycznego skorygowany charakterystyką częstotliwościową G  $L_{G_{eq}}$ , szczytowy nieskorygowany poziom ciśnienia akustycznego,  $L_{LIN_{peak}}$  czas ekspozycji na hałas infradźwiękowy

- zastosowana procedura pomiarowa: procedura badawcza NAM 10 pt. „Wyznaczenie poziomów ciśnienia akustycznego hałasu infradźwiękowego na stanowiskach pracy operatorów i na innych stanowiskach pracy w warunkach „in situ”, opracowana z uwzględnieniem zaleceń PN-ISO 7196 [3], PN-ISO 9612 [4] oraz procedury pomiarowej opublikowanej w kwartalniku „Podstawy i Metody Oceny Środowiska Pracy” 2/2001 [5].

- w wybranych punktach pomiarowych (w tym na stanowiskach pracy kierowców) w warunkach eksperymentalnych (na torze testowym) pod kątem określenia głównych źródeł hałasu infradźwiękowego i możliwości jego ograniczenia:

- wielkości mierzone: równoważny poziom ciśnienia akustycznego skorygowany charakterystyką częstotliwościową G  $L_{G_{eq}}$ , szczytowy nieskorygowany poziom ciśnienia akustycznego,  $L_{LIN_{peak}}$  poziom ciśnienia akustycz-

nego w tercjowych lub oktawowych pasmach częstotliwości (widmo hałasu)

- zastosowana procedura pomiarowa: opracowana procedura badawcza z uwzględnieniem zaleceń ISO 5128 [6], PN-ISO 7196 [3], PN-ISO 9612 [4] oraz wspomnianej wcześniej procedury pomiarowej [5].

Ogólny schemat ideowy badań przedstawiono na rysunku 1.

### Wyniki badań wstępnych

Badania pilotażowe prowadzone w celu opracowania dokumentacji i propozycji wartości najwyższych dopuszczalnych natężeń (NDN) hałasu infradźwiękowego wykazały m.in. występowanie przekroczeń wartości NDN hałasu infradźwiękowego na stanowiskach kierowców samochodów ciężarowych i autobusów; rejestrowane poziomy ciśnienia akustycznego skorygowane charakterystyką częstotliwościową G ważyły się w granicach 97-115 dB (autobusy 102-112 dB) [5].

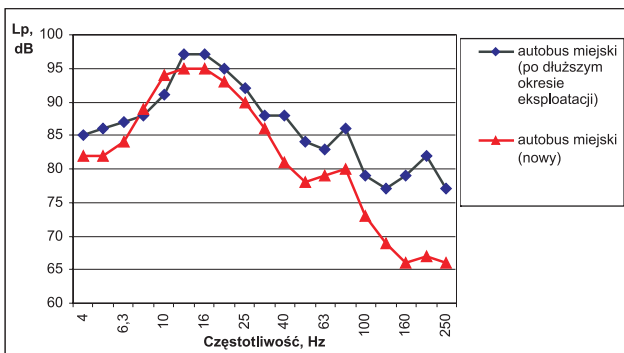
W ramach badań wstępnych wykonano pomiar hałasu i hałasu infradźwiękowego w warunkach rzeczywistych, na stanowisku pracy kierowcy we wnętrzu wybranych, obecnie eksploatowanych sześciu typów autobusów miejskich (rys. 2.).

Jak wynika z pomiarów, zarejestrowane wartości równoważnego poziomu ciśnienia

akustycznego skorygowanego charakterystyką częstotliwościową G ważyły się w granicach od 109 dB do 112 dB (rys. 2b) i znacznie przewyższały wartości NDN hałasu infradźwiękowego ( $L_{G_{eq,8h}} = 102$  dB). Dla porównania, wartości poziomu ekspozycji na hałas występujące na tych samych stanowiskach pracy kierowców ważyły się w granicach od 66 do 70 dB (rys. 2a) i nie przekraczały wartości NDN odnoszących się do hałasu w tym zakresie ( $L_{EX,8h} = 85$  dB). W celu szczegółowego rozpoznania charakteru hałasu wykonano pomiar widma hałasu niskoczęstotliwościowego (w tym infradźwiękowego) we wnętrzu wybranych, obecnie eksploatowanych autobusów miejskich – nowych i po dłuższym okresie eksploatacji (rys. 3.).

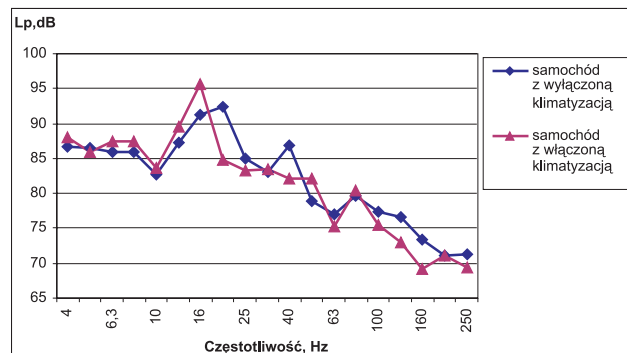
Jak przedstawiono na rysunku 3., istotne składowe widma rzędu 95-97 dB występują w pasmach częstotliwości 12,5 Hz i 16 Hz.

Wykonano także pomiar hałasu niskoczęstotliwościowego (w tym infradźwiękowego) we wnętrzu samochodu przeznaczonego do przewozu osób i towaru (typu van, produkcji USA), podczas jazdy po drodze asfaltowej, z prędkością 90 km/h, z włączoną i wyłączoną klimatyzacją. Widmo hałasu niskoczęstotliwościowego (w tym infradźwiękowego) w tercjowych pasmach częstotliwości zarejestrowane we wnętrzu badanego pojazdu przedstawiono na rys. 4.



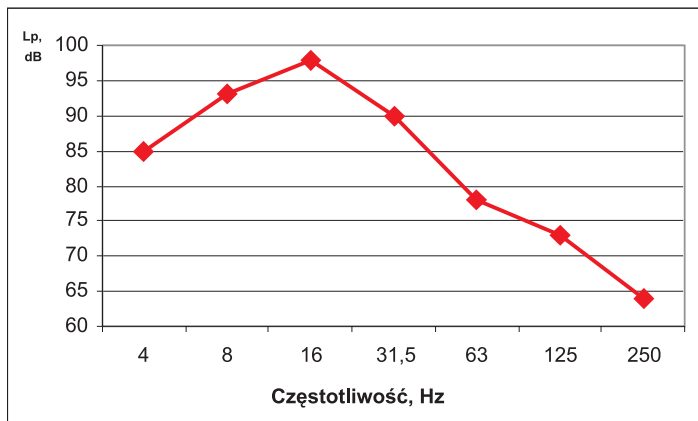
Rys. 3. Widmo hałasu niskoczęstotliwościowego (w tym infradźwiękowego) w tercjowych pasmach częstotliwości zarejestrowane we wnętrzu autobusów miejskich – miejska droga asfaltowa, prędkość przejazdu  $V = 50$  km/h

Fig. 3. Spectrum of low-frequency noise (including infrasonic noise) in one-third octave-bands inside a city bus travelling on a city road at 50 km/h



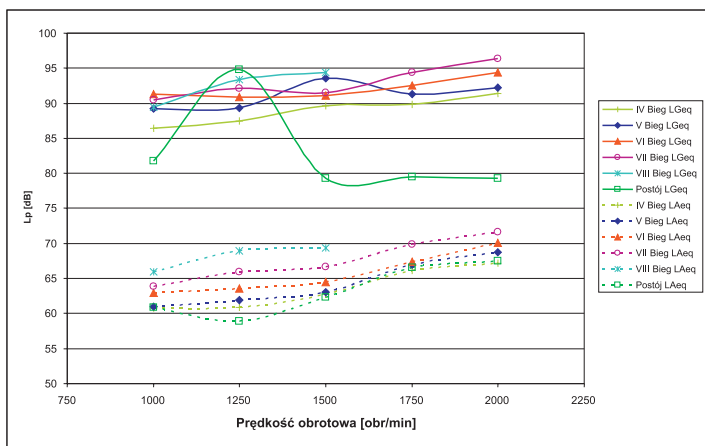
Rys. 4. Widmo hałasu niskoczęstotliwościowego (w tym infradźwiękowego) w tercjowych pasmach częstotliwości zarejestrowane we wnętrzu samochodu typu van (USA) przy różnych ustawieniach klimatyzacji, droga asfaltowa, prędkość przejazdu  $V = 90$  km/h

Fig. 4. Spectrum of low-frequency noise (including infrasonic noise) in one-third octave-bands inside a van, with different air conditioning settings, travelling on a city road at 90 km/h



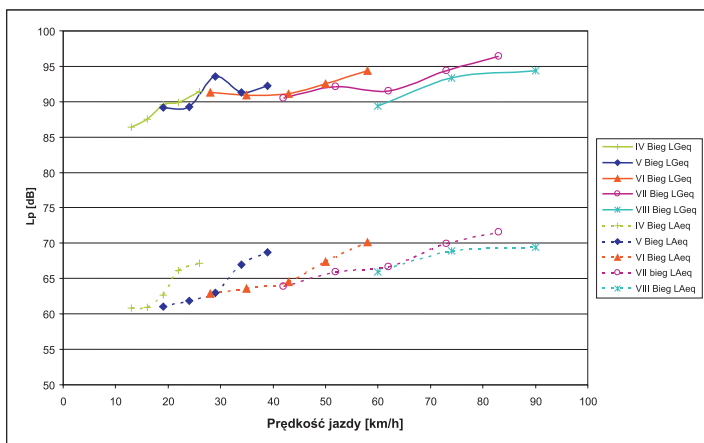
Rys. 5. Widmo hałasu niskoczęstotliwościowego (w tym infradźwiękowego) w oktaowych pasmach częstotliwości, zarejestrowane we wnętrzu małego samochodu ciężarowego – droga asfaltowa, prędkość przejazdu  $V = 50 \text{ km/h}$

Fig. 5. Spectrum of low-frequency noise (including infrasonic noise) in octave-bands inside a small truck travelling on a city road at  $50 \text{ km/h}$



Rys. 6. Poziom hałasu i hałasu infradźwiękowego w zależności od prędkości obrotowej silnika:  $L_{Aeq}$  (---) równoważny poziom dźwięku A (dotyczy hałasu słyszalnego);  $L_{Geq}$  (—) równoważny poziom ciśnienia akustycznego skorygowany charakterystyką częstotliwościową G (dotyczy hałasu infradźwiękowego)

Fig. 6. Noise and infrasonic noise level depending on rotary speed of motor:  $L_{Aeq}$  (---) equivalent continuous A-weighted sound pressure level (audible noise);  $L_{Geq}$  (—) equivalent continuous G-weighted sound pressure level (infrasonic noise)



Rys. 7. Poziom hałasu i hałasu infradźwiękowego w zależności od prędkości jazdy:  $L_{Aeq}$  (---) równoważny poziom dźwięku A (dotyczy hałasu słyszalnego);  $L_{Geq}$  (—) równoważny poziom ciśnienia akustycznego skorygowany charakterystyką częstotliwościową G (dotyczy hałasu infradźwiękowego)

Fig. 7. Noise and infrasonic noise level with relationship for a vehicle travelling:  $L_{Aeq}$  (---) equivalent continuous A-weighted sound pressure level (audible noise);  $L_{Geq}$  (—) equivalent continuous G-weighted sound pressure level (infrasonic noise)

Przy włączonej klimatyzacji zarejestrowany najwyższy poziom ciśnienia akustycznego w tercjowym paśmie częstotliwości 16 Hz wynosi 95 dB. Wyłączenie klimatyzacji nie powoduje znaczących zmian w widmie hałasu, w zakresie częstotliwości 4-250 Hz.

Na rysunku 5. przedstawiono widmo hałasu niskoczęstotliwościowego (w tym infradźwiękowego) w tercjowych pasmach częstotliwości, zarejestrowane we wnętrzu (na stanowisku pracy kierowcy) małego samochodu ciężarowego. Dominujące składowe w widmie leżą w oktaowym paśmie o częstotliwości środkowej 16 Hz. Zarejestrowany poziom ciśnienia akustycznego dla pasma oktaowego o częstotliwości środkowej 16 Hz wynosi 98 dB.

Na rys. 6. i 7. przedstawiono wyniki pomiarów hałasu i hałasu infradźwiękowego na stanowisku pracy kierowcy, przeprowadzonych na torze testowym, w fabrycznie nowym samochodzie ciężarowym kategorii N1 (pojazdy przeznaczone do przewozu towaru o maksymalnej masie nie większej niż 3,5 t) podczas różnych parametrów jazdy.

Jak wynika z pomiarów przeprowadzonych na torze testowym, zarejestrowane wartości równoważnego poziomu ciśnienia akustycznego skorygowanego charakterystyką częstotliwościową G, znacznie przewyższają wartości równoważnego poziomu dźwięku A (podobnie jak w przypadku pomiarów przeprowadzonych w warunkach rzeczywistych).

## Podsumowanie

W artykule przedstawiono wstępne wyniki pomiarów hałasu infradźwiękowego w środkach transportu drogowego (autobusach, samochodach ciężarowych). Wyniki tych badań potwierdziły występowanie przekroczeń wartości NDN hałasu infradźwiękowego ( $L_{Geq,8h} = 102 \text{ dB}$ ) w różnych pojazdach produkcji krajowej i zagranicznej.

W zarejestrowanych widmach hałasu infradźwiękowego, występującego we wnętrzu badanych środków transportu drogowego, w wyniku pilotażowych pomiarów zaobserwowano występowanie istotnych składowych (poziom ciśnienia akustycznego ok. 100 dB) w zakresie częstotliwości 12,5 – 20 Hz.

Ponieważ hałas infradźwiękowy jest jednym z czynników uciążliwych i szkodliwych w środowisku pracy kierowców środków transportu drogowego, może on być przyczyną wypadków drogowych.

Niezbędne jest więc prowadzenie dalszych badań w celu rozpoznania narażenia kierowców na hałas infradźwiękowy w środowisku pracy i opracowania metod przeciwdziałania temu zjawisku.

## PIŚMIENNICTWO

- [1] Koradecka D., Augustyńska D., Pośniak M. i inni *Opracowanie zasad monitorowania stanu narażenia na czynniki szkodliwe i uciążliwe w środowisku pracy spełniających standardy obowiązujące w krajach UE w ramach działalności Europejskiej Fundacji na rzecz Poprawy Warunków Życia i Pracy*. Zadanie 6.4, program wieloletni pn. „Dostosowywanie warunków pracy w Polsce do standardów Unii Europejskiej”, etap II, CIOP-PIB 2003
- [2] Koton J. i inni *Drgania i hałas na stanowiskach pracy w środkach komunikacji miejskiej – badania dozymetryczne*, „Bezpieczeństwo Pracy” 7-8 (396-397) 2004
- [3] PN-ISO 7196:2002 *Akustyka. Charakterystyka częstotliwościowa filtra do pomiarów infradźwięków*
- [4] PN-ISO 9612:2004 *Akustyka – Zasady pomiaru i oceny ekspozycji na hałas w środowisku pracy*
- [5] Pawlacyk-Łuszczynska M., Augustyńska D., Kaczmarska A. *Hałas infradźwiękowy. Procedura pomiarowa. Dokumentacja proponowanych wartości dopuszczalnych poziomów narażenia zawodowego*. „Podstawy i Metody Oceny Środowiska Pracy” Rok XVII zeszyt nr 2(28), 2001
- [6] ISO 5128-1980: *Acoustics – Measurement of noise inside motor vehicles*
- [7] Prawdzik J. *Narażenie na czynniki szkodliwe dla zdrowia występujące w środowisku pracy* (praca dyplomowa). CIOP-PIB 2005

*Publikacja opracowana na podstawie wyników uzyskanych w ramach II etapu programu wieloletniego pn. „Dostosowywanie warunków pracy w Polsce do standardów Unii Europejskiej”, dofinansowanego w latach 2005-2007 w zakresie badań naukowych przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego, w zakresie zadań służb państwowych przez Ministerstwo Pracy i Polityki Społecznej. Główny koordynator: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy*