

Dźwięk dzwonek w szkole – sygnał informacyjny i źródło hałasu. Wyniki badań własnych

Fot. Palau83/Fotolia



W artykule przedstawione zostały wyniki badań dźwięku dzwonek szkolnych, traktowanych jako źródło hałasu. Badano także, czy dźwięk ten jest słyszalny na przerwach między lekcjami w szkole podstawowej. Badania wykonano w odniesieniu do dwóch wariantów: w pierwszym na korytarzu szkoły działały dwa identyczne dzwonki; w drugim – tylko jeden z nich. Przyjęto dwa kryteria oceny: braku szkodliwości dźwięku dzwonek (tj. braku jego szkodliwego wpływu na ubytki słuchu ludzi) oraz słyszalności dzwonek w czasie przerwy

między zajęciami. Oba kryteria dotyczą całego korytarza, gdzie przebywają uczniowie i nauczyciele. Stwierdzono, że przy działających obu dzwonekach oraz przy działającym jednym dzwonku poziom dźwięku A nie przekraczał poziomów dopuszczalnych hałasu w środowisku pracy ze względu na ochronę słuchu. Kryterium słyszalności było spełnione na całym korytarzu tylko przy włączonych obu dzwonekach, natomiast przy jednym dzwonku nie było ono spełnione w części korytarza. Ponadto, przy jednym włączonym dzwonku występują dużo większe różnice w jego słyszalności na całym korytarzu, niż przy obu włączonych urządzeniach, co należy uznać za efekt niekorzystny.

Na podstawie badań można stwierdzić, że sytuacja, w której działają oba dzwonki na korytarzu jest lepsza niż w przypadku, gdy działa tylko jeden z nich.

Słowa kluczowe: dźwięk dzwonek w szkole, słyszalność dźwięku dzwonek, hałas

Sound of school bell – information signal and source of noise. Original research

This article presents the results of research on the sound of a school bell as source of information and, at the same time, as a source of noise. Both the corridor and classrooms in a primary school were considered. There were two criteria: lack of harmfulness (i.e., no harmful effect on human hearing) and audibility in the corridor at the beginning of the lesson and in classrooms at the beginning of the break. The results showed that the sound of the school bell did not exceed the acceptable level of noise in the work environment (considering protection of hearing) and was audible both in the corridor and in classrooms. The article also discusses the result of an experiment with changing the location of school bells to achieve lower exposure to noise without loss of audibility.

Keywords: sound of school bell, audibility of school bell, noise

Wstęp

Nieodłącznym elementem wyposażenia każdej szkoły jest dzwonek, używany do informowania nauczycieli i uczniów o rozpoczynających się i kończących przerwach międzylekcyjnych. Przebywanie bezpośrednio w okolicy tego

urządzenia może być jednak dla człowieka nieprzyjemne, uciążliwe, a nawet szkodliwe. Istotne jest więc, aby poziom generowanego przez dzwonek dźwięku był dobrany tak, aby nie powodował uszkodzenia słuchu (nie może zatem przekroczyć wartości dopuszczalnych

ze względu na ochronę słuchu – kryterium braku szkodliwości). Jednocześnie, dźwięk dzwonek musi być słyszalny: zarówno na korytarzu, podczas przerwy, jak i w salach lekcyjnych, pod koniec zajęć (kryterium słyszalności).

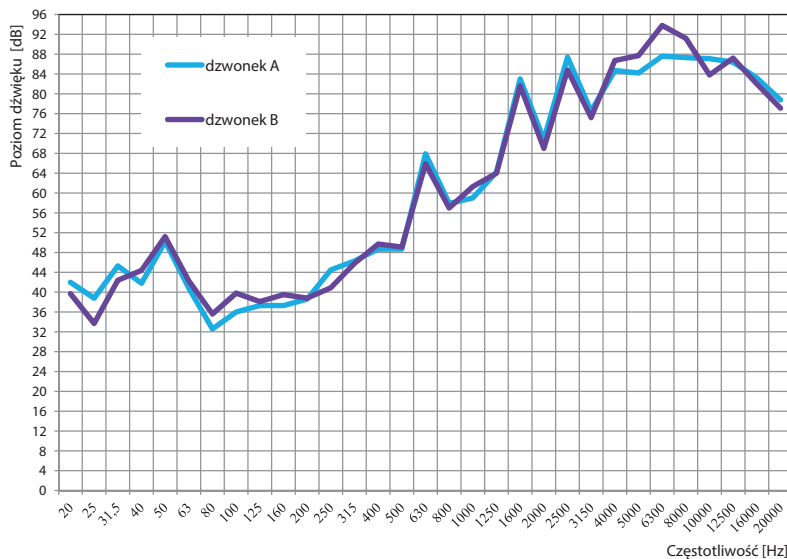
W artykule tym zaprezentowane zostały wyniki badań oceny słyszalności i szkodliwości sygnału dzwonek, które pracownicy Instytutu przeprowadzili w wybranej, typowej szkole podstawowej. Pomiaru charakterystyki kierunkowej dzwonek wykazały kierunkową emisję jego dźwięku. Dlatego podano także wyniki eksperymentu, polegającego na określeniu wpływu zmiany położenia dzwonek na jego słyszalność i szkodliwość na korytarzu w szkole.

Wyniki pomiarów hałasu emitowanego przez dzwonki

W badaniach uwzględniono, powszechnie stosowane w szkołach, dzwonki polskiej produkcji o symbolu DNT-212M (wymiar czaszy – 150 mm), których producent deklaruje, że poziom ich dźwięku A wynosi ok. 93 dB (nie podając jednak, w jakich warunkach go określono). Dzwonki zasilane są napięciem 24 V AC.

Na rys. 1. pokazano wyniki pomiarów poziomu ciśnienia akustycznego w tercjowych pasmach częstotliwości dźwięku dwóch dzwonek (w rozpatrywanej szkole, na korytarzu zainstalowane były dwa urządzenia, które oznaczono jako „A” i „B”). Pomiaru przeprowadzono w odległości 1 m od ich czaszy (w warunkach pola quasi-swobodnego nad powierzchnią odbijającą, na której były zamocowane).

Jak wynika z tego rysunku, maksymalne poziomy ciśnienia akustycznego dźwięku dzwonek występują w pasmach tercjowych o częstotliwościach środkowych 630 Hz (68 i 66 dB), 1600 Hz (83 i 82 dB), 2500 Hz (87 i 85 dB) oraz 6300 Hz (88 i 94 dB).



Rys. 1. Poziom ciśnienia akustycznego w trójowych pasmach częstotliwości dźwięku badanych dzwonek
Fig. 1. Sound pressure level in 1/3 octave band of school bell frequency

Określona została także charakterystyka kierunkowa dzwonek w warunkach pola quasi-swobodnego nad powierzchnią odbijającą (co widać na rys. 2.). Podczas badania oba urządzenia zamocowane były sztywno do ściany.

Na podstawie otrzymanych wyników pomiarów można stwierdzić, że dzwonek emituje największą energię akustyczną w płaszczyźnie poziomej, równoległej do powierzchni, do której został przymocowany) w kierunkach 0° oraz 180° (tzn. w tych, w których porusza się element uderzający w metalową czaszę. Ponieważ w typowych warunkach instalacji dzwonka element ten porusza się pionowo, to dzwonek również emituje największą energię akustyczną w dół i w górę).

Kryterium braku szkodliwości i słyszalności dźwięku dzwonka

Kryterium braku szkodliwości

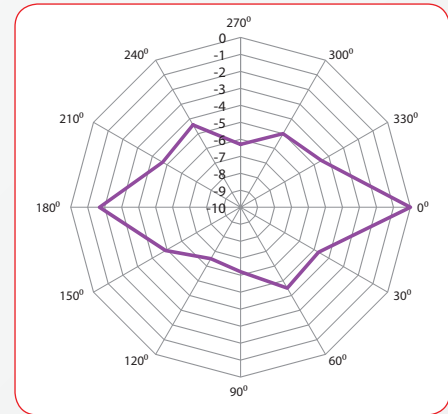
Kryterium braku szkodliwości dźwięku dzwonka na korytarzu przyjęte zostało na podstawie rozporządzenia Ministra Pracy

i Polityki Społecznej w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy [1]. Ponieważ dźwięk dzwonka nie ma charakteru impulsowego, dlatego w kryterium pominięto wielkość „szczytowy poziom dźwięku C”, a zastosowano wielkości „maksymalny poziom dźwięku A” oraz „poziom ekspozycji na hałas odniesiony do 8-godzinnego dnia pracy”.

Przyjęto zatem następujące kryterium braku szkodliwości:

- chwilowy poziom dźwięku A dzwonka nie może przekroczyć 115 dB
- poziom ekspozycji na hałas odniesiony do 8-godzinnego dnia pracy (nauczyciela) nie może przekroczyć 85 dB.

Kryterium to obowiązuje w całym obszarze gdzie przebywają ludzie, tj. na całym korytarzu oraz we wszystkich salach lekcyjnych. Jest oczywiste, że gdy w miejscu, w którym dźwięk dzwonka jest najgłośniejszy, kryterium to jest spełnione, wówczas spełnione będzie także na całym korytarzu i w klasach.



Rys. 2. Wyniki pomiarów charakterystyki kierunkowej dźwięku A emitowanego przez dzwonek szkolny w płaszczyźnie poziomej (równoległej do powierzchni, na której zamocowane jest urządzenie; oś 0-180° pokrywa się z kierunkiem poruszania elementu uderzającego w czaszę dzwonka)

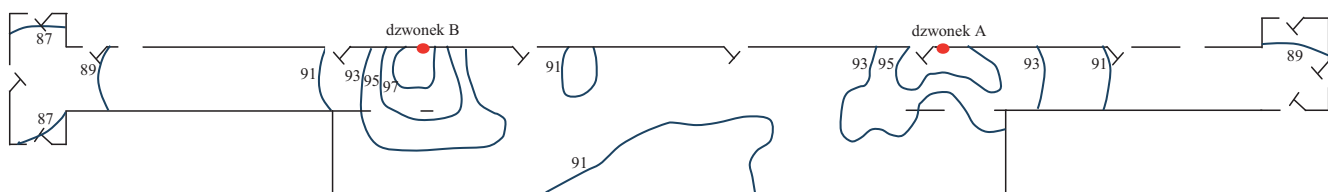
Fig. 2. Measurement results of directional characteristics of sound A emitted by the school bell in horizontal plane (parallel to the surface on which the bell is mounted; axis 0-180° is the same as the direction of movement of the element hitting in the bowl of the bell)

Kryterium słyszalności

Kryterium słyszalności dźwięku dzwonka przyjęte zostało na podstawie PN-EN 60849 o dźwiękowych systemach ostrzegawczych oraz PN-EN ISO 7731 o dźwiękowych sygnałach bezpieczeństwa [2,3]. Przyjęto zatem, że poziom dźwięku A dzwonka powinien przewyższać średni poziom dźwięku A hałasu tła akustycznego (zarówno na korytarzu, jak i w sali lekcyjnej) o 6 dB.

Z badań własnych przeprowadzonych w szkołach podstawowych wynika, że średni poziom dźwięku A hałasu tła akustycznego na korytarzu podczas przerwy wynosi 79 dB [4-8]. Dlatego na korytarzu podczas przerwy za minimalny poziom dźwięku A dzwonka, przyjęto 85 dB.

W salach lekcyjnych hałas tła akustycznego podczas lekcji zależy między innymi od rodzaju prowadzonych zajęć, wieku oraz liczby uczniów w klasie. Pomiary wskazują zatem, że w salach lekcyjnych średni poziom dźwięku A hałasu tła akustycznego wynosi 52 dB [4-6]. Z tego powodu przyjęto, że poziom dźwięku



Rys. 3. Rozkład poziomu dźwięku A dzwonek na korytarzu
Fig. 3. Distribution of sound A level of bells on the corridor

A dzwonka w sali lekcyjnej podczas lekcji powinien być większy niż 58 dB.

Reasumując kryterium słyszalności:

- na korytarzu: poziom dźwięku A dźwięku dzwonka musi być większy niż 85 dB
- w salach lekcyjnych: poziom dźwięku A dźwięku dzwonka musi być większy niż 58 dB.

Wyniki pomiarów rozkładu poziomu dźwięku A dźwięku dzwonków na korytarzu

Warunki pomiarowe

Pomiary poziomu dźwięku A dzwonków przeprowadzono na korytarzu 2. piętra typowej szkoły podstawowej (wymiary korytarza 58,4 x 2,5 – 5,8 x 3,2 m), gdzie zainstalowane były dwa urządzenia, na wysokości 2,65 m (rys. 3.). Rozkłady poziomu dźwięku A w płaszczyźnie poziomej uzyskano z wyników pomiarów przeprowadzonych w 70 punktach pomiarowych (rys. 3.). Badania przeprowadzono podczas nieobecności uczniów i nauczycieli i wykonano za pomocą miernika poziomu dźwięku klasy 1. Dodatkowo, zmierzony został poziom dźwięku A pod urządzeniem i na końcu korytarza (o czym dalej).

Największe wartości poziomów dźwięku A podczas działania dzwonków zarejestrowano w punktach pomiarowych zlokalizowanych najbliżej urządzeń – 95-97 dB. Wraz ze wzrostem odległości poziom dźwięku A malał (na środku korytarza wynosił 91 dB, natomiast na jego końcach – 87-89 dB).

Największa wartość poziomu dźwięku A na korytarzu (97 dB) nie przekroczyła poziomu dopuszczalnego (115 dB), więc część kryterium braku szkodliwości oparta na maksymalnym poziomie dźwięku A została spełniona. Aczkolwiek, z uwagi na to, że w kryterium braku szkodliwości stosuje się, obok maksymalnego poziomu dźwięku A, także poziom ekspozycji na hałas odniesiony do 8-godzinnego dnia pracy, konieczne było jego policzenie.

Wstępnie przyjęto założenie, że osoba (nauczyciel), której ekspozycję na hałas się rozpatruje, przebywa na korytarzu podczas przerwy w najgłośniejszym miejscu. Zakładając, że czas dzwonienia dzwonka na lekcje wynosi 10 sekund, a rozpatrywana osoba przebywa 6 godzin lekcyjnych w szkole dziennie, to poziom ekspozycji na hałas (z uwzględnieniem miejsca na korytarzu, w którym dźwięk dzwonka jest najgłośniejszy, tj. pod dzwonkiem), wynikający tylko z dźwięku urządzenia (poziom chwilowy podczas dzwonienia 97dB) wynosi:

Tabela 1. Wyniki pomiarów poziomu dźwięku A, w dB, dzwonków w pozycji standardowej oraz obróconych o 90 °
Table 1. Measurement results of sound A level, in dB, of bells in standard position and turned by 90 °

| | Lokalizacja punktu pomiarowego | | | |
|---|---|----------------------|----------------------|---|
| | Koniec korytarza bliżej dzwonka B (rys. 2.) | Sąsiedztwo dzwonka B | Sąsiedztwo dzwonka A | Koniec korytarza bliżej dzwonka A (rys. 2.) |
| Elementy uderzające w czasie dzwonków poruszają się pionowo (pozycja standardowa) | 88,9 | 97,1 | 94,8 | 89,8 |
| Elementy uderzające w czasie dzwonków poruszają się poziomo (dzwonki obrócone o 90 °) | 88,6 | 92,9 | 90,2 | 91,4 |

$$L_{EX,8h} = L_{Aeq,Te} + 10 \cdot \lg \frac{T_e}{T_o} = 97 \text{ dB} + 10 \cdot \lg \frac{1}{480} = 70,2 \text{ dB} \quad (1)$$

gdzie:

$L_{Aeq,Te}$ – równoważny poziom dźwięku A zmierzony w czasie działania dzwonka T_e

T_e – sumaryczny czas działania dzwonka podczas pobytu rozpatrywanej osoby na korytarzu, w czasie dnia pracy, w minutach,

T_o – czas odniesienia = 480 min.

To szacunkowe obliczenie wskazuje, że przy przyjętych założeniach dzwonek nie jest źródłem dźwięku mogącym mieć wpływ na przekroczenie dopuszczalnego poziomu ekspozycji na hałas odniesionego do 8-godzinnego dnia pracy, tj. 85 dB. Ponieważ jednak szacunek ten jest bardzo uproszczony, dlatego dalej oszacowano poziom ekspozycji na hałas nauczyciela z uwzględnieniem narażenia na hałas od wszystkich źródeł (na podstawie innych danych zawartych w tym artykule). Obliczenia przeprowadzono przy założeniu, że nauczyciel pracuje przez 6 godzin lekcyjnych dziennie. Łączny czas narażenia na hałas na korytarzu podczas przerwy, w czasie dnia pracy, to 7 x 10 minut (w tym czasie równoważny poziom dźwięku A jest równy 79 dB). Łączny czas narażenia na hałas na korytarzu podczas przerwy w czasie działania dzwonka w czasie dnia pracy, w miejscu, gdzie hałas jest największy, to 6 x 10 sekund (w tym czasie równoważny poziom dźwięku A jest równy 97 dB, rys. 3.). Łączny czas narażenia na hałas w sali lekcyjnej podczas lekcji w czasie dnia pracy, to 6 lekcji po 45 minut (w tym czasie równoważny poziom dźwięku A jest równy 52 dB). Łączny czas narażenia na hałas w sali lekcyjnej w czasie działania dzwonka na przerwę w czasie dnia pracy, to 6 x 10 sekund (w tym czasie równoważny poziom dźwięku A w najgłośniejszym miejscu w sali lekcyjnej to 75 dB, tabela 2.).

Przy takich założeniach poziom ekspozycji na hałas odniesiony do 8-godzinnego dnia pracy, w dB, wynosi:

$$L_{EX,8h} = 10 \cdot \lg \left[\frac{1}{T} \sum_{i=1}^n (t_i \cdot 10^{\frac{L_{Aeq,Te,i}}{10}}) \right] = 10 \cdot \lg \left[\frac{1}{480} (7 \cdot 10 \cdot 10^{\frac{79}{10}} + 1 \cdot 10^{\frac{97}{10}} + 6 \cdot 45 \cdot 10^{\frac{52}{10}} + 1 \cdot 10^{\frac{75}{10}}) \right] = 73,5 \quad (2)$$

Reasumując, przyjęte kryterium braku szkodliwości zostało spełnione, tj. największa wartość poziomu dźwięku A na korytarzu (97 dB) nie przekroczyła poziomu dopuszczalnego 115 dB, a poziom ekspozycji na hałas (od wszystkich źródeł, w tym od dzwonka – 73,5 dB) również nie przekracza poziomu dopuszczalnego: 85 dB.

Spełnione zostało także kryterium słyszalności, gdyż na całym korytarzu podczas dzwonienia dzwonka poziom dźwięku A wynosił 87-97 dB, a więc był większy od poziomu minimalnego 85 dB.

Wyniki pomiarów wpływu położenia dzwonków na równomierność nagłośnienia na korytarzu

Jak już wspomniano, dzwonki emitują energię akustyczną kierunkowo, tj. w kierunku, w którym porusza się element uderzający w czasie dzwonka – wysyłają w tę stronę więcej energii akustycznej niż w pozostałych kierunkach. Standardowo w szkołach dzwonki umieszczone są na ścianach szkół w taki sposób, że element uderzający w czasie porusza się pionowo. Dlatego największą energię akustyczną emitują w górę i dół.

Założono, że po obróceniu dzwonków o 90 °, tzn. w taki sposób, aby elementy uderzające w czasie poruszały się w płaszczyźnie poziomej, pod urządzeniami poziom dźwięku A się zmniejszy, a na końcach korytarza nie powinien się zmienić. Wynika z tego, że w obszarze, w którym słyszalność dzwonka jest najniższa (na końcach korytarza), nie ulegnie ona zmianie, natomiast narażenie na hałas (szczególnie w obszarze, w którym jest największe, tj. pod dzwonkiem) powinno się zmniejszyć. Założenie to zostało zweryfikowane w praktyce, w taki sposób, że dzwonki zamocowano na ścianie

Tabela 2. Wyniki pomiarów poziomu dźwięku A (w dB) dzwonek w salach lekcyjnych (sale 3-6 zlokalizowane są w sąsiedztwie urządzeń)

Table 2. Measurement results of sound A level, in dB, of bells' sounds in classrooms (classrooms 3-6 are located in proximity of the bells)

| Numer sali | Numer punktu pomiarowego | | | |
|------------|--------------------------|----|---------------------|----|
| | I | II | III | IV |
| 1 | 61 | 61 | 63 | 67 |
| 2 | 60 | 61 | 60 | 65 |
| 3 | 67 | 68 | 68 | 75 |
| 4 | 62 | 64 | 65 | 70 |
| 5 | 63 | 64 | 65 | 69 |
| 6 | 64 | 65 | 67 | 71 |
| 7 | 60 | 60 | 62 | 64 |
| 8 | 62 | 62 | 64 </td <td>68</td> | 68 |

rozpatrywanego korytarza szkolnego w sposób zalecany przez producenta (elementy uderzające poruszały się pionowo), a następnie obracając je o 90 ° (elementy uderzające poruszały się poziomo). Cztery punkty pomiarowe zlokalizowane były: w odległości jednego metra pod dzwonekami oraz na końcach korytarza. Wyniki tych pomiarów przedstawiono w tabeli 1.

Jak widać, w wyniku obrócenia dzwonek w uzyskano obniżenie poziomu dźwięku A ich dźwięku pod urządzeniami o 4,2 i 4,6 dB, przy jednoczesnym zwiększeniu poziomu dźwięku A dźwięku dzwonka na jednym końcu korytarza (o 1,6 dB), a na drugim – obniżeniu o 0,3 dB.

Wynika z tego, że celowe jest dobranie pozycji dzwonek na ścianie w taki sposób, aby maksymalna energia akustyczna była emitowana wzdłuż korytarza, a nie w kierunku sufitu i podłogi.

Wyniki pomiarów dźwięku dzwonka w salach lekcyjnych

W rozpatrywanej szkole podstawowej w 8 salach lekcyjnych przeprowadzone zostały pomiary poziomu dźwięku A emitowanego przez dzwoneki, w każdej z nich w czterech punktach pomiarowych (rys. 4.). Podczas pomiarów drzwi sal były zamknięte i nie było w nich uczniów, ani nauczycieli.

Największe wartości poziomów dźwięku A dzwonek zarejestrowano w punktach pomiarowych nr IV sal, w odległości metra od drzwi, a najniższe w punktach nr I, zlokalizowanych z tyłu sal, przy ścianach. Natomiast, w punktach pomiarowych nr III, przy biurkach nauczycieli, poziom dźwięku A zawierał się w zakresie 60-68 dB.

Największa wartość poziomu dźwięku A we wszystkich salach (tabela 2.) podczas dzwonienia dzwonek wyniosła 75 dB, i jest ona znacznie niższa od kryterialnej wartości dopuszczalnej maksymalnego poziomu dźwięku

A (115 dB). Poziom ekspozycji na hałas odniesiony do 8-godzinnej dnia pracy (73,5 dB) również nie przekraczał wartości dopuszczalnej (85 dB). Wynika z tego, że kryterium braku szkodliwości zostało spełnione.

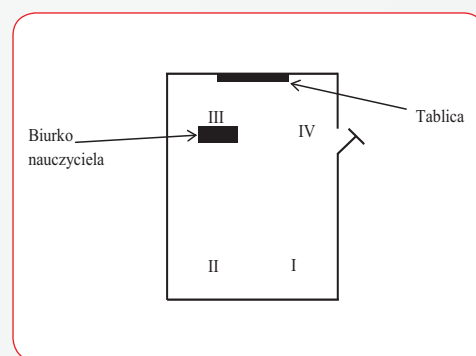
Najniższy zmierzony poziom dźwięku A dźwięku dzwonek w salach lekcyjnych był równy 60 dB (tabela 2.), a zatem przekraczał wartość minimalną określoną w kryterium słyszalności (58 dB) – tym samym zostało ono również spełnione.

Podsumowanie

Poziom dźwięku A dzwonka w szkole: na korytarzu podczas przerwy oraz w salach lekcyjnych powinien być na tyle głośny, aby był słyszalny. Warunkiem słyszalności jest zatem emitowanie poziomu dźwięku A dzwonek na korytarzu, który powinien być większy od 85 dB, a w salach lekcyjnych – od 58 dB.

Jednocześnie, sygnał dzwonka nie powinien być na tyle głośny, aby powodować uszkodzenia słuchu, co oznacza, że maksymalny poziom jego dźwięku A dźwięku w każdym miejscu nie może przekroczyć 115 dB (w odniesieniu do uczniów przyjmując niższe wartości np. poziomy jak dla młodocianych – 110 dB, zmierzono 87-97 dB na korytarzu oraz 60-75 dB w salach lekcyjnych). Jednocześnie, poziom ekspozycji na hałas odniesiony do 8 godzin pracy nauczyciela dziennie (i analogicznie – także ucznia) nie może przekroczyć 85 dB (w stosunku do uczniów przyjmując niższe wartości, np. poziomy jak dla młodocianych – 80 dB, obliczono 73,5 dB).

Obrócenie dzwonek o 90 ° względem osi prostopadłej do ściany, na której są zamocowane, spowodowało zmniejszenie narażenia na hałas emitowany przez urządzenie (głównie w obszarze pod dzwonekiem, gdzie poziomy dźwięku A są największe, tj. o 4,5 dB). Jednocześnie to rozwiązanie minimalnie zwiększyło słyszalność dzwonek (w obszarach, w których są najśla-



Rys. 4. Lokalizacja punktów pomiarowych w salach lekcyjnych
Fig. 4. Location of measurement points in classrooms

biej słyszalne). Jest to więc wskazane z punktu widzenia akustyki (słyszalność i narażenie na hałas), natomiast wymaga dogłębnej analizy, projektantów i producentów dzwonek, aby nie obniżyć poziomu bezpieczeństwa dzwonek związanych z ich użytkowaniem.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 6 czerwca 2014 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. (DzU 2014 poz. 817)
- [2] PN-EN 60849:2001 Dźwiękowe systemy ostrzegawcze
- [3] PN-EN ISO 7731:2009 Ergonomia – Sygnały bezpieczeństwa dla obszarów publicznych i obszarów pracy – Dźwiękowe sygnały bezpieczeństwa
- [4] Mikulski W., Jakubowska I. Wyniki badań zmniejszenia natężenia głosu nauczycieli oraz zmniejszenia hałasu tła akustycznego w salach lekcyjnych po wykonaniu adaptacji akustycznej. „Bezpieczeństwo Pracy” 2013,501,6:10-12
- [5] Augustyńska D., Radosz J. Hałas w szkołach (1) – przegląd badań. „Bezpieczeństwo Pracy” 2009,456,9:16-19
- [6] Augustyńska-Jakubowska D., Kaczmarska-Kozłowska A., Mikulski W., Radosz J. Assessment of Teachers' Exposure to Noise In Selected Primary Schools., Archives of Acoustics” 2010,35,4:1-22
- [7] Mikulski W. Schemat postępowania przy projektowaniu adaptacji akustycznej pomieszczeń edukacyjnych. „Bezpieczeństwo Pracy” 2013,3:20-23
- [8] Mikulski W. Hałas jedną z przyczyn nadmiernego wysiłku głosowego nauczycieli., „Hejnał Oświatowy” 2014, 4,132: 11-12

Autorka dziękuje dr inż. Witoldowi Mikulskiemu z CIOP-PIB za pomoc w wykonaniu badań oraz mgr Barbarze Rosz – kierownicze Szkoły Podstawowej nr 260 im. Jana Matejki w Warszawie za udostępnienie pomieszczeń do badań.

Publikacja opracowana na podstawie wyników III etapu programu wieloletniego pn... „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy”, finansowanego w latach 2013-2016 w zakresie badań naukowych i prac rozwojowych ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego/Narodowego Centrum Badań i Rozwoju. Koordynator programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy.