

CZAS POGŁOSU W POMIESZCZENIACH - WYMAGANIA

Leszek DULAK*, Michała MARCHACZ**,
Artur NOWOŚWIAT***, Rafał ŻUCHOWSKI****

* Politechnika Śląska, Katedra Procesów Budowlanych
ul. Akademicka 5, 44-100 Gliwice,
e-mail: leszek.dulak@polsl.pl

** Politechnika Śląska, Katedra Procesów Budowlanych
ul. Akademicka 5, 44-100 Gliwice,
e-mail: michal.marchacz@polsl.pl

*** Politechnika Śląska, Katedra Procesów Budowlanych
ul. Akademicka 5, 44-100 Gliwice,
e-mail: artur.nowoswiat@polsl.pl

**** Politechnika Śląska, Katedra Procesów Budowlanych
ul. Akademicka 5, 44-100 Gliwice,
e-mail: rafal.zuchowski@polsl.pl

Streszczenie: W artykule przedstawione zostaną wymagania dotyczące kształtowania warunków pogłosowych w pomieszczeniach. Wymagania te wynikają z nowelizacji rozporządzenia w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie z dnia 12 marca 2009 r. Przedstawione zostaną wyniki obliczeń czasu pogłosu dla przykładowych pomieszczeń przeznaczonych do odbioru mowy i porównane z wartościami optymalnymi zaproponowanymi w założeniach do normy PN-B-02151-4 [1].

Słowa kluczowe: fizyka budowli, czas pogłosu, wymagania akustyczne, budynek użyteczności publicznej.

1. WSTĘP

Wraz z nowelizacją rozporządzenia w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie z dnia 12 marca 2009 r. [3] obok wymagań dotyczących ochrony przed hałasem zewnętrznym, instalacyjnym oraz bytowym, którego źródłem są inni użytkownicy budynku, pojawiła się konieczność ograniczenia hałasu pogłosowego powstającego w wyniku odbić fal dźwiękowych od przegród ograniczających dane pomieszczenie - §323 ust.2. punkt 4. Oprócz tego wymagania określony został także postulat optymalnego kształtowania warunków pogłosowych w pomieszczeniach użyteczności publicznej, których funkcja związana jest z odbiorem mowy lub innych sygnałów akustycznych - §326 ust. 5. Sprostanie tym wymaganiom nie jest zadaniem

łatwym ze względu na brak polskiej normy, która dotyczy powyższego zakresu. W związku z zaistniałą sytuacją Zakład Akustyki ITB w ramach swojej działalności statutowej przedstawił założenia do normy PN-B-02151-4, która w przyszłości będzie zapewne przywołana w rozporządzeniu. W założeniach do normy [1] podobnie jak w rozporządzeniu autorzy założyli, że wymagania dotyczyć będą dwóch grup zagadnień; ograniczenia hałasu pogłosowego, poprzez określenie maksymalnego czasu pogłosu oraz kształtowania właściwych warunków pogłosowych, poprzez określenie optymalnego czasu pogłosu. Pierwsza grupa zagadnień dotyczy pomieszczeń, w których istotne jest jedynie ograniczenie poziomu hałasu, np. korytarze, klatki schodowe, sale przedszkolne itp. Do drugiej grupy pomieszczeń należy zaliczyć pomieszczenia, w których ważne jest uzyskanie odpowiednich warunków do komunikacji werbalnej, czy prowadzenia zajęć muzycznych np.: klasy szkolne, sale konferencyjne, sale do prezentacji słownych i audiowizualnych. Wymagania podane zostały dla środkowych częstotliwości pasm oktaowych w zakresie $125 \div 4000$ Hz. W związku z powyższym, o ile nie przekroczenie dopuszczalnej wartości czasu pogłosu, wydaje się zadaniem stosunkowo łatwym, przynajmniej dla większości typów pomieszczeń, o tyle zaprojektowanie pomieszczenia w którym czas pogłosu będzie mieścił się w granicach optymalnych (nie przekroczy maksimum dla częstotliwości niskich i jednocześnie nie będzie krótszy od wartości min. dla częstotliwości wysokich wydaje się zadaniem dużo bardziej ambitnym. W poniższym artykule autorzy pragną skupić się na analizie możliwości realizacji

wymagań związanych z optymalnym czasem pogłosu dla druzgiej grupy pomieszczeń.

2. CZAS POGŁOSU WG PN-EN 12354-6:2005

Norma PN-EN 12354-6:2005 opisuje model obliczeniowy służący do określania całkowitego równoważnego pola powierzchni dźwiękochłonnej lub czasu pogłosu zamkniętych przestrzeni w budynkach z wyłączeniem bardzo dużych lub nieregularnych pomieszczeń, takich jak sale koncertowe, teatry czy hale fabryczne. Obliczenia oparte są na danych pomiarowych charakteryzujących pochłanianie materiałów i obiektów. Czas pogłosu w myśl normy [4] jest określany na podstawie wzoru:

$$T = \frac{55,3}{c_0} \cdot \frac{V \cdot (1 - \Psi)}{A} \text{ dB} \quad (1)$$

gdzie:

V – objętość pustej przestrzeni zamkniętej (pomieszczenia), m³,

Ψ – frakcja obiektów,

c₀ – prędkość dźwięku w powietrzu, m/s (przyjęto c₀ = 345,6 m/s),

A - całkowite równoważne pole powierzchni dźwiękochłonnej w zamkniętej przestrzeni (w pomieszczeniu).

Całkowite równoważne pole powierzchni dźwiękochłonnej (całkowita chłonność akustyczna) pomieszczenia wyznaczone jest z zależności:

$$A = \sum_{i=1}^n \alpha_{s,i} \cdot S_i + \sum_{j=1}^o A_{obj,j} + \sum_{k=1}^p \alpha_{s,k} \cdot S_k + A_{air} \text{ dB} \quad (2)$$

gdzie:

n – liczba powierzchni i,

o – liczba obiektów j,

p – liczba układów obiektów k

Równoważne pole powierzchni dla pochłaniania przez powietrze wyznacza się z wzoru:

$$A_{air} = 4 \cdot m \cdot V \cdot (1 - \Psi) \text{ dB} \quad (3)$$

gdzie:

m – mocowy współczynnik pochłaniania w powietrzu, Np/m).

Frakcję obiektów wyznaczamy z wzoru:

$$\Psi = \frac{\sum_{j=1}^o V_{obj,j} + \sum_{k=1}^p V_{obj,k}}{V} \quad (4)$$

gdzie:

V_{obj,j} – objętość obiektu j, m³,

V_{obj,k} – objętość układu obiektów k, m³.

3. ZAŁOŻENIA DO NORMY PN-B-02151-4

Poniżej w tabeli 1, przedstawiono założenia do normy w zakresie dotyczącym wyłącznie kształtowania właściwych warunków pogłosowych, poprzez określenie optymalnego czasu pogłosu ze względu na zrozumiałość mowy lub odbiór dźwięków muzycznych [1].

Tabela 1. Wymagania dotyczące optymalnego czasu pogłosu w pomieszczeniach budynków użyteczności publicznej, zależnie od objętości pomieszczenia V [m³] wg [1].

Table 1. Requirements for optimal of reverberation time in rooms of public buildings, depending on the room volume V [m³] according to [1].

Lp.	Pomieszczenie	T optymalny [s]	Zakres tolerancji
1 ¹⁾	Klasy szkolne (z wyjątkiem klas do zajęć muzycznych), sale seminaryjne, sale posiedzeń, sale konferencyjne, sale do prezentacji słownych i audiowizualnych V = 30 ÷ 1000 m ³	T = 0,32 log V – 0,17	w przedziale 125 ÷ 4000 Hz wg tab. 2
2	Sale wykładowe, sale nagrań, zebrań, sale sądowe V = 30 ÷ 5000 m ³	T = 0,37 log V – 0,10	j. w.
3 ²⁾	Pomieszczenia do zajęć i ćwiczeń muzycznych, sale prób grup muzycznych i małych zespołów orkiestrowych V = 30 ÷ 1000 m ³	T = 0,45 log V + 0,07	w przedziale 125 ÷ 4000 Hz wg tab. 3
4 ²⁾	Sale gimnastyczne i pływalnie (bez dostępu publiczności) do prowadzenia zajęć dla 1 grupy uczestników V = 2000 ÷ 8500 m ³	T = 1,27 log V + 2,49	w przedziale 250 ÷ 2000 Hz z tolerancją ± 20%
5 ²⁾	Sale gimnastyczne i pływalnie (bez dostępu publiczności) do prowadzenia zajęć dla więcej niż 1 grupy uczestników V = 2000 ÷ 8500 m ³	T = 0,95 log V – 1,47	j. w.
6 ²⁾	Sale sportowe i pływalnie z dostępem publiczności V do 8500 m ³	T = 0,37 log V – 0,14	w przedziale 125 ÷ 4000 Hz wg tab. 2

¹⁾ W pomieszczeniach o objętości do 250 m³ przeznaczonych do nauki języków obcych lub do prowadzenia rozmów lub zajęć w językach obcych oraz w pomieszczeniach przeznaczonych do prowadzenia zajęć dla osób z ubytkami słuchu czas pogłosu w pasmach oktawowych – 250÷2000 Hz powinien być mniejszy o ok. 20% od wartości wyznaczonej ze wzoru. Do tych pomieszczeń nie odnoszą się dane zawarte w tablicy 1.

²⁾ W przypadku większych objętości pomieszczenia wartości czasu pogłosu wyznaczone na podstawie wzoru należy traktować jako kierunkowe.

Wartości optymalne czasu pogłosu przedstawione w tabeli 1 w pasmach oktawowych w określonych przedziałach częstotliwości, dotyczą pomieszczeń wykończonych i całkowicie zagospodarowanych, z ludźmi (przy 100% wypełnieniu ludźmi przewidzianym dla danego pomieszczenia w warunkach normalnego użytkowania); czas pogłosu w salach sportowych i pływalniach bez dostępu publiczności odnosi się do pomieszczeń z wyposażeniem, lecz bez ludzi. Wartość czasu pogłosu, przyjmowana ze względu na zrozumiałość mowy i odbiór dźwięków muzycznych, jest podana jako wartość optymalna, co oznacza, że faktyczny czas pogłosu pomieszczenia powinien odpowiadać tej wartości z dopuszczalnym odchyleniem $\pm (x, s)$ określonym przez stosunek T/T optymalne w odniesieniu do poszczególnych pasm oktawowych. Zakres tolerancji dotyczący omawianego zagadnienia przedstawiono w tablicach 2 i 3.

Tabela 2. Zakres tolerancji wartości czasu pogłosu wg tabeli 1 poz. 1, 2 i 6 wyrażony stosunkiem rzeczywistej lub prognozowanej wartości czasu pogłosu do wartości optymalnej [1].
Table 2. The tolerance values of reverberation time according to Table 1, pos. 1, 2 and 6, expressed as the ratio of real or calculated values of reverberation time by the optimal value [1].

Środkowa częstotliwość pasma oktawowego [Hz]	125	250, 500, 1000, 2000	4000
T/T optymalny	0,65÷1,2	0,8÷1,2	0,65÷1,2

Tabela 3. Zakres tolerancji wartości czasu pogłosu wg tabeli 1 poz. 3 wyrażony stosunkiem rzeczywistej lub prognozowanej wartości czasu pogłosu do wartości optymalnej [1].

Table 3. The tolerance values of reverberation time according to Table 1, pos. 3, expressed as the ratio of real or calculated values of reverberation time by the optimal value [1].

Środkowa częstotliwość pasma oktawowego [Hz]	125	250, 500, 1000, 2000	4000
T/T optymalny	1,0÷1,5	0,8÷1,2	0,65÷1,2

Podczas pomiarów kontrolnych czasu pogłosu w zrealizowanym obiekcie mogą wystąpić trudności związane z koniecznością całkowitego wyposażenia pomieszczeń czy wypełnienia ludźmi. W związku z powyższymi założeniami do normy [1] zakładają możliwość porównania wielkości mierzonej z wartościami czasu pogłosu obliczonymi bez uwzględnienia wyposażenia czy osób.

4. WYNIKI OBLICZEŃ CZASU POGŁOSU DLA PRZYKŁADOWYCH POMIESZCZEŃ

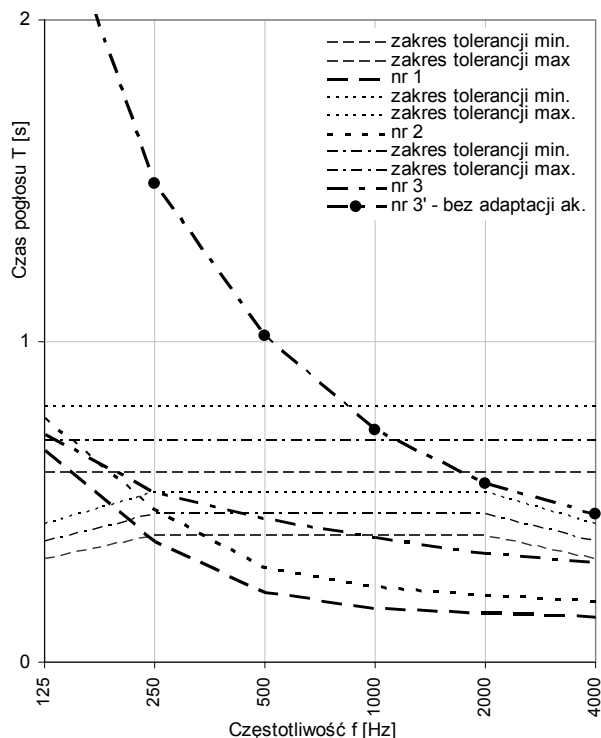
Poniżej przedstawiono wyniki obliczeń czasu pogłosu dla trzech przykładowych sal konferencyjnych. Przyjęte w obliczeniach rozwiązania materiałowe zgodne były ze specyfikacją z projektu architektonicznego. Dla sali nr 1 i 2 stanowiły dość typowe rozwiązania przyjmowane przez archi-

tektów na potrzeby adaptacji akustycznych tego rodzaju pomieszczeń. Dla sali nr 3 przyjęte rozwiązania podyktowane były specyficznym charakterem aranżacji wnętrza.

Sala nr 1: kubatura 116,9 m³, powierzchnia 39,0 m², wysokość 3,0 m. Ściany: żelbet, TOPAKUSTIK-eco 9/2 pustka 40mm / bez wełny min, wykładzina dywanowa, bez okien. Podłoga: wykładzina dywanowa, parkiet. Sufit: rockfon sonar dB 40, rockfon mono. Krzesła tapicerowane 43 sztuki.

Sala nr 2: kubatura 396,4 m³, powierzchnia 132,1 m², wysokość 3,0 m. Ściany: żelbet, silka, TOPAKUSTIK-eco 9/2 pustka 40mm / bez wełny min, wykładzina dywanowa, okna. Podłoga: wykładzina dywanowa, parkiet. Sufit: rockfon sonar dB 40, rockfon mono. Krzesła tapicerowane 111 sztuk.

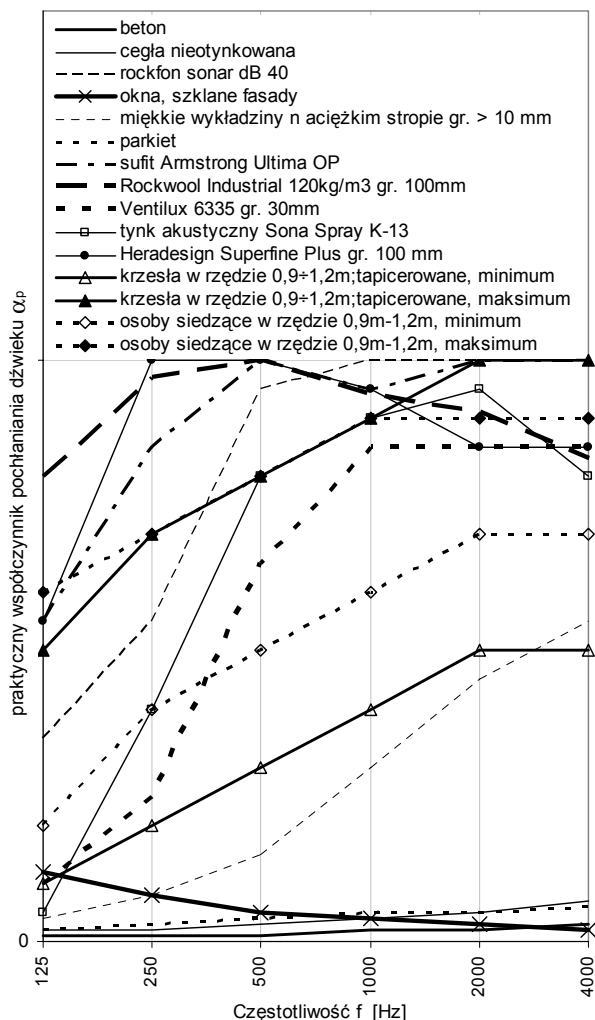
Sala nr 3: kubatura 216,6 m³, powierzchnia 54,8 m², wysokość 4,0 m. Ściany: żelbet, metal. Podłoga: żelbet. Sufit: żelbet, siatka cięto-ciągniona, Rockwool Industrial 120kg/m³ gr. 100mm. Krzesła tapicerowane 56 sztuk. Na rys. 1 przedstawiono wyniki obliczeń czasu pogłosu dla sal nr 1÷3 oraz zakres tolerancji optymalnej wartości czasu pogłosu, wynikający z założeń przedstawionych w tabeli 1, wiersz 2 oraz tabeli 2.



Rys. 1. Czas pogłosu obliczony dla sal nr 1÷3.
Fig. 1. The reverberation time calculated for the room No 1 to 3.

Na podstawie otrzymanych wyników prognozy czasu pogłosu należy stwierdzić, że dla żadnej z sal nie udało się osiągnąć optymalnych wartości czasu pogłosu. O ile dla częstotliwości 125 Hz możliwe jest zwiększenie chłonności akustycznej pomieszczenia tak aby czas pogłosu był krót-

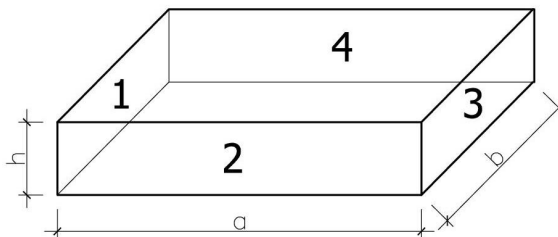
szy od wymaganego minimum to niestety dla pozostałych pasm oktawowych, dla tak zaprojektowanego pomieszczenia czas pogłosu osiąga zbyt niskie wartości. Oczywiście możliwe jest takie zaprojektowanie wnętrza pomieszczenia aby czas pogłosu był dłuższy i „zmieścił się” w określonym zakresie dla częstotliwości 1000÷4000 Hz, jednak wówczas niemożliwe jest osiągnięcie wymagań dla częstotliwości niskich. Rozwiązanie takie ilustruje wykres nr 3' (rys. 1) dotyczący sali nr 3 bez adaptacji akustycznej na suficie. Sytuacja ta wynika z charakterystyki dźwiękochłonnej materiałów budowlanych. Większość z nich charakteryzuje się znacznie wyższym pogłosem współczynnikiem pochłaniania dźwięku w zakresie częstotliwości średnich i wysokich od wartości współczynnika uzyskiwanych dla częstotliwości niskich. Na rys. 2 przedstawiono wartość praktycznego współczynnika pochłaniania dźwięku dla wybranych materiałów budowlanych.



Rys. 2. Współczynnik pochłaniania dźwięku wybranych materiałów budowlanych.

Fig. 2. The practical sound absorption coefficient some construction materials.

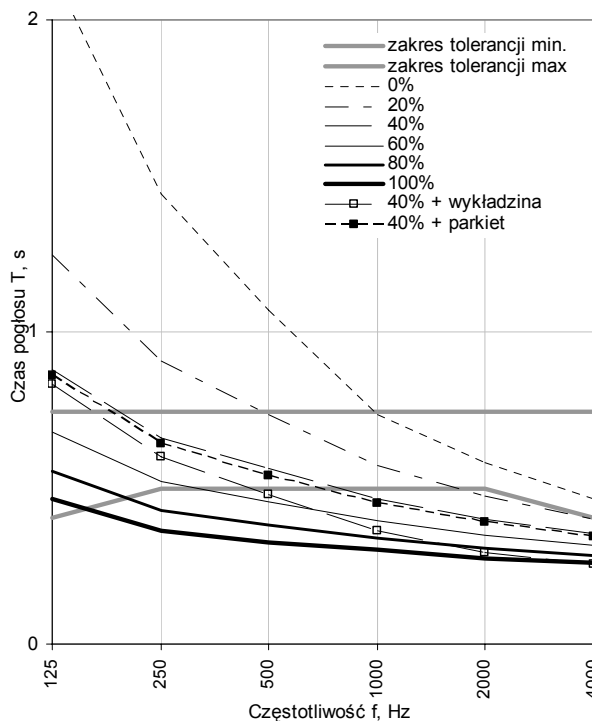
W celu zilustrowania możliwości realizacji wytycznych dotyczących optymalnego czasu pogłosu w pomieszczeniach wykonano obliczenia czasu pogłosu dla przykładowej sali konferencyjnej o wymiarach $a \cdot b \cdot h = 6 \cdot 10 \cdot 3\text{m}$ ($V=180\text{ m}^3$). Schemat przyjętego pomieszczenia pokazano na rys. 3.



Rys. 3. Schemat sali konferencyjnej.

Fig. 3. The schematic boardroom.

Przyjęto następujące założenia materiałowe: podłoga oraz ściany 1, 2, i 3- żelbet, ściana nr 4 - szklana fasada, sufit - żelbet. Kolejne wykresy dotyczą sytuacji w której część sufitu (kolejno: 20, 40, 60, 80 i 100% powierzchni) pokryta została materiałem pochłaniającym w postaci wełny skalnej gr. 100 mm (rozwiązanie teoretyczne, przyjęte za względu na dobre właściwości dźwiękochłonne na niskich częstotliwościach).



Rys. 4. Czas pogłosu obliczony w zależności od powierzchni adaptacji akustycznej na suficie i od rodzaju podłogi.

Fig. 4. The reverberation time calculated based on surface acoustic adaptation on the ceiling and the type of flooring.

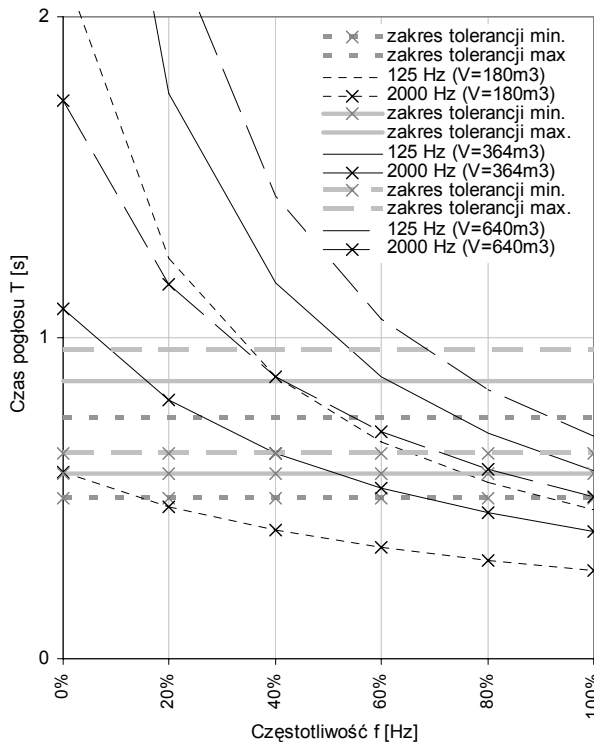
Na podstawie przedstawionych na rys. 4 wartości czasu pogłosu, stwierdzić należy, że nie udało się dla przyjętych

założeń geometrycznych i materiałowych uzyskać rozwiązania, które spełniałyby założone wymagania w zakresie częstotliwości 125÷4000 Hz. Dodatkowo dla wariantu polegającego na pokryciu 40 % powierzchni sufitu materiałem pochłaniającym, który to wariant najbliższy jest wartości optymalnej czasu pogłosu, sprawdzono czas pogłosu przy pokryciu podłogi wykładziną dywanową miękka oraz parkietem. Korzystniejszy efekt uzyskano dla wierzchniej warstwy podłogowej w postaci parkietu, gdyż wykładzina dywanowa powoduje dodatkowe obniżenie wartości czasu pogłosu dla średnich i wysokich częstotliwości. Należy stwierdzić również, że celem spełnienia wymagań konieczne jest uzyskanie spłaszczonej charakterystyki czasu pogłosu. Spłaszczenie takie uzyskano w przypadku pokrycia wełną skalną znaczącej części sufitu (80÷100%), jednakże równocześnie, uzyskany czas pogłosu były zbyt krótki dla większości pasm z zakresu 125÷4000 Hz. Powyższe wnioski dotyczą tylko i wyłącznie sali o parametrach geometrycznych podanych wcześniej (kubatura 180 m³). W celu uogólnienia wniosków na szerszą grupę pomieszczeń wykonano obliczenia czasu pogłosu dla kolejnych przypadków:

$$a \cdot b \cdot h = 8 \cdot 13 \cdot 3,5\text{m} (V=364 \text{ m}^3),$$

$$a \cdot b \cdot h = 10 \cdot 16 \cdot 4,0\text{m} (V=640 \text{ m}^3).$$

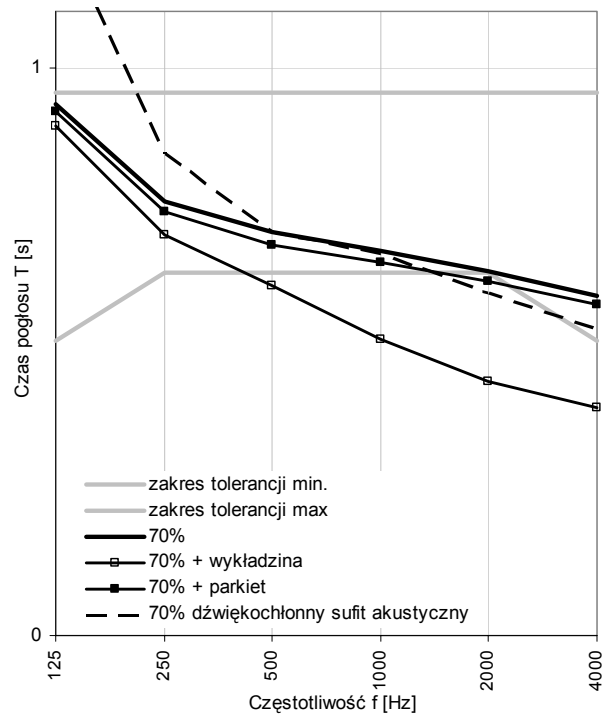
Wyniki obliczeń przedstawiono w postaci wykresu na rys. 5.



Rys. 5. Czas pogłosu dla częstotliwości 125 i 2000 Hz, obliczony dla sal o różnej kubaturze w zależności od powierzchni adaptacji akustycznej na suficie.

Fig. 5. The reverberation time depending on surface acoustic adaptation on the ceiling for frequencies 125 and 2000 Hz, calculated for the rooms of varying volume.

Pokazano na nim wartość czasu pogłosu dla sal konferencyjnych o kubaturze 180, 364 i 640 m³ w zależności od przyjętego procentowego udziału adaptacji akustycznej w powierzchni sufitu. Dla pozostałych powierzchni przegród przyjęto rozwiązania materiałowe jak w wariantcie przedstawionym na rys. 3. Na rys. 5 pokazano wyłącznie wartości dla częstotliwości 125 i 2000 Hz (analizując rys. 4 należy stwierdzić, że jeżeli spełnione będą wymagania dla tych pasm, wówczas również dla pozostałych częstotliwości wymagania będą zachowane). Warunek taki występuje wyłącznie dla największej z rozpatrywanych sal, sali o kubaturze 640 m³ i przypadku pokrycia 70% powierzchni sufitu, wełną skalną gr. 10 cm (wartość wyznaczona z rys. 5 za pomocą interpolacji liniowej). Dla takiego rozwiązania, czas pogłosu pokazano na rys. 6. Dodatkowo przedstawiono na nim wariant dotyczący obliczeń wykonanych dla warstwy wierzchniej podłogowej w postaci wykładziny dywanowej miękkiej, parkietu oraz systemowego dźwiękochłonnego sufitu podwieszonego na siedemdziesięciu procentach powierzchni stropu.



Rys. 6. Czas pogłosu obliczony dla sali o kubaturze 640 m³ z adaptacją akustyczną na 70 % powierzchni sufitu.

Fig. 6. The reverberation time calculated for the hall with a capacity of 640 m³ with acoustic adaptation to the 70% ceiling surface.

Na powyższym wykresie widać, że przy pokryciu siedemdziesięciu procent powierzchni sufitu wełną skalną gr. 10

cm, dla całego analizowanego zakresu częstotliwości 125÷4000 Hz, wymagania [1] są spełnione. Zamiana warstwy wierzchniej podłogi na parkiet powoduje niewielki spadek czasu pogłosu, który wystarcza jednak aby jego wartość spadła poniżej wymaganego minimum (częstotliwość 2000 Hz). Rozwiązanie alternatywne w postaci wykładziny dywanowej jeszcze w większym stopniu przyczynia się do pogorszenia parametrów pogłosowych pomieszczenia, powodując skrócenie czasu pogłosu poniżej wymaganego minimum dla częstotliwości za zakresu 500÷4000 Hz. Również zastosowanie na powierzchni stropu, rozwiązania o gorszych parametrach dźwiękochłonnych niż wełna skalna, szczególnie dla niskich częstotliwości, powoduje przekroczenie wymaganych wartości czasu pogłosu. Ilustruje to krzywa wartości czasu pogłosu dla stropu z systemowym sufitem dźwiękochłonnym na 70 % powierzchni. Rozwiązanie takie skutkuje przede wszystkim wydłużeniem czasu pogłosu powyżej wymaganego maksimum dla częstotliwości 125 Hz.

5. WNIOSKI

Na podstawie obliczeń czasu pogłosu w pomieszczeniach i analizy przeprowadzonej na ich podstawie sformułowano następujące wnioski.

Wymagania przedstawione w artykule [1], stanowiące propozycję normalizacji czasu pogłosu w pomieszczeniach stawiają projektanta przed koniecznością dokładniejszej analizy przyjmowanych rozwiązań. Dotychczasowe podejście polegające w większości przypadków na pokryciu jak największej powierzchni przegród materiałem dźwiękochłonnym, nie prowadzi do spełnienia wymagań [1]. W celu „zbliżenia się” do wartości czasu pogłosu spełniających przytoczone w artykule kryteria, konieczne jest dobranie materiału dźwiękochłonnego o bardzo wysokiej dźwiękochłonności w szerokim zakresie częstotliwości, począwszy od 125 i 250 Hz. Wielkość powierzchni, pokrytej materiałem dźwiękochłonnym musi być określona obliczeniowo, tak aby nie doprowadzić do zbytniego „wygłuszenia” pomieszczenia. W przypadku powierzchni podłogowych oraz ściennych, na których nie stosujemy specjalnych materiałów dźwiękochłonnych, korzystniejsze jest stosowanie powierzchni odbijających, celem uniknięcia sytuacji, w której dodatkowo zwiększona zostanie chłonność akustyczna pomieszczenia w zakresie średnich i wysokich częstotliwości, bez równoczesnego zwiększenia chłonności akustycznej dla częstotliwości najniższych. Pomimo spełnienia wymienionych warunków spełnienie kryteriów zawartych w wytycznych [1] dla wielu przypadków pomieszczeń może okazać się niemożliwe. Dotyczy to w szczególności pomieszczeń o niewielkiej kubaturze, gdzie nie jest możliwe „spłaszczenie” wykresu czasu pogłosu w funkcji częstotliwości, tak aby wartości dla częstotliwości 125 Hz były tylko 1,5 razy większe od wartości dla 2000 Hz (założenia dotyczące optymalnego T optymalne [1]).

Prace nad projektem normy dotyczącej normowania wartości czasu pogłosu w pomieszczeniach nadal trwają. W świetle przedstawionych w artykule, obiektywnych trudności w kształtowaniu parametrów pogłosowych pomieszczeń zgodnie z proponowanymi wytycznymi, wydaje się konieczne wprowadzenie zmian do przedstawionych założeń tak, aby umożliwić spełnienie wymagań poprzez stosowanie systemowych rozwiązań i materiałów, dedykowanych do tych celów.

THE REVERBERATION TIME IN ROOMS - REQUIREMENTS

Summary: This paper will present the requirements for the formation conditions of reverberation in rooms. These requirements result from the amendment to the Regulation on technical conditions to be met by buildings and their location on 12 March 2009. Will present the results of calculations of the reverberation time for the example of spaces available for the reception of speech and compared with the optimal values suggested assumed in the standard PN-B-02151-4 [1].

Literatura

- [1] Szudrowicz B.: Normowanie wartości czasu pogłosu w pomieszczeniach – założenia do normy. „Materiały Budowlane”, 8’2009, nr 444, str. 9 – 12.
- [2] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [Dz. U. 2002 Nr 75, poz. 690].
- [3] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 12 marca 2009 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [Dz. U. 2009 Nr 56 poz. 461].
- [4] PN-EN 12354 – 6: 2005: Akustyka Budowlana. Określenie właściwości akustycznych budynków na podstawie właściwości elementów. Część 6. Pochłanianie dźwięku w pomieszczeniach.