

ZBIGNIEW KOSZARNY, WANDA SZATA, PAWEŁ GORYŃSKI

PORÓWNAWCZA OCENA WSKAŹNIKÓW POMIARU HAŁASU ULICZNEGO Z UWZGLĘDNIENIEM ODDZIAŁYWANIA NA MIESZKAŃCÓW WARSZAWY

Z Zakładu Higieny Komunalnej Państwowego Zakładu Higieny
w Warszawie

Kierownik: prof. dr hab. Z. J. Brzeziński oraz

Z Zakładu Higieny Szkolnej Państwowego Zakładu Higieny
w Warszawie

Kierownik: doc. dr hab. L. Zdunkiewicz

Oceniono stopień zgodności między pomiarami obiektywnymi wielkomicjskiego hałasu ulicznego a subiektywnymi skutkami narażenia ludności na hałas, proponując równocześnie kryteria jego oceny.

WPROWADZENIE

Badania klimatu akustycznego współczesnych miast wskazują na ogólną tendencję wzrostu poziomu hałasu oraz coraz szerszy zasięg jego oddziaływania i wydłużenie czasu trwania w ciągu doby [12, 13, 14]. Stąd też w krajach wysoko rozwiniętych powoli zacieśnia się różnica między wielkością ekspozycji na działanie hałasu w zakładach pracy i w miejscach zamieszkania. Z danych japońskich wynika np., że dobowy dawka hałasu robotników fabryk różni się jedynie o niecałe 3 dB (A) od dobowej dawki hałasu stwierdzonej u gospodyń domowych [7]. Oznacza to, że coraz większa liczba ludzi w mieście jest narażona na utrudniające, zakłócające czy wręcz szkodliwe działanie hałasu.

Podobne tendencje wzrostowe można dostrzec również w naszym kraju [13]. W miarę dalszej urbanizacji i nasilenia ruchu komunikacyjnego, hałas uliczny będzie stanowił jedno z istotnych źródeł zagrożenia zdrowia ludności.

W związku z powyższym istnieje potrzeba ustalenia stopnia i zakresu zdrowotnych skutków wywołanych jego oddziaływaniem, jak również możliwości przewidywania skutków zdrowotnych w miarę pogarszania się warunków akustycznych środowiska.

Innym ważnym zagadnieniem jest dobór właściwych metod określenia fizycznych parametrów hałasu będących równocześnie miarą jego szkodliwości w sensie biologicznym, psychicznym i społecznym. Racjonalne bowiem projektowanie i konstruowanie technicznych środków ochrony przeciwhałasowej oraz ocena ich skuteczności w warunkach eksploatacyjnych jest możliwa jedynie wtedy, jeżeli pomiary obiektywne w sposób jednoznaczny i adekwatny odzwierciedlają stopień narażenia ludności badanego obszaru na hałas.

Zasadniczym przedmiotem podjętych badań była ocena stopnia uciążliwości hałasu drogowego i jego następstw zdrowotnych, jak również weryfikacja stosowanych w różnych krajach metod pomiaru. Dodatkowym celem badań było określenie kryteriów oceny hałasu uwzględniających stopień uciążliwości i rodzaj czynności zakłócanych przez hałas.

MATERIAŁ I METODYKA

W ramach niniejszej pracy badaniami objęto 952 osoby zamieszkałe wzdłuż ciągów komunikacyjnych o różnym natężeniu ruchu ulicznego. Grupa badanych osób reprezentowana jest przez kobiety i mężczyzn w wieku 18—70 lat o różnym wykształceniu, zawodzie, odmiennych warunkach pracy i zamieszkania, stosunku do miejsca zamieszkania, okresie zamieszkania na danym terenie oraz stanie zdrowia.

Wymienione zmienne zostały uwzględnione w analizie materiału pod kątem wyeliminowania ich wpływu na główny przedmiot zainteresowania, a mianowicie zależność między poziomem hałasu a uciążliwością i stanem zdrowia. Przy ocenie uciążliwości i stanu zdrowia wykorzystano w badaniach kwestionariusz uwzględniający informacje na temat samopoczucia i dolegliwości respondentów oraz zakłóceń różnych czynności dnia codziennego. Bliższe dane dotyczące powyższych metod przedstawiono we wcześniejszej publikacji [9].

W niniejszej analizie materiału dokonano modyfikacji dotyczącej liczbowej oceny skali uciążliwości oraz wprowadzono jakościowe kryteria oceny. Przyjęto 13-stopniową skalę uciążliwości od 0 do 12 punktów określając umownie następujące kategorie: 0 — brak uciążliwości powyżej 0 do 3 punktów — mała uciążliwość, powyżej 3 do 6 punktów — średnia uciążliwość, powyżej 6 do 9 punktów — duża uciążliwość, powyżej 9 do 12 punktów — bardzo duża uciążliwość. Podziału na powyższe kategorie jakościowe dokonano uwzględniając rodzaj czynności zakłócanych przez hałas np.: wypoczynek, rozmowa, praca umysłowa, sen, stosowanie różnych form zabezpieczenia przed hałasem oraz odsetek osób w populacji, dla których hałas stanowił dużą uciążliwość.

Ponadto zbadano poziom neurotyczności osób z różnych rejonów akustycznych wykorzystując zmodyfikowaną skalę neurotyczności zawartą w „Inwentarzu osobliwości” *Eysencka* [5].

Klimat akustyczny w rejonie zamieszkania badanych oceniono na podstawie pomiarów poziomu hałasu wykonanych na zewnątrz budynku w odległości 2 m od ściany domu. Pomiarów dokonywano w okresie od godz. 9-tej do 13-tej stosując sposób pomiaru zgodny z zaleceniami metodycznymi opracowanymi w Państwowym Zakładzie Higieny [8]. Warunki akustyczne występujące w przyjętym okresie dokonywania pomiarów charakteryzują narażenie ludzi na hałas w ciągu zdecydowanie większej liczby godzin dnia w porównaniu z krótkim okresem maksymalnego natężenia ruchu ulicznego.

Do analizy wykorzystano następujące wskaźniki oceny hałasu ulicznego:

- maksymalny poziom hałasu, L_1
- quasimaksymalny poziom hałasu, L_{10}
- średni statystyczny poziom hałasu, L_{50}
- równoważny poziom hałasu, L_{eq}
- minimalny poziom hałasu, L_{99}
- wskaźnik oceny hałasu komunikacyjnego, TNI
- poziom zagrożenia hałasem, L_{NP}

Poziomy L_1 , L_{10} , L_{50} i L_{99} wyliczono z rozkładu gęstości prawdopodobieństwa, inne natomiast wskaźniki określone według następujących zależności:

$$L_{eq} = \frac{4}{0,3} \lg \frac{1}{T} \sum_{i=1}^n t_i 10^{\frac{0,3 \cdot L_i}{4}} \quad (1)$$

w którym:

- L_i — poziom hałasu oddziaływującego w odcinku czasowym t_i , dB(A),
- t_i — czas oddziaływania hałasu o poziomie L_i , s,
- T — czas oddziaływania hałasu, przy czym

$$T = \sum_{i=1}^n t_i, \text{ s:}$$

$$L_{NP} = L_{eq} + K \cdot \sigma, \text{ gdzie:} \quad (2)$$

- L_{eq} — równoważny poziom hałasu
- σ — odchylenie standardowe
- K — stała wynosząca 2,56
- TNI = $4(L_{10} - L_{90}) + L_{90} - 30$ (3)

Przy statystycznym opracowaniu materiału stosowano głównie testy do ustalenia związku i jego natężenia między zmiennymi oraz określono charakter tych zależności. Analiza wykazała, że związek między hałasem a badanymi zmiennymi posiada postać logistyczną. Dopasowania krzywej zależności dokonano metodą momentów [15]. Równanie regresji dla tych krzywych można wyrazić w następującej postaci:

$$y = \frac{k}{1 + e^{a+b \cdot x}}, \text{ gdzie:} \quad (4)$$

- k — wartość asymptoty.
- e — podstawa logarytmu naturalnego.
- a — punkt przecięcia funkcji z osią y
- b — nachylenie krzywej regresji
- x — wartości umowne, przy czym

$$x = \frac{x_i - x_0}{h}, \text{ gdzie:} \quad (5)$$

- x_i — wartość rzeczywista
- x_0 — wartość początkowa
- h — szerokość przedziału klasowego.

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Uciążliwość a hałas uliczny

Porównanie subiektywnych ocen różnych źródeł hałasu (tab. I) występujących w rejonach objętych badaniami, wykazało, że dominujące znaczenie dla kształtowania klimatu akustycznego mieszkań posiada ruch uliczny. Liczba osób skarżących się na tego rodzaju hałas wynosi 81% ogółu badanych, przy czym udział osób oceniających hałas jako bardzo uciążliwy wynosi aż 49%. Ruch uliczny stanowi również główne źródło odczuwanych przez mieszkańców wibracji, które są przedmiotem skarg 42% badanych, z czego ok. 20% oceniało je jako bardzo uciążliwe. Z innych źródeł hałasu pewien wpływ na kształtowanie uciążliwości posiadał hałas powodowany działalnością ludzką w osiedlu oraz hałas przenikający do pomieszczeń z sąsiednich mieszkań lub od instalacji i urządzeń. Stanowi on przedmiot skarg ok. 40% ogółu respondentów, z tym że udział osób oceniających hałas jako uciążliwy jest niewielki i wynosi jedynie 7% badanych. Pozostałe rodzaje hałasu stanowią źródło uciążliwości dla małego odsetka mieszkańców omawianego rejonu.

Tabela I. Subiektywna ocena klimatu akustycznego mieszkań

Źródła hałasu	Liczba badanych (w %) określających hałas jako:		
	bardzo uciążliwy	średnio uciążliwy	nieuciążliwy
Ruch uliczny	49	32	19
Działalność ludzka w osiedlu	10	34	56
Sąsiednie mieszkania	7	36	57
Instalacje i urządzenia w budynku	7	34	59
Zakłady usługowe	3	10	87
Ruch lotniczy	1	8	91
Ruch kolejowy	0	1	99

Tabela II. Ocena źródeł hałasu na tle uciążliwości różnych zjawisk akustycznych w miejscu zamieszkania

Źródła hałasu	Liczba niezadowolonych (w %), uznających hałas jako przyczynę niezadowolenia na miejscu:		
	pierwszym	drugim	trzecim
Ruch uliczny	63	6	4
Działalność ludzka w osiedlu	10	17	9
Sąsiednie mieszkania	6	17	11
Instalacje i urządzenia w budynku	5	17	11
Zakłady usługowe	1	2	2
Ruch lotniczy	2	3	2
Ruch kolejowy	1	0	0

Uwzględniając ocenę poszczególnych źródeł hałasu na tle uciążliwości innych negatywnych zjawisk akustycznych występujących na danym terenie należy stwierdzić, że hałas uliczny stanowi główną przyczynę niezadowolenia dla 63% badanych, podczas gdy liczba niezadowolonych związana z pozostałymi rodzajami hałasu nie przekracza 10% badanych (tab. II).

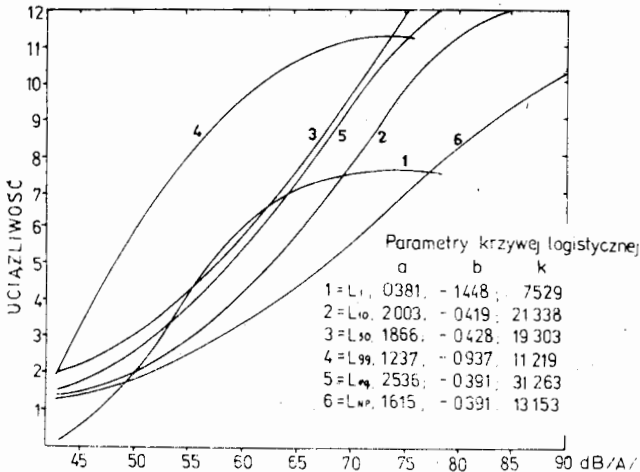
Ze względu na dominujące znaczenie hałasu ulicznego w kształtowaniu uciążliwości na danym terenie stał się on podstawą do dalszych analiz i porównań.

Zależność między fizycznymi wskaźnikami hałasu a stopniem jego uciążliwości została przedstawiona w tab. III.

Tabela III. Korelacja między fizycznymi wskaźnikami hałasu a stopniem jego uciążliwości

Wskaźniki hałasu	Uciążliwość	
	indywidualna	grupowa
L_1	0,69	0,83
L_{10}	0,69	0,89
L_{50}	0,71	0,96
L_{99}	0,53	0,78
L_{eq}	0,73	0,99
TNI	0,46	0,60
L_{NP}	0,66	0,98

Z tabeli wynika, że korelacja między indywidualnym odczuciem uciążliwości a poziomem hałasu jest wysoka i statystycznie istotna jedynie dla statystycznego poziomu hałasu, L_{50} i równoważnego, L_{eq} , dla pozostałych wskaźników jest istotna, ale umiarkowana. Natomiast przy ocenie współczynników korelacji między średnią uciążliwością grupową a hałasem wszystkie współczynniki korelacji należy uznać za bardzo wysokie i pewne, za wyjątkiem wskaźników TNI i L_{99} , mieszczących się w granicach korelacji umiarkowanej. Dokładniejsza analiza charakteru związku między powyższymi zmiennymi wykazała, że jest to związek nieliniowy o trendzie logistycznym. Ryc. 1 ilustruje kształt związku oraz podaje parametry krzywej do równania zamieszczonego w części metodycznej. Z ilustracji widać wyraźnie, że analizowany związek znajduje się pod wpływem dwóch czynników.



Ryc. 1. Korelacja między różnymi wskaźnikami hałasu a stopniem uciążliwości.

Z jednej strony przyrosty na skali uciążliwości są proporcjonalne do już osiągniętego poziomu a z drugiej stają się coraz mniejsze im są bliższe maksymalnej wartości.

Analizując wielkość otrzymanych współczynników pod kątem możliwości przewidywania można stwierdzić, że większość stosowanych współczynników hałasu, tłumacząc w ok. 50% zmienność indywidualnej oceny uciążliwości i w ponad 98% zmienność średniej uciążliwości w grupie. Jedynie wskaźniki L_{99} i TNI charakteryzują się stosunkowo niską dokładnością prognozowania. Dodatkowa analiza wykazała, że dokładność prognozowania indywidualnej uciążliwości wzrasta o ok. 8% w rejonach o wyższych intensywnościach hałasu. Prawdopodobnie związane jest to z wrażliwością indywidualną, która w zdecydowanym stopniu wpływa na uciążliwość jedynie przy umiarkowanych poziomach hałasu, przy wyższych poziomach wpływ ten może być mniejszy.

Dla bardziej wszechstronnej oceny efektów oddziaływania hałasu uwzględniono w analizie materiału również liczbę osób, dla których hałas stanowi bardzo dużą uciążliwość. Powyższa kategoria uciążliwości pozostaje w bliskiej relacji z fizycznymi parametrami hałasu i wiąże się ściśle z objawami dyskomfortu [17]. Ryc. 2 przedstawia zależności między wskaźnikami hałasu a procentem mieszkańców oceniających hałas jako bardzo uciążliwy.

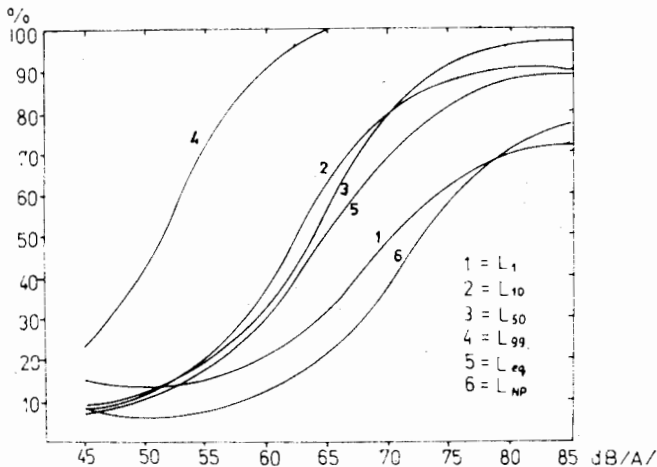
Krzywe te mają wyraźnie charakter trendu logistycznego; w początkowym i końcowym odcinku frakcja osób odczuwających znaczną dokuczliwość hałasu narasta powoli ze wzrostem poziomu natężenia, natomiast w środkowym odcinku krzywej wzrost ten jest bardzo znaczny. Oznacza to, że przy niewielkim wzroście poziomu natężenia hałasu bardzo szybko narasta stopień jego uciążliwości.

Zakłócenie czynności spowodowane hałasem ulicznym

Tabela IV i ryc. 3—8 przedstawiają relację między zakłóceniami czynności dziennych i wypoczynku nocnego a różnymi wskaźnikami przyjętymi do oceny hałasu ulicznego.

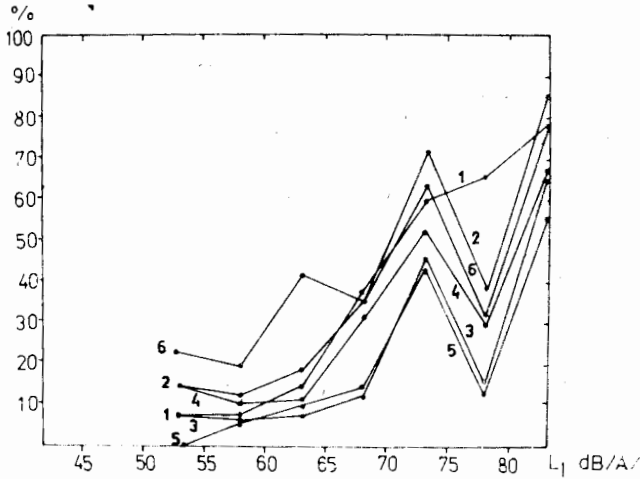
Tabela IV. Wartości χ^2 dla współzależności między wskaźnikami hałasu a zakłóceniem czynności codziennych

Wyszczególnienie	Wskaźniki hałasu						
	L_1	L_{10}	L_{50}	L_{99}	L_{eq}	L_{NP}	TNI
Wywołuje stany irytacji i napięcie	331,88	381,24	438,82	327,82	428,10	362,61	201,65
Przeszkadza w rozmowie	276,67	297,89	298,11	265,06	317,10	264,13	134,59
Zmusza do stosowania zabezpieczeń	202,42	237,00	220,24	198,99	213,99	182,92	142,22
Utrudnia wypoczynek w domu	354,68	394,78	425,65	336,24	432,16	337,33	107,83
Zakłóca zasypianie i sen	236,13	269,57	268,27	229,94	262,49	231,54	121,57
Zakłóca pracę umysłową	211,87	254,25	248,05	219,70	243,67	193,31	120,61

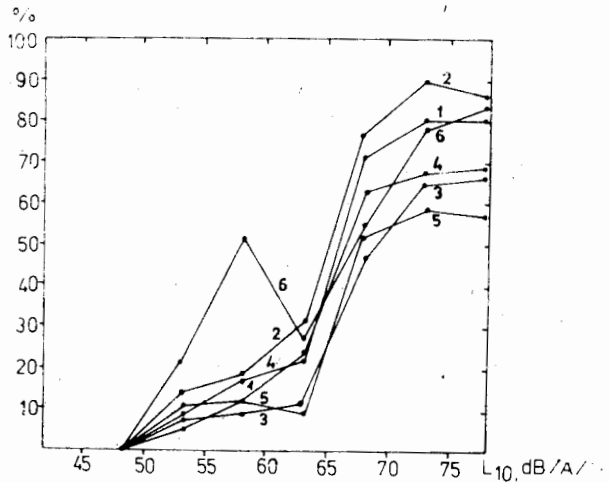


Ryc. 2. Liczba osób (w. %), określających hałas jako bardzo uciążliwy.

Z przedstawionego zestawienia widać wyraźnie, że hałas uliczny, bez względu na stosowaną metodę jego oceny, powoduje zakłócenia różnych czynności wykonywanych w miejscu zamieszkania lub wpływa na zmianę aktywności mieszkańców. Wraz ze wzrostem poziomu natężenia dźwięku wzrasta również procent osób obserwujących utrudnienia w prowadzeniu swobodnej rozmowy, zakłócenia w wykonywaniu pracy umysłowej lub nauki, utrudnienia w wypoczynku, czytaniu, oglądaniu TV, zakłócenia snu u dzieci i osób dorosłych, stany irytacji i napięcie oraz konieczność stosowania różnych zabezpieczeń przed hałasem. Wzrost ten jest jednak nierównomierny, przy czym obserwuje się różnicowanie w ocenie zakłóceń zależnie od rodzaju wykonywanych czynności. I tak hałas uliczny częściej zakłóca wypoczynek w domu: czytanie, słuchanie radia, oglądanie telewizji oraz jest źródłem irytacji czy niezadowolenia, najrzadziej natomiast utrudnia naukę lub pracę umysłową, rozmowę czy sen.



Ryc. 3. Liczba osób (w %), stwierdzających znaczne zakłócenia aktywności w funkcji poziomu hałasu L_1 : 1 — wywołuje stany irytacji i napięć, 2 — utrudnia wypoczynek w domu, 3 — przeszkadza w rozmowie, 4 — utrudnia zasypianie lub budzi, 5 — zakłóca naukę lub pracę umysłową, 6 — zmusza do stosowania różnych zabezpieczeń.

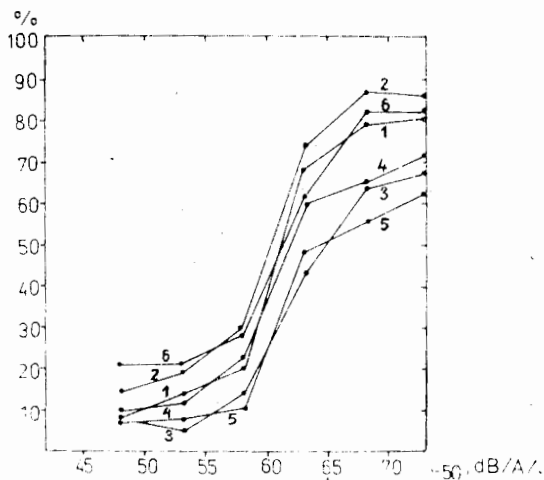


Ryc. 4. Liczba osób (w %), stwierdzających znaczne zakłócenia aktywności w funkcji poziomu hałasu L_{10} ; oznaczenia jak na ryc. 3.

Samopoczucie i stan zdrowia a hałas

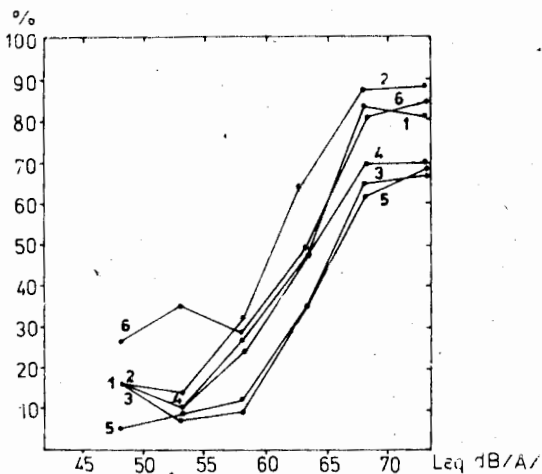
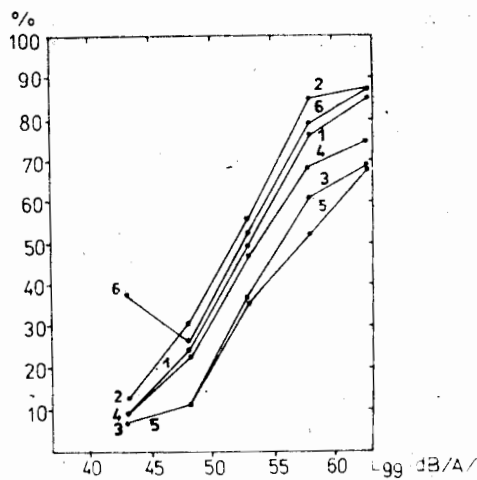
W niniejszych badaniach starano się również ustalić wpływ hałasu na zdrowie mieszkańców.

Przy analizie materiału wykorzystano zarówno pojedyncze objawy samopoczucia i złego stanu zdrowia, jak również kompleksową ocenę zdrowia badanych oraz poziom neurotyczności. Wyniki tych badań zostały zestawione w tabeli V i VI. Badania wykazały wprawdzie istnienie związku między zmiennymi, ale siła tego związku jest słaba. Krytycznym poziomem hałasu wywołującym widoczny wzrost liczby skarżących się (6—10%) na występowanie różnych zakłóceń w funkcjonowaniu organizmu i obniżenie dobrego samopoczucia oraz wzrost poziomu neurotyczności jest równoważny poziom 60 dB (A).

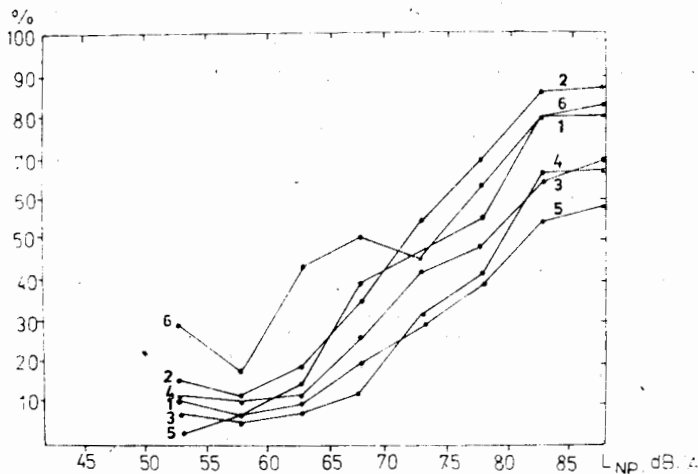


Ryc. 5. Liczba osób (w %%), stwierdzających znaczne zakłócenia aktywności w funkcji poziomu hałasu L_{50} ; oznaczenia jak na ryc. 3.

Ryc. 6. Liczba osób (w %%), stwierdzających znaczne zakłócenia aktywności w funkcji poziomu hałasu L_{99} ; oznaczenia jak na ryc. 3.



Ryc. 7. Liczba osób (w %%), stwierdzających znaczne zakłócenia aktywności w funkcji poziomu hałasu L_{eq} ; oznaczenia jak na ryc. 3.



Ryc. 8. Liczba osób (w %), stwierdzających znaczne zakłócenia aktywności w funkcji poziomu hałasu L_{NP} ; oznaczenia jak na ryc. 3.

Tabela V. Wartości χ^2 dla współzależności między wskaźnikami hałasu a objawami złego samopoczucia i złego stanu zdrowia

Wyszczególnienie	L_{50}	L_{eq}	L_{NP}	TNI
Częstość zażywania środków uspokajających	22,73**	23,54**	32,75**	26,87**
Samopoczucie po śnie	33,68**	36,87**	23,65**	15,35**
Subiektywna ocena własnego stanu zdrowia	20,40**	16,55**	28,07**	14,69*
Zmęczenie lub wyczerpanie	73,38**	75,58**	48,47**	38,13**
Występowanie bólów głowy	7,56	16,47**	25,82**	20,25**
Częstość wizyt lekarskich	21,90**	20,11**	17,84**	14,57*

* — wartość istotna na poziomie ufności 0,05,

** — wartość istotna na poziomie ufności 0,01

Tabela VI. Korelacja między wskaźnikami hałasu a stanem zdrowia i neurotycznością

Wyszczególnienie	L_1	L_{10}	L_{50}	L_{99}	L_{eq}	L_{NP}	TNI
Stan zdrowia	0,22**	0,26**	0,24**	0,22**	0,20**	0,25**	0,21*
Neurotyczność	0,10**	0,08*	0,07*	0,07*	0,11**	0,11**	0,12**

* — istotna na poziomie ufności 0,05,

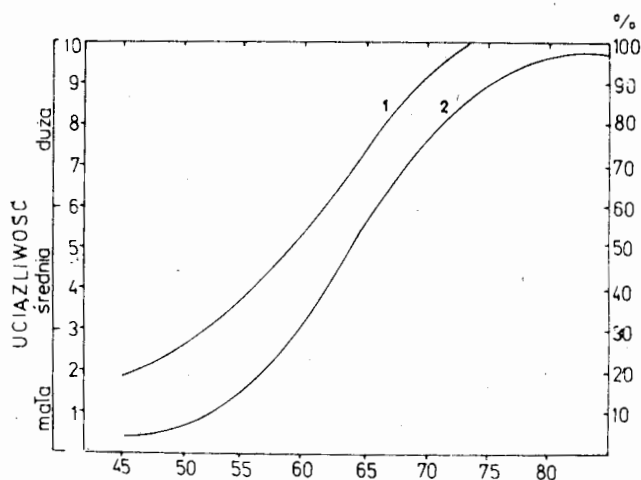
** — istotna na poziomie ufności 0,01

Kryteria oceny hałasu ulicznego

W celu określenia kryteriów higienicznych dla hałasu ulicznego przeanalizowano dwa niezależne źródła oceny uciążliwości i jej związków z poziomem hałasu. Uwzględniono z jednej strony pozycję osób na skali uciążliwości, z drugiej natomiast odsetek osób w populacji uważających hałas za bardzo

uciażliwy. Przyjęty sposób analizy umożliwia bardziej precyzyjne określenie granic tolerancji na hałas.

Rycina 9 przedstawia linie regresji między równoważnym poziomem hałasu a uciążliwością. Równoważny poziom hałasu został wybrany ze względu na najbardziej ścisłe powiązania zarówno ze stopniem uciążliwości czy za-



Ryc. 9. Zależność między równoważnym poziomem hałasu a stopniem uciążliwości i liczbą osób oceniających hałas jako bardzo uciążliwy: 1 — krzywa poziomu uciążliwości, 2 — krzywa frakcji osób oceniających hałas jako bardzo uciążliwy.

klóceniami czynności codziennych, jak też stanem zdrowia. Uwzględniając kategorie jakościowej oceny omówione w metodyce pracy, możemy wyznaczyć określone poziomy graniczne:

- mała uciążliwość $L_{eq} < 52$ dB (A)
- średnia uciążliwość L_{eq} 52—62 dB (A)
- duża uciążliwość L_{eq} 63—70 dB (A)
- bardzo duża uciążliwość L_{eq} powyżej 70 dB (A).

DYSKUSJA

Obserwowane związki i współzależności między różnymi wskaźnikami hałasu a uciążliwością i stanem zdrowia potwierdzają tezę o ujemnym wpływie hałasu, który utrudnia i zakłóca wiele czynności i zajęć człowieka, wywołuje stany irytacji i napięcie, powoduje psychiczne obciążenia i poczucie dyskomfortu. Korelacyjna siła związku hałasu z uciążliwością jest wysoka również w stosunku do indywidualnych ocen hałasu, dochodząc prawie do idealnej zależności przy uwzględnieniu średniego stopnia uciążliwości w grupie.

Najmniej właściwym sposobem przewidywania uciążliwości były poziomy hałasu wyrażone jako L_{99} , czyli w praktyce tło hałasu oraz TNI. Najlepszą prognozę natomiast można osiągnąć przy wykorzystaniu równoważnego poziomu hałasu, L_{eq} oraz średniego poziomu statystycznego, L_{50} .

Stwierdzone w niniejszych badaniach korelacje hałasu z indywidualną uciążliwością są znacznie wyższe od otrzymanywanych przez innych autorów [2, 3, 4, 10, 12, 16]. Nie wykluczone, że obniżenie siły związku nastąpiło na

skutek przyjmowanego bez zastrzeżeń założenia o prostoliniowej zależności, podczas gdy faktycznie mamy do czynienia z trendem logistycznym. Ponadto nie zawsze dostateczne uwzględnianie w badaniach zmiennych społeczno-demograficznych [6], charakteru ruchu ulicznego [3, 11], jakości środowiska w rejonie zamieszkania [18], wielkości miasta [4] itp. mogło wpływać na obniżenie korelacji między indywidualną uciążliwością a hałasem.

Pewną rolę mogą również odgrywać różnice w subiektywnej wrażliwości badanych zwłaszcza jeżeli chodzi o umiarkowane poziomy hałasu. Z badań wynika, że przy wyższych poziomach hałasu dokładność prognozowania można zwiększyć o 8%. Przy wykorzystywaniu średniej uciążliwości grupowej wpływ powyższych czynników na siłę związku nie ma tak istotnego znaczenia, ponieważ minimalizuje się w znacznym stopniu wpływ czynników fizjologicznych, psychologicznych, socjologicznych i środowiskowych.

Dane uzyskane w niniejszej pracy zdają się wskazywać na istnienie pewnej zależności między samopoczuciem i stanem zdrowia a hałasem. Jakkolwiek związek ten jest słaby, to jednak należy się liczyć z narastaniem niekorzystnych efektów zdrowotnych w miarę wzrostu intensywności i okresu narażenia na hałas. Bardzo słaba zależność między poziomem zdrowia i neurotycznością a hałasem nie jest zaskoczeniem. Zarówno bowiem stan zdrowia, jak i poziom neurotyczności jest determinowany przez bardzo wiele czynników natury genetycznej, środowiskowej czy osobowości, które w znacznie większym stopniu mogą wpływać na badane zmienne aniżeli hałas.

Natomiast ujawnienie nawet słabej zależności między hałasem a stanem zdrowia i neurotycznością jest z jednej strony świadectwem niebezpieczeństwa związanego ze stałym wzrostem hałasu w środowisku ludzkim, z drugiej natomiast przestrogą przed lekceważeniem (niedocenianiem) subiektywnych odczuć jako mniej istotnych przy ocenie higienicznej środowiska.

Na podstawie wyznaczonych granic uciążliwości hałasu ulicznego można zaproponować następujące kryteria dla budownictwa mieszkaniowego. Na terenach przeznaczonych pod zabudowę mieszkaniową równoważny poziom hałasu, L_{eq} , nie powinien przekraczać 55 dB (A). Jest to poziom, poniżej którego mniej niż 15% osób uznaje hałas drogowy za uciążliwy. W rejonie miasta, zwłaszcza w strefach śródmiejskich, w których praktycznie nie ma możliwości zabezpieczenia odpowiednich warunków akustycznych, można dopuścić budownictwo mieszkaniowe do poziomu równoważnego 65 dB (A). Należy jednak zaznaczyć, że w miarę wzrostu poziomu hałasu wzrasta znacznie odsetek osób oceniających negatywnie warunki akustyczne zwłaszcza po przekroczeniu poziomów 60 dB (A). I tak przy 5 dB (A) wzrost poziomu notuje się aż 28% wzrost liczby osób określających hałas jako uciążliwy. W rejonach miasta o poziomie hałasu 65 dB (A) ogólna liczba osób oceniających zdecydowanie negatywnie warunki akustyczne w miejscu zamieszkania wynosi 58% badanych. Dlatego w sytuacji, gdy istnieje uzasadniona społecznie konieczność dopuszczenia budownictwa mieszkaniowego w w/w rejonach należałoby bezwzględnie stosować odpowiednie zabezpieczenia budowlane tak, aby mogły być zachowane przepisy normy PN-70/B-02151 dla wnętrz mieszkaniowych.

W rejonach powyżej poziomu 65 dB (A) nie powinno się lokalizować budownictwa osiedlowego. Otrzymane wyniki są zgodne w zasadniczych punktach z zaleceniami ISO R.1996/71 oraz z wymaganiami przyjętymi w innych krajach [1, 5].

WNIOSKI

1. Stosowane metody oceny hałasu w miarę dokładnie określają jego uciążliwość. Około 50% indywidualnej wariancji a ponad 98% wariancji grupowej można wytłumaczyć poziomem hałasu wyrażonego L_{eq} , L_{50} , L_{NP} , L_1 , L_{10} . Jedyne wskaźniki hałasu L_{99} i TNI charakteryzują się niską dokładnością prognozowania.

2. Stwierdzono istotną, chociaż bardzo małą zależność między poziomem hałasu a stanem zdrowia mieszkańców.

3. Zabudowę mieszkaniową zaleca się lokalizować na terenach, na których poziom równoważny nie przekracza 55 dB (A). Przy uwzględnieniu specyficznych funkcji terenu (rejon śródmiejski, handlowo-usługowy itp.) można dopuścić budownictwo mieszkaniowe w rejonie, w którym poziom hałasu nie przekracza 65 dB (A). W takiej sytuacji konieczne jest stosowanie zabezpieczeń budowlanych dla zachowania odpowiednich warunków akustycznych wewnątrz pomieszczeń.

З. Кошарны, В. Шат, П. Горыньски

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЯ УЛИЧНОГО ШУМА
С УЧЕТОМ ЕГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЖИТЕЛЕЙ ВАРШАВЫ

Резюме

На основании результатов анкетных исследований среди 952 лиц а также оценки акустических условий в месте их жительства было установлено, что обременительность действия шума в разной степени связана с определенными показателями шума и расположена в следующем порядке: TNI, L_{99} , L_{NP} , L_1 , L_{10} , L_{50} и L_{eq} ($0,46 \leq r \leq 0,73$). Представленные значения коэффициентов корреляции получили для одиночных результатов, в то время как коэффициенты корреляции вычисленные для средней обременительности в местах жительства с разным уровнем шума следует считать очень высокими, за исключением показателей TNI и L_{99} . Лучшим показателем оценки и прогнозирования обременительности действия шума для населения является эквивалентный уровень шума L_{eq} . Учитывая положение лиц на шкале обременительности а также процент лиц в популяции, считающих шум очень обременительным, получены следующие значения эквивалентного уровня шума как предельные для гигиенической оценки акустических условий в жилом районе: низкая обременительность — L_{eq} 52 дБ(А), средняя обременительность — L_{eq} от 52 до 62 дБ(А), большая обременительность — L_{eq} 63—70 дБ(А), очень большая обременительность — L_{eq} более чем 70 дБ(А).

Z. Koszarны, W. Szata, P. Goryński

COMPARATIVE EVALUATION OF THE INDICES FOR MEASURING STREET NOISE
WITH REFERENCE TO ITS EFFECT ON THE WARSAW POPULATION

Summary

In the light of an inquiry investigation of 952 subjects and evaluation of the acoustic conditions at their place of residence it was found that the annoyance of noise was connected in different degrees with various noise parameters and that it could be graded as follows: TNI, L_{99} , L_{NP} , L_1 , L_{10} , L_{50} and L_{eq} ($0,46 \leq r \leq 0,73$). These values of correlation coefficients were obtained for individual results while the values calculated for the mean annoyance in places of residence differing in the intensity of the noise should be regarded as very high, with the exception of TNI and L_{99} parameter. The best index for evaluating noise annoyance and its prediction was the equivalent noise level (L_{eq}). Taking into account the position of the tested subjects on the annoyance scale and the per cent of the population regarding noise as very troublesome the following equivalent noise levels were found to be of importance for evaluating the acoustic conditions in a housing project: low grade annoyance — $L_{eq} < 52$ db (A), medium grade — L_{eq} 52—62 dB (A), high grade — L_{eq} 63—70 dB (A), extreme annoyance — L_{eq} above 70 dB (A).

PIŚMIENNICTWO

1. *Bastenier H., Klosterkoetter W., Large J.B.*: Damage and annoyance caused by noise. Commission of the European Communities, Luxemburg 1975. — 2. *Bradley J.S., Jonah B.A.*: The effects of site selected variables on human responses to traffic noise, Part I: Type of housing by traffic noise level. *J. Sound Vibr.*, 1979, 66, 589. — 3. *Bradley J.S., Jonah B.A.*: The effects of site selected variables on human responses to traffic noise, Part. II: Road type by socio-economic by status traffic noise level. *J. Sound Vibr.* 1979, 67, 3, 395. — 4. *Bradley J.S., Jonah B.A.*: The effects of site selected variables on human responses to traffic noise, Part. III: Community size by socio-economic status by traffic noise level. *J. Sound Vibr.* 1980, 71, 2, 227. — 5. *Chojnowski M.*: Opracowanie polskiej adaptacji „Inwentarza osobowości”, *Eysencka H.J.* (Müdsley personality inventory): Wyniki krajowe, porównania międzynarodowe. W: *Biuletyn Psychometryczny t. II*, PAN, Wrocław 1969. — 6. ISO, R. 1966—1971: Assessment of noise with respect to community response. — 7. *Kono S., Sone T., Nimura T.*: A study on personal noise exposure in tree cities different in population W: *Proceedings Inter-noise 79*, Vol II, Warszawa 1979, 843. — 8. *Koszarny Z., Maziarka S.*: Metodyka badań narażenia ludności na hałas uliczny. PZH, Warszawa 1973 (maszynopis). — 9. *Koszarny Z., Szata W., Goryński P.*: Ekspozycja na hałas kolejowy i jego uciążliwość dla mieszkańców. *Roczn. PZH*, 1979, 30, 387. — 10. *Langdon F.J.*: Noise nuisance caused by road traffic in residential areas: Part. I. *J. Sound Vibr.*, 1976, 47, 243. — 11. *Langdon F.J.*: Noise nuisance caused by road traffic in residential areas: Part II. *J. Sound Vibr.* 1976, 47, 265. — 12. *Myncke H., Cops A., Gambart R., Steenackers P.*: Badania hałasu ruchu ulicznego w Antwerpii i Brukseli oraz jego uciążliwość. *Archiwum Akustyki*, 1979, 14, 3. — 13. *Plan akustyczny m.st. Warszawy*, oprac. *Grabek J., Kucharski R.* Instytut Kształtowania Środowiska, Warszawa 1975. — 14. *Rylander R., Sörensen S., Kajland A.*: Traffic noise exposure and annoyance reactions. *J. Sound Vibr.* 1976, 47, 2, 237. — 15. *Shryock H.S., Siegel J.S.* i wsp.: The methods and materials of demography. Vol. 2. U.S. Department of commerce. New York 1973. — 16. *Simandonis J.S.*: Community noise study in the Athens metropolitan area. W: *Health and the Environment*, Copenhagen 1977, WHO, 87. — 17. *Sörensen S., Rylander R., Berglund X.*: Reaction patterns in annoyance response to aircraft noise. W: *Noise as a Public Health Problem*. EPA Doc 550/9-73-008, 1974, 669. — 18. *Weinstein N.D.*: Individual differences in critical tendencies and noise annoyance. *J. Sound Vibr.* 1980, 68, 2, 241.

Dn. 1 II. 1982 r.

00-791 Warszawa, ul. Chocimska 24.