



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

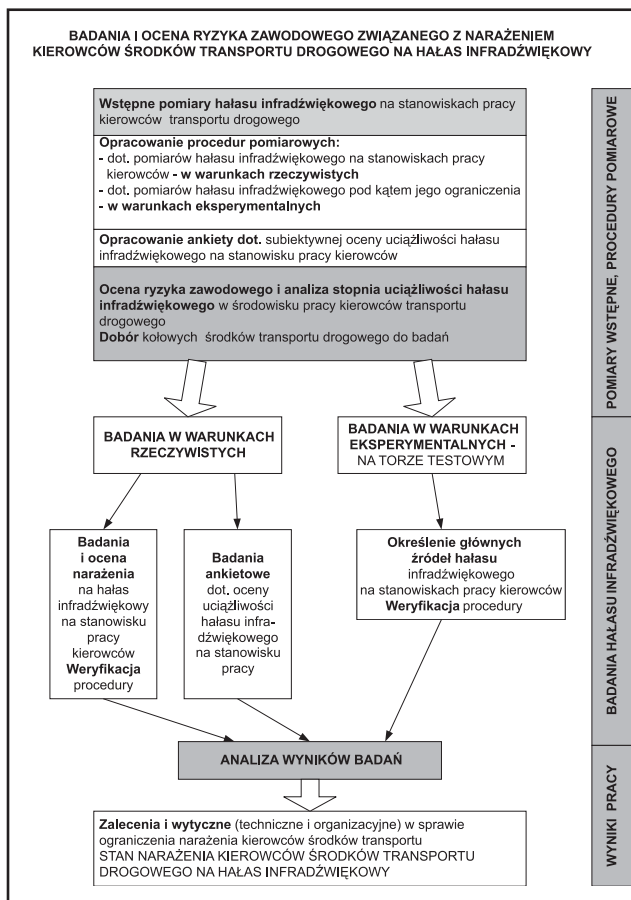
Przyjęto, że pomiary hałasu infradźwiękowego będą przeprowadzone w autobusach miejskich oraz samochodach ciężarowych. Realizację omawianych badań przewidziano w trzech krokach:

- 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.

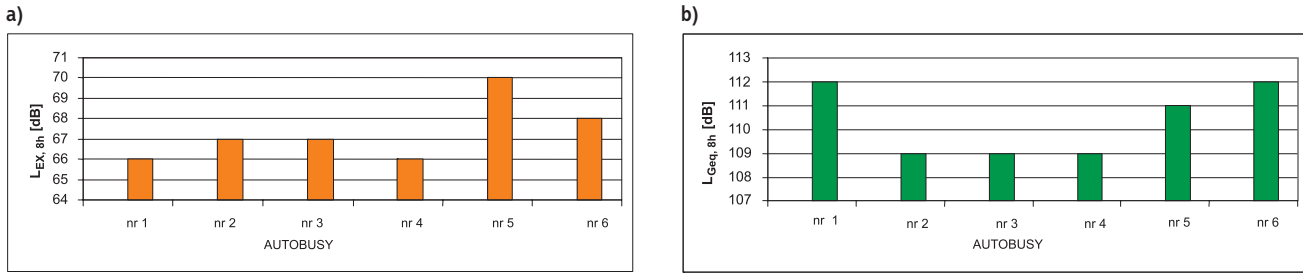
Pomiary hałasu infradźwiękowego w pojazdach przewidziano dwutorowo:

• 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].

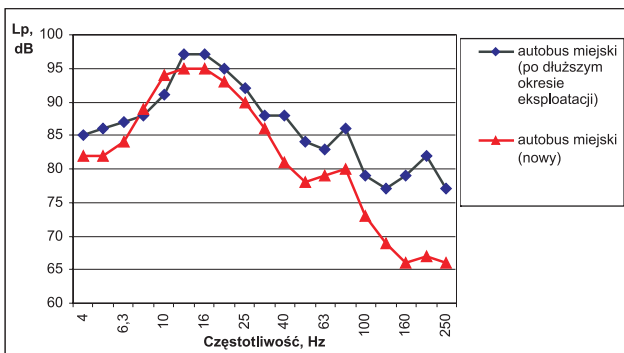
W ramach badań wstępnych wykonano pomiar hałasu i hałasu infradźwiękowego w warunkach rzeczywistych, na stanowisku pracy kierowcy we wnętrzu wybranych, obecnie eksploatowanych sześciu typów autobusów miejskich (rys. 2.).

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.).

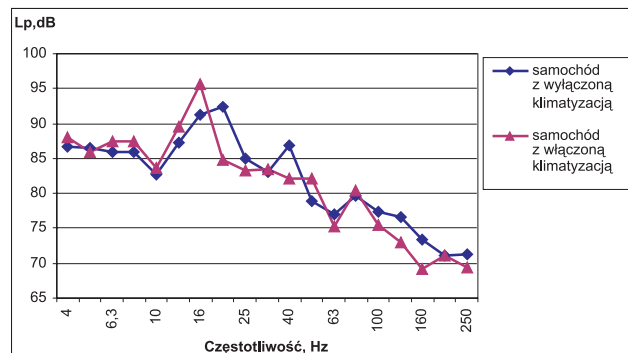
Jak przedstawiono na rysunku 3., istotne składowe widma rzędu 95-97 dB występują w pasmach częstotliwości 12,5 Hz i 16 Hz.

Wykonano także pomiar hałasu niskoczęstotliwościowego (w tym infradźwiękowego) we wnętrzu samochodu przeznaczanego 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.



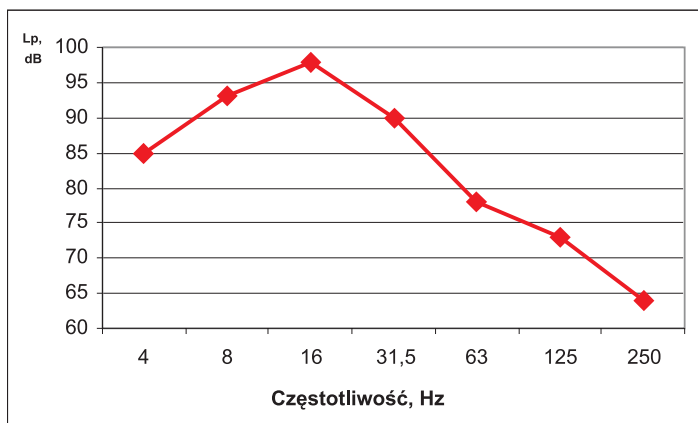
Rys. 3. Widmo hałasu niskoczęstotliwościowego (w tym infradźwiękowego) w tercjowych pasmach częstotliwości zarejestrowane we wnętrzu autobusów miejskich – miejska droga asfaltowa, prędkość przejazdu $V = 50$ km/h

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



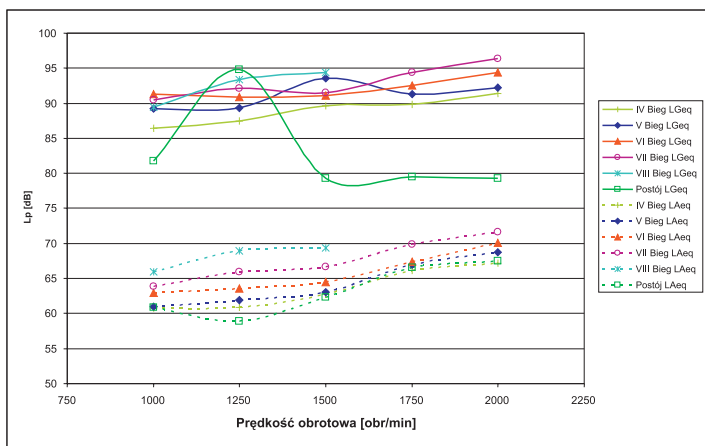
Rys. 4. Widmo hałasu niskoczęstotliwościowego (w tym infradźwiękowego) w tercjowych pasmach częstotliwości zarejestrowane we wnętrzu samochodu typu van (USA) przy różnych ustawieniach klimatyzacji, droga asfaltowa, prędkość przejazdu $V = 90$ km/h

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



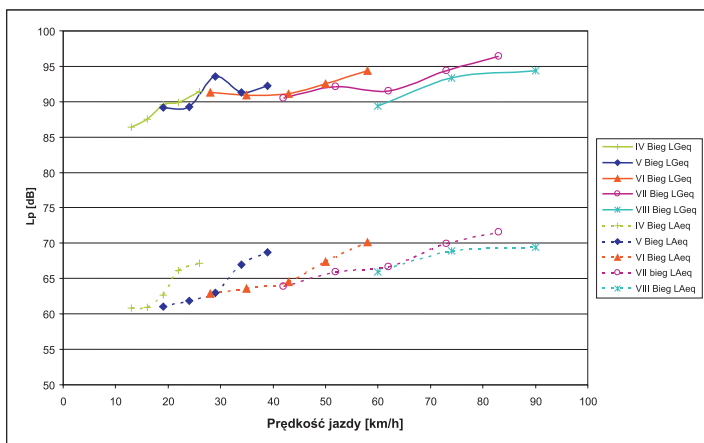
Rys. 5. Widmo hałasu niskoczęstotliwościowego (w tym infradźwiękowego) w oktaowych pasmach częstotliwości, zarejestrowane we wnętrzu małego samochodu ciężarowego – droga asfaltowa, prędkość przejazdu $V = 50 \text{ km/h}$

Fig. 5. Spectrum of low-frequency noise (including infrasonic noise) in octave-bands inside a small truck travelling on a city road at 50 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