

W artykule przedstawiono wyniki badań dotyczących analizy uciążliwości hałasu infradźwiękowego występującego na stanowiskach pracy biurowej. Badania obejmowały: pomiary parametrów akustycznych charakteryzujących ten rodzaj hałasu i badania ankietowe w środowisku pracy oraz eksperyment w warunkach laboratoryjnych na modelowym stanowisku pracy. Zaproponowano wartość dopuszczalną hałasu infradźwiękowego dla stanowisk pracy koncepcyjnej wymagającej koncentracji uwagi; równoważny poziom ciśnienia akustycznego skorygowany charakterystyką częstotliwościową G w czasie pobytu pracownika na stanowisku pracy  $L_{\text{Geq},T_e}$  nie powinien przekraczać 86 dB. Dodatkowo równoważny poziom dźwięku A w czasie pobytu pracownika na stanowisku pracy  $L_{\text{Aeq},T_e}$  nie powinien przekraczać 35-45 dB.

#### Infrasonic noise at workplaces in offices requiring employee's special attention focus. Proposal of criteria

In this article the results of tests concerning the analysis of annoyance of infrasonic noise that occurs at the work station located in offices are presented. The tests covered measurements of acoustic parameters specific for this type of noise and a survey conducted in the working environment and an experiment in laboratory conditions on a model of a work station.

Proposed admissible value for workplaces when performing conceptual work that requires attention focus; equivalent G-weighted sound pressure level  $L_{\text{Geq},T_e}$  over duration  $T_e$  ( $T_e \leq 8\text{h}$ ) can not exceed 86 dB. Additionally equivalent-continuous A-weighted sound pressure level  $L_{\text{Aeq},T_e}$  over duration  $T_e$  ( $T_e \leq 8\text{h}$ ) should not exceed 35-45 dB.

## Wstęp

Hałas infradźwiękowy i niskoczęstotliwościowy coraz częściej jest postrzegany jako czynnik szczególnie uciążliwy podczas wykonywania prac umysłowych koncepcyjnych oraz wymagających koncentracji uwagi. Dotychczas obowiązujące w Polsce wartości dopuszczalne hałasu infradźwiękowego ( $L_{\text{Geq},8\text{h}} = 102\text{ dB}$ ) [4] w środowisku pracy są bardziej odpowiednie przede wszystkim w odniesieniu do warunków przemysłowych. Nie istnieje kryterium dotyczące uciążliwości hałasu infradźwiękowego i niskoczęstotliwościowego w środowisku pracy ze względu na charakter wykonywanej pracy.

Uosób eksponowanych na hałas infradźwiękowy i niskoczęstotliwościowy obserwuje się duże indywidualne różnice w reakcji,

# Hałas infradźwiękowy na stanowiskach pracy wymagających koncentracji uwagi

## – propozycja kryterium uciążliwości

dr inż. ANNA KACZMARSKA  
dr inż. DANUTA AUGUSTYŃSKA  
dr ANNA ŁUCZAK

Centralny Instytut Ochrony Pracy  
– Państwowy Instytut Badawczy

które są zależne nie tylko od czynników akustycznych. Niektóre osoby narażone na ten rodzaj hałasu skarżą się na uczucie irytacji, niepokoju i stresu, inne na odczuwanie nadmiernej senności i zmęczenia [5, 6, 7].

Obecny stan wiedzy nie pozwala określić zadowalającej zgodności pomiędzy subiektywną oceną uciążliwości a wartościami odpowiednich wskaźników oceny hałasu infradźwiękowego i niskoczęstotliwościowego. Niezbędne jest zatem prowadzenie badań w tym zakresie.

### Badania przeprowadzone przez Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy

Pilotażowe badania hałasu przeprowadzone przez Centralny Instytut Ochrony

Pracy – Państwowy Instytut Badawczy w środowisku pracy w pomieszczeniach biurowych [8] wykazały częste skargi pracowników na uciążliwy, drażniący, przeszkadzający w pracy, męczący lub powodujący nadmierną senność hałas infradźwiękowy i niskoczęstotliwościowy, pomimo że nie stwierdzono tam występowania przekroczeń obowiązujących wartości NDN hałasu infradźwiękowego ( $L_{\text{Geq},8\text{h}} = 102\text{ dB}$ ). Na rysunku 1. przedstawiono przykładowe widma hałasu zarejestrowane w badanych pomieszczeniach biurowych, przeznaczonych do prac koncepcyjnych, gdzie zgłaszano uciążliwość hałasu niskoczęstotliwościowego dochodzącego od urządzeń klimatyzacji oraz maszyn i urządzeń na stanowiskach pracy (sprzęt informatyczny: serwery, komputery), (linia A), pochodzącego z przepompowni

**INFRADŹWIĘKI** – dźwięki lub hałas, którego widmo częstotliwości zawarte jest głównie w zakresie od 1 do 20 Hz – PN-ISO 7196:2002 [1]

**HAŁAS INFRADŹWIĘKOWY** – hałas, w widmie którego występują składowe o częstotliwościach infradźwiękowych i niskich słyszalnych [2]

**HAŁAS NISKOCZĘSTOTLIWOŚCIOWY** – hałas, zawierający składowe z zakresu częstotliwości od 10 Hz do 250 Hz [3]

ciepłowniczej zlokalizowanej w tym samym budynku, hałasu transformatora znajdującego się na zewnątrz w sąsiednim, przyległym obiekcie oraz hałasu emitowanego przez komputer (linia B).

Wyraźne składowe niskoczęstotliwościowe z zakresu 16-125 Hz występujące w przedstawionych widmach hałasu (rys. 1.), bywają częstą przyczyną skarg pracowników na uciążliwość hałasu w środowisku pracy.

W latach 2005-2008 w CIOP-PIB podjęto badania, których celem było zbadanie wpływu hałasu infradźwiękowego na wykonywanie prac koncepcyjnych wymagających koncentracji uwagi.

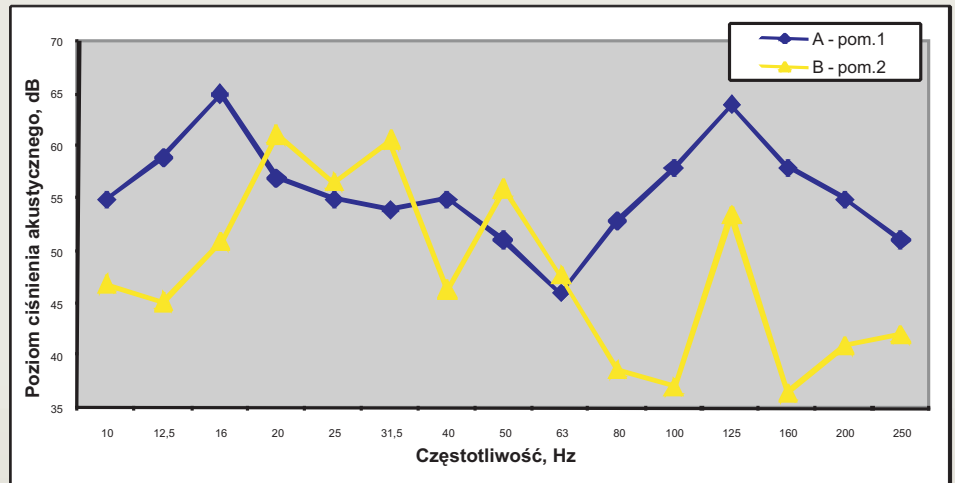
Pierwsza część badań (badania środowiskowe) dotyczyła uciążliwości hałasu infradźwiękowego występującego na stanowiskach pracy biurowej. Badania te przeprowadzono na 253 stanowiskach pracy zlokalizowanych w 127 różnych pomieszczeniach:

- w pomieszczeniach biurowych z wyciągami i/lub klimatyzacją
- w pomieszczeniach biurowych, w tym w pomieszczeniach z klimatyzacją, zlokalizowanych w budynkach z innymi źródłami hałasu
- w pomieszczeniach biurowych (w tym klimatyzowanych), zlokalizowanych na terenie zakładów przemysłowych, w sąsiedztwie źródeł hałasu w budynku lub/i poza budynkiem.

Objęły one: pomiary parametrów akustycznych charakteryzujących ten rodzaj hałasu:  $L_{Aeq,T_e}$ ,  $L_{Geq,T_e}$  i badania ankietowe w środowisku pracy (ok. 300 osób).

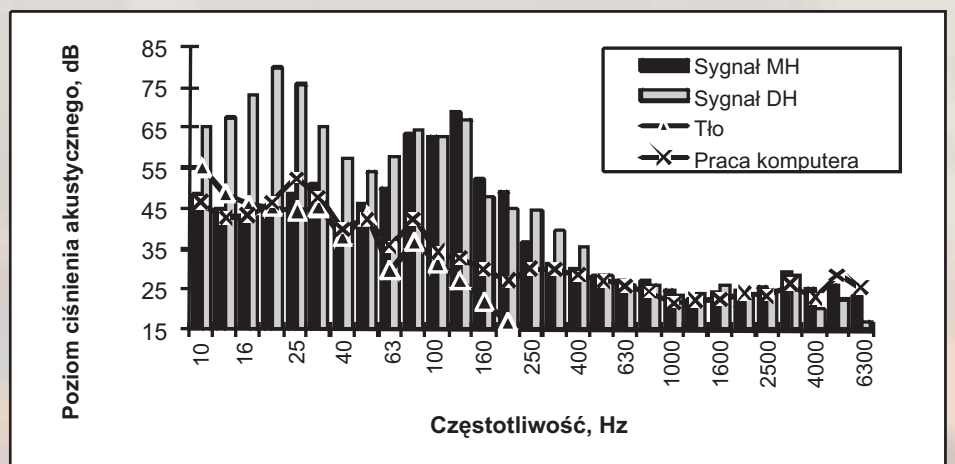
Drugą część badań stanowił eksperyment w warunkach laboratoryjnych na modelowym stanowisku pracy.

Eksperyment ten dotyczył wpływu hałasu infradźwiękowego i niskoczęstotliwościowego na sprawność w zakresie procesów poznawczych. Uczestniczyło w nim 60 osób (30 kobiet i 30 mężczyzn) w wieku 19-25 lat (średnia: 21 lat, SD ± 1,63). Osoby te charakteryzowały się normalnym słuchem i zróżnicowanym poziomem reaktywności, będącej cechą temperamentu wyznaczającą



Rys. 1. Widma hałasu niskoczęstotliwościowego w pomieszczeniach biurowych

Fig. 1. Spectra of low-frequency noise at workplaces in offices



Rys. 2. Widmo hałasu wewnątrz kabiny przy różnych wariantach eksperymentu

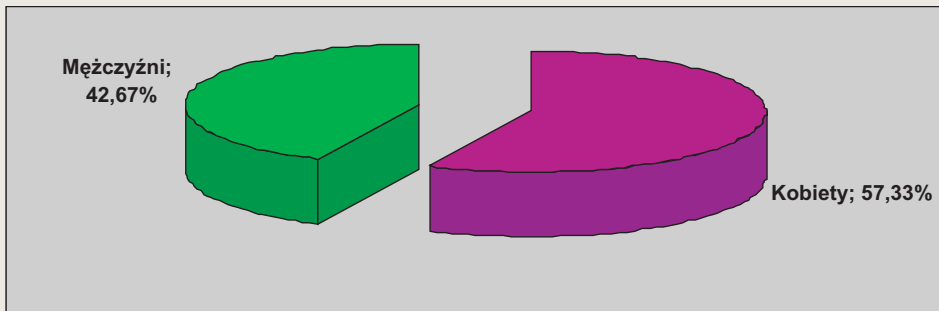
Fig. 2. Noise spectrum inside the cabin for different experiment options

Tabela 1

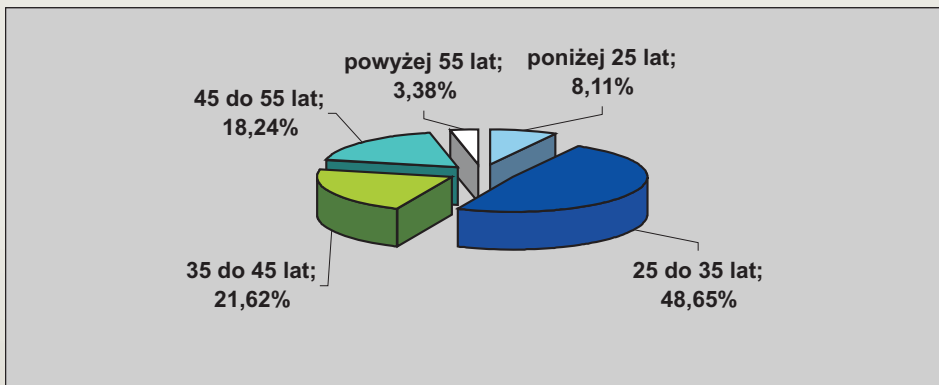
ZESTAWIENIE PARAMETRÓW AKUSTYCZNYCH W ODNIESIENIU DO POSZCZEGÓLNYCH WARUNKÓW AKUSTYCZNYCH PODCZAS BADAŃ LABORATORYJNYCH

List of acoustic parameters for acoustic conditions during laboratory tests

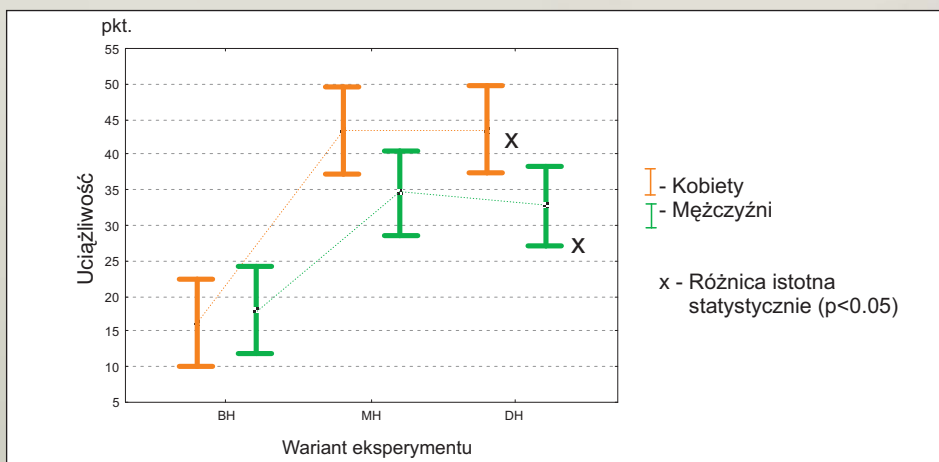
Lp.	Nazwa warunków akustycznych	Parametry akustyczne w pomieszczeniu badawczym [dB]		
		$L_{Aeq}$	$L_{Cpeak}$	$L_{Geq}$
1.	Hałas BH – hałas pochodzący od pracy komputera (hałas odniesienia)	35,0	64,6	62,0
2.	Hałas MH – hałas niskoczęstotliwościowy	53,2	82,8	62,1
3.	Hałas DH – hałas infradźwiękowy	52,9	88,4	90,3



Rys. 3. Płeć badanych osób  
Fig. 3. Gender of subjects



Rys. 4. Wiek badanych osób  
Fig. 4. Age of subjects



Rys. 5. Średnia ocena uciążliwości hałasu (skala SUH) w zależności od płci badanych osób i wariantu eksperymentu, z zaznaczeniem 95% przedziału ufności

Fig. 5. Average values of variable NAS (Noise Annoyance Scale) related to tender of subjects and experiment option

indywidualną wrażliwość człowieka na oddziałujące na niego bodźce.

Eksperyment polegał na wykonaniu testów psychologicznych badających sprawność procesów poznawczych w zakresie spostrzegawczości i uwagi w różnych warunkach akustycznych [8]. Ponadto, zarówno przed rozpoczęciem, jak i po zakończeniu każdego eksperymentu badany

był refleks i samopoczucie osób badanych, natomiast po zakończeniu eksperymentu badani oceniali uciążliwość hałasu oraz wymieniali odczuwane dolegliwości związane z ekspozycją na hałas [9].

Osoby badane znajdowały się w wydzielonym pomieszczeniu badawczym (kabina dźwiękoizolacyjna) natomiast źródła hałasu umieszczono na zewnątrz.

Czas trwania jednej sesji wynosił ok. 1,5 h, w tym 55 min w hałasie. Wszystkie osoby uczestniczyły w 4 sesjach (3 warianty eksperymentu oraz sesja próbna). Widmo zastosowanego w eksperymencie sygnału testowego zarejestrowane w pomieszczeniu badawczym przedstawiono na rys. 2. i w tabeli 1. – str. 29.

### Wyniki badań środowiskowych i ankietowych

Na badanych stanowiskach pracy w pomieszczeniach biurowych nie stwierdzono przekroczeń wartości dopuszczalnych ( $L_{\text{Geq,Te}} = 102 \text{ dB}$ ) w zakresie hałasu infradźwiękowego. Zanotowano jednak skargi pracowników na uciążliwość tego hałasu powodującą utrudnienia w pracy.

Po odrzuceniu ankiet osób zgłaszających problemy ze słuchem, nie zwracających uwagi na hałas w miejscu pracy, deklarujących, że jedynym postrzeganym przez nie źródłem hałasu w miejscu pracy są głośne rozmowy w pomieszczeniu pracy oraz biorąc pod uwagę stanowiska pracy, na których wykonano pomiary hałasu, spośród 339 ankiet **wybrano 150** w celu dokonania analizy statystycznej wyników badań.

Na rysunkach 3. i 4. przedstawiono charakterystykę osób biorących udział w badaniach ankietowych.

Najczęściej wskazywanymi przez respondentów źródłami hałasu w miejscu pracy były głośne rozmowy (ok. 67%), maszyny i urządzenia na stanowisku pracy (ok. 65%), urządzenia wentylacji i klimatyzacji (ok. 44%) oraz ruch uliczny (ok. 23%).

Około 73% osób badanych słyszy w miejscu pracy hałas, który u ok. 49% powoduje dyskomfort, około 15% respondentów odczuwa wibrowanie w różnych częściach ciała, ok. 13% badanych odczuwa drgania w pomieszczeniu, a ok. 6% – ucisk w uszach. Najwięcej respondentów wskazało na takie dolegliwości subiektywnie związane z ekspozycją na hałas w miejscu pracy, jak: kłopoty z koncentracją (50,7%), zmęczenie (ok. 40%), ból głowy (ok. 29%). Znacznie mniej respondentów odczuwało senność (ok. 10%) i zawroty głowy (4,67%). Około 29% badanych nie zgłaszało żadnych dolegliwości subiektywnie związanych z ekspozycją na hałas w miejscu pracy. Ogólna ocena uciążliwości hałasu wykazała, że około 30% badanych oceniło hałas występujący na stanowisku pracy jako więcej niż „uciąż-

liwy”, przypisując mu więcej niż 50 pkt. na 100-punktowej skali.

**Wyniki badań laboratoryjnych**

Analiza uzyskanych wyników uciążliwości hałasu infradźwiękowego (w eksperymencie oznaczonego jako DH) i niskoczęstotliwościowego (w eksperymencie oznaczonego jako MH) w warunkach laboratoryjnych wskazuje na to, że przy zastosowaniu różnych poziomów hałasu poziom sprawności osób badanych w zakresie refleksu, spostrzegawczości i uwagi był podobny. Ponadto okazało się, że również poziom reaktywności osób badanych nie różnicuje wyników w zakresie wymienionych sprawności.

Istotne zróżnicowanie wyników wystąpiło w sferze subiektywnej oceny uciążliwości hałasu. Uzyskane wyniki badań subiektywnych można interpretować jako dowód istnienia:

- subiektywnie odczuwanej większej uciążliwości hałasu infradźwiękowego i niskoczęstotliwościowego (większa liczba zgłaszanych dolegliwości i odczuć, wyższe miary w 100-punktowej skali *Subiektywnej Uciążliwości Hałasu* (SUH), podczas wykonywania prac koncepcyjnych wymagających koncentracji uwagi w porównaniu z hałasem odniesienia (w eksperymencie oznaczonego jako BH)

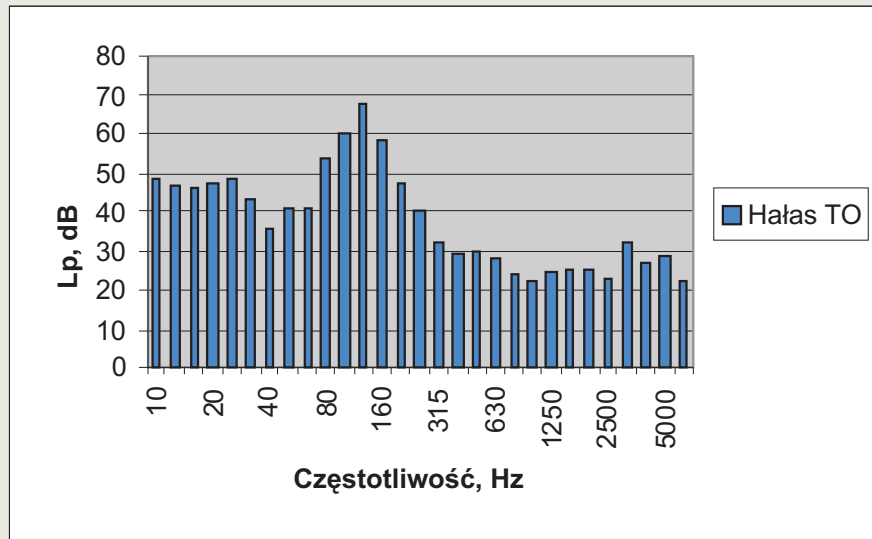
- większej wrażliwości w zakresie odczuwania tego hałasu o różnym poziomie wśród osób o wysokim poziomie reaktywności w porównaniu z wrażliwością osób niskoreaktywnych (większa liczba zgłaszanych dolegliwości, wyższe miary w 100-punktowej skali SUH)

- nie zaobserwowano natomiast zróżnicowania w zakresie oceny uciążliwości hałasu w grupach osób o tym samym poziomie reaktywności w odniesieniu do różnego poziomu hałasu infradźwiękowego (zmiany poziomu  $L_{Geq,Te} = 62-90$  dB, wariant eksperymentu MH, DH)

- większej wrażliwości kobiet na hałas infradźwiękowy (wyższe miary w 100-punktowej skali SUH).

Na rys. 5. przedstawiono wartości średnie zmiennej SUH w różnych wariantach eksperymentu z rozróżnieniem płci badanych osób.

Wśród wybranej grupy osób uczestniczących w poprzednich wariantach eksperymentu (6 kobiet i 13 mężczyzn) przeprowadzono badania uzupełniające (dodatkowy wariant eksperymentu) w warunkach laboratoryjnych w odniesieniu do hałasu



Rys. 6. Widmo hałasu TO – hałas niskoczęstotliwościowy o składowych tonalnych  
 Fig. 6. Noise spectrum – low-frequency noise with tonal components (TO)

Tabela 2  
 ZESTAWIENIE PARAMETRÓW AKUSTYCZNYCH W ODNIESIENIU DO WARIANTU „TO” PODCZAS BADAŃ LABORATORYJNYCH

List of acoustic parameters during laboratory test – low-frequency noise with tonal components (TO)

Lp.	Nazwa warunków akustycznych	Parametry akustyczne w pomieszczeniu badawczym [dB]		
		$L_{Aeq}$	$L_{Cpeak}$	$L_{Geq}$
4.	Hałas TO – hałas niskoczęstotliwościowy o składowych tonalnych	51,4	82,1	63,5

o składowych tonalnych (TO) w zakresie niskich częstotliwości. Stosowany wariant sygnału akustycznego TO przedstawiono w tabeli 2. i na rys. 6. Pozostałe warunki eksperymentu pozostały bez zmian.

Przeprowadzona analiza wyników wybranej grupy wykazała, że różne poziomy hałasu stosowane w poszczególnych typach eksperymentów nie miały wpływu na obiektywne miary sprawności osób badanych w zakresie refleksu, spostrzegawczości i uwagi. Ponadto okazało się, że również poziom reaktywności osób badanych nie różnicuje wyników w zakresie wymienionych sprawności. Istotne zróżnicowanie wyników wystąpiło w sferze subiektywnej oceny uciążliwości hałasu.

**Skala uciążliwości hałasu SUH**

Wyniki obliczeń wskazują na istotne różnice w przeciętnych wartościach zmiennej SUH pomiędzy następującymi wariantami eksperymentu: BH – MH, BH – DH, BH – TO.

Jednocześnie analiza nie wykazała istotnych statystycznie różnic w uciążliwości hałasu pomiędzy wariantami MH, DH i TO eksperymentu. Oznacza to, że osoby badane podobnie odczuwały uciążliwość hałasu niskoczęstotliwościowego, infradźwiękowego i hałasu o składowych tonalnych.

**Odczucia i dolegliwości**

Analiza statystyczna wykazała istnienie istotnych statystycznie różnic w liczbie zgłaszanych przez uczestników badania **odczuć**. Szczegółowa analiza różnic wykazała, że w zakresie liczby zgłaszanych **odczuć** występują różnice pomiędzy wariantami BH i DH eksperymentu oraz BH i TO: w hałasie infradźwiękowym i w hałasie o składowych tonalnych zgłaszana była większa liczba odczuć w porównaniu z hałasem odniesienia. Natomiast średnia liczba **dolegliwości** zgłaszanych we wszystkich typach eksperymentu nie różni się istotnie statystycznie.

Okazało się również, że żaden z zastosowanych w badaniach rodzajów hałasu nie



Maciej Zduniewski – konkurs na plakat bezpieczeństwa pracy pn. „Hałas”. CIOP 1998

wywołał u osób badanych na tyle istotnego pogorszenia samopoczucia, aby poczuli się oni rzeczywiście zmęczeni lub obciążeni psychicznie.

Wyniki analizy pozwalają na stwierdzenie, że hałas tonalny spowodował u osób badanych największe zmiany w zakresie odczuwanego zmęczenia, wyczerpania i ospałości oraz pogorszenia nastroju, zwłaszcza w porównaniu z efektem hałasu niskoczęstotliwościowego i infradźwiękowego. Wyniki przeprowadzonych badań opisano szerzej we wcześniejszych publikacjach [10,11].

## Wnioski

Na podstawie wykonanych badań uciążliwości hałasu infradźwiękowego w warunkach laboratoryjnych i w środowisku pracy można sformułować następujące wnioski:

- w badaniach środowiskowych subiektywna ocena uciążliwości hałasu była uzależniona od warunków akustycznych w miejscu pracy, stwierdzono istotną statystycznie korelację pomiędzy oceną na 100-punktowej skali a poziomami G i A, wyższym poziomem dźwięku odpowiadały wyższe oceny uciążliwości hałasu

- występujący na stanowiskach pracy w pomieszczeniach biurowych hałas o równoważnym poziomie dźwięku A rzędu 39-68 dB i równoważnym poziomie dźwięku

G rzędu 56-83 dB, był oceniany przez około 30% ankietowanych osób przynajmniej jako „uciążliwy”

- wyniki badań ankietowych dotyczących uciążliwości hałasu w środowisku pracy biurowej wskazują, że najwięcej osób skarży się na takie uciążliwości subiektywnie związane z ekspozycją na hałas, jak: kłopoty z koncentracją uwagi (50,7%), dyskomfort (49%), zmęczenie (40%), ból głowy (29%), senność (10%) – w odniesieniu do 150 odpowiedzi

- przeprowadzone badania uciążliwości hałasu infradźwiękowego w warunkach laboratoryjnych, na modelowym stanowisku pracy, pokazały istotne zróżnicowanie wyników subiektywnej oceny uciążliwości hałasu podczas wykonywania prac umysłowych

- wykazano większą wrażliwość na ten rodzaj hałasu wśród osób wysokoreaktywnych w porównaniu z wrażliwością osób niskoreaktywnych

- hałas infradźwiękowy był subiektywnie postrzegany jako bardziej uciążliwy przez kobiety

- w grupach osób o tym samym poziomie reaktywności (badanych w warunkach laboratoryjnych) nie zaobserwowano istotnego zróżnicowania w zakresie oceny uciążliwości hałasu w odniesieniu do różnego poziomu hałasu infradźwiękowego; zmiany poziomu w zakresie 62-90 dB(G)

- wyniki przeprowadzonych badań w warunkach laboratoryjnych i środowiskowych pozwoliły na sformułowanie propozycji następującego **kryterium uciążliwości hałasu infradźwiękowego** na stanowiskach pracy koncepcyjnej – wymagającej koncentracji uwagi:

- równoważny poziom dźwięku G,  $L_{G_{eq},T_{eq}}$  w czasie pobytu pracownika na stanowisku pracy nie powinien przekraczać wartości 86 dB

- równoważny poziom dźwięku A,  $L_{A_{eq},T_{eq}}$  w czasie pobytu pracownika na stanowisku pracy nie powinien przekraczać wartości 35 – 45 dB.

Kryterium to jest zgodne z proponowanymi przez różnych badaczy [3, 12]. Wartość

poziomu dźwięku G wynosząca 86 dB stanowi próg percepcji słuchowej infradźwięków u osób o szczególnej wrażliwości na hałas infradźwiękowy [13]. Kryterium to zostanie wprowadzone do nowelizowanej polskiej normy PN-N-1338. *Hałas infradźwiękowy. Wartości odniesienia poziomów ciśnienia akustycznego na stanowiskach pracy. Wymagania dotyczące wykonywania pomiarów i oceny.*

## PIŚMIENNICTWO

- [1] PN-ISO 7196:2002 *Akustyka – Charakterystyka częstotliwościowa filtru do pomiarów infradźwięków*
- [2] M. Pawlaczyk-Łuszczczyńska, D. Augustyńska, A. Kaczmarska-Kozłowska *Hałas infradźwiękowy – procedura pomiarowa.* PiMOŚP 2 (28)2001
- [3] H.G. Leventhall et al (2003): *A Review of Published Research on Low Frequency Noise and its Effects. Report for Department for Environment, Food and Rural Affairs, London*
- [4] 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. DzUz nr 217, poz. 1833 ze zm.
- [5] H. Hansen Colin (2007): *The Effects of Low-Frequency Noise and Vibration on People*, Multi-Science Publishing Co, Ltd., Brentwood, United Kingdom
- [6] Z. Engel, A. Kaczmarska, D. Augustyńska *Badania wpływu nadmiernej ekspozycji na hałas niskoczęstotliwościowy – choroba wbroakustyczna*, „Bezpieczeństwo Pracy” 11(410)2005
- [7] A. Kaczmarska, W. Mikulski, M. Pawlaczyk-Łuszczczyńska *Badania uciążliwości hałasu niskoczęstotliwościowego w pomieszczeniach do prac biurowych i koncepcyjnych.* „Bezpieczeństwo Pracy” 1(412)2006, str. 16-19
- [8] A. Łuczak *Wiedeński System Testów w doborze osób do zawodów trudnych i niebezpiecznych.* „Bezpieczeństwo Pracy” 2(403)2005, str. 18-21
- [9] M. Pawlaczyk-Łuszczczyńska i inni (2005): *Does Low Frequency Noise at Moderate Levels Influence Human Mental Performance?* „Journal of Low Frequency Noise & Vibration” 24, 25
- [10] A. Kaczmarska, A. Łuczak, A. Sobolewski *Uciążliwość hałasu niskoczęstotliwościowego podczas wykonywania prac wymagających koncentracji uwagi – badania w warunkach laboratoryjnych.* „Bezpieczeństwo Pracy” 6(417)2006, str. 11-15
- [11] A. Kaczmarska, A. Łuczak *A Study of Annoyance Caused by Low – Frequency Noise During Mental Work.* „International Journal of Occupational Safety and Ergonomics” (JOSE), 2007, Vol.13, No 2, 117-125
- [12] J. Jakobsen (2001) *Danish guidelines on environmental low frequency noise, infrasound and vibration.* „Journal of Low Frequency Noise, Vibration and Active Control” Vol. 20, No. 3, s.141-148
- [13] M.L.S. Vercammen (1992) *Low-Frequency noise limits,* „Journal of Low Frequency Noise and Vibration”, vol.11, no 1

*Publikacja opracowana na podstawie wyników zadania badawczego nr 2 P05D 018 28 pn. „Badania uciążliwości hałasu infradźwiękowego podczas wykonywania prac precyzyjnych i koncepcyjnych wymagających silnej koncentracji uwagi”, uzyskanych w ramach programu wieloletniego pn. „Dostosowywanie warunków pracy w Polsce do standardów Unii Europejskiej”, dofinansowywanego w latach 2005-2008 w zakresie badań naukowych i prac rozwojowych przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego. Główny koordynator: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy*