

ZBIGNIEW KOSZARNY, DARIA JANKOWSKA

WYSTĘPOWANIE I OCENA HAŁASÓW NISKIEJ CZĘSTOTLIWOŚCI W BUDYNKACH MIESZKALNYCH

OCURRENCE AND EVALUATION OF A LOW-FREQUENCY NOISE IN RESIDENTIAL BUILDINGS

Zakład Higieny Komunalnej, Państwowy Zakład Higieny
00-791 Warszawa, ul. Chocimska 24
Kierownik: doc. dr hab. S. Maziarka

Praca prezentuje wyniki badań tych rodzajów hałasu niskiej częstotliwości, które mimo zgodności z normami stanowiły źródło uciążliwości dla mieszkańców.

WSTĘP

Problematyce hałasów niskiej częstotliwości w środowisku zamieszkania czy w budownictwie poświęcano dotychczas niewiele uwagi. Przekonanie o niesłyszalności czy małej wrażliwości ucha na dźwięki niskiej częstotliwości powodowało, że były one przedmiotem zainteresowania jedynie w przemyśle, gdzie ich poziom był znacznie wyższy niż to ma miejsce w środowisku zamieszkania.

W ostatnich latach coraz powszechniejsze staje się przekonanie, że hałas infradźwiękowy jest nie tylko problemem audiologicznym. Oprócz stwierdzonej percepcji słuchowej (przy odpowiednio wysokich poziomach) może on wywoływać pobudzenie organizmu innymi drogami nawet przy stosunkowo niewielkich poziomach dźwięku. Ponieważ w widmie akustycznym wielu źródeł komponenty niskich częstotliwości występują stosunkowo często, wspomniany rodzaj dźwięku może powodować wiele zakłóceń również w środowisku zamieszkania.

Z licznych obserwacji wynika, że wymieniony rodzaj hałasu wywołuje u ludzi bóle głowy, uczucie senności, szybkie zmęczenie, wrażenie brzęczenia i pulsowania w uszach, ucisku na błonę bębenkową, bóle szyjne, mdłości, zawroty głowy, poczucie rozdrażnienia, rozproszenie uwagi, zaburzenia równowagi. Osoby przebywające w zasięgu oddziaływania tego typu hałasu nawet o niskim poziomie doznają uciążliwości, zakłóceń snu, utrudnień w pracy umysłowej [1].

W Polsce zagadnienia infradźwięków i dźwięków niskiej częstotliwości w środowisku zamieszkania jest mało poznane. Dotychczasowe badania prowadzone przez Instytut Techniki Budowlanej i częściowo przez Państwowy Zakład Higieny mają charakter wstępny.

WYSTĘPOWANIE INFRADŹWIĘKÓW I HAŁASU NISKIEJ CZĘSTOTLIWOŚCI W POMIESZCZENIACH MIESZKALNYCH

Dotychczasowe pomiary wskazują, że dźwięki niskiej częstotliwości są w budownictwie dość powszechnym zjawiskiem. Występują one w widmie większości urządzeń stanowiących wyposażenie techniczne budynków. Emitowane są przez hydrowężły, urządzenia dźwigowe, transformatory, urządzenia klimatyzacyjne, wentylację mechaniczną, pompy itp. Znaczny udział niskiej częstotliwości występuje również w widmach urządzeń stanowiących techniczne wyposażenie sklepów, punktów usługowych czy gastronomicznych, a także urządzeń przemysłowych, znajdujących się w pobliżu budynków mieszkalnych.

Poniżej przedstawiono przykładowe widma zawierające składowe niskich częstotliwości. Ryc. 1 przedstawia widma akustyczne urządzeń przemysłowych, powodujących zakłócenia w sąsiednich budynkach mieszkalnych.

We wszystkich przedstawionych widmach występuje nagromadzenie energii w zakresie niskich częstotliwości. Dominująca składowa czerpni wentylacyjnej – to 31,5 Hz, wentylatora dachowego – 100 i 50 Hz, sprężarki niemieckiej 10 Hz, a sprężarki polskiej 25, 50 i 80 Hz. Wymieniony hałas rozprzestrzenia się na znaczne odległości, ponieważ przegrody, ekrany czy ustroje dźwięko-chłonne są mniej skuteczne w jego tłumieniu.

Na ryc. 2 przedstawiono widmo akustyczne hałasu sprężarek polskich, przenikające do pomieszczeń mieszkalnych, odległych o 45 m.

W widmie wymienionego hałasu, podobnie jak przy źródle, dominuje częstotliwość 25 Hz oraz w zależności od kondygnacji inne częstotliwości: na pierwszym piętrze – 80 i 125 Hz, na drugim – 31,5 i 63 Hz. Zmierzony poziom dźwięku według krzywej korekcyjnej G wynosi w mieszkaniu na II i III piętrze 71 dB, najwyższy jest natomiast na I piętrze, gdzie zanotowano aż 79 dB. Wskazuje to na mniejszą skuteczność izolacji mieszkań przed hałasem o przewadze niskich częstotliwości nawet przez przegrody masywne. Przy stosowaniu przegród lekkich skuteczność ta jest jeszcze mniejsza. Ilustruje to ryc. 3 pokazująca łatwość przenikania dźwięku niskiej częstotliwości, przez przegrodę zbudowaną z płyt warstwowych złożonych z blach fałdowych stalowych, wypełnionych watą szklaną.

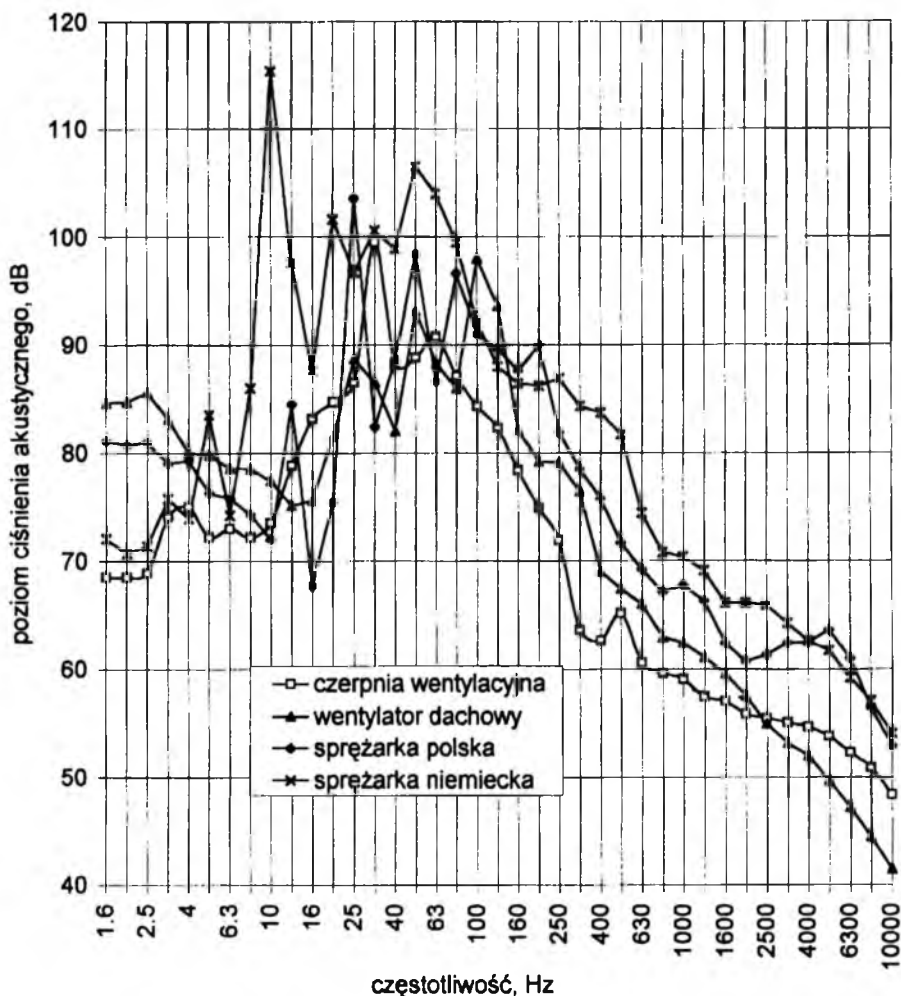
Udział niskich częstotliwości jest również dość powszechny w hałasie emitowanym przez urządzenia stosowane w budownictwie. I tak ryc. 4 ilustruje widmo hałasu pompy centralnego ogrzewania firmy francuskiej, zainstalowanej w pomieszczeniu hydrowężła, w piwnicy XI piętrowego budynku. Pompa pracuje całą dobę, przez cały sezon grzewczy. Pomiary wykonano w węźle oraz w mieszkaniu nad węzłem w okresie nocy.

W widmie hałasu pompy wystąpiła wyraźna składowa 40 Hz, która w istotny sposób wpływa na uciążliwość odbioru hałasu w mieszkaniu.

Podobną sytuację, zilustrowaną na rycinie 5, obserwujemy w hydrowężle. W mieszkaniu nad hydrowężłem dominującą częstotliwością jest 31,5 Hz. Jest to hałas burzliwego przepływu wody przez tzw. makietę.

Na kolejnej ryc. 6 przedstawiono widmo urządzeń chłodniczych zainstalowanych w piwnicy budynku mieszkalnego należącej do pizzerii, którego składowa 50 Hz wyraźnie dominuje również w mieszkaniu znajdującym się nad pizzérią.

Następna ryc. 7 przedstawia widmo hałasu emitowane do pomieszczenia mieszkalnego z umieszczonej nad nim pralni. W widmie tym również wyróżniają się dźwięki

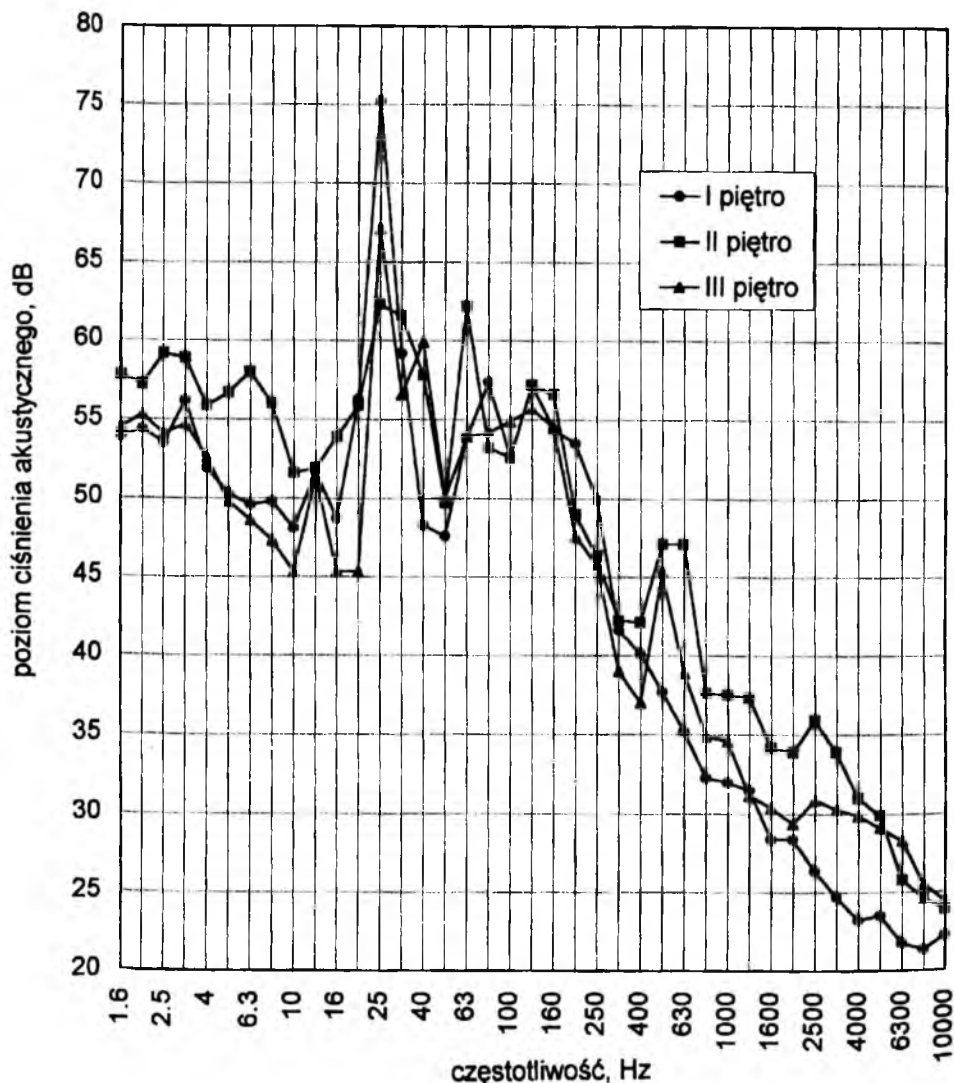


Ryc. 1. Hałas emitowany przez urządzenia przemysłowe do środowiska.
The noise caused by industrial devices into environment.

niskich częstotliwości, które wpływają na głośność hałasu i negatywną ocenę ze strony mieszkańców.

Na ryc. 8 i 9 przedstawiono widmo akustyczne w mieszkaniu odległym o 10 m od transformatora i widmo urządzeń klimatyzacyjnych przy elewacji budynku mieszkalnego. W pierwszym przypadku wybijającą się składową jest 50 i 100 Hz. W drugim znaczącą rolę odgrywają pasma niskiej częstotliwości z dominantą 20 Hz.

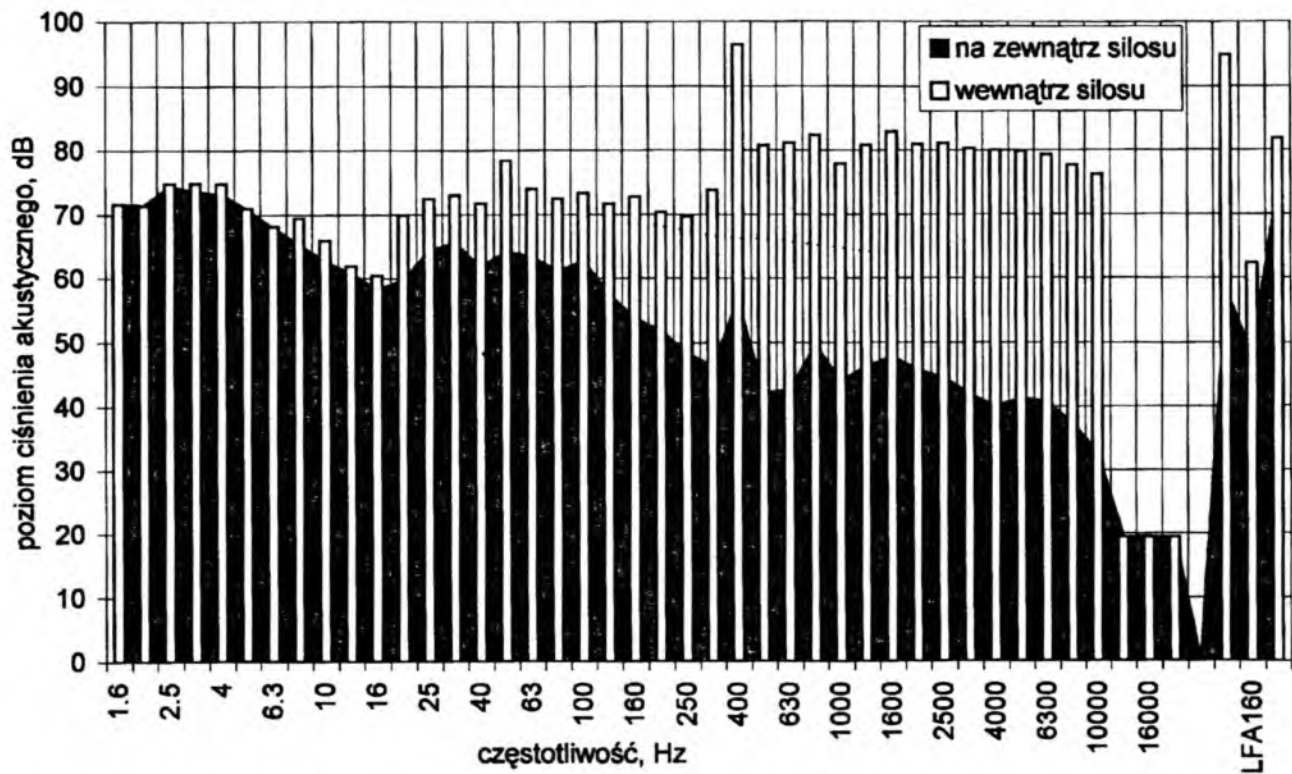
W ostatnim okresie panuje tendencja lokalizowania pod budynkami garaży dla samochodów osobowych. Są one przedmiotem skarg mieszkańców szczególnie w nocy. Na ryc. 10 i 11 przedstawiono widma hałasu pracującej wentylacji i przejeżdżającego



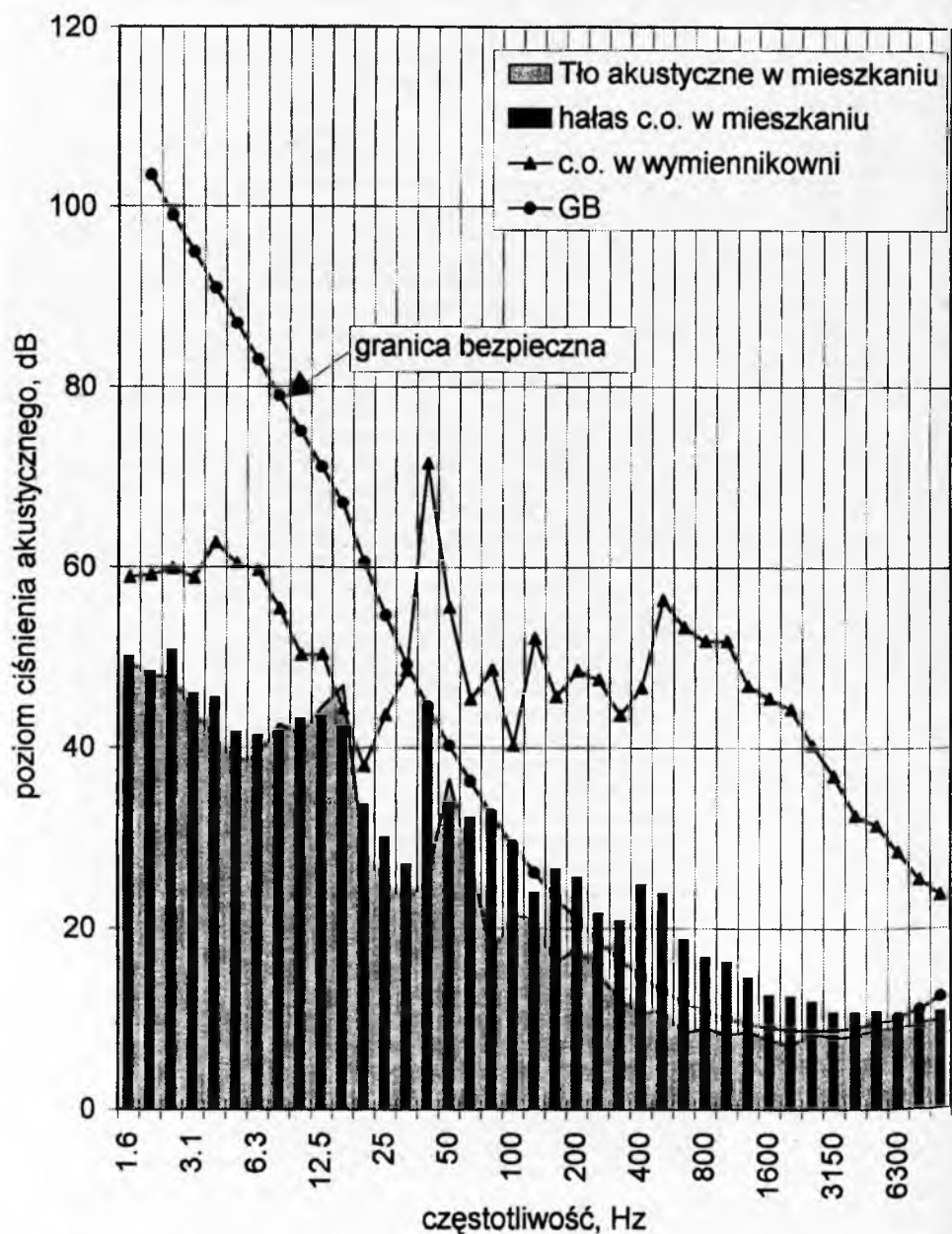
Ryc. 2. Widmo akustyczne hałasu wewnątrz pomieszczeń mieszkalnych na różnych kondygnacjach – emitowanego przez sprężarki usytuowane w odległości 45 m.
The acoustic spectrum in the apartments on various floors caused by compressors localised far away 45 m.

samochodu. W widmach tych obserwuje się także składowe niskich częstotliwości od 31,5 do 100 Hz.

Przykładem uciążliwości powodowanej działalnością zakładów usługowych jest widmo hałasu emitowanego z zakładu ślusarskiego podczas pracy gilotyny przedstawione na ryc. 12.

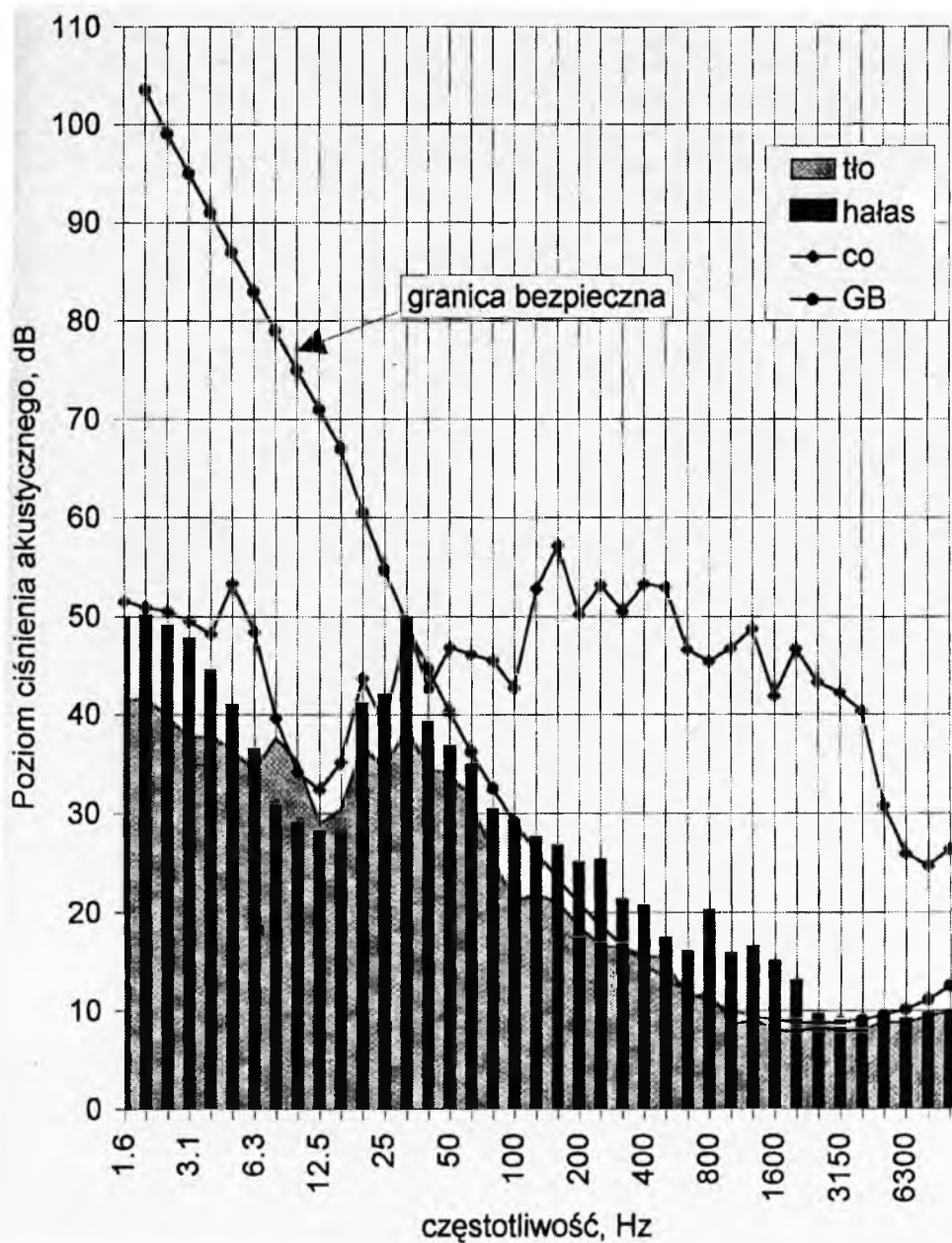


Ryc. 3. Pałarnia kawy. Widmo akustyczne hałasu na zewnątrz i wewnątrz silosu.
The acoustic spectrum outside and inside the silo of coffee roaster.



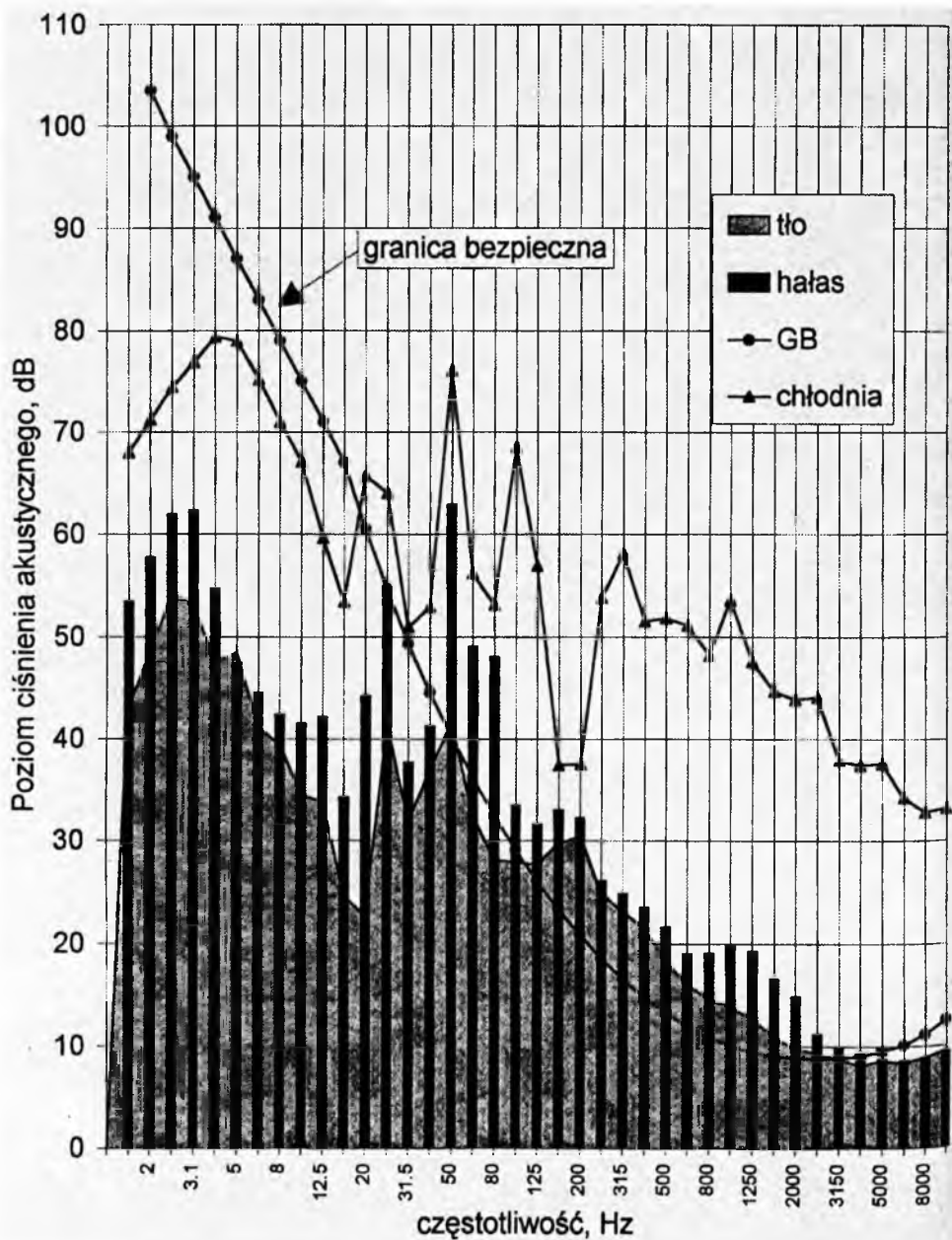
Ryc. 4. Hałas w mieszkaniu związany z przenikaniem dźwięku z pomieszczeń węzła ciepłownego.
The acoustic spectrum inside residential rooms caused by heatind system.

W widmie tym składowe niskich częstotliwości wpływają w decydujący sposób na głośność i dokuczliwość dźwięków w mieszkaniu oddalonym o 20 m.

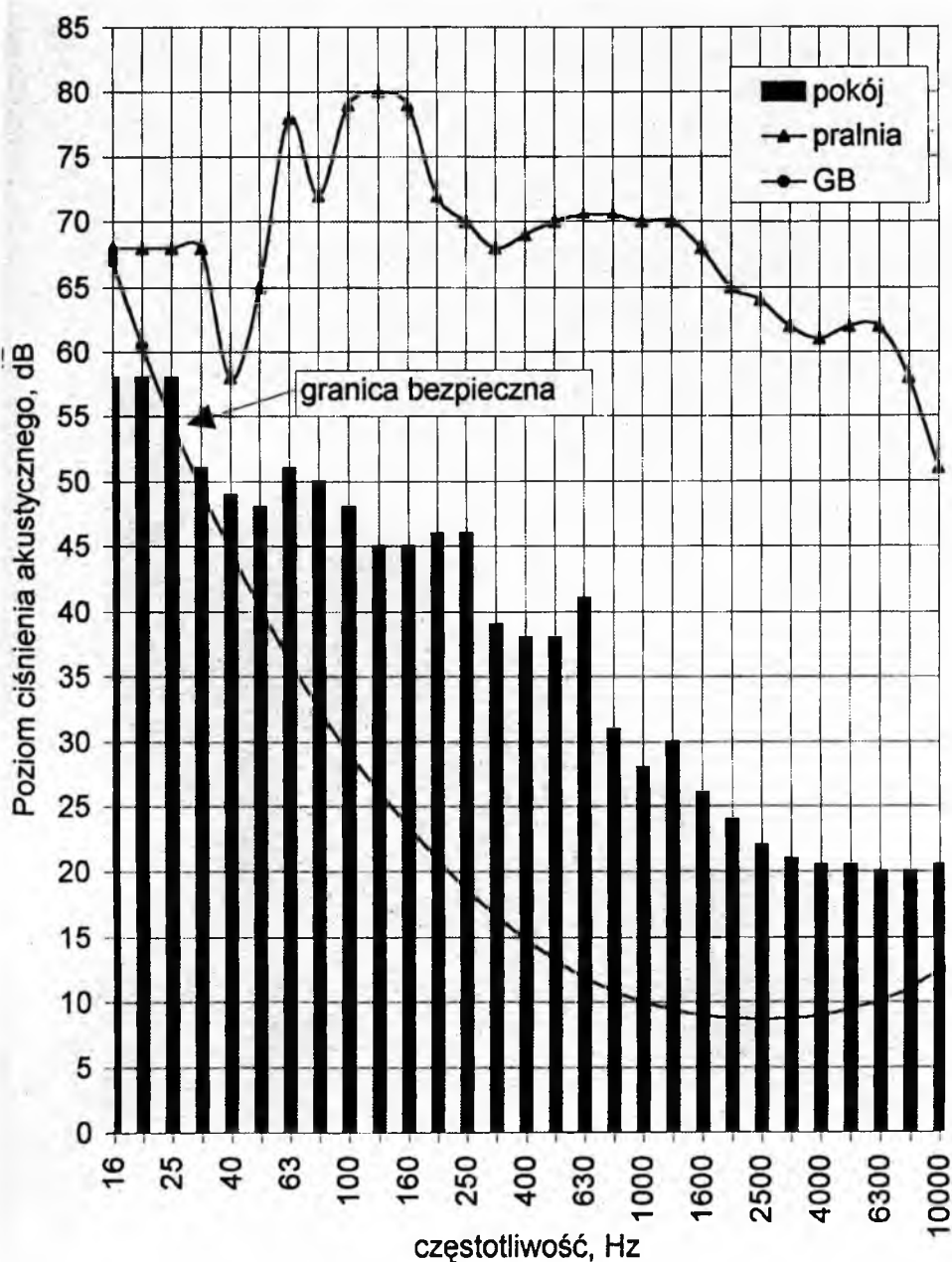


Ryc. 5. Hałas w mieszkaniu związany z przenikaniem dźwięku z pomieszczeń węzła ciepłego.
The acoustic spectrum inside residential rooms caused by heating system.

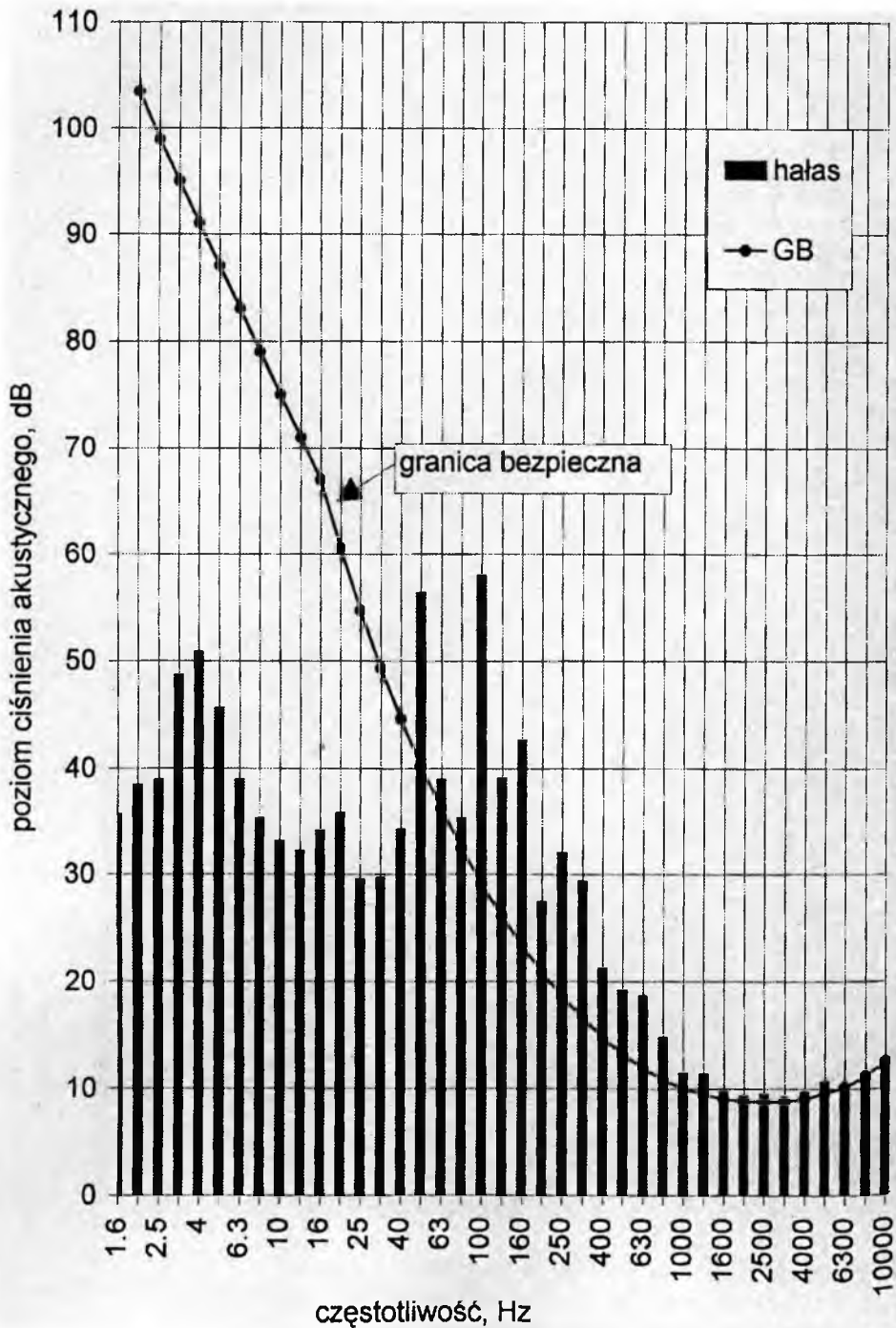
Mieszkańcy mieszkań, gdzie występują składowe niskich częstotliwości mimo stosunkowo małych poziomów skarżą się na uczucie pulsowania, senność, zjawisko dudnienia, wrażenie zanurzenia w hałasie, tak jakby znajdowali się w pudle rezonansowym.



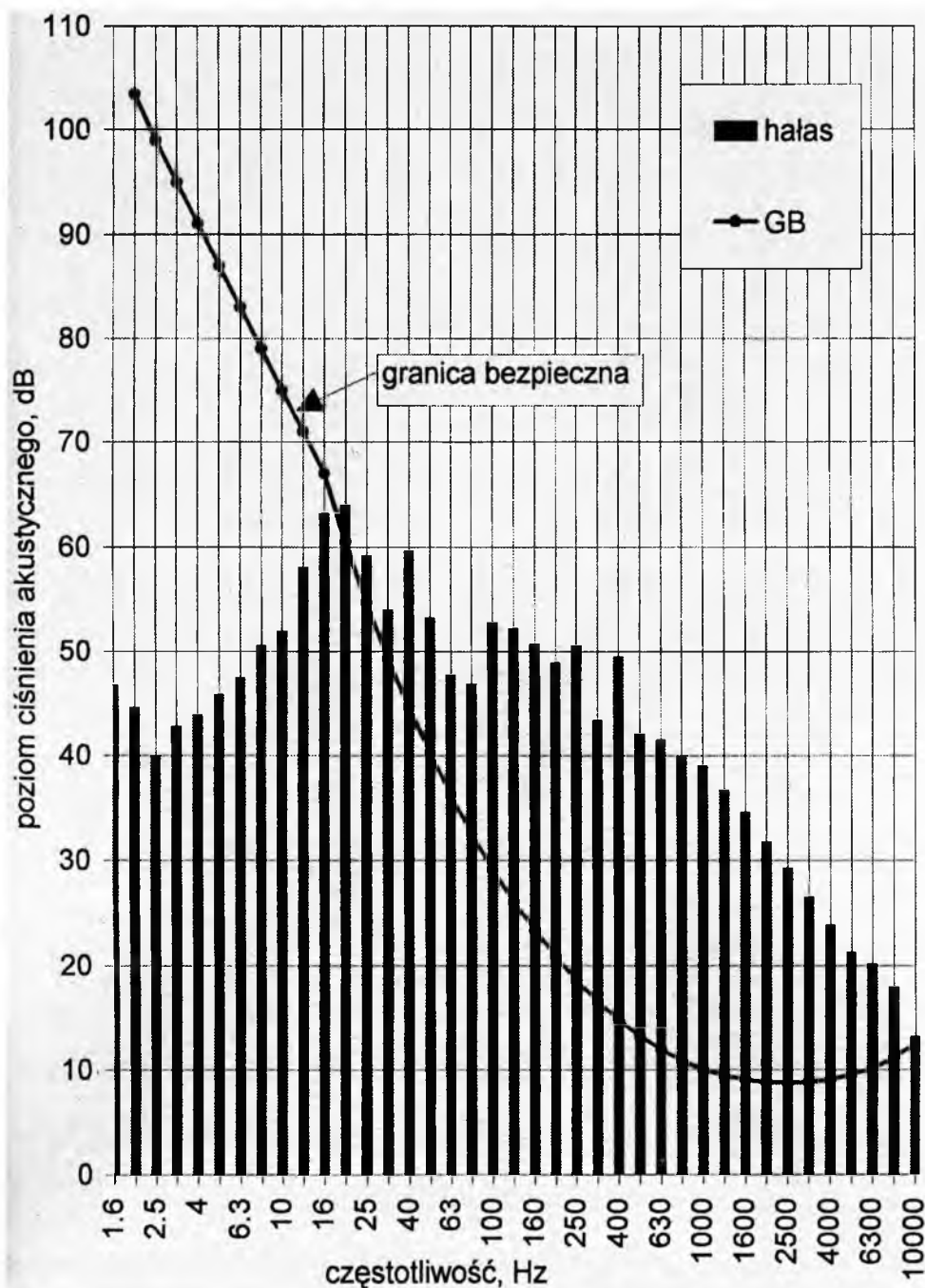
Ryc. 6. Hałas w mieszkaniu nad Pizzerią przenikający z pomieszczenia chłodni.
The acoustic spectrum caused by refrigerating compressors.



Ryc. 7. Widmo hałasu wirówki w pralni i w pokoju mieszkania.
The acoustic spectrum in the laundry and inside residential rooms above caused by washing mashines in the laundry.

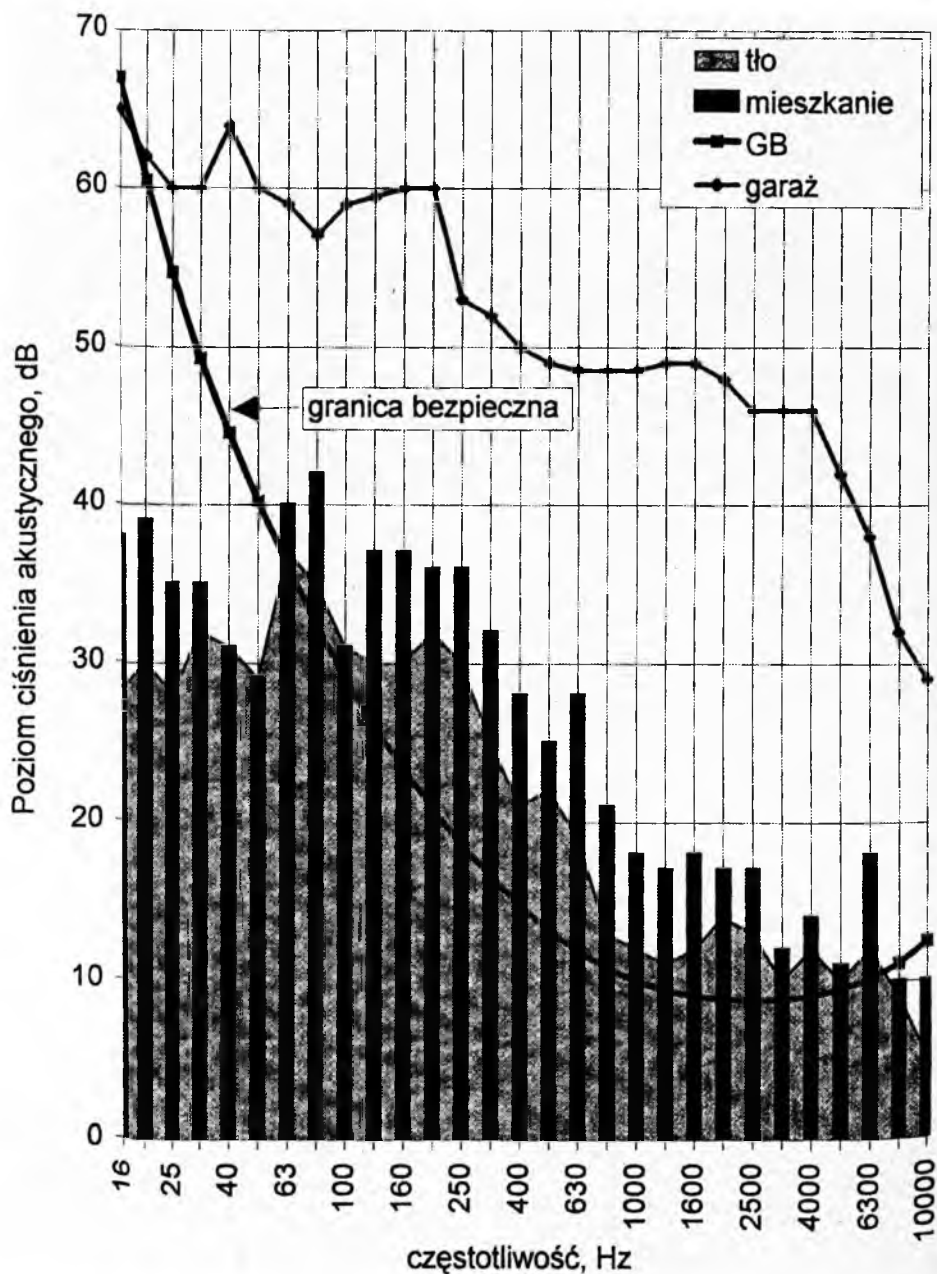


Ryc. 8. Widmo akustyczne w mieszkaniu odległym o 10 m od transformatora.
The acoustic spectrum inside residential room caused by the transformer far away 10 m.

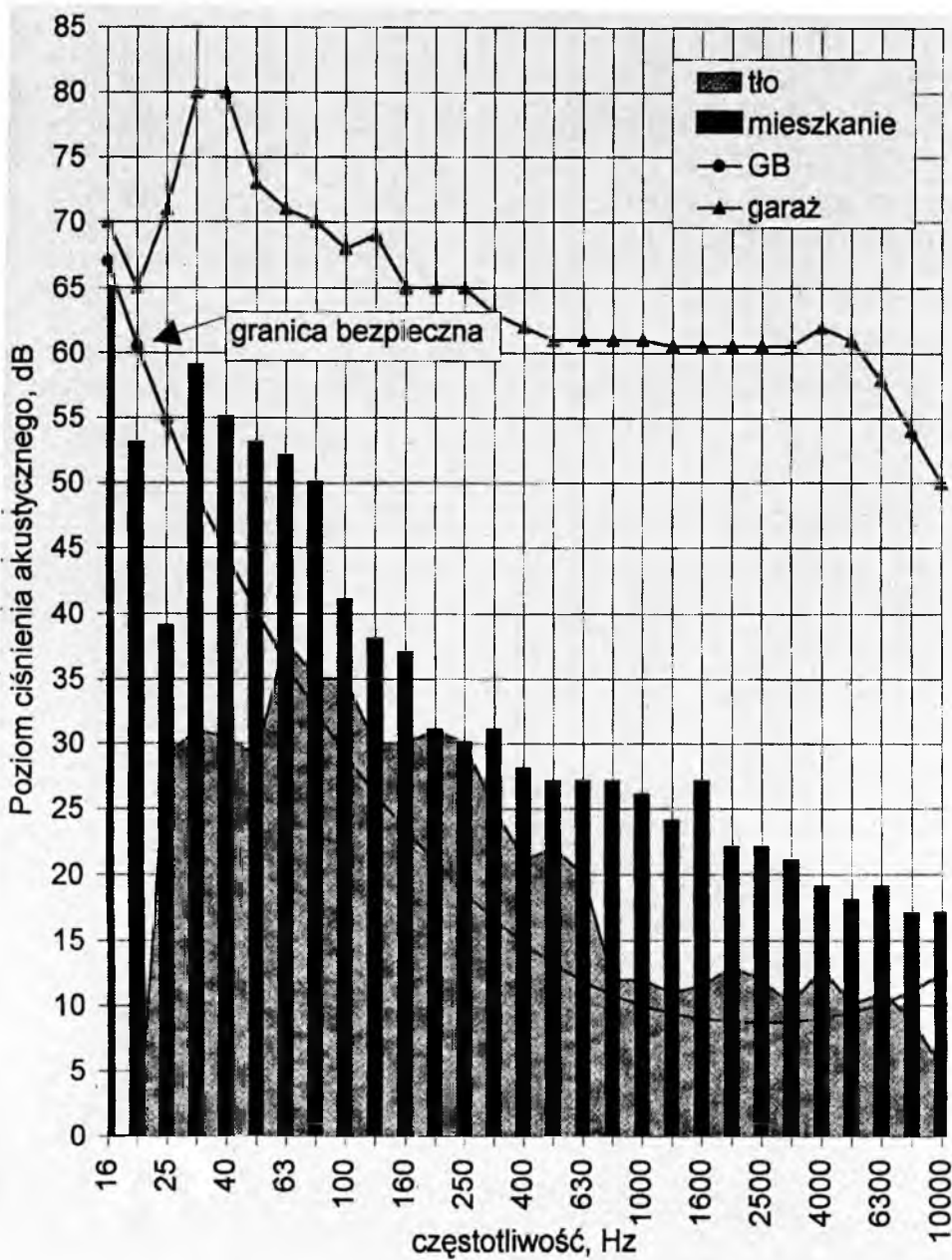


Ryc. 9. Widmo akustyczne urządzeń klimatyzacyjnych przy elewacji budynku mieszkalnego (w nocy).

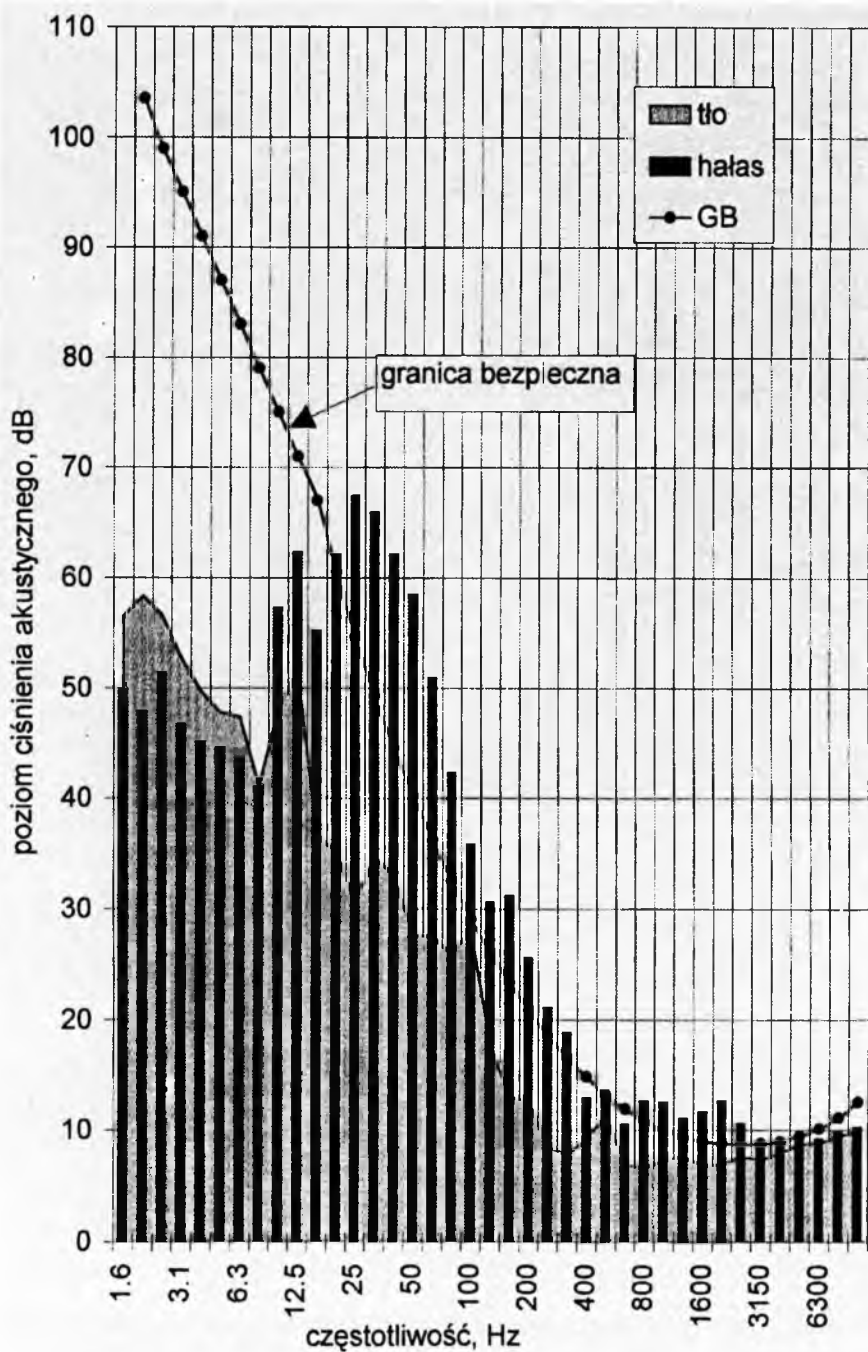
The acoustic spectrum next to building facade (in the night) caused by ventilation system.



Ryc. 10. Widma hałasu urządzeń wentylacyjnych w garażu i w pokoju mieszkania usytuowanego bezpośrednio nad garażem.
The acoustic spectrum in the garage and in the room above the garage caused by ventilation system.



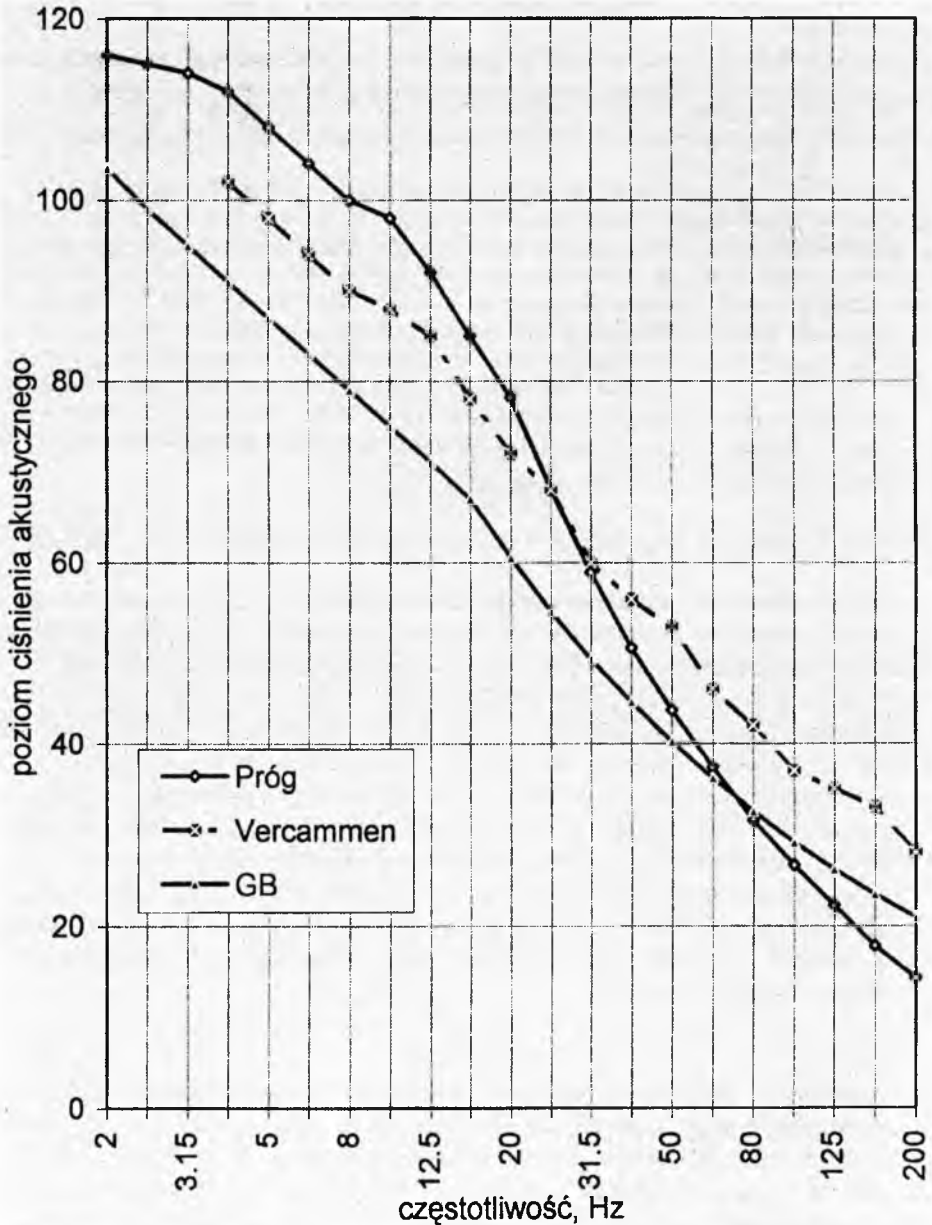
Ryc. 11. Widmo hałasu samochodu w garażu i w pokoju mieszkania usytuowanego nad garażem.
The acoustic spectrum in the garage and in the room above the garage caused by the car.



Ryc. 12. Widmo akustyczne hałasu w mieszkaniu emitowanego z Zakładu Ślusarskiego podczas pracy gilotyny.
The acoustic spectrum inside residential room caused by the work of cutter in locksmith workshop.

KRYTERIA OCENY

Nie opracowano aktów normatywnych uwzględniających w większym niż dotychczas stopniu rolę dźwięku niskoczęstotliwościowego w kształtowaniu uciążliwości hałasu w budownictwie mieszkaniowym i ogólnym. Istnieją jedynie normy określające dopuszczalne wartości w zakładzie pracy [3].



Ryc. 13. Kryteria oceny hałasu w zakresie niskich częstotliwości.
The low frequency noise evaluation criteria.

Próby ustalenia dopuszczalnych poziomów w pomieszczeniach mieszkalnych podjął badacz holenderski *Vercammen* [2]. Krzywa, według której proponuje on ocenę hałasu niskiej częstotliwości została przedstawiona na ryc. 13. Została ona wyznaczona na podstawie 10 centyla słyszalności dźwięków w zakresie niskich częstotliwości. Przy czym jego zdaniem przy niskim tle akustycznym proponowana linia graniczna powinna przebiegać o 5 dB niżej. Nieco niższy również powinien być jej przebieg przy hałasie pulsującym.

Na podstawie powyższych założeń *Vercammen* zaproponował przyjęcie trzech wskaźników oceny hałasu w budynku mieszkalnym, które przedstawiono w tabeli I.

Tabela I. Propozycja kryteriów oceny hałasu z udziałem niskich częstotliwości według *Vercammena*

Criteria of low frequency noise evaluation proposed by *Vercammen*

Wskaźnik	Poziomy dopuszczalne		
	dzień	wieczór	noc
L_A dB	35	30	25
L_{FA} dB	30	25	20
L_G dB	86	86	86

L_A – poziom dźwięku według krzywej ważenia A

L_{FA} – poziom dźwięku niskoczęstotliwościowego w zakresie od 10–160 Hz

L_G – poziom dźwięku według krzywej ważenia G.

Po przeanalizowaniu większej liczby widm hałasu i tła akustycznego wewnątrz pomieszczeń stwierdzono, że propozycja *Vercammena* jest zbyt tolerancyjna w stosunku do hałasu niskiej częstotliwości. Zaproponowano obniżenie ww. krzywej o ok. 10 dB szczególnie w odniesieniu do hałasu występującego w okresie nocnym. Uzyskana w ten sposób krzywa została roboczo nazwana granicą bezpieczeństwa [4]. Hałas o poziomach ciśnienia akustycznego równych lub mniejszych od poziomów określonych powyższą krzywą jest w zasadzie niewyczuwalny. Jej przekroczenie w jednym lub w kilku pasmach, szczególnie przy niskim tle akustycznym, może powodować jednak odczucie uciążliwości u mieszkańców wrażliwych na hałas z udziałem niskich częstotliwości.

Zaproponowane wyżej rozwiązania nie są powszechnie akceptowane i wymagają dalszych badań i weryfikacji. Istnieje przede wszystkim potrzeba ustalenia związku między różnymi rodzajami widm a subiektywnym odczuciem ludzi znajdujących się w różnych sytuacjach życiowych.

WNIOSKI

1. Wyposażenie techniczne budynków, jak również urządzenia zakładów usługowych czy produkcyjnych mogą stanowić źródło dźwięków w zakresie niskich częstotliwości.

2. Występowaniu hałasu niskich częstotliwości towarzyszy równoczesne pojawianie się drgań na przegrodach pokoju, dla tych samych składowych częstotliwości, aczkolwiek drgania te mieszczą się poniżej norm. W odczuciu subiektywnym dźwięki te i drgania są uciążliwe dla mieszkańców nawet wtedy, gdy ich poziom nie przekracza dopuszczalnych wartości, określonych obowiązującymi normami.

3. Obowiązujące normatywy hałasu powinny uwzględniać w większym niż dotychczas stopniu rolę składowych niskich częstotliwości w ocenie uciążliwości hałasu.

Z. Koszarny, D. Jankowska

OCCURENCE AND EVACUATION OF A LOW-FREQUENCY NOISE IN RESIDENTIAL BUILDINGS

Summary

Low-frequency noise emitted into the environment by technical equipment in the residential buildings, including equipment of workshops for services or production near these buildings, was measured.

In the spectrum of noise derived from installations and equipment in residential buildings and shops low frequency (20–125 Hz) sounds and infrasounds (below 20 Hz) were detected. Their sources were mainly pumps in hydrophors, lifts, cooling machinery, central heating, air conditioning and ventilating installations. The analysed noise was in a small degree only damped by partitions in buildings and penetrated more easily than higher-frequency noise, without exceeding usually the permitted levels. Noises with dominating low-frequency sounds are regarded by the inhabitants as troublesome and causing various adverse psychosomatic effects, such as pulsation feeling, somnolence, headaches, nausea etc.

The present system of noise assessment leaves low-frequency noise aside and fails to protect sufficiently the inhabitants against this nuisance.

PIŚMIENICTWO

1. *Waye K.P.*: On the effects of environmental low frequency noise. Göteborg 1995, Göteborg University.
2. *Vercammen M.L.S.*: Low-frequency noise limits. *Journal of Low Frequency Noise and Vibration*, 1992, 11, 1, 7–13.
3. PN-86/N-01338. Hałas infradźwiękowy. Dopuszczalne wartości poziomów ciśnienia akustycznego na stanowiskach pracy i ogólne wymagania dotyczące wykonywania pomiarów.
4. *Mirowska M.*: Results of measurements and limits proposal for low frequency noise in the living environment. *Journal of Low Frequency Noise and Vibration*, 1995, 14, 3, 135–141.

Otrzymano: 1997.11.12