

Jan Radosz

WPŁYW WŁAŚCIWOŚCI AKUSTYCZNYCH SAL LEKCYJNYCH NA POZIOM CIŚNIENIA AKUSTYCZNEGO MOWY NAUCZYCIELI

INFLUENCE OF CLASSROOMS ACOUSTICS
ON THE TEACHERS' VOICE SOUND PRESSURE LEVEL

Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy / Central Institute for Labour Protection –
National Research Institute, Warszawa, Poland

Zakład Zagrożeń Wibroakustycznych / Departament of Vibroacoustic Hazards

STRESZCZENIE

Wstęp: Mimo że w ostatnim czasie zmniejsza się liczba rejestrowanych przypadków chorób zawodowych narządu głosu, wciąż znajdują się one w czołówce chorób zawodowych w Polsce. Najwięcej ich przypadków obserwuje się wśród nauczycieli. Jako jedną z przyczyn występowania tych chorób często podaje się warunki akustyczne w salach lekcyjnych. Celem badań było uzyskanie informacji o wpływie właściwości akustycznych sal lekcyjnych na poziom ciśnienia akustycznego mowy nauczycieli. **Materiał i metody:** W artykule przedstawiono wyniki badań właściwości oraz warunków akustycznych w 21 pomieszczeniach, które podzielono na dwie grupy – klasy 0–III oraz klasy IV–VI. Pomiary właściwości akustycznych wykonano zgodnie z normą PN-EN ISO 3382-1:2009, natomiast pomiary poziomów dźwięku w czasie zajęć – na podstawie metody Hodgsona. Do badania związków między zmiennymi (czas pogłosu, poziom dźwięku A mowy nauczyciela, poziom tła akustycznego) wykorzystano analizę korelacyjną rang Spearmana. **Wyniki:** Badania wykazały niezadowalające warunki akustyczne w salach lekcyjnych (w 95% niespełniające stawianych im wymagań) oraz zależności istotne statystycznie między właściwościami akustycznymi sal lekcyjnych a poziomem tła akustycznego w czasie zajęć (współczynnik korelacji: 0,86). Wykazano również, że tło akustyczne związane głównie z aktywnością uczniów bezpośrednio wpływa na poziom mowy nauczyciela (współczynnik korelacji: 0,68). W zaledwie 24% pomieszczeń poziom ten odpowiadał mowie normalnej, natomiast w pozostałych przypadkach odpowiadał głosowi podniesionemu i mowie głośniejszej. **Wnioski:** Na poziom ciśnienia akustycznego mowy nauczyciela wpływa wiele czynników, w tym również tło akustyczne w czasie zajęć oraz w pośredni sposób właściwości akustyczne pomieszczenia. Jedną z możliwości poprawy warunków pracy głosem jest stworzenie odpowiednich warunków w miejscu pracy poprzez adaptacje akustyczne lub zmianę wyposażenia. Med. Pr. 2012;63(4):409–417

Słowa kluczowe: hałas, choroby zawodowe, szkoły, akustyka pomieszczeń, zaburzenia głosu

ABSTRACT

Background: Despite recent decreases in the number of registered cases of chronic disease of vocal mechanism, this disorder is still at the forefront of all occupational diseases in Poland. Most of the cases are observed in the Section of Education. Acoustic conditions in classrooms are often thought to be one of the causes of voice disorders. The aim of this study was to examine how the acoustics of classrooms affects the sound pressure of teachers' voice. **Material and Methods:** The acoustic properties of 21 classrooms in primary schools were studied as regards the working conditions of teachers' voice. The classrooms were divided into two groups: classes 0–III and classes IV–VI. Measurements of acoustic properties were performed according to PN-EN ISO 3382-1:2009, and measurements of sound pressure levels in the classrooms according to the Hodgson method. To study the relationship between the variables Spearman's rank correlation analysis was used. **Results:** The study revealed a statistically significant relationship between the classroom acoustics and the students' activity (correlation coefficient, 0.86). It was also shown that the students' activity directly affected the level of teachers' voice (correlation coefficient, 0.68). In only 24% of classrooms SPL of teachers' voice corresponded with the level of normal speech. **Conclusions:** The SPL of teachers' voice is influenced by a number of factors, including background noise and indirectly the classroom acoustics. One of the possibilities to improve working conditions of teachers is to create a suitable acoustic climate in the workplace, through acoustic treatment or changing equipment. Med Pr 2012;63(4):409–417

Key words: noise, occupational diseases, schools, room acoustics, voice disorders

Adres autora: Zakład Zagrożeń Wibroakustycznych, Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy,
ul. Czerniakowska 16, 00-701 Warszawa, e-mail: jarad@ciop.pl
Nadesłano: 11 kwietnia 2012, zatwierdzono: 17 maja 2012

WSTĘP

Choroby zawodowe narządu głosu stanowią istotny problem zarówno pod względem medycznym, społecznym, jak i ekonomicznym (1). Zgodnie z definicją podaną w polskim wykazie chorób (2) należą do nich:

- guzki głosowe twarde,
- wtórne zmiany przerostowe fałdów głosowych,
- niedowład mięśni wewnętrznych krtani z wrzecionowatą niedomykalnością fonacyjną głośni i trwałą dysfonią.

Według raportu Instytutu Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera w Łodzi (3) w 2010 r. stwierdzono 321 przypadków przewlekłych chorób narządu głosu (ok. 11% wszystkich chorób zawodowych). Wśród chorób narządu głosu dominują niedowłady mięśni wewnętrznych krtani i wtórne zmiany przerostowe fałdów głosowych.

Największą liczbę przypadków przewlekłych chorób narządu głosu w Polsce stwierdza się w placówkach zajmujących się szkolnictwem. Powodem jest to, że wysiłek narządu głosu nauczyciela jest codzienny, a zarazem długotrwały, często o poziomie przekraczającym fizjologiczne normy. Problemy zdrowotne nauczycieli związane z głosem występują również w innych krajach i są szeroko omawiane w publikacjach (4–7).

Poziom ciśnienia akustycznego głosu jest jednym z obiektywnych parametrów określających wysiłek głosowy. Według PN-EN ISO 9921:2005 (8) normalny wysiłek głosowy odpowiada poziomowi dźwięku A wynoszącemu 60 dB w odległości 1 m od mówcy (tab. 1).

Jak wynika z badań ankietowanych przeprowadzonych przez Państwowy Zakład Higieny (9) nauczyciele, zwłaszcza szkół podstawowych, skarżą się na konieczność mówienia podczas lekcji głosem podniesionym. Prowadzi to nie tylko do zwiększonego wysiłku głoso-

wego, ale również do szybkiego narastania zmęczenia. Znaczny odsetek nauczycieli negatywnie ocenia warunki swojej pracy i samopoczucie na lekcjach, na których występuje konieczność mówienia głosem podniesionym. Wpływa to również na negatywną ocenę przez nauczycieli stanu własnego zdrowia.

Jako przyczynę mówienia podniesionym głosem przez nauczycieli często podaje się hałas (wewnętrzny i zewnętrzny) oraz warunki akustyczne w salach lekcyjnych (10,11). Właściwości akustyczne pomieszczenia są wypadkową jego objętości, kształtu, właściwości materiałów, z którego wykonane są powierzchnie je ograniczające, oraz wyposażenia pomieszczenia (12).

Właściwości te można określić m.in. w oparciu o czas pogłosu. Jest nim czas, w jakim energia akustyczna maleje o 60 dB ze stanu ustalonego po wyłączeniu źródła dźwięku (13). W praktyce czas pogłosu oblicza się z zaniku energii akustycznej o 30 dB (czas pogłosu T_{30}) lub 20 dB (czas pogłosu T_{20}), ekstrapolując krzywą zaniku dźwięku. Parametr ten określa się z reguły w oktaowych pasmach częstotliwości. Ze względu na silną korelację czasu pogłosu z wrażeniami słuchowymi jest on jednym z ważniejszych kryteriów oceny właściwości akustycznych pomieszczenia. Dopuszczalne wartości czasu pogłosu obowiązujące w różnych krajach oscylują w granicach 0,4–0,8 s w zależności od przeznaczenia sali, objętości oraz badanej częstotliwości (tab. 2).

W przypadku sali lekcyjnej jako stanowiska pracy istotne jest określenie, w jaki sposób właściwości akustyczne pomieszczenia wpływają na warunki pracy, tj. tło akustyczne – w tym m.in. aktywność uczniów oraz poziom ciśnienia akustycznego mowy nauczyciela. W niniejszym artykule przedstawiono wyniki badań przeprowadzonych w warszawskich szkołach podstawowych, które polegają na próbie skorelowania obiektywnego parametru akustycznego wnętrza z poziomem ciśnienia akustycznego głosu nauczycieli oraz poziomem tła akustycznego, związanego głównie z aktywnością uczniów w czasie prowadzenia zajęć.

MATERIAŁ I METODY

Na podstawie wyników badań prowadzonych w Centralnym Instytucie Ochrony Pracy – Państwowym Instytucie Badawczym (CIOP-PIB) (22–24) (ryc. 1), w których podano zakresy czasów pogłosu typowych sal lekcyjnych, do badań wybrano 21 reprezentatywnych pomieszczeń szkół podstawowych z podziałem na dwie grupy:

- 6 pomieszczeń w klasach 0–III,
- 15 pomieszczeń w klasach IV–VI.

Tabela 1. Wysiłek głosowy mówcy płci męskiej i powiązane z nim poziomy dźwięku A w odległości 1 m od ust (8)

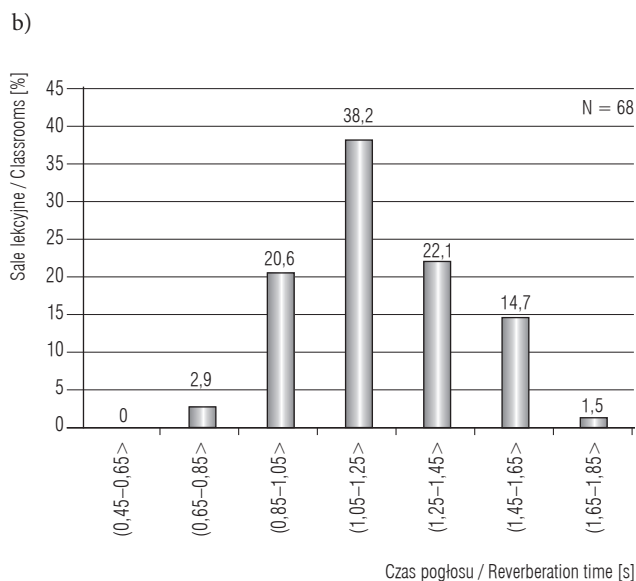
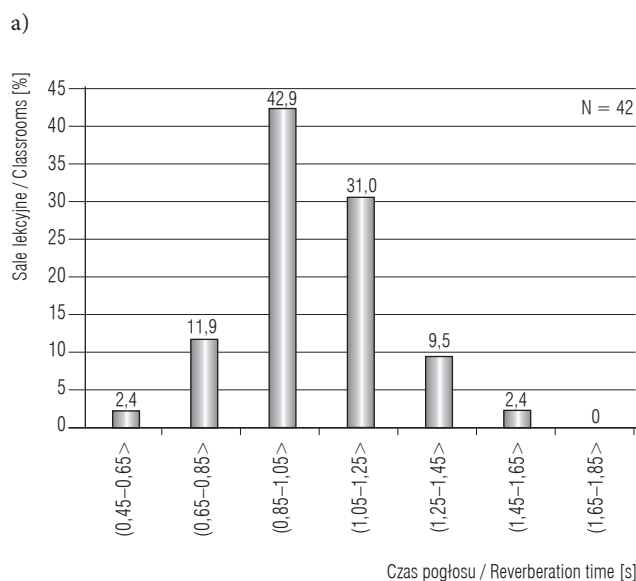
Table 1. Vocal effort of a male speaker and related A-weighted speech level at a distance of 1 m from the mouth (8)

Wysiłek głosowy Vocal effort	Poziom dźwięku A A-weighted sound pressure level [dB]
Mowa bardzo głośna / Very loud	78
Mowa głośna / Loud	72
Głos podniesiony / Raised	66
Mowa normalna / Normal	60

Tabela 2. Dopuszczalne wartości czasu pogłosu w salach lekcyjnych
Table 2. Acceptable values of reverberation time in classrooms

Kraj Country	Norma / Wytyczne Standard / Guidelines	Czas pogłosu Reverberation time [s]
Holandia / The Netherlands	Wytyczne / Guidelines NEN 5077 (14)	0,8
Szwecja / Sweden	Norma / Standard SS 25268 (15)	0,5–0,6
Norwegia / Norway	Norma / Standard NS 8175 (16)	0,6
Portugalia / Portugal	Norma / Standard NBR 12179, 1992 (17)	0,6–0,8 (dla częstotliwości / for frequency of 250–4000 Hz)
		1 (dla częstotliwości / for frequency of 125–250 Hz)
Stany Zjednoczone / USA	Norma / Standard ANSI S.12.60 (18)	0,6 (dla częstotliwości / for frequency of 500–2000 Hz, $V < 283 \text{ m}^3$)
		0,7 (dla częstotliwości / for frequency of 500–2000 Hz, $283 \text{ m}^3 < V < 66 \text{ m}^3$)
Wielka Brytania / Great Britain	Wytyczne / Guidelines BB93 (19)	0,6–0,8 (dla częstotliwości / for frequency of 500–2000 Hz)
Australia i Nowa Zelandia / / Australia and New Zeland	Norma / Standard AS/NZS 2107 (20)	0,4–0,5
Finlandia / Finland	Norma / Standard SFS 5907:en (21)	0,6–0,8 (dla częstotliwości /for frequency of 250–4000 Hz)

V – objętość / volume.



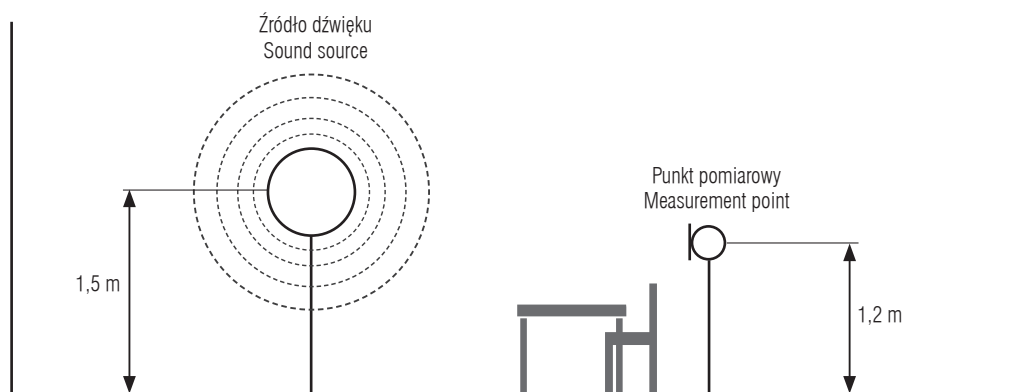
Ryc. 1. Rozkład wartości czasu pogłosu w salach lekcyjnych w szkołach podstawowych w a) klasach 0–III oraz b) klasach IV–VI (23)
Fig. 1. Distribution of reverberation time of classrooms in primary schools a) classes 0–III and b) classes IV–VI (23)

Podział wynikał zarówno z różnic w metodzie prowadzenia zajęć, jak i różnicy w wyposażeniu sal lekcyjnych w poszczególnych grupach. Każde z badanych pomieszczeń miało objętość ok. 160 m³.

Pomiar czasu pogłosu (T_{30}) przeprowadzono zgodnie z normą ISO 3382 (13) w pasmach oktaowych w zakresie 125–8000 Hz metodą impulsową. Do pobudzenia pomieszczenia wykorzystano modulowany sygnał sinusoidalny (sine sweep). Źródło wszechkierunkowe umieszczono na wysokości 1,5 m nad podłogą, w miejscu, w którym zwykle stoi nauczyciel. Pomiaru dokonano w punktach pomiarowych znajdujących się w miejscach, w których zwykle przebywają uczniowie. Punkty pomiarowe znajdowały się na wysokości 1,2 m od podłogi (ryc. 2), a ich liczba zależała od liczby ławek w salach lekcyjnych. Wyniki z punktów pomiarowych uśredniano arytmetycznie. Wyniki badań omówiono, wykorzystując czas pogłosu T_{mf} (19). Jest on średnią arytmetyczną czasu pogłosu z pasm oktaowych 500 Hz, 1000 Hz i 2000 Hz.

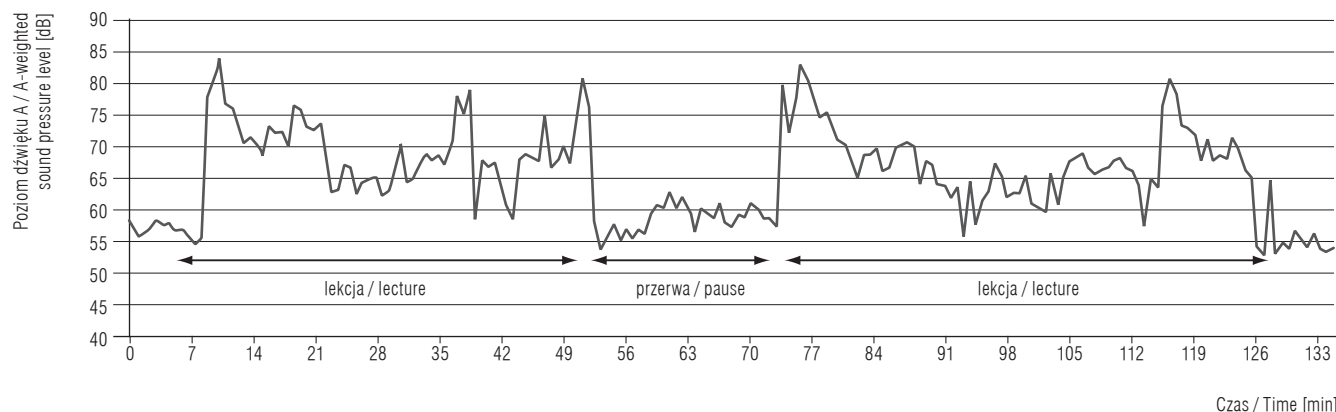
Procedurę wyznaczania poziomu tła akustycznego i poziomu ciśnienia akustycznego mowy nauczyciela w czasie zajęć przyjęto zgodnie z metodą Hodgsona (25). Do pomiaru został użyty miernik/analizator dźwięku klasy 1. Pomiar polegał na rejestracji przebiegu czasowego poziomu ciśnienia akustycznego z próbkowaniem co 200 ms w czasie zajęć (ryc. 3). Następnie na podstawie histogramów i mieszaniny rozkładów statystycznych określano wartości poziomu dźwięku A mowy nauczyciela (sound pressure level of speech – SPL_s), poziomu dźwięku A tła akustycznego w czasie zajęć (background noise – BN) oraz różnicę między poziomem mowy a tłem akustycznym (signal to noise ratio – SNR). Do tego celu wykorzystano program R z dodatkiem Mixtools (ryc. 4). Punkt pomiarowy ustalano w odległości ok. 1 m od miejsca, w którym zwykle stoi nauczyciel. Do analizy wykorzystano pomiary z 5 godzin lekcyjnych w każdej z badanych sal.

Do badań związku między zmiennymi wykorzystano analizę korelacyjną rang Spearmana z uwagi na:



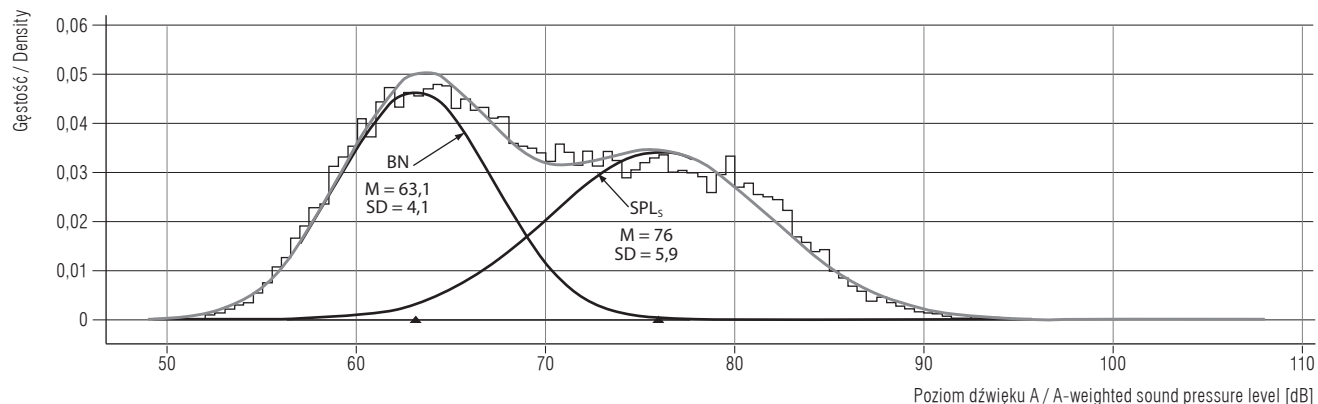
Ryc. 2. Lokalizacja źródła dźwięku i punktów pomiarowych w salach lekcyjnych

Fig. 2. Location of sound source and measurement points in classrooms



Ryc. 3. Przykładowy przebieg poziomu dźwięku A w sali lekcyjnej w czasie zajęć

Fig. 3. Example of time history of the A-weighted sound pressure level in classroom during a lecture



Observacje należące do składowej / Observations belonging to the component – BN = 0,49%, SPLs = 0,51%.

BN – tło akustyczne w czasie zajęć / background noise during classes; SPL_s – poziom dźwięku A mowy / A-weighted sound pressure level of speech; M – średnia / mean.
SD – odchylenie standardowe / standard deviation.

Ryc. 4. Histogram z przebiegu czasowego poziomu dźwięku A w sali lekcyjnej podczas zajęć

Fig. 4. Histogram from time history of the A-weighted sound pressure level in classroom during a lecture

- niewielką liczbę obserwacji,
- potencjalne nieliniowe zależności między zmiennymi,
- niewielką wrażliwość na obserwacje odstające,
- możliwość stosowania testów istotności przy dowolnym rozkładzie statystycznym porównywanych zmiennych.

WYNIKI

Wyniki badań właściwości akustycznych potwierdziły niezadowalający stan sal lekcyjnych w polskich szkołach. Średni czas pogłosu w klasach 0–III wyniósł 0,86 s, natomiast w klasach IV–VI – 1,16 s (tab. 3).

Tabela 3. Wyniki pomiarów właściwości akustycznych sal lekcyjnych
Table 3. The measurements results of acoustic properties of classrooms

Lp. No.	Klasy Classes	Czas pogłosu Reverberation time [s]	Tło akustyczne Background noise [dB]	Poziom dźwięku A mowy A-weighted sound pressure level of speech [dB]	Różnica między poziomem mowy a tłem akustycznym Signal to noise ratio [dB]
1	0–III	0,59	49,3	67,2	17,9
2	0–III	0,73	51,2	69,6	18,4
3	0–III	0,79	53,4	70,5	17,1
4	0–III	0,98	50,3	68,9	19,7
5	0–III	1,01	52,3	70,1	17,8
6	0–III	1,09	56,7	69,5	15,9
7	IV–VI	0,79	46,1	60,1	16,0
8	IV–VI	0,90	44,2	59,3	15,1
9	IV–VI	0,93	45,3	59,3	14,0
10	IV–VI	0,99	46,5	66,4	20,0
11	IV–VI	1,00	47,2	66,3	19,1
12	IV–VI	1,01	49,1	66,9	18,8
13	IV–VI	1,08	47,9	67,3	19,4
14	IV–VI	1,15	47,2	67,9	19,6
15	IV–VI	1,23	50,1	69,1	20,1
16	IV–VI	1,24	49,1	68,9	19,8
17	IV–VI	1,30	49,6	69,0	19,4
18	IV–VI	1,35	49,8	70,1	20,3
19	IV–VI	1,43	50,8	72,4	21,6
20	IV–VI	1,45	48,6	62,7	16,9
21	IV–VI	1,58	52,5	58,4	12,2

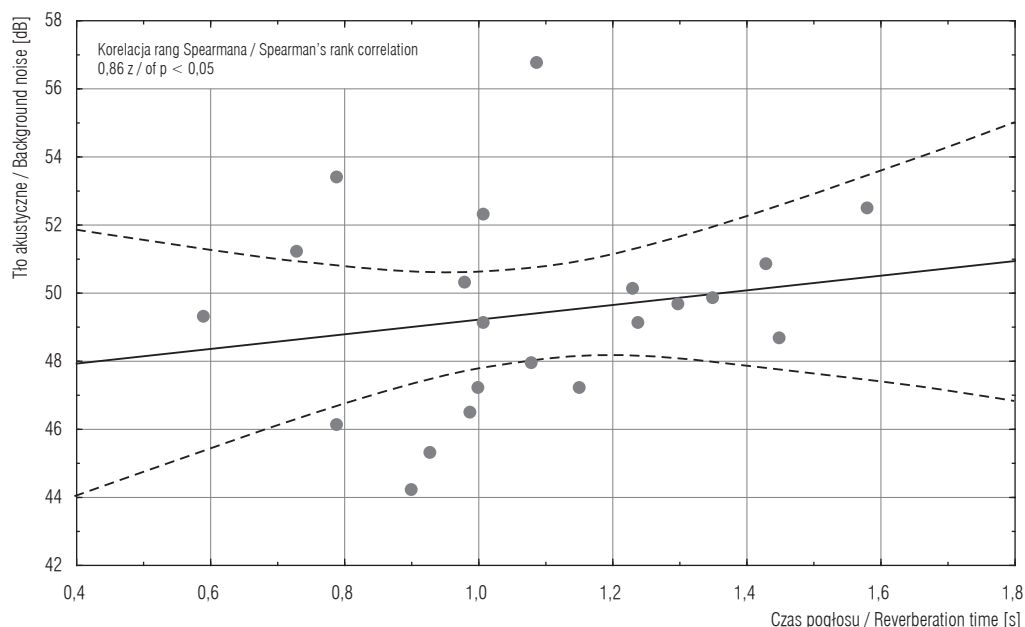
Poziom dźwięku A aktywności uczniów w czasie prowadzenia zajęć wynosił średnio 52,2 dB dla klas 0–III oraz 48,3 dB dla klas IV–VI (tab. 3).

Zbadane poziomy dźwięku A mowy nauczyciela wykazały, że w zaledwie 24% sal lekcyjnych wysięk głosowy odpowiadał normalnej mowie. W pozostałych przypadkach sięgał nawet 72,4 dB, co odpowiadało głosowi podniesionemu i mowie głośniejszej (patrz tab. 1).

Wyniki analizy korelacyjnej wykazały zależność istotną statystycznie między czasem pogłosu sali lekcyjnej a poziomem dźwięku A tła akustycznego w klasach IV–VI (ryc. 5). W klasach 0–III wyniki analizy również wskazywały na wysoką korelację badanych zmiennych, jednak weryfikacja hipotezy zerowej sprawiła, że

istniejącej zależności nie uznano jako prawidłowości w populacji (tab. 4). W przypadku powiązania czasu pogłosu (T_{mf}) sali lekcyjnej z poziomem dźwięku A mowy nauczyciela (SPL_s) oraz różnicy między mową a tłem akustycznym (SNR) analiza korelacyjna nie wykazała zależności istotnych statystycznie (tab. 4).

Nie zaobserwowano różnic istotnych statystycznie między poziomem ciśnienia akustycznego mowy nauczycieli w poszczególnych grupach klas (test t-Studenta dla prób niezależnych: $p = 0,065$). Z tego powodu przeprowadzono analizę wszystkich pomieszczeń, bez podziału na grupy, która wykazała zależność istotną statystycznie między aktywnością uczniów a poziomem mowy nauczyciela (ryc. 6).



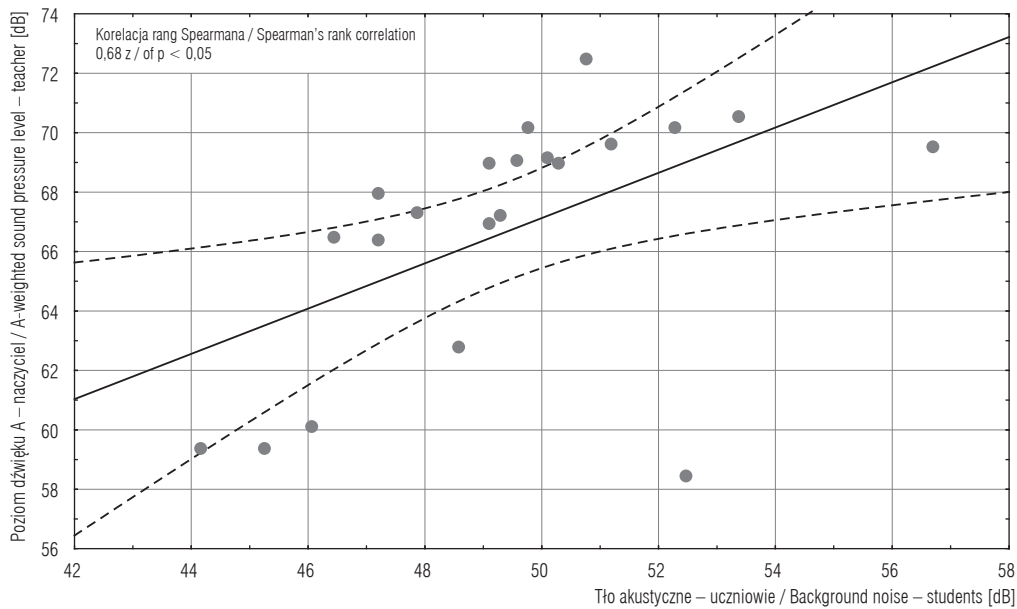
Ryc. 5. Rozrzut wartości poziomu dźwięku A tła akustycznego względem czasu pogłosu w salach lekcyjnych klas IV–VI
Fig. 5. A scatterplot of the A-weighted sound pressure level of background noise and the reverberation time in classrooms of classes IV–VI

Tabela 4. Wyniki analizy korelacji rang Spearmana między badanymi parametrami
Table 4. The results of Spearman's rank correlation between tested parameters

Parametr akustyczny Acoustic parameter	Współczynniki korelacji Correlation coefficients					
	klasy classes 0–III			klasy classes IV–VI		
	BN	SPL_s	SNR	BN	SPL_s	SNR
Czas pogłosu / Reverberation time	0,71	0,25	–0,48	0,86*	0,40	0,29

BN – tło akustyczne / background noise, SPL_s – poziom dźwięku A mowy / A-weighted sound pressure level of speech, SNR – różnica między poziomem mowy a tłem akustycznym / signal to noise ratio.

* Istotność statystyczna $p < 0,05$ / Statistical significance $p < 0,05$.



Ryc. 6. Rozrzut wartości poziomu dźwięku A mowy nauczyciela względem tła akustycznego
 Fig. 6. A scatterplot of A-weighted sound pressure level of teachers' voice and background noise

OMÓWIENIE

Wartości czasu pogłosu w badanych salach lekcyjnych wskazują na nieodpowiednie wykończenie sal i ich niewłaściwe wyposażenie. Podczas gdy kryteria obowiązujące na świecie, takie jak brytyjskie wytyczne BB93 (19), norma amerykańska (18) czy norma fińska (21), zalecają czas pogłosu rzędu 0,6 s, większość z badanych pomieszczeń ma czas pogłosu wynoszący powyżej 1 s. Co więcej, tylko jedna z badanych sal lekcyjnych spełnia te kryteria. W Polsce wymagania akustyczne sal lekcyjnych ograniczają się jedynie do izolacyjności akustycznej przegród budowlanych i poziomu tła akustycznego w pustych salach lekcyjnych (26). Niekorzystne właściwości akustyczne sal lekcyjnych w polskich szkołach potwierdzają również badania prowadzone przez CIOP-PIB (23). Właściwości te można poprawić, obniżając czas pogłosu m.in. przez pokrycie ścian i sufitu materiałami dźwiękochłonnymi oraz zastosowanie wyposażenia pomieszczeń (np. wykładzin dywanowych) o dużej chłonności akustycznej.

Analiza warunków pracy głosem nauczycieli w szkołach podstawowych w odniesieniu do akustyki sal lekcyjnych wykazała zależność między czasem pogłosu sali lekcyjnej a poziomem tła akustycznego związanego głównie z aktywnością uczniów. Można to tłumaczyć nie tylko zjawiskami fizycznymi związanymi z odbi-

ciem i pochłanianiem dźwięku, ale również zachowaniem uczniów związanym z psychoakustyką. Wpływ aktywności uczniów na warunki pracy ma niebagatelne znaczenie, związane np. z efektem Lombarda, który jest niezamierzoną tendencją mówiącego do zwiększania natężenia głosu w celu poprawienia słyszalności przy mówieniu w głośnym otoczeniu (27).

Mimo że w większości badanych sal lekcyjnych nauczyciele mówili podniesionym głosem, nie wykazano zależności istotnej statystycznie między akustyką sali lekcyjnej a poziomem ciśnienia akustycznego mowy. Co więcej, nie zaobserwowano różnic istotnych statystycznie między poziomem ciśnienia akustycznego mowy nauczycieli w poszczególnych grupach klas. Z innej strony, odrzucając obserwacje odstające, najniższe poziomy dźwięku A mowy zanotowano w salach o niskich czasach pogłosu. Wykazano również zależność istotną statystycznie między poziomem ciśnienia akustycznego mowy nauczyciela a tłem akustycznym w czasie zajęć, na które z kolei wpływają m.in. właściwości akustyczne. Poziom ciśnienia akustycznego mowy nauczyciela jest wypadkową wielu czynników, takich jak usposobienie, zachowanie emocjonalne (stosunek do wykonywanego zawodu), kinestetyka, dolegliwości zdrowotne, konflikty życiowe, rytm życia i pracy, nerwowość, przeciążenie czy wyczerpanie (12,28). Nie oznacza to jednak, że akustyka pomieszczenia pracy nie wpływa na warunki pracy głosem.

WNIOSKI

Wyniki badań warunków pracy głosem nauczycieli w szkołach podstawowych w odniesieniu do akustyki sal lekcyjnych wykazały:

- niekorzystny stan warunków akustycznych w salach lekcyjnych – średni czas pogłosu w klasach 0–III wyniósł 0,86 s, natomiast w klasach IV–VI – 1,16 s (większość badanych sal lekcyjnych nie spełniała kryteriów obowiązujących na świecie dotyczących tego parametru),
- wysokie poziomy dźwięku A mowy nauczyciela w czasie prowadzenia zajęć – w zaledwie 24% sal lekcyjnych wysiłek głosowy odpowiadał mowie normalnej, natomiast w pozostałych przypadkach odpowiadał głosowi podniesionemu i mowie głośniejszej,
- zależność istotną statystycznie między czasem pogłosu sali lekcyjnej a poziomem dźwięku A tła akustycznego w klasach IV–VI – im dłuższy był czas pogłosu w sali lekcyjnej, tym poziom dźwięku A aktywności uczniów był wyższy,
- zależność istotną statystycznie między tłem akustycznym w czasie zajęć a poziomem ciśnienia akustycznego mowy nauczyciela – im wyższy był poziom dźwięku A tła akustycznego, tym wyższy poziom dźwięku A mowy nauczyciela.

Na poziom ciśnienia akustycznego mowy nauczyciela w czasie prowadzenia zajęć lekcyjnych wpływa wiele czynników, w tym również aktywność uczniów (tło akustyczne) oraz w pośredni sposób właściwości akustyczne pomieszczenia. Jedną z możliwości poprawy warunków pracy głosem jest stworzenie odpowiedniego klimatu akustycznego w miejscu pracy poprzez adaptacje akustyczne lub zmianę wyposażenia (meble, wykładziny, tablice itp.).

PIŚMIENNICTWO

1. Śliwińska-Kowalska M. [red.]: Zasady orzekania o przedyspozycjach zawodowych do pracy w narażeniu na hałas i nadmierny wysiłek głosowy oraz diagnostyka i profilaktyka chorób narządu słuchu i narządu głosu. Centrum Kształcenia Podyplomowego, Warszawa 2011
2. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 30 czerwca 2009 r. w sprawie chorób zawodowych. DzU z 2009 r. nr 105, poz. 869
3. Szeszenia-Dąbrowska N.: Choroby zawodowe w Polsce w 2010 r. Instytut Medycyny Pracy, Łódź 2011
4. Jonsdottir V., Rantala L., Laukkanen A.M., Vilkmann E.: Effects of sound amplification on teachers speech while teaching. *Logop. Phoniatr. Vocol.* 2001;26:118–123
5. Sala E., Laine A., Simberg S., Pentti J., Suonpaa J.: The prevalence of voice disorders among day care centre teachers compared with nurses: a questionnaire and clinical study. *J. Voice* 2001;15:413–423
6. Sala E., Hytönen M., Tupasela O., Estlander T.: Occupational laryngitis with immediate allergy or immediate type specific chemical hypersensitivity. *Clin. Otolaryngol.* 1996;21:42–48
7. Vilkmann E.: A survey on the occupational safety and health arrangements for voice and speech professionals in Europe. W: Dejonckere P.H. [red.]. *Occupational Voice: Care and Cure*. Kugler Publications, Haga 2001, ss. 129–137
8. PN-EN ISO 9921:2005. Ergonomia – Ocena porozumiewania się mową. Polski Komitet Normalizacyjny, Warszawa 2005
9. Koszarny Z.: Ocena hałasu szkolnego przez nauczycieli oraz jego wpływu na stan zdrowia i samopoczucie. *Rocz. Państw. Zakł. Hig.* 1992;XLIII(2):125–132
10. Augustyńska D., Kaczmarska A., Mikulski W., Radosz J.: Assessment of teachers' exposure to noise in selected primary schools. *Arch. Acoust.* 2010;35(4):521–542
11. Augustyńska D., Radosz J.: Hałas w szkołach – przegląd badań. *Bezpiecz. Pr.* 2009;9:16–19
12. Bronder A.: Badanie przyczyn zaburzeń narządu głosu nauczycieli i opracowanie zasad profilaktyki [rozprawa doktorska]. Instytut Medycyny Pracy i Zdrowia Środowiskowego, Sosnowiec 2003
13. PN-EN ISO 3382-1:2009. Akustyka – Pomiar parametrów akustycznych pomieszczeń – Część 1: Pomieszczenia specjalne. Polski Komitet Normalizacyjny, Warszawa 2009
14. NEN 5077:2006. Geluidwering in gebouwen – Bepalingmethoden voor de grootheden voor geluidwering van uitwendige scheidingsconstructies, luchtgeluidisolatie, contactgeluidisolatie, geluidniveaus veroorzaakt door installaties en nagalmtijd. Stichting Nederlands Normalisatie-Instituut, Delft 2006
15. SS 25268:2007. Byggakustik – Ljudklassning av utrymmen i byggnader – Vårdlokaler, undervisningslokaler, dagoch fritidshem, kontor och hotel. Swedish Standards Institute, Stockholm 2007
16. NS 8175:2012. Lydforhold i bygninger – Lydklasser for ulike bygningstyper. Standard Norge, Lysaker 2012
17. NBR 12179:1992. Tratamento Acustico Em Recintos Fechados. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro 1992
18. ANSI S12.60-2002. American National Standard Acoustical Performance Criteria. Design Requirements, and Guidelines for Schools. Acoustical Society of America, Melville, NY (USA) 2002

19. Eckel. Noise Control Technologies: Building Bulletin 93 – School Acoustics [cytowany 4 kwietnia 2012]. Adres: <http://www.bb93.co.uk/bb93.html>
20. AS/NZS 2107:2000. Acoustics – Recommended design sound levels and reverberation times for building interiors. Standards Australia International Ltd, Standards New Zealand, Sydney, Wellington 2000
21. SFS 5907:2004 EN. Acoustics classification of spaces in buildings. Suomen Standardisoimisliitto SFS, Helsinki 2004
22. Augustyńska D., Kaczmarek A., Mikulski W., Radosz J.: Ocena narażenia na hałas nauczycieli na przykładzie 3 szkół podstawowych w Warszawie. *Bezpiecz. Pr.* 2012;2:16–19
23. Mikulski W., Radosz J.: Acoustics of classrooms in primary schools – results of the reverberation time and the speech transmission index assessments in selected buildings. *Arch. Acoust.* 2011;36(4):777–794
24. Mikulski W., Radosz J.: Wpływ objętości i wyposażenia na właściwości akustyczne sal lekcyjnych [na płycie cd]. Materiały konferencyjne – Noise Control 2010. 6–9 czerwca 2010, Książ, Polska. Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa 2010
25. Hodgson M., Rempel R., Kennedy S.: Measurement and prediction of typical speech and background-noise levels in university classrooms during lectures. *J. Acoust. Soc. Am.* 1999;105(1):226–233
26. Kukulski K. [red.]: Warunki techniczne jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. Tekst ujednolicony po nowelizacji z komentarzem. Wydawnictwo ITB, Warszawa 2009
27. Lane H., Tranel B.: The Lombard sign and the role of hearing in speech. *J. Speech Hear. Res.* 1971;14:677–709
28. De Jong F.I.C.R.S.: An introduction to the teacher's voice in a biopsychosocial perspective. *Folia Phoniatr. Logop.* 2010;62(1–2):5–8