

dr inż. ANNA KACZMARSKA  
mgr inż. WITOLD MIKULSKI  
doc. dr inż. DANUTA AUGUSTYŃSKA  
Centralny Instytut Ochrony Pracy

## Ograniczanie hałasu urządzeń sieci komputerowej

Jednym ze źródeł uciążliwego hałasu w pomieszczeniach biurowych mogą być m.in. urządzenia rozsyłania sieci komputerowej, tzw. szafy krosownicze. Właściwym rozwiązaniem mającym na celu wyeliminowanie hałasu jest uwzględnienie tego problemu na etapie projektowania sieci przez umieszczenie szaf krosowniczych poza pomieszczeniami, w których przebywają ludzie, np. na korytarzach, bądź w wydzielonych pomieszczeniach technicznych. Często jednak zdarza się, że tego typu urządzenia znajdują się w pokojach do pracy koncepcyjnej. Wtedy skargi na uciążliwy hałas nasilają się w miarę upływu czasu, bowiem hałas wydobywający się z szafy krosowniczej zwiększa się w miarę eksploatacji urządzenia. Zwykle też w miarę upływu czasu wzrasta obciążenie sieci komputerowej i starzeją się elementy mechaniczne szaf krosowniczych (m.in. łożyska wentylatora).

Ludzie długo przebywający w pomieszczeniach ze źródłami hałasu stają się wyczuleni na konkretne (znane już wcześniej) wrażenia słuchowe.

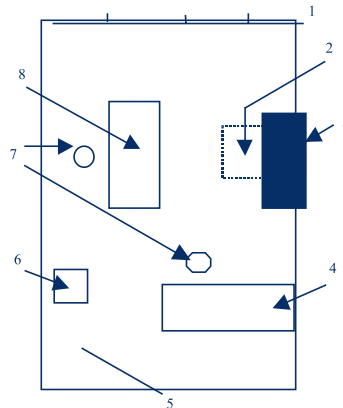
W niniejszym artykule opisano badania hałasu szaf krosowniczych zlokalizowanych w jednym z pomieszczeń biurowych oraz przedstawiono sposób ograniczenia tego hałasu.

### Charakterystyka obiektu badań

Obiektem badań był pokój pracy koncepcyjnej (biurowej), o typowym wyposażeniu biurowym, a więc meble, szafy, zasłony, wykładzina podłogowa. Maszyny i urządzenia znajdujące się w badanym pomieszczeniu wykorzystywane w procesie pracy to: komputer, szafa krosownicza, kserokopiarka. W pomieszczeniu o wymiarach: 3,8 x 3,3 x 4,0 m, pracują 2 osoby. Pokój wyposażony jest w 2 biurka

(stałe stanowiska pracy) i stolik (czasowe przebywanie ludzi) – rys. 1.

Do pomiarów wykorzystano aparaturę pomiarową posiadającą aktualne świadectwo legalizacji: miernik poziomu dźwięku i przenośny analizator akustyczny.



Rys. 1. Szkic rozmieszczenia stanowisk pracy: 1 – okna, 2 – stolik, 3 – szafa krosownicza, 4 – biurko II, 5 – korytarz, 6 – kserokopiarka, 7 – stanowiska pracy, 8 – biurko I

Głównymi źródłami hałasu w badanym pomieszczeniu są: kserokopiarka oraz szafa krosownicza.

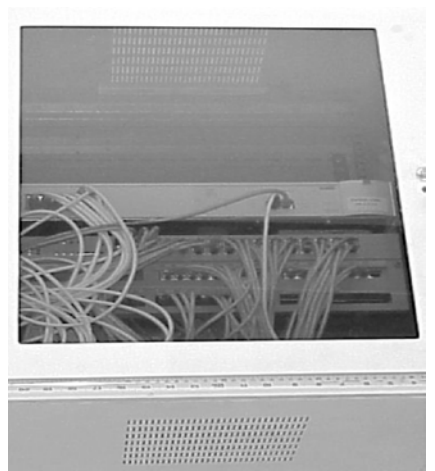
Zmierzony równoważny poziom dźwięku A w odległości 1,5 m od kserokopiarki wyniósł: 34 dB bieg jałowy, 59 dB podczas pracy – praca sporadycznie w ciągu dnia.

Istotnym źródłem hałasu w badanym pokoju jest szafa krosownicza (rys. 2), posiadająca w górnej i dolnej części otwory wentylacyjne.

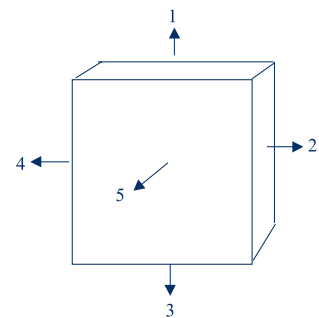
Szafa krosownicza umieszczona jest na wysokości ok. 2,5 m od podłogi; emituje hałas w sposób ciągły o poziomie ustalonym.

Pomiary hałasu wykonano wokół szafy krosowniczej zgodnie z rys. 3, dodatkowo pomiary wykonano we wnętrzu szafy.

Głównym cząstkowym źródłem hałasu w szafie okazał się wentylator urządzeń



Rys. 2. Widok szafy krosowniczej



Rys. 3. Rozmieszczenie punktów pomiarowych wokół szafy krosowniczej

elektronicznych. Jak wykazały pomiary poziomu dźwięku A wewnątrz szafy krosowniczej wynosi ok. 72 dB, hałas ten emitowany jest na zewnątrz głównie przez otwory wentylacyjne szafy znajdujące się w górnej i dolnej części obudowy (rys. 2).

Poziomy dźwięku A zmierzone w punktach pomiarowych usytuowanych na zewnątrz szafy krosowniczej zawierają się w zakresie: 51–62 dB przy otworach wentylacyjnych odsłoniętych oraz w zakresie: 48–56 dB przy otworach zaklepanych folią (niezgodnie z wymogami wentyla-

*Praca wykonana w ramach Programu Wieloletniego (b. SPR-1) pn. „Bezpieczeństwo i ochrona zdrowia człowieka w środowisku pracy” dofinansowanego przez Komitet Badań Naukowych*

cji). Widmo tego hałasu zmierzone przy górnym i dolnym otworze wentylacyjnym przedstawiono na rys. 4.

Pomiary potwierdziły wcześniejsze obserwacje, że największy hałas występuje przy otworach wentylacyjnych (61 dB), natomiast najmniejszy z przodu szafy (51 dB). Orientacyjna różnica poziomów dźwięku A wewnątrz i na zewnątrz szafy wynosi 10 dB (przy otworach).

Na rys. 5 pokazano widma hałasu zarejestrowane w punktach pomiarowych na zewnątrz szafy krosowniczej (wokół szafy) i na stanowisku pracy przy biurku I. Jak wynika, maksymalne poziomy ciśnienia akustyczne zmierzone przy otworach wentylacyjnych występują w pasmach oktawowych o częstotliwościach środkowych 125 Hz (61 dB), 500 Hz (57 dB) i 1000 Hz (60 dB).

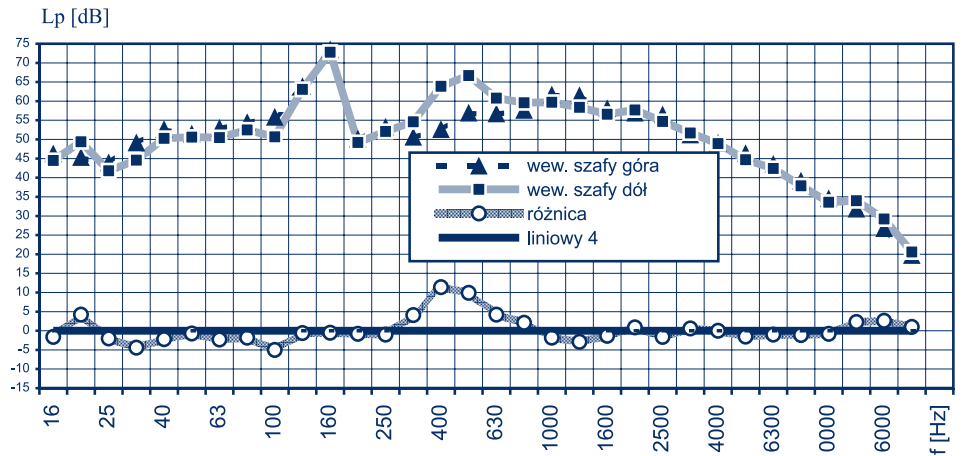
**Pomiary hałasu na stanowiskach pracy**

Wyniki pomiarów hałasu na stanowiskach pracy, pochodzącego głównie od szafy krosowniczej zestawiono w tabeli. W badanym pomieszczeniu równoważny poziom dźwięku A hałasu emitowanego z szafy krosowniczej wynosi 49–50 dB i nie przekracza dopuszczalnej wartości 55 dB ustalonej dla stanowisk pracy administracyjnej określonej w PN-N-01307 [2].

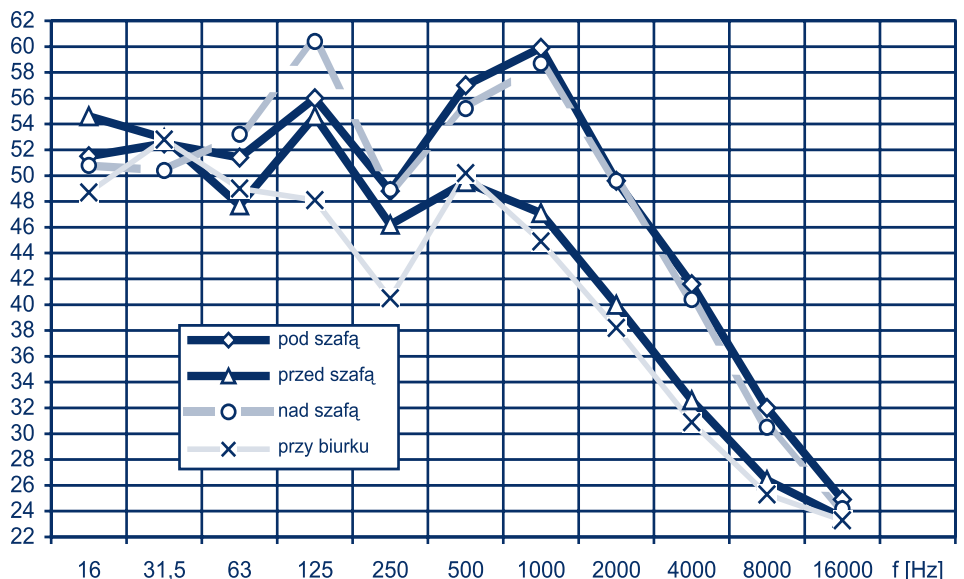
Hałas emitowany z szafy krosowniczej jest jednak uciążliwy, ponieważ przewyższa on o ok. 16 dB poziom hałasu tła, który wynosi ok. 34 dB.

**POMIARY HAŁASU W MIEJSCACH PRZEBYWANIA LUDZI**

Stanowisko pracy	Otwory wentylacyjne	Równoważny poziom dźwięku A za czas pomiaru LAeqT <sub>e</sub> [dB]
Przy biurku I	odsłonięte	48,9
Przy biurku II	odsłonięte	48,6
Przy stoliku pod szafą krosowniczą	odsłonięte	50,0



Rys. 4. Poziomy ciśnienia akustycznego w 1/3 oktawowych pasmach częstotliwości (widma hałasu) wewnątrz szafy (przy górnym i dolnym otworze wentylacyjnym)

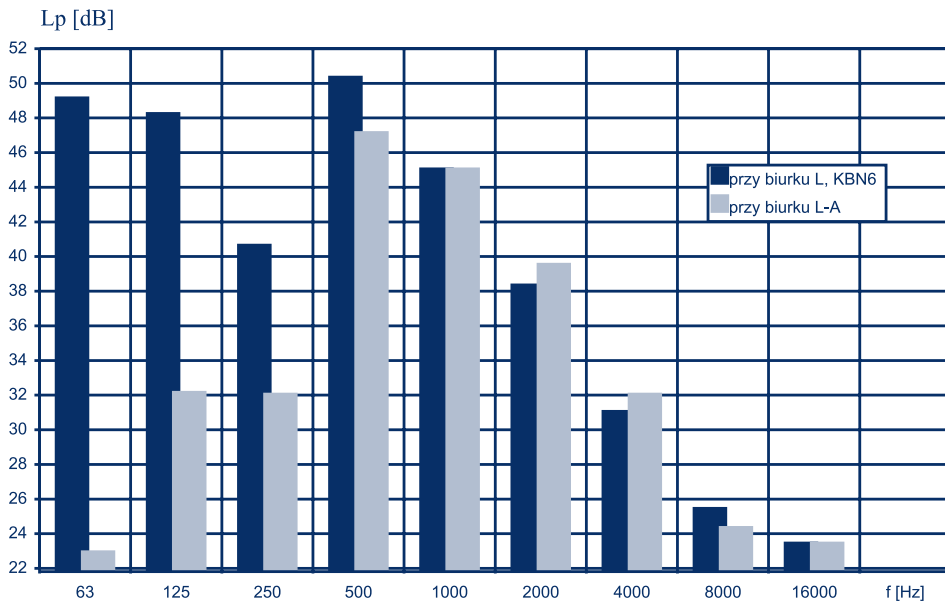


Rys. 5. Poziomy ciśnienia akustycznego w poziomach pasmach częstotliwości wokół szafy krosowniczej i na stanowisku pracy przy biurku I

Widmo hałasu zarejestrowane na stanowisku pracy przy biurku I przedstawiono na rys. 6.

Dominujące składowe w przedstawionym tu widmie występują w pasmach oktawowych o częstotliwościach środkowych 500 Hz (51 dB) i 63 Hz (49 dB) – rys. 6 (kolor granatowy).

Jednak największy wpływ na odbiór słuchowy hałasu występującego na stanowisku pracy przy biurku I mają składowe zawarte w pasmach oktawowych o częstotliwościach środkowych 500 Hz i 1000 Hz – rys. 6 (kolor szary) ze względu na największą czułość słuchu w tym zakresie częstotliwości.



Rys. 6. Widma hałasu szafy na stanowisku pracy przy biurku I. Kolorem granatowym oznaczono nieskorygowane poziomy ciśnienia akustycznego w pasmach oktaowych, a kolorem szarym – skorygowane charakterystyką częstotliwościową A

### Wnioski wynikające z pomiarów hałasu

Dominującym źródłem hałasu o poziomie dźwięku A wynoszącym 49 dB w badanym pokoju jest szafa krosownicza

Największy hałas, emitowany jest przez dolny otwór wentylacyjny szafy krosowniczej (nieco mniejszy – przez górny otwór wentylacyjny)

Przybliżona izolacyjność akustyczna szafy wynosi 10 dB

Maksymalne poziomy ciśnienia akustycznego (wpływające na poziom dźwięku A) występują w pasmach częstotliwości 500 Hz i 1000 Hz

Hałas występujący na stanowiskach pracy usytuowanych w badanym pokoju biurowym nie przekracza wartości dopuszczalnych dla pomieszczeń biurowych wg PN-N-01307

Hałas ze względu na kształt widma jest uciążliwy i irytujący, szczególnie że poziom dźwięku A hałasu tła jest o 17 dB mniejszy

Hałas emitowany przez szafę krosowniczą należałoby więc ograniczyć

Według obowiązujących polskich norm i aktów prawnych dla pomieszczeń biurowych obowiązuje najniższa dopuszczalna wartość równoważnego poziomu dźwięku A na stanowiskach pracy, wynosząca 55 dB

Według normy międzynarodowej ISO 9241-6 [3] zaleca się niższe równoważne poziomy dźwięku A na stanowiskach pracy w pomieszczeniach biurowych z komputerami: 35-55 dB (w zależności od przeznaczenia pomieszczenia). Ze względu na występujący w badanym pomieszczeniu niski poziom hałasu tła i uciążliwy charakter hałasu szaf krosowniczych postanowiono przyjąć 35 dB jako zamierzony poziom dopuszczalny

### Projekt zabezpieczeń przeciwhałasowych

W celu ograniczenia hałasu emitowanego przez szafę krosowniczą o ok. 14 dB, proponuje się następujące rozwiązania:

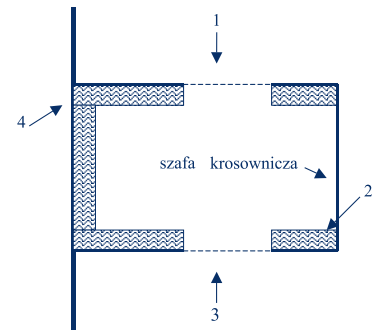
- rozwiązania organizacyjne:
  - przeniesienie szafy krosowniczej do innego pomieszczenia,
  - wymiana szafy lub dominujących źródeł hałasu w szafie na mniej hałaśliwe,
- rozwiązania techniczne:
  - wykonanie zabezpieczeń przeciwhałasowych obejmujących:

A. Zwiększenie chłonności akustycznej wnętrza stosowanej, typowej skrzynki szafy krosowniczej (zaleca się wymienić obecną skrzynkę szafy, również na typową, tylko o większych gabarytach) (rys. 7).

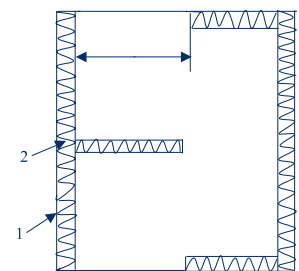
Wyłożenie wnętrza skrzynki szafy krosowniczej (bez przedniej ściany z szybą) materiałem dźwiękochłonnym, z zachowaniem światła otworów wentylacyjnych (w miarę potrzeby należy zastosować większą standardową skrzynkę, a następnie przystąpić do wyłożenia jej materiałem dźwiękochłonnym). Zalecany mate-

riał: wełna mineralna (skalna) o grubości 50 mm w osłonie z niepalnego materiału.

B. Zwiększenie izolacyjności akustycznej typowej skrzynki szafy przez instalację dodatkowych tłumików labiryntowych dolotowego i wylotowego wykonanych wg schematu na rys. 8.



Rys. 7. Przekrój pionowy szafy krosowniczej wyłożonej materiałem dźwiękochłonnym: 1 – wentylacyjny otwór wlotowy, 2 – materiał dźwiękochłony, 3 – wentylacyjny otwór wylotowy, 4 – ściana



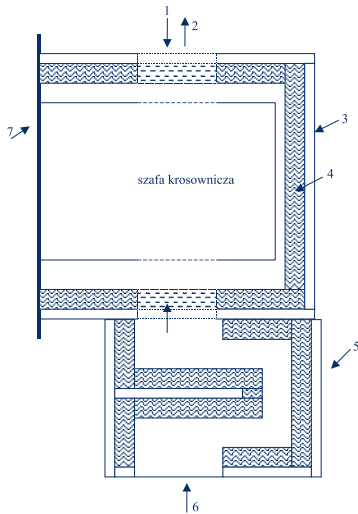
Rys. 8. Przekrój pionowy tłumika akustycznego typu labiryntowego: 1 – sklejka, 2 – wełna mineralna

C. Zwiększenie izolacyjności akustycznej skrzynki szafy przez umieszczenie obecnej szafy w dodatkowej specjalnie projektowanej [1] obudowie wyposażonej w tłumiki labiryntowe na wlocie i wylocie powietrza (rys. 9).

Materiał obudowy: sklejka o grubości 12 mm od wewnątrz wyłożona materiałem dźwiękochłonnym – wełną mineralną o grubości 50 mm. Wymiary zewnętrznej obudowy: +60 mm od obrysu obecnej skrzynki szafy krosowniczej.

Ponieważ szafa krosownicza jest zawieszona na ścianie pomieszczenia, to zalecana obudowa powinna mieć kształt prostokąta bez tylnej ściany. Będzie ona przylegać (szczelnie) do ściany pomieszczenia – rys. 9.

Rozwiązanie powinno być realizowane, wtedy gdy działania przedstawione w punkcie A i B okażą się nieskuteczne.

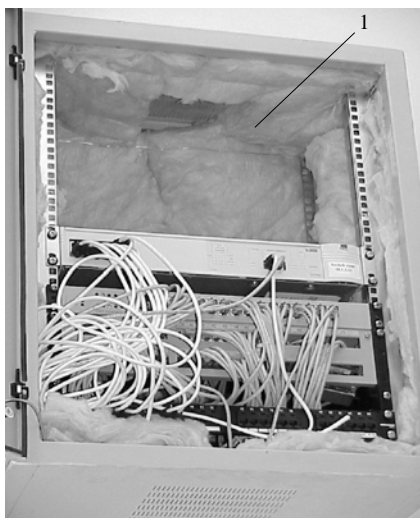


Rys. 9. Schemat obudowy na szafę krosowniczą wraz z tłumikami: 1 – tłumik jak na otwór dolotowy, 2 – wylot powietrza, 3 – obudowa, 4 – materiał dźwiękochłonny, 5 – tłumik akustyczny, 6 – wlot powietrza, 7 – ściana

**Weryfikacja projektu oraz rozwiązań prototypowych**

Badania weryfikacyjne proponowanych rozwiązań wykonano instalując prototypowy tłumik na wlocie powietrza (wlot zlokalizowany na dole szafy – miał większy wpływ na hałas na stanowisku pracy) oraz zwiększając chłonność akustyczną wnętrza szafy przez wyłożenie jej materiałem dźwiękochłonnym (rys. 10).

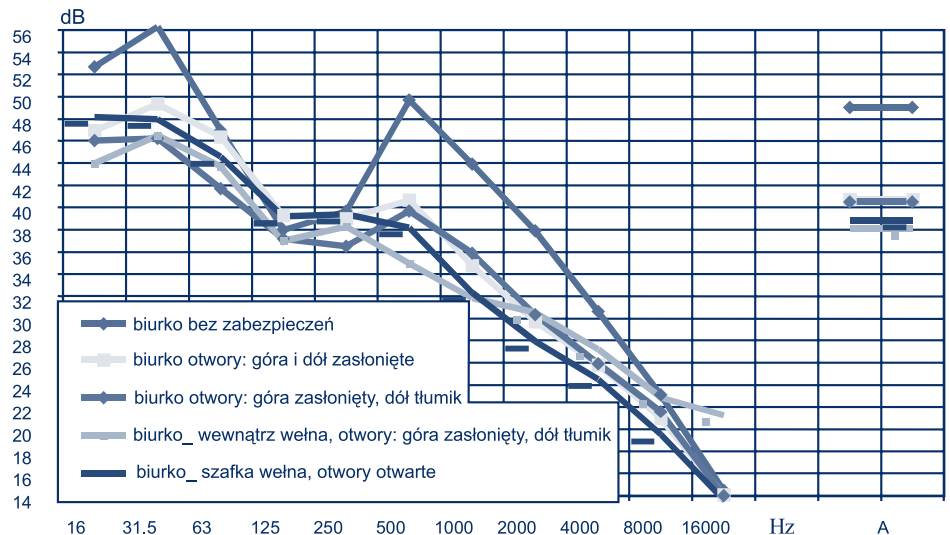
Wpływ zastosowania zabezpieczeń przeciwhałasowych na poziom dźwięku A i kształt widma hałasu na stanowiskach pracy przy stoliku i przy biurku I przedstawiono na rys. 11 i 12.



Rys. 10. Widok szafy krosowniczej wyłożonej materiałem dźwiękochłonnym: 1 – materiał dźwiękochłonny



Rys. 11. Widma hałasu na stanowisku pracy przy stoliku dla różnej konfiguracji zabezpieczeń przeciwhałasowych



Rys. 12. Widma hałasu na stanowisku pracy przy biurku dla różnej konfiguracji zabezpieczeń przeciwhałasowych

**Wnioski wynikające z weryfikacji projektu i rozwiązań prototypowych**

Opracowany tłumik akustyczny okazał się wystarczająco skutecznym.

Oddzielnie stosowane zabezpieczenia, tj. same tłumiki akustyczne, materiał dźwiękochłonny umieszczony wewnątrz skrzynki szafy oraz sama obudowa wytłumiona zmniejszają hałas o ok. 11 dB.

Zastosowanie proponowanych, prototypowych rozwiązań łącznie, tj. zwiększenie chłonności akustycznej wnętrza szafy (materiał dźwiękochłonny) oraz zastosowanie tłumików akustycznych obniża hałas o 16 dB do poziomu ok. 34 dB, tj. poniżej wartości 35 dB, przyjętej jako zamierzonej do osiągnięcia na badanym stanowisku pracy.

Omówione rozwiązania mogą być stosowane w miarę potrzeb do ograniczenia hałasu w innych pomieszczeniach biurowych z podobnym źródłem hałasu.

**PIŚMIENNICTWO**

[1] Monografia pod redakcją D. Augustyńskiej, W. Zawieski: *Ochrona przed hałasem i drganiami w środowisku pracy*. CIOP, Warszawa 1999

[2] PN-N-01307:1994 *Hałas. Dopuszczalne wartości hałasu w środowisku pracy*

[3] ISO 9241-6:1999 *Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) Part 6: Guidance on the work environment*

[4] Kaczmarska A., Augustyńska D., Engel Z.: *Skuteczność zabezpieczeń przed hałasem infradźwiękowym w warunkach przemysłowych*. Praca CIOP Program Wieloletni (b. SPR-1) 2001