

dr inż. WITOLD MIKULSKI
mgr inż. IZABELA WARMIK
Centralny Instytut Ochrony Pracy
– Państwowy Instytut Badawczy
Kontakt: wimik@ciop.pl

Obiektywne kryteria oceny właściwości akustycznych otwartych pomieszczeń biurowych

Fot. Monkeybusinessimages/Bigstockphoto



Coraz powszechniejsze jest lokalizowanie stanowisk pracy biurowej w dużych pomieszczeniach. Charakter pracy osób pracujących w takich pomieszczeniach powoduje konieczność porozumiewania się, a jednocześnie pracownicy nieuczestniczący w rozmowach nie powinni być rozprasani. Norma PN-EN ISO 3382-3 definiuje szereg parametrów umożliwiających ocenę akustyczną tych pomieszczeń. Parametrami tymi są: rozkład w pomieszczeniu wskaźnika transmisji mowy STI, odległość rozproszenia r_D , odległość prywatności r_P , poziom dźwięku A mowy w odległości 4 m od mówiącego oraz spadek poziomu dźwięku A mowy na podwojenie odległości od mówiącego.

W artykule opisano metody określania tych parametrów na przykładzie wybranego pomieszczenia biurowego *open space*. Wyniki pomiarów wykazały, że nie można ocenić pozytywnie tego pomieszczenia, mimo że w porównaniu z innymi wnętrzami tego typu było ono w znacznym stopniu przystosowane akustycznie do pracy biurowej. Świadczy to z jednej strony o konieczności wykonania dużo większej, niż się powszechnie przyjmuje adaptacji akustycznej pomieszczeń tego typu, a z drugiej świadczy o wysokim poziomie wymagań akustycznych stawianych pomieszczeniom biurowym *open space*, określonych w wymienionej normie.

Słowa kluczowe: otwarte pomieszczenia do prac administracyjnych, akustyka pomieszczeń biurowych open space

Objective criteria for assessing acoustic properties of open space administrative offices

It is increasingly common to locate office workstations in large rooms. This type of work creates the need to communicate; however, employees who do not take part in a conversation should not be disturbed. The EN ISO 3382-3 standard defines some parameters for acoustic assessment of these rooms: spatial distribution of speech transmission index, distraction distance r_D , privacy distance r_P , A-weighted sound pressure level of speech at 4 m from the speaker and a decrease in A-weighted sound pressure level of speech at double the distance from the speaker. This article describes methods for measuring these parameters in a sample open-plan office. The results of the measurements show that a positive assessment of this room is impossible, despite the fact that in contrast to other rooms of this type, it had been acoustically adapted to office work. This proves that it is necessary to adapt acoustically such rooms to a much greater extent than commonly believed. On the other hand, this also proves that this standard sets very high acoustic requirements for open-plan rooms.

Keywords: open space administrative offices, room acoustics

Wstęp

W otwartych pomieszczeniach do prac administracyjnych (inaczej zwanych pomieszczeniami biurowymi *open space*) pracuje zwykle od ok. 10 do 50 osób [1]. Z uwagi na fakt, że praca biurowa wymaga często długotrwałej koncentracji uwagi, występujący tam hałas powinien być jak najmniejszy. Jednocześnie praca biurowa stwarza konieczność komunikacji werbalnej, wynikającej z prowadzonych konsultacji merytorycznych. Trzeba więc zapewnić w tych pomieszczeniach dobrą zrozumiałość mowy, m.in. przez zapewnienie odpowiedniej głośności. Są to częściowo sprzeczne wobec siebie wymagania. Ich spełnienie jest jednak możliwe, gdyż dobrą zrozumiałość mowy należy zapewnić na sąsiadujących stanowiskach pracy, natomiast maksymalne obniżenie zrozumiałości mowy dotyczy stanowisk pracy znajdujących się w większej odległości.

Reasumując, w otwartych pomieszczeniach do prac administracyjnych w bliskiej odległości od mówiącego trzeba zapewnić dobrą zrozumiałość mowy i duży poziom dźwięku mówiącego, natomiast w większej odległości poziomy te powinny być jak najmniejsze. W artykule omówiono kryteria oceny obiektywnej, dotyczące otwartych pomieszczeń do prac administracyjnych. Metody wyznaczania i wartości dopuszczalne stosowane w tych kryteriach określone są w PN-EN ISO 3382-3 [1]. Przedstawiono także przykład zastosowania tych kryteriów oceny do otwartego pomieszczenia do pracy administracyjnej.

Jednocześnie należy zaznaczyć, że oprócz rozpatrywanych w artykule kryteriów obiektywnych, istnieją subiektywne kryteria oceny jakości akustycznej pomieszczeń, takie jak intymność (parametr związany z wrażeniem wielkości wnętrza, wiąże się z różnicą czasu dotarcia dźwięku bezpośredniego i odbitego oraz poziomem głośności dźwięku), poufność (zapewnienie, aby mowa nie była rozumiana przez osoby, do których nie jest kierowana) itd. Parametry te związane są z parametrami obiektywnymi, szczególnie ze wskaźnikiem transmisji mowy STI (kryterium „zrozumiałość mowy zła” w tab. 1.) oraz odległością prywatności r_P .

Ocena właściwości akustycznych rozpatrywanych pomieszczeń nie jest celem samym w sobie – jest ona narzędziem stosowanym w procesie poprawy właściwości akustycznych pomieszczeń, której celem jest uzyskanie warunków akustycznych odpowiednich do czynności pracy. Poprawę tę realizuje się przez zastosowanie środków technicznych, takich jak stosowanie dźwiękochłonnych sufitów podwieszanych, materiałów dźwiękochłonnych na ścianach, wykładzin dźwiękochłonnych na podłodze, ekranów akustycznych między stanowiskami itd. Innym sposobem zapewnienia separacji akustycznej stanowisk pracy jest generowanie sygnałów maskujących (np. szum, dźwięki mowy).

Kryteria oceny właściwości akustycznych otwartych pomieszczeń do prac administracyjnych

Kryteria oceny otwartych pomieszczeń do prac administracyjnych podane są w nowo powstałej PN-EN ISO 3382-3 [1] oraz PN-EN 60268-16 [2]. W kryteriach tych stosuje się parametry:

- A. rozkład w pomieszczeniu wskaźnika transmisji mowy STI,
- B. odległość rozproszenia r_p ,
- C. odległość prywatności r_p ,
- D. poziom dźwięku A mowy w odległości 4 m od mówiącego,
- E. spadek poziomu dźwięku A mowy na podwojenie odległości od mówiącego.

Do wyznaczenia parametrów A, B, C konieczne jest określenie (najczęściej metodą pomiarową) wskaźnika transmisji mowy STI, a do wyznaczenia parametrów D, E poziomu dźwięku A mowy.

Wskaźnik transmisji mowy STI jest parametrem obiektywnym określającym subiektywną ocenę zrozumiałości mowy (tab. 1.). Jest on miarą opartą na ważonym udziale pewnej liczby pasm częstotliwości zawartych w zakresie częstotliwości sygnałów mowy. Udziały te są ustalane przy efektywnym stosunku sygnału do szumu, w którym można uwzględnić łącznie zniekształcenia w dziedzinie czasu, nieliniowości oraz hałas tła. Zniekształcenia w dziedzinie czasu (pogłos, echa) mogą obniżyć fluktuację sygnału mowy i zmniejszyć zrozumiałość. W procedurze określania STI jest to modelowane przez wyznaczenie funkcji przeniesienia modulacji dla zakresu odpowiednich częstotliwości obecnych w obwiedni sygnałów mowy naturalnej.

W obszarach, w których zrozumiałość mowy ma być zapewniona na poziomie dobrym, wartość tego wskaźnika powinna być większa od 0,6.

W otwartych pomieszczeniach do prac administracyjnych nie jest jednoznacznie określone, które dźwięki należy traktować przy ocenie subiektywnej jako sygnał (dźwięki pożądane), a które jako szum (niepożądane). Ze względu na specyfikę pracy oraz przyjętą metodykę pomiarów podaną w PN-EN ISO 3382-3 [1] można przyjąć, że pożądane są dźwięki mowy na sąsiednich stanowiskach pracy (konieczność komunikacji werbalnej), natomiast niepożądane wszystkie inne, w tym hałas od wyposażenia technicznego (wentylacji i klimatyzacji), hałas docierający z zewnątrz, ale także hałas rozmów z dalszych stanowisk pracy.

Rozkład wskaźnika transmisji mowy STI w pomieszczeniu (w szczególności istotny na stanowiskach pracy, na których komunikacja werbalna jest konieczna) określa się metodą interpolacji

Tabela 1. Zależność między wskaźnikiem transmisji mowy STI i zrozumiałością mowy wg PN-EN 60268-16 [2]

Table 1. The relation between speech transmission index (STI) and speech intelligibility according to PN-EN 60268-16 (2)

Zrozumiałość mowy	Zła	Niska	Średnia	Dobra	Doskonała
Wskaźnik transmisji mowy STI	0-0,3	0,3-0,45	0,45-0,6	0,6-0,75	0,75-1

Tabela 2. Poziom ciśnienia akustycznego emisji w odległości 1 m od źródła stosowanego jako źródło mowy (wg PN-EN ISO 3382-3 [1])

Table 2. Acoustic pressure's level of the noise emission in 1 m range from the source used as a speech source [in accordance to PN-EN ISO 3382-3 (1)]

Typ źródła	Poziom ciśnienia akustycznego emisji [dB]							Ważony A
	Częstotliwość [Hz]							
	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Kierunkowe	51,2	57,2	59,8	53,5	48,8	43,8	38,6	59,5
Wszekierunkowe	49,9	54,3	58,0	52,0	44,8	38,8	33,5	57,4

wyników pomiarów uzyskanych w węzłach siatki pomiarowej (metodą analogiczną do wyznaczania map hałasu).

Odległość rozproszenia r_p to taka odległość od mówiącego (pomiarowo wyznaczana od źródła dźwięku o widmie mowy), której wskaźnik transmisji mowy STI jest równy 0,5. Wyznacza się go z linii interpolacji liniowej wyników pomiarów wskaźnika transmisji mowy STI, określonych na prostej przechodzącej przez punkt, w którym znajduje się źródło dźwięku. Aby spełnione zostało kryterium dobrych właściwości akustycznych w otwartych pomieszczeniach do prac administracyjnych, wartość tego parametru powinna być mniejsza niż 5 metrów (wg PN-EN ISO 3382-3), [1].

Odległość prywatności r_p , wyznacza się podobnie, jak odległość rozproszenia r_p , z tą różnicą, że dla wartości wskaźnika transmisji mowy STI równego 0,2. W PN-EN ISO 3382-3 [1] nie określono wartości kryterialnej tego parametru dla otwartych pomieszczeń do prac administracyjnych. Z tego powodu można go stosować tylko jako parametr do porównywania pomieszczeń między sobą (lub sprawdzenia efektywności modyfikacji właściwości akustycznej pomieszczenia).

Poziom dźwięku A mowy w odległości 4 m od mówiącego $L_{p,A,5,4m}$ wyznacza się również z linii interpolacyjnej wyników pomiaru, ale parametru poziomu dźwięku A mowy (parametry źródła dźwięku mowy określone są w PN-EN ISO 3382-3 [1]). W odniesieniu do tego parametru stosuje się interpolację logarymiczną. Aby kryterium dobrych właściwości akustycznych dla otwartych pomieszczeń do prac administracyjnych zostało spełnione, wartość tego parametru powinna być mniejsza lub równa 48 dB (wg PN-EN ISO 3382-3 [1]). Parametr ten wyznacza się stosując specjalne źródło akustyczne o poziomach ciśnienia akustycznego podanych w tab. 2.

Spadek poziomu dźwięku A mowy na podwojenie odległości od mówiącego $D_{2,5}$ wyznacza się również z linii interpolacyjnej wyników pomiarów poziomu dźwięku A mowy (jak poziom dźwięku A mowy w odległości 4 m od mówiącego). Określa się go jako różnicę poziomu dźwięku A w odległości od źródła dźwięku 1 m oraz 2 m. Aby spełnić kryterium dobrych właściwości akustycznych w odniesieniu do otwartych pomieszczeń, wartość tego parametru powinna być większa bądź równa 7 dB (wg PN-EN ISO 3382-3), [1].

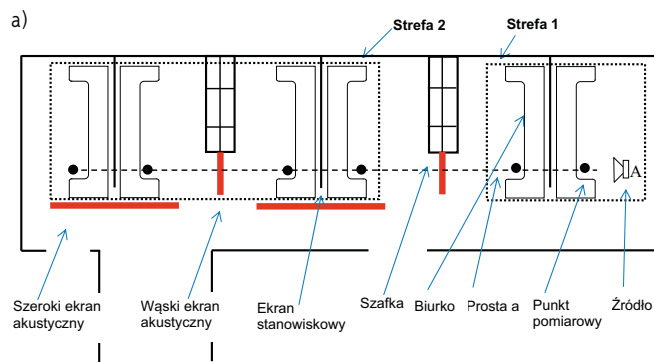
Określone kryteria oparte na parametrach B, C, D, E przytoczono z PN-EN ISO 3382-3 [1]. Trzeba jednakże zaznaczyć, że jest to norma nowa i z tego powodu jej autorzy w aneksie A podali, że istniejące otwarte pomieszczenia do prac administracyjnych

mają dużo słabsze warunki akustyczne, niż tam podane. Typowe wartości tych parametrów zawierają się w zakresach: spadek poziomu dźwięku A mowy na podwojenie odległości od mówiącego $D_{2,5} < 5-6$ dB [1,6,8], poziom dźwięku A mowy w odległości 4 m od mówiącego $L_{p,A,5,4m} > 49-50$ dB [1,6,8] i odległość rozproszenia $r_p > 9-10$ m [1,6-8], odległość prywatności $r_p > 20$ m [6,8]. Wszystkie te parametry określa się w wybranych arbitralnie punktach pomiarowych, znajdujących się w tych samych położeniach, co stanowiska pracy.

Parametry te wyznacza się z parametrów mierzonych wskaźnika transmisji mowy STI i poziomu dźwięku A mowy. Na wartości tych parametrów poza źródłem pomiarowym ma wpływ także tło akustyczne. Wynika z tego, że tło mogłoby wpływać na wartości rozpatrywanych parametrów. Prawdopodobnie dlatego w normie PN-EN ISO 3382-3 podano, iż pomiary wszystkich tych parametrów wykonuje się w czasie, gdy w pomieszczeniu nie ma pracowników [1]. Wówczas tło akustyczne jest znacznie mniejsze od mierzonego sygnału generowanego przez głośnik. Dlatego wartości mierzonych parametrów odnoszą się tylko do właściwości akustycznych pomieszczenia, a nie do dźwięków zakłócających. Wyjątkiem od tej reguły jest fakt, iż podczas pomiarów powinny być włączone źródła maskujące mowę (o ile takie są zastosowane). Są to źródła emitujące dźwięki (np. szum, mowa, muzyka), których zadaniem jest zmniejszenie zrozumiałości mowy w obszarach, w których nie powinna ona występować. Biorąc pod uwagę rozpatrywane parametry, źródła maskujące przede wszystkim wpływają na odległość prywatności r_p . Wynika to z faktu, że parametr ten odnosi się do największej odległości od źródła tj. do obszaru, w którym stosunek sygnału do szumu będzie najmniejszy. W rozpatrywanym przykładzie w pomieszczeniu nie stosowano źródła dźwięków zakłócających.

Przykład zastosowania kryteriów oceny

Badane pomieszczenie miało kubaturę 290 m³ (rys. 1.). Znajdowało się w nim 12 stanowisk pracy, parami oddzielonych od siebie ekranami stanowiskowymi. Na podłodze znajdowała się wykładzina dywanowa, zainstalowany był dźwiękochłonny sufit podwieszany, a na ścianach umieszczono kilka kasetonów z materiałem dźwiękochłonnym. Poza tym było tam stosunkowo dużo wyposażenia, w tym szafki z dokumentami, które również akustycznie należy traktować jako przeszkody w propagacji dźwięku. Poza ekranami stanowiskowymi znajdowały



Fot. Witold Mikulski

Rys. 1. Otwarte pomieszczenie do prac administracyjnych: a) rzut, b) widok
Fig. 1. Open administrative space: a) layout, b) view

wały się tam także 4 ekrany dźwiękochłonne (większa część ich powierzchni była pokryta materiałami dźwiękochłonnymi, rys. 1.)

Na rysunku 2a) podano rozkład wskaźnika transmisji mowy STI pomieszczenia jak na rys. 1. (dla porównania na rys. 2b) podano rozkład w pomieszczeniu wskaźnika transmisji mowy STI przed zastosowaniem dodatkowych ekranów akustycznych oznaczonych kolorem czerwonym na rys. 1.)

Na rysunkach 2a) i 2b) widać wyraźnie wpływ przeszkód w pomieszczeniu (szafek, ekranów stanowiskowych i ekranów akustycznych) na rozkład wskaźnika transmisji mowy STI. Porównując rozkłady tego wskaźnika na rysunkach 2a) i 2b), mimo stwierdzenia różnic można zauważyć, że nie przekraczają one wartości 0,03, a więc progę rozróżnienia subiektywnego zmniejszenia zrozumiałości mowy. Dlatego dalej w artykule omówiono wyniki badań z uwzględnieniem dodatkowych ekranów akustycznych.

Obserwując wartości wskaźnika transmisji mowy STI w funkcji odległości od źródła (rys. 2a) wyraźnie można zauważyć, że przeszkody mają istotny wpływ na niemonotoniczność wartości tego wskaźnika w funkcji odległości od źródła. Dlatego stosowanie interpolacji wskaźnika transmisji mowy STI i poziomu dźwięku A mowy funkcjami prostymi (liniową i logarytmiczną) nie jest w takich przypadkach najlepszym przybliżeniem. Jednakże metoda podana w normie PN-EN ISO 3382-3 jednoznacznie taką interpolację nakazuje i dlatego dalej jest stosowana [1]. Na akceptację takiego podejścia wpływa także fakt, że gdy konieczne jest uzyskanie jednoznacznej oceny, stosuje się zwykle ocenę jednowskaźnikową, w oparciu o jedną metodę niezależnie od przypadku. Mimo takiego podejścia trzeba zauważyć, że obserwowane zjawisko jest istotne, a wskazuje na fakt, że ekran akustyczny jest najbardziej skutecznym technicznie elementem

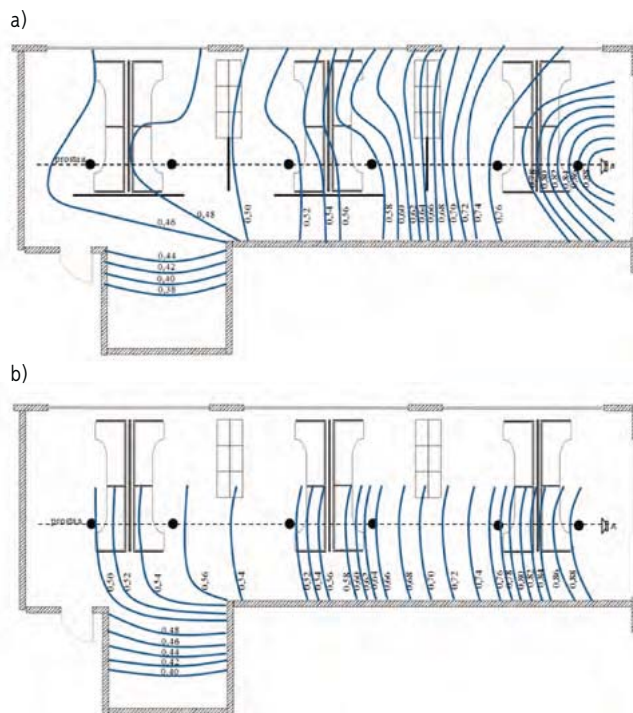
zmniejszającym na krótkim dystansie zrozumiałość mowy. Dlatego bez uwzględnienia go w rozpatrywanych pomieszczeniach prawdopodobnie nie będzie możliwe spełnienia podanych wyżej kryteriów.

W tab. 3. podano wyniki pomiarów parametrów B, C, D i E, zaś na rys. 3. podano wyniki pomiarów, linię regresji liniowej wartości wskaźnika transmisji mowy STI oraz zaznaczono dla wartości tego wskaźnika równych 0,5 i 0,2: odległość rozproszenia r_D i odległość prywatności r_p .

Na rys. 4. zamieszczono wyniki pomiarów, linię regresji logarytmicznej poziomu dźwięku A mowy oraz zaznaczona jest wartość poziomu dźwięku A mowy w odległości 4 m od mówiącego $L_{p,A,S,4m}$. Również na tym rysunku zaznaczono spadek poziomu dźwięku A mowy na podwojenie odległości od mówiącego $D_{2,5}$.

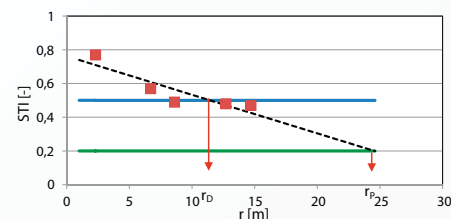
Podsumowanie

Zagadnienia jakości akustycznej pomieszczeń pracy w aspekcie prac wymagających koncentracji uwagi są dostrzegane w kraju od niedawna [5,8]. Wynika to prawdopodobnie z faktu, że dopiero w ostatnim czasie otwarte pomieszczenia do prac administracyjnych stały się popularne. W publikacjach dotyczących otwartych pomieszczeń do prac administracyjnych skupiano się na badaniach hałasu na stanowiskach pracy [9-10]. W ostatnim czasie pojawiły się publikacje dotyczące adaptacji akustycznej otwartych pomieszczeń do prac administracyjnych w aspekcie uzyskania dobrej zrozumiałości mowy, a jednocześnie zachowania prywatności [6-8]. Część z nich dotyczy określania właściwości akustycznych takich pomieszczeń metodami predykcji akustycznej (np. z wykorzystaniem programu ODEON). Jednakże ze względu na bardzo dużą liczbę elementów rozpraszających energię akustyczną, w dalszym ciągu najbardziej wiarygodna w określaniu właści-



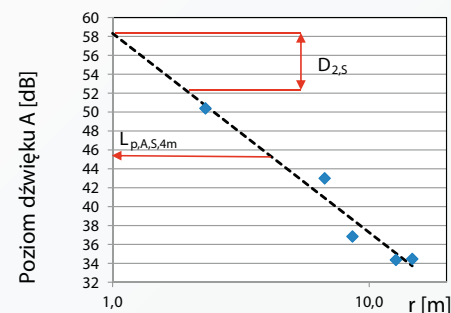
Rys. 2. Rozkład wskaźnika transmisji mowy STI w pomieszczeniu: a) – z dodatkowymi ekranami akustycznymi (rys. 1.), b) – bez uwzględnienia ekranów akustycznych

Fig. 2. Speech transmission index contexture indoors: a) – with additional acoustic screens (fig. 1.), b) – without acoustic



Rys. 3. Wyniki pomiarów wskaźnik transmisji mowy STI w odniesieniu do sytuacji jak na rys. 2 oraz sposób określenia wartości parametrów odległości rozproszenia r_D (wartość „r” w odniesieniu do STI = 0,5) oraz odległości prywatności r_p (wartość „r” w odniesieniu do STI = 0,2; linię przerywaną zaznaczono linię regresji liniowej)

Fig. 3. STI measurement results in relation to the situation shown in the fig. 2. as well as the way of dispersion range parameters determination r_D (“r” value in relation to STI equals 0.5) and also, the privacy range r_p (“r” value in relation to STI equals 0.2; the intermittent line was used to mark linear regression)



Rys. 4. Wyniki pomiarów poziomu dźwięku A mowy w odniesieniu do sytuacji jak na rys. 2 oraz sposób określenia wartości parametrów poziomu dźwięku A mowy w odległości 4 m od mówiącego $L_{p,A,S,4m}$ i spadku poziomu dźwięku A mowy na podwojenie odległości od mówiącego $D_{2,5}$; linię przerywaną zaznaczono regresję logarytmiczną)

Fig. 4. A sound level measurement results in relation to the situation shown in the fig. 2. as well as the way of A sound level of the speech in 4 m drop in the event of the range doubling from the source $D_{2,5}$; the intermittent line was used to mark logarithmic regression)

Tabela 3. Wyniki pomiarów parametrów stosowanych do oceny otwartego pomieszczenia do prac administracyjnych: odległości rozproszenia r_0 , odległości prywatności r_p , poziomu dźwięku A mowy w odległości 4 m od mówiącego $L_{p,A,S,4m}$, spadku poziomu dźwięku A mowy na podwojenie odległości od mówiącego $D_{2,5}$

Table 3. Results of parameters measurements used to evaluate an open administrative space: dispersion range r_0 , privacy range r_p , A sound level of the speech in 4 m range from the source $L_{p,A,S,4m}$, A sound level drop in the event of the range doubling from the source $D_{2,5}$

Parametr	Kryterium dobrych właściwości akustycznych pomieszczenia (wg PN-EN ISO 3382-3 [1])	Typowe wartości w istniejących pomieszczeniach (wg [1, 6-8])	Zmierzone wartości parametrów w rozpatrywanym pomieszczeniu
odległość rozproszenia r_0	$r_0 < 5$ m	$r_0 > 10$ m	11,4 m
odległość prywatności r_p	brak	$r_p > 20$ m	24,6 m
poziom dźwięku A mowy w odległości 4 m od mówiącego $L_{p,A,S,4m}$	$L_{p,A,S,4m} \leq 48$ dB	$L_{p,A,S,4m} > 50$ dB	45,6
spadek poziomu dźwięku A mowy na podwojenie odległości od mówiącego $D_{2,5}$	$D_{2,5} \geq 7$ dB	$D_{2,5} < 5$ dB	6,3

wości akustycznych jest metoda pomiarowa (wg PN-EN ISO 3382-3), [1].

W Polsce systematyczne badania otwartych pomieszczeń do prac administracyjnych prowadzone są od 2014 r. [5]. Ich ocena oparta jest na pięciu parametrach, do których wyznaczenia konieczny jest pomiar wskaźnika transmisji mowy STI oraz poziomu dźwięku A mowy.

Określone w PN-EN ISO 3382-3 [1] i PN-EN 60268-16 [2] kryteria oceny warunków akustycznych w istniejących otwartych pomieszczeniach do prac administracyjnych w większości przypadków nie są spełnione. Wskazuje to na brak dostosowania tych pomieszczeń do pełnionych w nich funkcji pracy. Również w podanym w artykule przykładzie spełnione było tylko kryterium w oparciu o parametr poziomu dźwięku A mowy w odległości 4 m od mówiącego $L_{p,A,S,4m}$. Trzeba jednakże zaznaczyć, że projektanci tego pomieszczenia próbowali uzyskać w nim właściwości akustyczne na wyższym poziomie, niż w innych tego typu pomieszczeniach (m.in. umieszczając na podłodze wykładzinę dywanową, instalując dźwiękochłonny sufit podwieszany, a także stosując ekrany akustyczne, z których ok. połowa pokrytych była dodatkowym materiałem dźwiękochłonnym). Mimo to wartości parametrów odległości rozproszenia r_0 i spadku poziomu dźwięku A mowy na podwojenie odległości od mówiącego $D_{2,5}$ nie spełniają wymienionych kryteriów, chociaż są typowe w otwartych pomieszczeniach do prac administracyjnych.

Wynika z tego, że w rozpatrywanym przypadku konieczne jest dalsze zwiększenie separacji akustycznej między stanowiskami pracy. Można z tego wysnuć także wniosek ogólny, że otwarte pomieszczenia do prac administracyjnych (pomieszczenia biurowe *open space*), chętnie stosowane przez pracodawców ze względu na wysoką wydajność pracy, wymagają stosowania specjalnych rozwiązań akustycznych, o bardzo dużej skuteczności pochłaniania dźwięku, ponieważ dopiero zastosowanie takich rozwiązań umożliwi zapewnienie pracownikom warunków pracy odpowiednich do realizowanych przez nich czynności pracy.

BIBLIOGRAFIA

- [1] PN-EN ISO 3382-3:2012 *Akustyka – Pomiar parametrów akustycznych pomieszczeń – Część 3: Pomieszczenia biurowe "open space"*
- [2] PN-EN 60268-16:2011 *Urządzenia systemów elektroakustycznych – Część 16: Obiektywna ocena zrozumiałości mowy za pomocą wskaźnika transmisji mowy*
- [3] Mikulski W., Jakubowska I. *Result of measurement Speech Transmission Index STI in open plan office*. Konferencja Inter Noise, USA 2015

[4] Bradley J. S., Bistafa S. R. *Relating speech intelligibility to useful-to-detrimental sound ratios*. "Journal of the Acoustical Society of America" 2002,112:27-29

[5] Mikulski W., Jakubowska I., Kozłowski J. *Badania propagacji dźwięku i metod kształtowania warunków akustycznych w pomieszczeniach do pracy wymagającej koncentracji uwagi*, Projekt nr II.P.13 etap I i II, 2014-2015 (w ramach Programu wieloletniego pn. *Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy III etap*, okres realizacji: lata 2014-2016, Część B: Program realizacji badań naukowych i prac rozwojowych)

[6] Rindel J. H., Christensen C. L. *Acoustical simulation of open-plan offices according to ISO 3382-3*. Konferencja Euronoise 2012, Czechy

[7] Rindel J.H. *Prediction of acoustical parameters for open plan offices according to ISO 3382-3*. Konferencja Acoustics 2012, Chiny

[8] Keränen J. *Measurement and Prediction of the Spatial Decay of Speech in Open-Plan Offices*, Aalto University Publication Series Doctoral Dissertations 23/2015

[9] Smagowska B., Mikulski W., Radosz J. *Ocena hałasu na wybranych stanowiskach pracy call center metodą pomiarów stanowiskowych oraz techniką MIRE*, „Bezpieczeństwo Pracy. Nauka i Praktyka” 2012,493,10:24-27

[10] Smagowska B. *Noise at workplaces in the call center "Archives of Acoustics"* 2010,35,2:253-264

Publikacja opracowana na podstawie wyników III etapu programu wieloletniego pn. „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy”, dofinansowanego w latach 2014-2016 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.

- aktualne brzmienie Umowy ADR z zaznaczeniem wprowadzanych zmian
- tworzenie, edycja i druk dokumentów przewozowych
- graficzne przedstawienie oznakowania pojazdów
- kalkulator wyłączeń
- nazwy przewozowe w wielu językach
- wzory list kontrolnych, sprawozdań rocznych
- odniesienie do klasyfikacji i oznakowania wg CLP
- instrukcje ratownicze

Osoba kontaktowa:

Anna Łuczak: +48 696 459 037

adrem@DGSA.info

Wersja demo: www.medistyl.pl/demo

MEDIS-ALARM

baza zawierająca szczegółowe informacje dla ponad 9 500 niebezpiecznych substancji chemicznych

- numery identyfikacyjne substancji CAS, WE, UN
- zharmonizowana klasyfikacja wg CLP
- właściwości fizykochemiczne
- dane toksykologiczne i ekotoksykologiczne
- instrukcje ratownicze ERG, ERIC
- pierwsza pomoc
- odniesienie do przepisów transportowych
- wartości najwyższych dopuszczalnych stężeń w miejscu pracy – unijne i lokalne