

ZBIGNIEW KOSZARNY, DARIA JANKOWSKA

UWARUNKOWANIA KLIMATU AKUSTYCZNEGO POMIESZCZEŃ SZKÓŁ OGÓLNOKSZTAŁCĄCYCH W PORÓWNANIU ZE SZKOŁAMI PODSTAWOWYMI

DETERMINATION OF ACOUSTIC CLIMATE INSIDE HIGH SCHOOLS IN COMPARISON WITH ELEMENTARY SCHOOLS

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

Praca omawia wpływ czynników pozaakustycznych na hałas występujący w pomieszczeniach szkolnych. Autorzy próbują określić rolę poszczególnych czynników, a także zakres i możliwości ich wykorzystania dla poprawy sytuacji

WSTĘP

Praca jest kontynuacją badań sytuacji akustycznej szkół i jej uwarunkowań. Przewadzone od kilku lat badania w tym zakresie wskazują na szczególne zagrożenie występujące w szkołach podstawowych [1] i zawodowych [2]. Oprócz opisu warunków akustycznych panujących w pomieszczeniach szkolnych starano się określić rolę niektórych czynników budowlanych, organizacyjnych i dydaktycznych w ich kształtowaniu.

MATERIAŁ I METODYKA

Badania zostały przeprowadzone w roku szkolnym 1993/1994 w czterech szkołach warszawskich. Przebadano klimat akustyczny występujący na zewnątrz i wewnątrz 180 klas i przyległych do nich korytarzy.

Hałas w klasach podczas lekcji był rejestrowany na magnetofonie Nagra-IV SJ i analizowany następnie w laboratorium. Hałas na zewnątrz klas i na przerwach był mierzony bezpośrednio przy użyciu całkującego precyzyjnego miernika poziomu dźwięku firmy B & K, typ 2231. Oprócz opisu warunków akustycznych w analizie materiału uwzględniono następujące czynniki pozaakustyczne: liczebność klas, ich wyposażenie, lokalizację, rozkład i rodzaj zabudowy korytarzy, rok nauki, dzień tygodnia, kolejność lekcji w ciągu dnia, rodzaj i charakter prowadzonych zajęć. Powyższe czynniki były traktowane jako zmienne niezależne w stosunku do hałasu w klasie (zmienna zależna). Związki i współzależności między zmiennymi były weryfikowane przy pomocy testów statystycznych. Korzystano przede wszystkim z analizy wariancji w klasyfikacji pojedynczej i podwójnej, chi-kwadratu oraz regresji i korelacji

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Klimat akustyczny w salach szkolnych

W środowisku szkolnym występuje wiele czynników akustycznych i pozaakustycznych, które wpływają na klimat akustyczny pomieszczeń szkolnych.

Tabela I Wpływ pozaakustycznych czynników kształtujących poziom hałasu w klasach szkół średnich w czasie prowadzonej lekcji
Effect of non-acoustic factors on noise level during lesson

Lp. Wyszczególnienie	Poziom hałasu L_{Aeq} w dB		F	p<	Różnica istotna między zmiennymi
	Średnia	S.D.			
1. Liczba uczniów w klasie:			3,09	0,017	1/4, 2/4, 3/4
1. Do 15	62,1	4,47			
2. 16–25	62,6	4,51			
3. 26–30	63,4	4,41			
4. Powyżej 30	65,4	5,7			
2. Rodzaj zajęć:			17,2	0,000	1/3, 2/3
1. Wykład	61,8	4,11			
2. Klasówka	59,5	5,12			
3. Praca w grupach	67,1	4,91			
3. Przedmiot zajęć lekcyjnych:			5,93	0,000	6/inne, 10/inne
1. Biologia	62,2	1,61			
2. Chemia	61,3	4,07			
3. Fizyka	63,2	4,84			
4. Geografia	61,6	5,92			
5. Historia	62,1	5,92			
6. Informatyka	67,9	0,87			
7. Język polski	62,0	4,52			
8. Język obcy	61,2	3,38			
9. Matematyka	61,4	4,24			
10. Plastyka, muzyka	74,5	1,40			
4. Dzień tygodnia:			8,10	0,000	1/2, 1/3, 1/4
1. Poniedziałek	65,3	5,28			
2. Wtorek	60,9	2,66			
3. Środa	61,8	4,23			
4. Czwartek	60,3	4,39			
5. Piątek	63,9	4,44			
5. Kolejność lekcji:			0,40	081	n.i.
1. Pierwsza	61,8	4,17			
2. Druga	62,0	4,27			

3. Trzecia	62,4	5,20			
4. Czwarta	63,2	4,42			
5. Piąta	62,3	5,05			
6. Rok nauki:			2,37	0,07	n.i.
1. Klasa pierwsza	63,7	3,81			
2. Klasa druga	62,1	4,95			
3. Klasa trzecia	61,9	4,36			
4. Klasa czwarta	61,1	5,61			
7. Odcinki lekcji:			4,38	0,037	1/2, 1/3
1. I 10 minut	63,1	4,90			
2. II 10 minut	60,9	4,99			
3. III 10 minut	61,3	4,90			
4. IV 10 minut	62,1	4,97			

n.i. – różnica nieistotna statystycznie

Z zestawienia danych w tabeli I wynika, że hałas w sali szkolnej jest wyznaczany przede wszystkim przez liczbę uczniów w klasie, dzień tygodnia, a także przebieg czasowy lekcji.

Najbardziej hałaśliwa jest praca w grupach. Podczas tego rodzaju zajęć poziom hałasu w klasie wzrasta średnio o ok. 5 dB w stosunku do wykładu i 8 dB w odniesieniu do klasówki. Z tego powodu najbardziej hałaśliwe są zajęcia na lekcjach muzyki, plastyki i informatyki. Na zajęciach z innych przedmiotów, nie związanych z pracą zespołową, poziom hałasu jest niższy. Obserwuje się jednak dość dużą zmienność poziomu nawet na zajęciach z tego samego przedmiotu. Zmienność ta jest związana prawdopodobnie z tematyką prowadzonych zajęć, umiejętnością zainteresowania uczniów przekazywaną wiedzą czy też zdolnością opanowania grupy.

Uwzględniając liczebność uczniów w klasach stwierdzono, że korzystniejsze warunki akustyczne występują w klasach mniej licznych, do 25 uczniów. Natomiast w klasach, gdzie przebywa więcej niż 30 uczniów hałas wzrasta na lekcji przeciętnie o 3 dB. Zaobserwowano również, że początkowe i końcowe okresy lekcji, a także dni tygodnia charakteryzuje wyższy poziom dźwięku. Wyraźny wzrost głośności zaobserwowano szczególnie w pierwszym dniu tygodnia, nieco mniejszy w ostatnim. W wymienionych okresach hałas podczas lekcji wzrasta o ok. 3–4 dB. Zjawisko to jest związane prawdopodobnie ze zmęczeniem nauką pod koniec tygodnia oraz rozproszeniem uwagi po weekendzie. Powyższa sytuacja występuje jedynie w odniesieniu do szkół średnich.

Wpływ innych analizowanych czynników, takich jak kolejność lekcji w ciągu dnia, rok nauki uczniów czy przedmiot zajęć lekcyjnych odgrywa mniejszą rolę w kształtowaniu klimatu akustycznego podczas trwania lekcji.

Dodatkowym czynnikiem wpływającym na klimat akustyczny klas może być hałas występujący na zewnątrz pomieszczeń szkolnych oraz hałas na korytarzach. Wbrew ogólnemu przekonaniu nie odgrywa on istotnej roli w kształtowaniu klimatu sal szkolnych. Jego wpływ zaznacza się dopiero przy wartościach hałasu zewnętrznego powyżej 60 dB. Poniżej tego poziomu decydującą rolę odgrywają omówione wyżej czynniki pozaakustyczne.

Hałas na korytarzach

Korytarze podobnie jak to miało miejsce w szkołach podstawowych stanowią najgłośniejsze miejsca w szkole, o znacznym zróżnicowaniu poziomu. Wskazują na to dane zestawione w tabeli II i III.

Tabela II Wpływ pozaakustycznych czynników na klimat akustyczny w korytarzach szkół średnich podczas trwania lekcji
Effect of non-acoustic factors on acoustic climate in corridors during lessons

Lp. Wyszczególnienie	Poziom hałasu L_{Aeq} w dB		F	p<	Różnica istotna między zmiennymi
	Średnia	S.D.			
1. Rodzaj zabudowy korytarza:			6,39	0,012	1/2
1. Jednostronny	58,7	5,02			
2. Obustronny	60,8	4,20			
2. Lokalizacja klas na piętrach			4,34	0,006	2/4, 3/4
1. Parter	59,8	4,41			
2. I piętro	60,3	4,14			
3. II piętro	61,5	4,71			
4. III piętro	57,1	3,15			
3. Dzień tygodnia			0,73	0,580	n.i
1. Poniedziałek	60,4	4,44			
2. Wtorek	61,2	4,75			
3. Środa	59,9	4,28			
4. Czwartek	60,8	4,46			
5. Piątek	59,6	4,44			
4. Kształt korytarza			24,83	0,000	1/2
1. Prosty	60,9	3,25			
2. Z załamaniami	56,8	4,59			

n.i – różnica nieistotna statystycznie

Hałas w korytarzach w znacznie większym stopniu niż to ma miejsce w odniesieniu do klas szkolnych zależy od liczby uczniów oraz od tego, w jakim stopniu korzystają oni z boiska szkolnego. W szkołach o mniejszej liczebności oraz tam, gdzie uczniowie spędzają więcej czasu na boisku korytarze są znacznie cichsze. Głośniejsze jest również na korytarzach, na których podczas przerwy nadawana jest muzyka przez urządzenia stereofoniczne. W związku z powyższym problematyczna wydaje się lansowana przez niektórych autorów próba ograniczania hałasu w szkołach poprzez nadawanie muzyki. Na korytarzach, gdzie emitowano muzykę poziom hałasu był wyższy o 5 dB. Z wywiadów z młodzieżą wynikało, że duża część z nich unika takich miejsc uznając je za zbyt hałaśliwe.

Pewien wpływ na klimat akustyczny korytarzy ma poziom kondygnacji i rodzaj ich zabudowy. Ogólnie korytarze usytuowane na piętrze i jednostronnie obudowane charakteryzują się niższym poziomem niż te z wyższych pięter i obudowane z obu stron.

Istotną również rolę dla kształtowania poziomu hałasu w korytarzach odgrywa ich kształt. Najkorzystniejszą sytuację uzyskuje się przy korytarzach szerokich, jednostronnie zabudowanych, o łamanej konstrukcji architektonicznej.

Tabela III Wpływ pozaakustycznych czynników na klimat akustyczny w korytarzach szkół średnich podczas przerw
Effect of non-acoustic factors on acoustic climate in corridors during breaks

Lp. Wyszczególnienie	Poziom hałasu L_{Aeq} w dB		F	p<	Różnica istotna między zmiennymi
	Średnia	S.D.			
1. Rodzaj zabudowy korytarza:			6,19	0,03	1/2
1. Jednostronna	75,9	5,01			
2. Obustronna	77,7	3,60			
2. Lokalizacja klas na piętrach:			10,61	0,000	1/2, 1/3
1. Parter	73,8	4,89			2/4, 1/3
2. I piętro	78,3	3,23			
3. II piętro	78,0	3,70			
4. III piętro	75,9	3,75			
3. Pobyt uczniów na boisku szkolnym:			2,43	0,12	n.i.
1. Do 50%	77,5	4,09			
2. Powyżej 50%	75,9	4,09			
4. Dzień tygodnia:			1,02	0,40	n.i.
1. Poniedziałek	78,1	3,22			
2. Wtorek	76,8	2,66			
3. Środa	76,7	5,20			
4. Czwartek	78,0	3,16			
5. Piątek	77,2	4,67			
5. Kolejność lekcji:			0,25	0,91	n.i.
1. Pierwsza	77,2	3,69			
2. Druga	77,8	3,08			
3. Trzecia	77,3	2,92			
4. Czwarta	78,0	5,01			
5. Piąta	77,6	3,20			
6. Uprawianie muzyki na korytarzu podczas przerwy:			17,1	0,000	1/2
1. Tak	81,8	3,72			
2. Nie	77,0	3,81			
7. Kształt korytarza:			8,93	0,000	1/2
1. Prosty	77,5	3,14			
2. Z załamaniami	74,6	5,9			

n.i. – różnica nieistotna statystycznie

Ogólny obraz sytuacji akustycznej i ekspozycja uczniów

Syntetyczny obraz sytuacji akustycznej w przebadanych szkołach ogólnokształcących przedstawiono w tabeli IV.

Tabela IV Rozkład parametrów równoważnego poziomu dźwięku A w pomieszczeniach szkół średnich
Distribution of parameters A weighted sound level inside high schools

Lp.	Rodzaj pomieszczenia i sposób jego wykorzystania	Wartość poziomu dźwięku A w dB					
		L_{max}	L_{min}	L_M	L_{Me}	L_{Mo}	SD
1.	Klasy podczas prowadzonej lekcji:						
	– w I 10 minutach	77,1	51,9	63,1	62,9	61,6	4,90
	– w II 10 minutach	73,6	51,7	60,9	60,2	56,1	4,99
	– w III 10 minutach	75,5	52,3	61,3	61,2	55,7	4,90
	– w IV 10 minutach	76,9	51,4	62,1	61,6	59 i 62	4,97
	– w czasie całej lekcji	75,5	52,9	62,4	62,4	63,2	4,63
2.	Korytarz podczas lekcji	72,0	46,0	60,4	60,0	60,0	4,43
3.	Korytarz podczas przerwy	87,0	59,0	77,4	77,0	75 i 78	3,97
4.	Ekspozycja ucznia podczas pobytu w szkole	76,0	67,0	72,5	72,5	74,0	2,10

L_{max} – maksymalna

L_{min} – minimalna

L_M – średnia arytmetyczna

L_{Me} – mediana

L_{Mo} – modalna

SD – odchylenie standardowe

Analizując rozkłady równoważnego poziomu dźwięku A w poszczególnych pomieszczeniach stwierdzono znaczne zróżnicowanie między okresami trwania lekcji, klasami czy fragmentami korytarzy. Z analizy wynika, że w przebadanych salach szkolnych zakres zmian poziomu dźwięku wynosi 25 dB. W klasie o najniższym z zarejestrowanych poziomów hałas wyniósł zaledwie 53 dB, podczas gdy klasę najgłośniejszą charakteryzował poziom wynoszący aż 76 dB. Podobnie na korytarzach najniższym zanotowanym poziomem była wartość 46 dB podczas zajęć lekcyjnych i 53 dB podczas przerwy, najwyższym poziomem to wartość odpowiednio 72 i 87 dB.

Ogólny obraz sytuacji akustycznej szkół ogólnokształcących jest bardziej korzystny niż w szkołach podstawowych. W porównaniu do tych ostatnich hałas na korytarzach podczas przerw jest niższy o 9 dB i wynosi przeciętnie 77 dB. W czasie trwania lekcji różnice między obu wymienionymi placówkami są mniejsze. Niemniej poziom hałasu zarówno na korytarzu, jak i w klasach jest o 5 dB niższy i wynosi odpowiednio 60 i 62 dB. W konsekwencji ogólna dawka hałasu, jaką przeciętnie otrzymuje uczeń szkoły ogólnokształcącej podczas pobytu w szkole wynosi 73 dB. Jest to o 7 dB mniej niż dawka jaką otrzymuje uczeń szkoły podstawowej.

WNIOSKI

Ogólny obraz sytuacji szkół ogólnokształcących jest zdecydowanie korzystniejszy niż szkół podstawowych. Przeciętnie nie obserwuje się wartości, które mogłyby zagrażać narządowi słuchu. Niemniej hałas w szkole jest na tyle wysoki, że może wpływać niekorzystnie na układ nerwowy oraz psychikę uczniów i nauczycieli, a także prowadzić do nadmiernego pobudzenia i zmęczenia.

Podobnie jak w szkołach podstawowych, również w szkołach ogólnokształcących istnieją możliwości obniżenia hałasu przynajmniej o kilka decybeli. Poprawa warunków akustycznych w szkołach wymaga wielokierunkowych działań. Do najważniejszych z nich należy:

1. ograniczenie liczebności klas do 25 uczniów
2. zwiększenie chłonności akustycznej pomieszczeń szkolnych
3. zabezpieczenie pod względem akustycznym krzeseł i stołów
4. projektowanie szerokich korytarzy o łamanym przebiegu
5. zwiększenie izolacyjności drzwi (co najmniej do $R_w = 27$ dB)
6. dbałość o częstsze przebywanie uczniów podczas przerw na boisku szkolnym.

Problematyczna jest próba ograniczenia hałasu na przerwach przy wykorzystywaniu aparatury nagłaśniającej emitującej muzykę.

Z. Koszarny, D. Jankowska

DETERMINATION OF ACOUSTIC CLIMATE INSIDE HIGH SCHOOLS IN
COMPARISON WITH ELEMENTARY SCHOOLS

Summary

The evaluation of acoustic conditions in four high schools showed that acoustic climate in high schools is more favourable than in elementary schools.

During breaks the noise in corridors is about 77 dB (about 9 dB lower than in elementary schools). During lessons these differences are lower. In comparison to the elementary schools the noise level both in the corridors and in the classrooms is about 5 dB lower (60 i 62 dB respectively). During lessons the noise level depends mainly on number of pupils, manner of teaching, a type of task performed by schoolchildren and the day of the week. The work in groups is noisiest (average more 5 – 7 dB than during lectures). The more favourable acoustic conditions are in classes below 25 pupils but in classes above 30 pupils the noise level during lessons increases about 3dB. The noise in classroom depends also on period of duration of the lesson and the day of the week. However it was not observed significant differences in daily distribution of the noise level, subject of the lesson or year of schooling. Resultant daily noise exposure of schoolchildren in high schools during their school time is 73 dB and is about 7 dB lower than in elementary schools.

PIŚMIENNICTWO

1. Koszarny Z., Jankowska D.: Hałas w szkołach zawodowych. Przyczyny występowania i ocena narażenia uczniów. Roczn. PZH, 1994, 45, 249 – 2. Koszarny Z., Jankowska D.: Uwarunkowania klimatu akustycznego pomieszczeń szkół podstawowych. Roczn. PZH, 1995, 46, 305.