

dr inż. ANNA KACZMARSKA
dr inż. WITOLD MIKULSKI
Centralny Instytut Ochrony Pracy
– Państwowy Instytut Badawczy

Pomiary hałasu w pomieszczeniach biurowych

przydatnego zarówno dla małej firmy rodzinnej jak i globalnego koncernu – byłoby, zdaniem autora, formułowaniem wieloznacznych ogólników, mało komunikatywnych dla tych, którzy ergonomię mieliby stosować.

Na uwagę zasługuje wspólny obszar metodyczny (zaznaczony na schemacie linią przerywaną), w którym stosuje się metody ergonomii koncepcyjnej. Obejmuje on te relacje (tj. relacje: „a”, „c” i „d”), w których cele osiąga się stosując regularny proces projektowania ergonomicznego [7]. Wyodrębnienie tego obszaru daje istotną dla małych i średnich przedsiębiorstw wskazówkę organizacyjną, że w pewnych przypadkach, gdy sumaryczna pracochłonność opracowywania ergonomicznych założeń nowych stanowisk, oprzyrządowania technologicznego i nowego produktu jest niewielka, prace ergonomiczne mogą zostać powierzone jednej agencji (pracownikowi, firmie kooperującej itp.) wyspecjalizowanej w projektowaniu ergonomicznym. Może to wpłynąć na obniżenie kosztów własnych oraz lepszą integrację personełu wokół zagadnień ergonomii.

PIŚMIENNICTWO

- [1] Ziemia S. *Inżynieria systemów*. W: *Niektóre elementy podsystemów inżynierii systemów*. Wyd. Politechniki Poznańskiej. Zeszyt 1, Poznań 1977
- [2] Słowikowski J. *Planowanie i osiągnięcie wysokiej jakości ergonomicznej wyrobu*. Materiały XI międzynarodowej konferencji: *Zintegrowane systemy zarządzania w przemyśle*, Dziwnówek, marzec 2001, Prace Naukowe Politechniki Szczecińskiej nr 565, Inżynieria Jakości. Szczecin, 2001, s. 339,354
- [3] ISO 6385 *Ergonomics – Ergonomic principles in the design of work systems* (polska norma równoważna: PN-81/N-08010 *Ergonomiczne zasady projektowania systemów pracy*)
- [4] PN-EN 614-1 *Maszyny. Bezpieczeństwo. Ergonomiczne zasady projektowania*.
- [5] PN-N-18001:1999 *Systemy zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy*
- [6] ILO-OSH 2001 *Wytyczne do systemów zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy*. CIOP, Warszawa 2001
- [7] Słowikowski J. *Metodologiczne problemy projektowania ergonomicznego w budowie maszyn*. CIOP, Warszawa 2000

Hałas z jakim spotykamy się w pomieszczeniach biurowych na ogół nie jest niebezpieczny, nie powoduje bowiem ubytków słuchu, lecz często może być uciążliwy.

Uciążliwość hałasu można określić jako uczucie niezadowolenia wywołane tym czynnikiem. Wpływ hałasu na uciążliwość, wygodę czy nastrój zależy od uwarunkowań fizycznych, psychicznych i ekonomicznych, które powodują odmienne reakcje osobnicze.

Wpływ hałasu na wykonywanie czynności monotonicznych jest zwykle niewielki, natomiast praca wymagająca koncentracji uwagi, np. zbieranie danych czy procesy analityczne, może być zakłócona działaniem hałasu. Hałas może rozpraszając uwagę, powodować zmęczenie, zmniejszać czujność pracownika, a w konsekwencji zmniejszać jego wydajność i jakość pracy [1].

W tym artykule zostaną przedstawione wyniki badań hałasu na stanowiskach pracy (w tym hałasu infradźwiękowego) występującego w pomieszczeniach biurowych.

Badano zarówno hałas powstający podczas procesu pracy jak również kontrolowano hałas powodowany przez wyposażenie techniczne budynku (np. system klimatyzacyjny) oraz ruch uliczny. Podczas badań uwzględniono także różne warunki pogodowo-klimatyczne oraz pory dnia i pory roku pracy. Badania te zostały wykonane w ramach szerokiej analizy warunków pracy w budynkach biurowych prowadzonej w Centralnym Instytucie Ochrony Pracy – Państwowym Instytucie Badawczym [2]. Celem tych badań jest m.in. identyfikacja czynników szkodliwych i uciążliwych występujących obecnie w środowisku pomieszczeń biurowych.

W dobie transformacji naszego państwa oraz w miarę rozwoju i postępu technicznego uległy również zmianie nasze biura, zarówno pod względem wykonywanej pracy jak i jakości pomieszczeń

Publikacja opracowana na podstawie wyników badań objętych projektem celowym zamawianym nr 15-21 pt. „System kształtowania jakości powietrza w budynkach biurowych (profilaktyka tzw. zespołu chorożego budynku)”

oraz wyposażenia technicznego budynków biurowych. Obsługa nowych urządzeń biurowych (komputery, faxy, ciągi drukarskie, kserokopiarki itp.) oraz rozwój nowych rodzajów pracy (np. obsługa klienta na telefon – infolinia, bądź nadzór systemów informacyjnych w salach dyspozytorskich) niesie z sobą nowe wymagania oraz nowe zagrożenia i uciążliwości w miejscu pracy.

Opis badań

Badania przeprowadzono w 5 budynkach biurowych w Warszawie, w których mieściły się: biblioteka uniwersytecka, bank, centrala operatora telefonii komórkowej, centrum zbierania i przetwarzania danych statystycznych, jeden z urzędów administracji państwowej.

Budynki te znacznie różniły się pod względem konstrukcji, stopnia amortyzacji, standardu wyposażenia oraz lokalizacji w stosunku do ruchliwych ulic miasta. Badaniami objęto nowoczesne, komfortowe obiekty wyposażone w system klimatyzacji (3 obiekty, budynki: A, B, C) oraz wyeksploatowane budynki z lat pięćdziesiątych (2 obiekty, budynki: D i E).

W każdym z obiektów przeprowadzono pomiary w 10 wybranych pomieszczeniach. Wśród badanych pomieszczeń były pokoje biurowe różnego przeznaczenia: pokoje do cichej pracy koncepcyjnej, pokoje kadry kierowniczej, sale szkoleniowe, pomieszczenia nadzoru pracy sieci urządzeń systemu informacyjnego, sale konferencyjne, sekretariaty, duże kancelarie, spedycje i rozdział poczty, sale obsługi klienta na telefon – infolinie, informatorium, rejestracja w wypożyczalni oraz ta-

kie pomieszczenia techniczne, jak: powielarnie, drukarnie, dyspozytornie i sale dozoru technicznego budynku bądź pomieszczenia z głośnymi urządzeniami (rys. 1.).

W każdym wytypowanym do badań pomieszczeniu mierzono hałas słyszalny i infradźwiękowy na jednym wybranym stanowisku pracy. Pomiary na stanowiskach pracy były wykonywane podczas standardowych czynności, przy włączonych urządzeniach potrzebnych w typowym procesie pracy, przy zamkniętych oknach i drzwiach. W celu oceny hałasu występującego w pomieszczeniach, w budynkach określono poziom hałasu tła (tj. głównie hałas pochodzący od wyposażenia technicznego budynku), wykonując pomiary w jednym punkcie (środek pomieszczenia). Skontrolowano również hałas na zewnątrz każdego budynku, który mierzono w jednym lub dwóch punktach charakterystycznych dla danej lokalizacji budynku. Wszystkie pomiary były wykonywane w dwóch sesjach pomiarowych, w różnych godzinach:

- sesja I – rano (w godz. 9.00 – 12.00)
- sesja II – po południu (w godz. 12.00 – 15.00)

oraz w dwóch turach, w różnych porach roku:

- tura I – wiosna i lato
- tura II – jesień i zima.

Na stanowisku pracy wyznaczono:

- w zakresie hałasu słyszalnego – zgodnie z PN-N-013017:1994 [3] – równoważny poziom dźwięku A w czasie T_e (ekspozycji na hałas) L_{Aeq,T_e} , maksymalny poziom dźwięku A L_{Amax} , szczytowy poziom dźwięku C L_{Cpeak}

- w zakresie hałasu infradźwiękowego – zgodnie z procedurą pomiarową [4] i PN-ISO 7196:2002 [5]: – równoważny poziom ciśnienia akustycznego skorygowany charakterystyką częstotliwościową G w czasie T_e L_{Geq,T_e} oraz szczytowy nieskorygowany poziom ciśnienia akustycznego, $L_{LINpeak}$.

W pomieszczeniach budynków wyznaczono ponadto zgodnie z PN-87/B-02151/02 [6] równoważny poziom dźwięku A hałasu przenikającego do pomieszczenia ze wszystkich źródeł łącznie (w tym wyposażenia technicznego budynku oraz innych urządzeń w budynku i poza budynkiem) L_{Aeq} . Na zewnątrz budynku oszacowano natomiast równoważny poziom dźwięku A na powierzchni elewacji L_{Aeq} .

Wyniki badań

Badania wykonano łącznie w 50 pomieszczeniach, w tym 36 pomieszczeniach administracyjnych przeznaczonych do prac biurowych oraz w 14 pomieszczeniach technicznych typu: powielarnie, drukarnie, dyspozytornie, bądź pomieszczenia z głośnymi urządzeniami.

W odniesieniu do hałasu słyszalnego wyniki równoważnego poziomu dźwięku A L_{Aeq,T_e} na stanowiskach pracy w poszczególnych budynkach biurowych przedstawiono w tabeli 1., natomiast cząstkowe wyniki pomiarów w ramach jednej tury pomiarowej w wybranym budynku C przedstawiono przykładowo na rysunku 2.

Jako dopuszczalny równoważny poziom dźwięku A w czasie pobytu pracownika na danych stanowiskach pracy biurowej L_{Aeq,T_e} zgodnie z PN-N-01307:1994 [3] przyjęto:

- w pomieszczeniach administracyjnych, biurowych i do prac koncepcyjnych – 55 dB
- w pomieszczeniach typu dyspozytornie, sekretariat, rozdział poczty, informatorium, biuro obsługi klienta z łącznością używaną w procesie sterowania – 65 dB
- w pomieszczeniach ze źródłami hałasu, np. powielarniach, drukarniach – 75 dB.

Zarejestrowane wartości pozostałych wielkości charakteryzujących hałas słyszalny na stanowiskach pracy kształtowały się następująco:

- maksymalny poziom dźwięku A L_{Amax} , poniżej 83 dB (wartość dopuszczalna 115 dB)
- szczytowy poziom dźwięku C L_{Cpeak} , poniżej 104 dB (wartość dopuszczalna 135 dB) i były znacznie poniżej wartości dopuszczalnych.

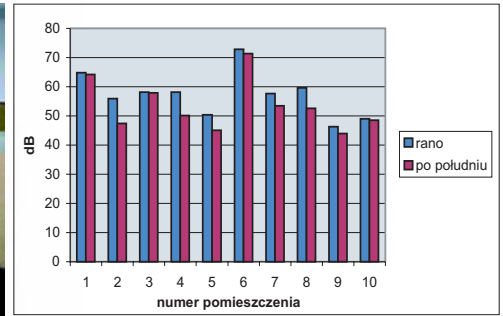
Ogólną ocenę przekroczeń wartości dopuszczalnych hałasu słyszalnego na badanych stanowiskach pracy przedsta-

Tabela 1
WYNIKI POMIARÓW RÓWNOWAŻNEGO POZIOMU D WIEKU A L_{Aeq,T_e} [dB]
NA STANOWISKACH PRACY

Symbol budynku	Równoważny poziom dźwięku A na stanowiskach pracy L_{Aeq,T_e} [dB]			
	tura I		tura II	
	min L_{Aeq,T_e}	max L_{Aeq,T_e}	min L_{Aeq,T_e}	max L_{Aeq,T_e}
A	42,5	79,3	35,2	78,3
B	49,1	54,6	48,2	56,1
C	45,3	72,1	40,5	74,8
D	41,9	58,3	38,6	50,8
E	34,3	74,5	38,4	72,6



Rys. 1. Widok jednego z badanych pomieszczeń biurowych – sala szkoleniowa



Rys. 2. Częstkowe wyniki pomiarów równoważnego poziomu dźwięku A na stanowiskach pracy w wybranym budynku C uzyskane w ramach I tury pomiarowej; sesja I – rano, sesja II – po południu

wiono w tabeli 2. Jak wynika z tej tabeli przekroczenia wartości dopuszczalnych wystąpiły tylko na trzech stanowiskach pracy w pomieszczeniach administracyjnych – przeznaczonych do prac biurowych – w turze I oraz na innych trzech stanowiskach (również w pomieszczeniach administracyjnych – przeznaczonych do prac biurowych) w turze II badań. Zarejestrowane przekroczenia nie powtarzały się w kolejnych turach pomiarowych, co może świadczyć, że są one sporadyczne, np. wywołane chwilowym spiętrzeniem prac, bądź wykonywaniem niestandardowych prac (jako reakcja na ekipę pomiarową). Natomiast w ramach jednej tury pomiarowej, w niektórych badanych obiektach zaobserwowano występowanie wyższych wartości równoważnego poziomu dźwięku A w godzinach porannych (rys. 2.), co być może było spowodowane większą aktywnością zawodową pracowników lub organizacją pracy; przykładowo w godzinach porannych realizowane są prace bardziej hałaśliwe (np. drukowanie dokumentów), a w drugiej połowie dnia wykonywane są ciche prace koncepcyjne.

W odniesieniu do hałasu infradźwiękowego wyniki równoważnego poziomu ci-

śnienia akustycznego skorygowanego charakterystyką częstotliwościową $G L_{Geq,T_e}$, w poszczególnych budynkach biurowych przedstawiono w tabeli 3.

Zarejestrowane wartości szczytowego nieskorygowanego poziomu ciśnienia akustycznego, $L_{LINpeak}$ kształtowały się poniżej 104 dB.

Wartości dopuszczalne hałasu infradźwiękowego na badanych stanowiskach pracy przyjęto zgodnie z rozporządze-

niem ministra pracy i polityki społecznej w sprawie najwyższych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy [7], czyli równoważny poziom ciśnienia akustycznego skorygowany charakterystyką częstotliwościową G odniesiony do 8-godzinowego wymiaru czasu pracy wynoszący 102 dB, a szczytowy nieskorygowany poziom ciśnienia akustycznego, $L_{LINpeak}$ – 145 dB.

Tabela 3
WYNIKI POMIARÓW RÓWNOWAŻNEGO POZIOMU CIŚNIENIA AKUSTYCZNEGO SKORYGOWANEGO CHARAKTERYSTYKĄ CZĘSTOTLIWOŚCIOWĄ $G L_{Geq,T_e}$ NA STANOWISKACH PRACY

Symbol budynku	Równoważny poziom ciśnienia akustycznego skorygowanego charakterystyką częstotliwościową G na stanowiskach pracy L_{Geq,T_e} [dB]			
	tura I		tura II	
	min L_{Geq,T_e}	max L_{Geq,T_e}	min L_{Geq,T_e}	max L_{Geq,T_e}
A	60,1	73,4	54,7	70,9
B	58,5	86,7	63,7	73,8
C	60,1	73,4	54,7	70,9
D	64,0	72,3	61,4	74,9
E	54,8	75,1	56,5	72,7

Tabela 2
ZESTAWIENIE PRZEKROCZEŃ WARTOŚCI DOPUSZCZALNYCH DLA HAŁASU SŁYSZALNEGO NA STANOWISKACH PRACY

Rodzaj pomieszczenia	Liczba pomieszczeń	Liczba stanowisk pracy, na których są przekroczenia wartości dopuszczalnych hałasu		
		przekroczenia w turze I	przekroczenia w turze II	przekroczenia w obu turach (tura I i tura II)
AD ^{*)}	36	3	3	0
TE ^{**)}	14	0	0	0

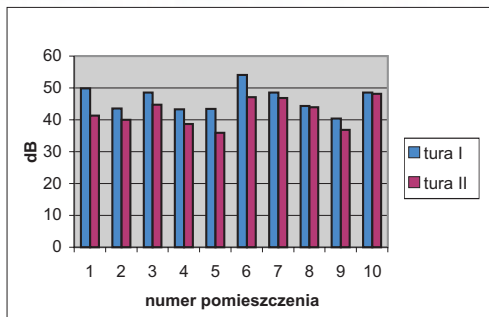
^{*)} AD – pomieszczenia administracyjne

^{**)} TE – pomieszczenia techniczne

Jak wynika z dokonanych pomiarów, na badanych stanowiskach pracy nie stwierdzono przekroczeń wartości dopuszczalnych w zakresie hałasu infradźwiękowego. W kilku przypadkach zanotowano jednak skargi pracowników na uciążliwość spowodowaną przez ten rodzaj hałasu, pochodzący głównie z urządzeń klimatyzacyjnych.

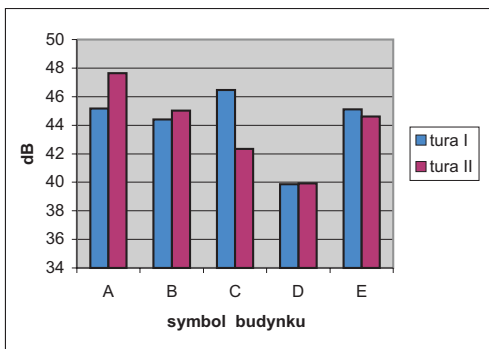
Wyniki pomiarów równoważnego poziomu dźwięku $A L_{Aeq}$ hałasu przenikającego do pomieszczenia ze wszystkich źródeł hałasu łącznie (w tym od wyposażenia technicznego budynku oraz innych urządzeń w budynku i poza budynkiem)

w poszczególnych budynkach biurowych przedstawiono w tabeli 4. Szczegółowe wyniki pomiarów w poszczególnych pomieszczeniach wybranego budynku C przedstawiono przykładowo na rys. 3.



Rys. 3. Wyniki pomiarów równoważnego poziomu dźwięku A hałasu przenikającego do pomieszczenia w wybranym budynku C uzyskane podczas dwóch tur pomiarowych: tura I – wiosna i lato, tura II – jesień i zima

Wyniki średniego w odniesieniu do poszczególnych budynków równoważnego poziomu dźwięku A L_{Aeq} hałasu przenikającego do pomieszczeń budynków biurowych ze wszystkich źródeł hałasu łącznie, uzyskane w poszczególnych turach pomiarowych, przedstawiono na rysunku 4.



Rys. 4. Wyniki średniego równoważnego poziomu dźwięku A hałasu przenikającego do pomieszczeń w budynkach uzyskane podczas dwóch tur pomiarowych: tura I – wiosna i lato, tura II – jesień i zima

Tabela 4
WYNIKI POMIARÓW RÓWNOWAŻNEGO POZIOMU D WIEKU A L_{Aeq} HAŁASU PRZENIKAJĄCEGO DO POMIESZCZENIA OD WSZYSTKICH ŹRÓDEŁ HAŁASU ŁĄCZNIE

Symbol budynku	Równoważny poziom dźwięku A w pomieszczeniu L_{Aeq} [dB]			
	tura I		tura II	
	min L_{Aeq}	max L_{Aeq}	min L_{Aeq}	max L_{Aeq}
A	33,7	55,9	32,6	54,5
B	37,8	52,0	41,0	48,1
C	40,4	54,1	35,9	48,2
D	32,7	43,2	32,1	43,6
E	32,1	58,4	32,6	57,9

Dopuszczalny równoważny poziom dźwięku A hałasu przenikającego do pomieszczenia ze wszystkich źródeł hałasu łącznie wg PN-87/B-02151/02 [6] przyjęto:

- w pomieszczeniach do pracy umysłowej wymagającej silnej koncentracji uwagi – 35 dB
- w pomieszczeniach przeznaczonych do prac administracyjnych, bez wewnętrznych źródeł hałasu – 40 dB
- w pomieszczeniach administracyjnych z wewnętrznymi źródłami hałasu – 45 dB.

Ogólną ocenę przekroczeń wartości dopuszczalnych hałasu słyszalnego przenikającego do pomieszczenia ze wszystkich źródeł hałasu łącznie (w tym wyposażenia technicznego budynku oraz innych urządzeń w budynku i poza budynkiem) w poszczególnych budynkach biurowych przedstawiono w tabeli 5. Jak wynika z tej tabeli przekroczenia wartości dopuszczalnych stwierdzono łącznie w 36 pomieszczeniach w I turze (w tym w 27 pomieszczeniach administracyjnych, przeznaczonych do prac biurowych i 9 pomieszczeniach technicznych) oraz łącznie w 37 po-

Tabela 5
ZESTAWIENIE PRZEKROCZEŃ WARTOŚCI DOPUSZCZALNYCH HAŁASU W POMIESZCZENIACH PRZEZNACZONYCH DO PRZEBYWANIA LUDZI

Rodzaj pomieszczenia	Liczba pomieszczeń	Liczba pomieszczeń z przekroczeniami wartości dopuszczalnych		
		przekroczenia w turze I	przekroczenia w turze II	przekroczenia w obu turach (tura I i tura II)
AD ^{*)}	36	27	26	22
TE ^{**)}	14	9	11	8

^{*)} AD – pomieszczenia administracyjne

^{**)} TE – pomieszczenia techniczne

mieszczeniach w II turze badań (w tym w 26 pomieszczeniach administracyjnych, przeznaczonych do prac biurowych i w 11 pomieszczeniach technicznych). W 30 pomieszczeniach stwierdzono powtarzające się przekroczenia w kolejnych turach pomiarowych, co świadczy o stałych, niekorzystnych warunkach akustycznych w tych pomieszczeniach. W niektórych obiektach stwierdzono wyższe wartości równoważnego poziomu dźwięku A hałasu przenikającego do pomieszczenia ze wszystkich źródeł hałasu łącznie (w tym wyposażenia technicznego budynku oraz innych urządzeń w budynku i poza budynkiem) w jednej turze pomiarowej, np. w okresie letnim (rys. 3.). Prawdopodobnie wiązało się to z hałasem pochodzącym od systemu klimatyzacyjnego (pomiaru były wykonywane podczas dużych upałów, klimatyzacja pracowała przy ekstremalnych ustawieniach).

Orientacyjne wyniki pomiarów równoważnego poziomu dźwięku A hałasu na zewnątrz poszczególnych budynków biurowych L_{Aeq} przedstawiono w tabeli 6.

Dopuszczalny równoważny poziom dźwięku A hałasu w środowisku przyjęto wg rozporządzenia ministra ochrony środowiska, zasobów naturalnych i leśnictwa [8], przyjmując wielkość odnoszącą się do terenów w strefie śródmiejskiej miast powyżej 100 tys. mieszkańców i wynoszącą 65 dB. Przekroczenie tej wartości (tab. 6.) stwierdzono w przypadku dwóch budynków.

*
* *

Przebadano łącznie 50 pomieszczeń biurowych (w tym 36 pomieszczeń administracyjnych oraz 14 technicznych) zlokalizowanych w 5 budynkach biurowych o różnym wyposażeniu, amortyzacji i lokalizacji.

Stwierdzono sporadyczne występowanie przekroczeń wartości dopuszczalnych hałasu słyszalnego (określonych w nor-

Tabela 6
ORIENTACYJNE WYNIKI POMIARÓW
RÓWNOWAŻNEGO POZIOMU D WIEKU
A L_{Aeq} HAŁASU ZEWNĘTRZNEGO

Symbol budynku	Równoważny poziom dźwięku A L_{Aeq} [dB]	
	tura I	tura II
A	60,5	59,3
B	56,5	58,5
C	50,5	51,3
D	69,3	75,7
E	67,8	67,5

mie PN-N-01307 ze względu na uciążliwość hałasu) w kilku pomieszczeniach administracyjnych (6% badanych pomieszczeń). Zarejestrowane przekroczenia wartości dopuszczalnych hałasu słyszalnego na stanowiskach pracy miały jednak charakter przejściowy i spowodowane były np. spiętrzeniem prac biurowych w określonych porach dnia.

Nie stwierdzono przekroczeń wartości dopuszczalnych hałasu infradźwiękowego na stanowiskach pracy w badanych pomieszczeniach. Jednak w niektórych pomieszczeniach przeznaczonych do prac koncepcyjnych odnotowano skargi pracowników na uciążliwość związaną z występowaniem hałasu pochodzącego głównie od urządzeń systemu klimatyzacyjnego.

Stwierdzono natomiast występowanie przekroczeń określonych w normie budowlanej PN-87/B-02151/02 wartości dopuszczalnych hałasu przenikającego do pomieszczenia ze wszystkich źródeł łącznie (w tym od wyposażenia technicznego budynku oraz innych urządzeń w budynku i poza nim) w znacznej liczbie badanych pomieszczeń, tj. w 36 – 37 pomieszczeniach (72 – 74% pomieszczeń badanych w dwóch turach pomiarowych).

Jak wykazały pomiary, w ponad połowie badanych pomieszczeń, uciążliwość w procesie pracy stanowi hałas przenikający do pomieszczeń, w tym hałas pochodzący od wyposażenia technicznego budynku (np. od systemu klimatyzacji, dźwigów osobowych, urządzeń rozsyłania sieci informatycznej), problem ten dotyczy nawet najnowszych budynków biurowych i wymaga dalszej analizy

W przypadku hałasu zewnętrznego (pochodzącego od ruchu ulicznego) występowanie przekroczeń wartości dopuszczalnych stwierdzono w odniesieniu tylko do dwóch budynków zlokalizowanych przy bardzo ruchliwych ulicach.

PIŚMIENNICTWO

- [1] ISO 9612:1997 *Acoustics-Guidelines for the measurement and assessment of exposure to noise in a working environment*
- [2] Jankowska E., Kaczmarek A., Mikulski W. i inni *PCZ 15-21 pt. System kształtowania jakości powietrza w budynkach biurowych (profilaktyka tzw. zespołu chorego budynku)*. CIOP-PIB, Warszawa 2003 (maszynopis)
- [3] PN-N-01307:1994 *Hałas. Dopuszczalne wartości hałasu w środowisku pracy. Wymagania dotyczące wykonywania pomiarów*
- [4] Pawlaczyk M., Augustyńska D., Kaczmarek A. *Hałas infradźwiękowy – Procedura pomiarowa*. PiMOŚ, 2(28), 2001
- [5] PN-ISO 7196:2002 *Akustyka. Charakterystyka częstotliwościowa filtru do pomiarów infradźwięków*
- [6] PN-87/B-02151/02 *Akustyka budowlana. Ochrona przed hałasem pomieszczeń w budynkach. Dopuszczalne wartości poziomu dźwięku w pomieszczeniach*
- [7] Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 29 listopada 2002 r. w sprawie najwyższych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. DzU nr 217, poz. 1833
- [8] Rozporządzenie Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 13 maja 1998 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku. DzU nr 217, poz. 436