

# Hałas w szkołach (1)

## - przegląd badań

doc. dr inż. DANUTA AUGUSTYŃSKA mgr inż. JAN RADOSZ

Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy

**W pierwszej części artykułu przedstawiono przegląd wybranych badań hałasu w szkołach podstawowych polskich i zagranicznych. Badania wykazały niekorzystny stan warunków akustycznych w szkołach polskich.**

### Wstęp

Szkoła jest środowiskiem pracy uczniów i nauczycieli. Według danych GUS w 2007 r., w ok. 36 tys. polskich szkół uczyło się ok. 5,5 mln uczniów, w tym w szkołach podstawowych – 2,4 mln. W szkołach zatrudnionych było ok. 400 tys. nauczycieli, z tego prawie połowa (ok. 184 tys.) w szkołach podstawowych.

**Jednym z najbardziej powszechnych i dokuczliwych czynników w środowisku szkolnym, zakłócających proces nauczania i uczenia się, jest hałas.** Hałas w szkole może pochodzić od źródeł zewnętrznych i wewnętrznych. Do zewnętrznych źródeł hałasu, usytuowanych na zewnątrz obiektów szkolnych, można przede wszystkim zaliczyć ruch uliczny, lotniczy i kolejowy, place zabaw, boiska szkolne oraz inne źródła hałasu środowiskowego.

Do źródeł wewnętrznych zalicza się aktywność uczniów i nauczycieli oraz urządzenia w budynku. Hałas zewnętrzny przenikający do budynku i hałas wewnętrzny od urządzeń tworzą tzw. hałas tła w szkole.

Hałas występujący w pomieszczeniach klasowych może zakłócać odbiór sygnałów mowy, wskutek czego obniżyć efektywność nauczania, której podstawę stanowi prawidłowo odebrany przez uczniów przekaz słowny. Hałas może również negatywnie oddziaływać na zdrowie oraz samopoczucie uczniów i nauczycieli.

Jak wykazują liczne dane literaturowe, badania hałasu szkolnego prowadzone są w wielu krajach, w tym w krajach Unii Europejskiej, Stanach Zjednoczonych, Kanadzie, Brazylii. Badania ukierunkowane są głównie na następujące zagadnienia:

- identyfikacja źródeł i uwarunkowania hałasu w środowisku szkolnym
- maskowanie i zrozumiałość mowy
- wpływ hałasu na samopoczucie i zdrowie uczniów oraz nauczycieli
- dolegliwości lub zaburzenia głosu u nauczycieli wywołane nadmiernym wysiłkiem głosowym
- kształtowanie warunków akustycznych (klimatu akustycznego) w pomieszczeniach szkolnych.

W wyniku badań potencjalnego wpływu hałasu na jakość edukacji w obiektach szkolnych większość krajów wprowadziła przepisy, normy, wytyczne lub zalecenia [1-5], które określają wymagania w zakresie:

- granicznych poziomów hałasu wewnątrz budynków szkolnych, zróżnicowanych dla obiektów znajdujących się w różnych częściach miasta, jak również poziomów hałasu zewnętrznego (tab. 1.)
- maksymalnych czasów pogłosu w pomieszczeniach klasowych (tab. 2.)
- wymaganej izolacyjności akustycznej ścian zewnętrznych i wewnętrznych (tab. 3.), mających na celu ograniczenie przenikania hałasu od źródeł zewnętrznych i urządzeń w budynkach, a także ograniczenie przenoszenia dźwięku przez konstrukcję budynków (dźwięki materiałowe).

**W niniejszym artykule przedstawiono przegląd wybranych badań hałasu prowadzonych w polskich i zagranicznych szkołach podstawowych.**

Tabela 1: Wartości graniczne poziomu hałasu tła w dB dla poszczególnych funkcji pomieszczeń [1,3]

kraj	Belgia <sup>1</sup>	Francja	Niemcy <sup>2</sup>	Włochy <sup>3</sup>	Portugalia	Wielka Brytania <sup>4</sup>	Szwecja	Turcja	Polska
deskryptor hałasu	L <sub>Aeq</sub>	L <sub>Aeq</sub>	L <sub>Aeq</sub>	L <sub>Amax</sub>	L <sub>Aeq</sub>	L <sub>Aeq,1h</sub> (L <sub>Aeq,30min</sub> )	L <sub>eq</sub>	L <sub>Aeq</sub>	L <sub>Aeq</sub>
rodzaj dokumentu, rok	Norma 1977/87	Dekret 1995	Norma 1983	Norma 1975	Projekt normy 2000	Wytyczne 1997(2003)	Norma 1995/2001	Rozporządzenie, 1986	Norma PN-B-02151-2-1987
<b>rodzaj działalności:</b>									
klasy	30/35/40/45	38	35-40	36	35	40(35)	26/40	45	40
biblioteki		33	30-35			40	35		
pomieszczenia muzyczne	30/30/35/40					30			
hole, korytarze				40		50			
stołówki, sale gimnastyczne	35/40/45/50	43	45-50	40	40-45		40	60	

1. Wartości graniczne poziomu hałasu tła w pomieszczeniu zależą od poziomu hałasu zewnętrznego, sklasyfikowanego w czterech kategoriach: kategoria 1.: L<sub>Aeq</sub> < 55 dB, kategoria 2.: 55 dB < L<sub>Aeq</sub> < 65 dB, kategoria 3.: 65 dB < L<sub>Aeq</sub> < 75 dB, kategoria 4.: L<sub>Aeq</sub> > 75 dB
2. Hałas z zewnątrz oraz od instalacji wentylacji i klimatyzacji
3. We Włoszech przygotowywane są nowe przepisy
4. Nowe przepisy: Building Bulletin 93: Acoustic Design For Schools 2003, Department Education and Skill [3]

Tabela 2: Maksymalny czas pogłosu w pomieszczeniach klasowych [1,2,4]

Kraj	Francja	Niemcy	Holandia	Szwecja	Portugalia	USA
Rodzaj dokumentu	Dekret, 1995	DIN 18041	Wyt. NEN 5077	Norma SS025268	Norma	Norma Ansi S.12.60
Czas pogłosu w sek.	0,4-0,8	0,3;0,45;0,55	0,8	0,5-0,6	0,6-0,8	0,6-0,7

Tabela 3: Wymagana izolacyjność akustyczna ścian zewnętrznych w dB jako funkcja rodzaju pomieszczenia [1,2]

kraj	Belgia <sup>1</sup>	Francja	Niemcy <sup>2</sup>	Włochy	Wielka Brytania	Szwecja	USA
symbol	R <sub>Dn</sub> 100-3150 Hz	STC	R' <sub>w</sub>	R, D	R' <sub>w</sub>	R' <sub>w</sub>	STC
rodzaj dokumentu	Norma, 1987	Dekret, 1995	Norma, 1989	Norma, 1975	Norma	Norma, 1996	Norma, 2002
izolacyjność między klasą a,							
innym pomieszczeniem	25-49	44	47	40	38	48	50
innym pomieszczeniem z drzwiami		42	32		28	30	
klatką schodową	15-39	44	52	42		44	45
pomieszczeniami głośnymi jak np. warsztaty		56	55		48		60
salami gimnastycznymi	42-66	52	55		28		60
stołówkami		40	57 <sup>3</sup>			60	60
Pokojami muzycznymi	42-66		55			52	60
Pomieszczeniami opieki zdrowotnej		44	45 <sup>4</sup>			52	50

1. W zależności od kategorii hałasu zewnętrznego (podanych w tabeli 1.)
2. Wymagania dla konstrukcji ściennych (w DIN 4109 są również wymagania dla stropów - R'<sub>w</sub> i L'<sub>n,w</sub> - izolacyjność akustyczna i izolacyjność od dźwięków uderzeniowych)
3. W zależności od poziomu dźwięku A w pomieszczeniu (75-80 dB); alternatywnie dla poziomu 81-85 dB wymagania dla izolacyjności akustycznej ścian i stropów R<sub>w</sub> = 62 dB oraz od dźwięków uderzeniowych L'<sub>n,w</sub> = 43 dB dla wszystkich przegród
4. Wymagania zgodnie z arkuszem dodatkowym nr 2 do DIN 4109: „Izolacyjność akustyczna budynków; Wytyczne do projektowania i realizacji; Proponowane metody zwiększenia izolacyjności akustycznej; Zalecenia dla izolacyjności akustycznej w pomieszczeniach mieszkalnych i miejscach pracy

## Hałas na zewnątrz obiektów szkolnych

Decydującą rolę w powstawaniu hałasu na zewnątrz obiektów szkolnych odgrywa hałas uliczny.

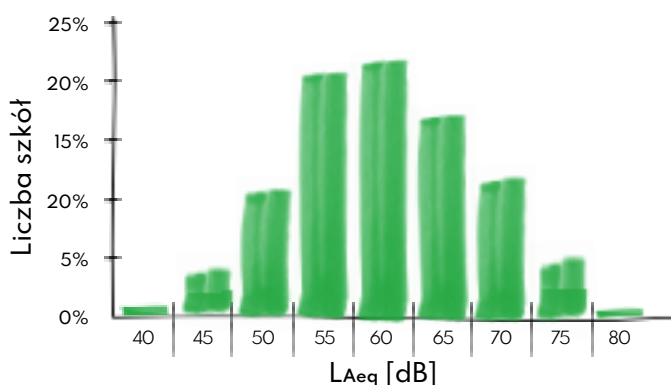
Jak wynika z badań Państwowego Zakładu Higieny, przeprowadzonych w latach 1989-1996 [6, 7] (badaniami objęto 1336 szkół podstawowych w miastach wojewódzkich), prawie 62% obiektów szkolnych znajduje się w sferze jego oddziaływania.

Dotyczy to zwłaszcza obiektów, usytuowanych w pobliżu głównych arterii komunikacyjnych, budowanych przed 1960 r. Jedynie 17% szkół (rys. 1) jest zlokalizowanych na terenach odpowiadających wymaganiom rozporządzenia ministra środowiska z dnia 14 czerwca 2007 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku, tj. terenach, gdzie równoważny poziom dźwięku A\* pochodzący od komunikacji drogowej lub kolejowej jest mniejszy od 55 dB\*\*. Większość szkół zlokalizowano na terenach o wyższych poziomach (od 55 dB do 65 dB).

\* Równoważny poziom dźwięku A,  $L_{Aeq}$ , jest to uśredniona wartość poziomu dźwięku A w ustalonym przedziale czasu

\*\*Według rozporządzenia ministra środowiska z dnia 14 czerwca 2007 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku (DzU nr 120, poz. 826) dopuszczalny poziom hałasu w środowisku powodowany przez drogi lub linie kolejowe na terenach zabudowy związanej ze stałym lub czasowym pobytem dzieci i młodzieży wyrażony wskaźnikiem  $L_{AeqD}$  (równoważnym poziomem dźwięku A określonym dla pory dnia w przedziale czasu odniesienia 16h) wynosi 55 dB.

Rys. 1 - Rozkład równoważnego dźwięku A,  $L_{Aeq}$ , na zewnątrz obiektów szkolnych (1336 szkół podst. w miastach wojewódzkich w Polsce) [6,7]

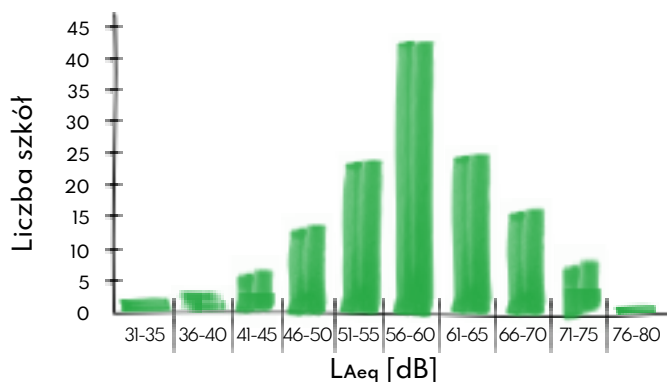


Korzystniej przedstawia się sytuacja w przypadku obiektów zlokalizowanych wewnątrz osiedli mieszkaniowych, wybudowanych w latach 70. i 80. ub.w., gdzie występują niższe poziomy hałasu. Istotnym źródłem hałasu zewnętrznego mogą być również boiska szkolne, usytuowane w pobliżu klas szkolnych. Hałas powodowany przez dzieci przebywające na boisku podczas zajęć gimnastycznych lub podczas przerwy może charakteryzować się równoważnym poziomem dźwięku A w granicach 55-65 dB [6, 7]. W takich przypadkach zamknięcie okien w klasach może stanowić niewystarczający warunek spełnienia wymagań określonych w PN-B-02151-02:1987 [5] dla tej kategorii pomieszczeń i zapewnienia sprawnego porozumiewania się.

Według tej normy równoważny poziom dźwięku A od wszystkich źródeł hałasu łącznie, przenikającego do klas i pracowni szkolnych (z wyjątkiem pracowni zajęć technicznych), nie może przekraczać 40 dB.

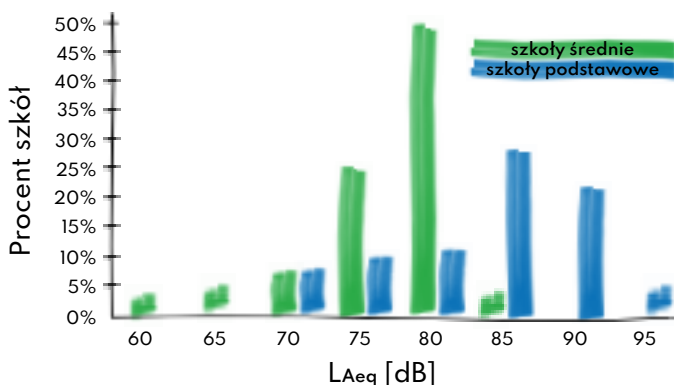
Podobnie jak w przypadku szkół polskich, problem wysokich poziomów hałasu pochodzącego od ruchu ulicznego występuje w innych krajach. Przykładowo, badania hałasu zewnętrznego przeprowadzone w Londynie [3] wokół 142 szkół podstawowych, usytuowanych na terenach oddalonych od tras przelotu i głównych portów lotniczych wykazały, że 85% szkół było narażonych na hałas od ruchu ulicznego o równoważnych poziomach dźwięku A od 31 dB do 78 dB (średnio  $57,4 \pm 8,7$  dB). Najczęściej rejestrowane równoważne poziomy dźwięku A występowały w zakresie 56-60 dB (rys. 2.).

Rys. 2 - Rozkład równoważnego dźwięku A,  $L_{Aeq,5min}$  na zewnątrz obiektów szkolnych (142 szkoły podst. w Londynie [3])

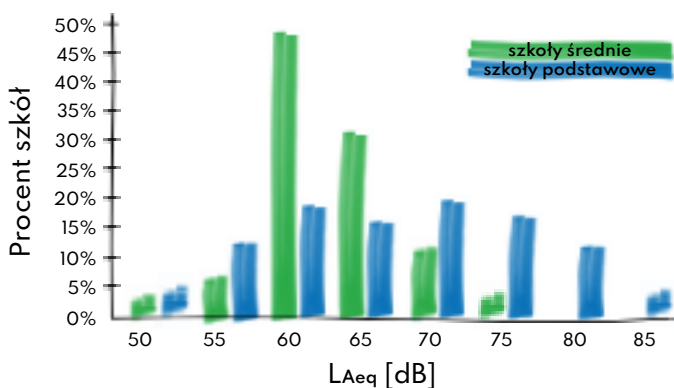


## Hałas wewnątrz obiektów szkolnych

Hałas wewnątrz obiektów szkolnych może być powodowany aktywnością uczniów i nauczycieli, urządzeniami systemów ogrzewania, wentylacji i klimatyzacji, urządzeniami dźwigowymi i innymi urządzeniami instalowanymi w budynkach, komputerami i urządzeniami edukacyjnymi znajdującymi się w klasach, dźwiękami przenikającymi do klas z zewnątrz budynku, z korytarza oraz z jednej klasy do drugiej. Jak wynika z badań PZH [6, 7] (badaniami objęto 822 szkoły), korytarze stanowią najgłośniejsze pomieszczenia w szkołach. Szczególnie niekorzystne warunki akustyczne występują w korytarzach szkół podstawowych podczas przerw.

Rys. 3 - Rozkład równoważnego dźwięku A,  $L_{Aeq}$  w korytarzach szkół podstawowych i średnich podczas przerwy [6,7]


Równoważne poziomy dźwięku A wahają się w granicach 66-98 dB, a najczęściej obserwowanym poziomem jest wartość 86 dB (wartość średnia wynosi 83 dB). W szkołach ponadpodstawowych hałas w korytarzach podczas przerw jest mniejszy o ok. 6 dB, równoważny poziom dźwięku A wynosi przeciętnie 77 dB. W czasie trwania lekcji hałas w korytarzach jest znacznie mniejszy (rys. 4). Średni równoważny poziom dźwięku A w korytarzach szkół podstawowych wynosi 65 dB, w szkołach średnich 60 dB. Różnica może wynikać z faktu prowadzenia w korytarzach niektórych szkół podstawowych zajęć gimnastycznych lub plastyki. Zasadniczy wpływ na poziom hałasu w korytarzach ma liczba przebywających w nich dzieci. Pewien wpływ ma również kształt i rodzaj zabudowy korytarzy. Hałas jest mniejszy w korytarzach szerokich, jednostronnie zabudowanych.

 Rys. 4 - Rozkład równoważnego dźwięku A,  $L_{Aeq}$  w korytarzach szkół podstawowych i średnich podczas zajęć [6,7]


**Stosunkowo wysokie równoważne poziomy dźwięku A występują również w klasach podczas lekcji.** Poziomy te wahają się w granicach od 53 do 75 dB. Hałas zależy od liczby i wieku uczniów, rodzaju prowadzonych zajęć oraz czasu trwania lekcji.

Korzystne warunki akustyczne występują w klasach o liczbie uczniów nieprzekraczającej 20. Poziom hałasu podczas zajęć grupowych jest większy o 8 dB w stosunku do poziomu hałasu podczas wykładu, gdy kontrola nauczyciela nad uczniami jest większa. Najbardziej hałaśliwe są zajęcia prowadzone w świetlicy, podczas lekcji muzyki, plastyki i zajęć praktycznych. Hałas w klasach starszych (od VI klasy) jest większy o ok. 3 dB niż w klasach młodszych. Największy hałas występuje zazwyczaj w pierwszych i ostatnich kilkunastu minutach trwania lekcji. W środkowej części zajęć poziom hałasu spada o 1-2 dB.

Hałas na zewnątrz budynku oraz w korytarzach może również zwiększać hałas w klasach. Wpływ ten obserwuje się po przekroczeniu równoważnego poziomu dźwięku A od zewnętrznych źródeł wynoszącego 60 dB.

**Niekorzystne warunki akustyczne, podobnie jak w klasach, mogą występować także w pokojach nauczycielskich. Może mieć to miejsce szczególnie podczas przerw między lekcjami. W niektórych pokojach równoważny poziom dźwięku A może osiągnąć wtedy wartość 75 dB. Badania wykazały, że w 73% pokoi nauczycielskich hałas przekracza 50 dB, a w 24% osiąga 60 dB.**

Przeprowadzone przez PZH badania hałasu w szkołach wykazały zatem, że warunki akustyczne zarówno w klasach, jak i pokojach nauczycielskich nie spełniają wymagań określonych w PN-B-02151-02:1987 [5] (równoważny poziom dźwięku A hałasu przenikającego do tych pomieszczeń od wszystkich źródeł hałasu łącznie nie może przekraczać wartości 40 dB).

**Badania hałasu w szkołach, przeprowadzone w ostatnich latach przez Instytut Medycyny Pracy i Zdrowia Środowiskowego w Sosnowcu [8, 9], potwierdziły występowanie niekorzystnego klimatu akustycznego w szkołach.** Średnie równoważne poziomy dźwięku A mierzone w pustych klasach (obrazujące wartości poziomów hałasu tła) w szkołach podstawowych wyniosły  $42 \pm 1,7$  dB, a w szkołach ponadpodstawowych  $40 \pm 1,2$  dB. Natomiast średnie równoważne poziomy dźwięku A mierzone w klasach w czasie prowadzenia zajęć wyniosły  $71 \pm 6$  dB w szkołach podstawowych i  $62 \pm 10$  dB w szkołach ponadpodstawowych.



Tabela 4: Średnie równoważne poziomy dźwięku A,  $L_{Aeq,2min}$ , dla różnych działalności w klasach [3]

$L_{Aeq,2min}$ w dB	Rodzaj aktywności					
	Ciche czytanie/ testy	1 osoba mówiąca (nauczyciel lub uczeń)	Praca indywidualna (uczniowie siedzący na miejscach, rozmowy)	Praca indywidualna i poruszanie się po klasie	Praca w grupach (uczniowie siedzący w grupach, rozmowy)	Praca w grupach (poruszanie się po klasie, rozmowy)
	56,3	61,2	64,7	72,2	72,9	76,8

 Tabela 5: Średnie równoważne poziomy dźwięku A,  $L_{Aeq,2min}$ , w różnych pomieszczeniach [3]

$L_{Aeq,2min}$ w dB	Rodzaj pomieszczenia				
	Klasy z uczniami	Klasy puste	Korytarze /schody	Hole z uczniami	Hole puste
	72,1	47	58,1	73,4	53,2

Najwyższą wartość średniego równoważnego poziomu dźwięku A  $-76 \pm 4,4$  dB zmierzono w trakcie prowadzenia zajęć w salach gimnastycznych.

Podobne wyniki wykazały badania prowadzone przez Akademię Ekonomiczną w Katowicach [10]. Równoważny poziom dźwięku A zmierzony w klasach w szkole podstawowej (podczas lekcji plastyki, języka polskiego i matematyki) zawierał się w przedziale od 69,6 do 74,7 dB, a podczas zajęć wychowania fizycznego przekraczał 85 dB.

Z porównania warunków akustycznych w szkołach polskich i zagranicznych wynika, że podobne poziomy hałasu jak w klasach w Polsce występują m.in. w klasach szkół angielskich, niemieckich, szwedzkich.

Wyniki badań przeprowadzonych w 16 szkołach w Londynie [3] w ok. 200 pomieszczeniach, w tym pustych i zajętych klasach, holach i korytarzach przedstawiono przykładowo w tabelach 4. i 5. Jak wynika z tab. 4., średnie równoważne poziomy dźwięku A podczas różnego rodzaju działalności w klasach wahają się w granicach od 56,3 do 76,8 dB. Średni równoważny poziom dźwięku A w klasach z uczniami, reprezentatywny w odniesieniu do ekspozycji na hałas uczniów w ciągu całego dnia zajęć szkolnych, wynosi 72 dB (tab. 5.). Średni równoważny poziom dźwięku A w klasach pustych odpowiadający poziomowi hałasu tła) wynosi 47 dB i przekracza wartość graniczną podaną w tab. 1. Średnie równoważne poziomy dźwięku A w korytarzach i holach z przebywającymi tam uczniami wahają się w granicach 58-73 dB. Poziomy ten są więc niższe niż w korytarzach szkół polskich.

Przeprowadzone badania wykazały, że wiek budynku nie ma istotnego wpływu na poziomy hałasu (badano 6 budynków z okresu wiktoriańskiego i 7 z XX wieku).

Na poziomy hałasu w szkole ma natomiast wpływ wiek uczniów. W niektórych szkołach zaobserwowano ogólną tendencję do obniżania się poziomu hałasu wraz z rosnącym wiekiem uczniów, jednakże tendencja ta nie wystąpiła we wszystkich szkołach.

Badania wykazały, że hałas zewnętrzny (dochodzący do klasy od ruchu ulicznego, o średnim równoważnym poziomie dźwięku A na zewnątrz budynku o wartości 57 dB) może mieć wpływ na równoważny poziom dźwięku A w klasach wówczas, kiedy uczniowie są zaangażowani w cichą działalność. Jest to zgodne z wynikami badań ankietowych przeprowadzonych wśród 2000 dzieci i 50 nauczycieli. Dzieci, szczególnie starsze (11 lat) zgłaszały, że będąc w klasie są w stanie rozróżnić źródła hałasu zewnętrznego. Ponad 90% ankietowanych nauczycieli uważało, że hałas ma wpływ na koncentrację uczniów [11].

Inne badania hałasu w szkołach, przeprowadzone w 12 klasach dwóch szkół średnich w Szwecji [12] wykazały, że w podobnych warunkach (uczniowie siedzący w klasach podczas lekcji matematyki) równoważne poziomy dźwięku A osiągają wartość od 58 do 69 dB.

Całodzienne równoważne poziomy dźwięku A zmierzone natomiast w szkołach niemieckich (2 szkoły podstawowe) podczas 175 godzin lekcyjnych wahały się w granicach 52-78 dB [13, 14].

**Wykonanie w jednej ze szkół adaptacji akustycznej pomieszczenia, polegającej na umieszczeniu na suficie i części tylnej ściany materiału dźwiękochłonnego, przyniosło obniżenie poziomów hałasu w czasie prowadzenia zajęć o 5-12 dB. Jednocześnie skrócił się czas pogłosu w pomieszczeniu z 0,75 s do 0,35 s i poprawiła się zrozumiałość mowy (wskaźnik STI – sound transmission index wzrósł z 0,70 do 0,85).**

## Podsumowanie

Przegląd badań krajowych i zagranicznych wykazał niekorzystny stan warunków akustycznych w szkołach polskich. Wysokie poziomy hałasu związanego z aktywnością dzieci występują zwłaszcza w korytarzach podczas przerw i salach gimnastycznych szkół podstawowych (równoważne poziomy dźwięku A przekraczają często 80-90 dB). Poziomy hałasu w klasach podczas zajęć lekcyjnych wahają się w granicach 53-77 dB i zależą od rodzaju zajęć. Średnie poziomy hałasu tła w klasach, tj. hałasu przenikającego do klas od wszystkich źródeł hałasu, wynoszą 40-50 dB i przekraczają wartości graniczne (35-40dB) ustalone w przepisach krajowych i zagranicznych ze względu na niezakłócony odbiór mowy.

Hałas szkolny o wysokich poziomach może oddziaływać negatywnie na zdrowie i samopoczucie uczniów i nauczycieli, może również zakłócać odbiór i zrozumienie mowy oraz utrudniać proces edukacji. Wpływ hałasu na uczniów i nauczycieli zostanie omówiony w drugiej części niniejszego artykułu.

Publikacja przygotowana na podstawie wyników uzyskanych w ramach I etapu programu wieloletniego pn. „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy” dofinansowywanego w latach 2008-2010 w zakresie zadań służb państwowych przez Ministerstwo Pracy i Polityki Społecznej. Główny koordynator: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy.

Wytłuszczenia w tekście pochodzą od Redakcji

## Bibliografia

- [1] M. Vallet, Z. Karabiber, Some European policies regarding acoustical comfort in educational buildings. "Noise Control Eng. J." 50(2)2002
- [2] ANSI S12.60-2002 American National Standard Acoustical performance criteria, design requirements, and guidelines for schools. Acoustical Society of America
- [3] B. Shield, J. E. Dockrell External and internal noise surveys of London primary schools. "J. Acoust. Soc. Am." 115 (2)2004
- [4] J. B. Evans Acoustical standards for classroom design comparison of international standards and low frequency criteria. Conference "Low Frequency Noise and Vibration and its Control", Netherlands 2004
- [5] PN-B-02151-02:1987 Akustyka budowlana – Ochrona przed hałasem pomieszczeń w budynkach – Dopuszczalne wartości poziomu dźwięku w pomieszczeniach
- [6] Z. Koszarny, P. Goryński Narażenie uczniów i nauczycieli na hałas w szkole. Rocznik PZH, XLI, nr 5-6 1990
- [7] Z. Koszarny Warunki akustyczne w budynkach szkolnych. Zagadnienia higieniczne środowiska szkolnego. Materiały z konferencji Ocena stanu sanitarno-higienicznego szkół. „Problemy Higieny”, 66/2000
- [8] K. Pawlas, P. Szłapa, S. Rzymiełka, B. Jaświec-Kanyon Dzieci i hałas komunalny. Materiały III Sympozjum Naukowego Architektura i Technika a Zdrowie, Gliwice, 18-19.10.2005
- [9] P. Szłapa, A. Bronder, K. Pawlas Klimat akustyczny w szkole jako czynnik sprawczy niewydolności narządu mowy nauczycieli. Praca zb. Hałas – Profilaktyka – Zdrowie 2004, red. J. Majewski, wyd. Pol. Tow. Higieniczne Oddział w Krakowie, Koszalin 2004
- [10] M. Boryczka, M. Łazicka środowisko szkolne ucznia. „Zastosowania Ergonomii” 1-3/2005
- [11] J. E. Dockrell, B. Shield Children's perceptions of their acoustic environment at school and at home. "J. Acoust. Soc. Am." 115(6) 2004
- [12] P. Lundquist, K. Holmberg, U. Landstrom Annoyance and effects on work from environmental noise at school. "Noise & Health", Vol. 2, Iss. 8; 39-46, 2000
- [13] M. Oberdörster, G. Tiesler Acoustic Ergonomics of School. BAUA, Dortmund/Berlin/Dresden 2006
- [14] G. Tiesler, M. Oberdörster, M. Jarosz Hałas w klasie lekcyjnej jako czynnik stresu. IV Otwarte Seminarium z Akustyki, 8-12.09.2008 r., Wrocław-Piechowice