

BADANIA I STUDIA – RESEARCH AND STUDIES

Barbara Szudrowicz*

ANALIZA SPOSOBU SFORMUŁOWANIA WYMAGAŃ DOTYCZĄCYCH IZOLACYJNOŚCI AKUSTYCZNEJ PRZEGRÓD ZEWNĘTRZNYCH

Ściana zewnętrzna jest elementem ochrony budynku przed przenikaniem do pomieszczeń hałasu zewnętrznego. Wymagana izolacyjność akustyczna ściany zewnętrznej jest uzależniona zarówno od przyjętych wartości dopuszczalnego poziomu hałasu w pomieszczeniu, jak i od poziomu hałasu występującego na zewnątrz budynku. Duży wpływ na kształt związku między tymi wielkościami ma rodzaj wskaźników stosowanych do określania poziomu hałasu w środowisku. W artykule poddano analizie zależności między różnymi rodzajami wskaźników oceny hałasu zewnętrznego, uwzględniając przede wszystkim wskaźniki wykorzystywane do ustalania wymaganej izolacyjności akustycznej ścian zewnętrznych według PN-B-02151-3:1999 i nowe wskaźniki, wprowadzone obecnie do przepisów dotyczących oceny hałasu środowiskowego. W wyniku tej analizy przedstawiono propozycje nowych wymagań w stosunku do izolacyjności akustycznej ścian zewnętrznych, które będą mogły być uwzględnione przy nowelizacji PN-B-02151-3:1999.

1. Wprowadzenie

Od 2006 r. w Zakładzie Akustyki Instytutu Techniki Budowlanej prowadzone są prace związane z przewidywaną nowelizacją PN-B-02151-3:1999 *Akustyka. Ochrona przed hałasem w budynkach. Izolacyjność akustyczna przegród w budynkach i izolacyjność akustyczna elementów budowlanych*** . Prace wykonane w roku 2006 dotyczyły zagadnienia sposobu formułowania wymagań w stosunku do izolacyjności akustycznej przegród wewnętrznych. Poddano analizie dwa podstawowe modele występujące w normalizacji państw europejskich – jeden podający wymagania w odniesieniu do izolacyjności akustycznej przegrody wewnętrznej w budynku, drugi odnoszący wymagania do izolacyjności akustycznej między pomieszczeniami wyrażonej za pomocą wzorcowej różnicy poziomu ciśnienia akustycznego. Materiały te przedstawiono w artykule pt. „Analiza pa-

* dr hab. inż. – Zakład Akustyki ITB

** Temat badawczy nr NA-56: Nowe zasady formułowania wymagań akustycznych w stosunku do budynku. Założenia do nowelizacji normy PN-B-02151-3:1999

parametrów oceny izolacyjności akustycznej przegród wewnętrznych” opublikowanym w numerze 4(140) Kwartalnika ITB z 2006 r. [1].

Wymagania dotyczące izolacyjności akustycznej przegród zewnętrznych są przedmiotem prac prowadzonych w bieżącym roku. Poddano analizie obecną normę z 1999 r., określając zalety i wady przyjętego w niej sposobu formułowania wymagań na tle sposobów podejścia do tych zagadnień, które występują w normach różnych państw europejskich. Odniesiono się także do zagadnienia dotyczącego wpływu zmian wskaźników stosowanych do określania poziomu hałasu w środowisku na sposób ustalania wymaganej izolacyjności akustycznej przegród zewnętrznych. Dotyczy to zarówno normalizacji krajowej, jak i przeanalizowanych norm państw europejskich.

2. Charakterystyka sposobu sformułowania w PN-B-02151-3:1999 wymagań dotyczących izolacyjności akustycznej przegród zewnętrznych

W normie PN-B-02151-3:1999 wartość wymaganej izolacyjności akustycznej przegród zewnętrznych jest uzależniona od poziomu hałasu występującego na zewnątrz budynku oraz od przeznaczenia budynku i funkcji jego poszczególnych pomieszczeń. Poziom hałasu zewnętrznego, zdefiniowany jako poziom miarodajny do wyznaczania wymaganej izolacyjności akustycznej przegrody zewnętrznej, określa się za pomocą różnych wskaźników w zależności od źródła hałasu, i tak:

a) w przypadku hałasu pochodzącego od wszystkich źródeł, z wyjątkiem ruchu lotniczego (starty, lądowania, przeloty samolotów) określa się:

- w odniesieniu do pory dziennej: jako równoważny poziom dźwięku A z 8 najniekorzystniejszych godzin – między godz. 6^{00} a 22^{00} , $L_{Aeq,8h}$

- w odniesieniu do pory nocnej: jako równoważny poziom dźwięku A z 1 najniekorzystniejszej godziny – między godz. 22^{00} a 6^{00} , $L_{Aeq,1h}$

b) w przypadku hałasu pochodzącego od ruchu lotniczego (starty, lądowania, przeloty samolotów) określa się:

- w odniesieniu do pory dziennej: jako równoważny poziom dźwięku A z 16 godzin, między godz. 6^{00} a 22^{00} , $L_{Aeq,16h}$, przy czym w sposób podany w normie uwzględnia się także poziomy maksymalne,

- w odniesieniu do pory nocnej: jako równoważny poziom dźwięku A z 8 godzin między godz. 22^{00} a 6^{00} , $L_{Aeq,8h}$, przy czym w sposób podany w normie uwzględnia się także poziomy maksymalne.

Przy definiowaniu w normie pojęcia „miarodajny poziom hałasu” uwzględniono wyniki badań (różnych ośrodków) dotyczące wpływu hałasu na zdrowie oraz subiektywnego odbioru hałasu zewnętrznego przez ludzi przebywających w pomieszczeniach. Dane te omówiono w pracy [2].

Wymaganą izolacyjność akustyczną przegród zewnętrznych przedstawiono w normie w formie stabelaryzowanej, przyjmując wskaźniki według PN-EN ISO 717-1:1999 uwzględniające widmo hałasu zewnętrznego, tj. wskaźniki R_{A2} i R_{A1} . Nie zostało to podane w normie, ale wymagane wartości wskaźników wyznaczono ze wzoru

$$R'_{A2}(R'_{A1})_{wymagane} \geq L_{A\ zewn} - L_{A\ dop} + 10 \lg \frac{S}{A} + 3\ \text{dB} \quad (1)$$

gdzie: $L_{A\ zewn}$ – określony za pomocą konkretnego wskaźnika poziom hałasu na zewnątrz danego fragmentu elewacji budynku, dB,
 $L_{A\ dop}$ – określony za pomocą takiego samego wskaźnika dopuszczalny poziom hałasu zewnętrznego przenikającego do pomieszczenia, dB,
 S – całkowita powierzchnia przegrody zewnętrznej pomieszczenia, m²,
 A – chłonność akustyczna pomieszczenia, m².

Poziom $L_{A\ dop}$ przyjęto z PN-87/B-02151/02, jak dla poziomu hałasu przenikającego do pomieszczenia od wszystkich źródeł znajdujących się poza pomieszczeniem, natomiast 3 dB stanowi poprawkę wynikającą z faktu, że hałas zewnętrzny w pomieszczeniu nie jest jedynym hałasem przenikającym do pomieszczenia. Podany wzór (bez poprawki 3 dB) jest zgodny ze wzorem zawartym w PN-EN ISO 140-5:1999, określającym izolacyjność akustyczną okna wyznaczoną na podstawie pomiarów w budynku przy wykorzystaniu hałasu zewnętrznego jako sygnału pomiarowego.

Przy wyznaczaniu wymaganej izolacyjności akustycznej według wzoru (1) przyjęto $S/A = 1$ oraz dopuszczalne poziomy hałasu według normy z 1987 r., przykładowo w pokojach w budynkach mieszkalnych:

- w odniesieniu do dnia: $L_{Aeq,8h} = 40\ \text{dB}$,
- w odniesieniu do nocy: $L_{Aeq,1h} \approx L_{Aeq,1/2h} = 30\ \text{dB}$.

Zróżnicowanie w PN-87/B02151/02 wartości dopuszczalnego poziomu hałasu w pomieszczeniu w zależności od funkcji danego pomieszczenia doprowadziło do analogicznego zróżnicowania wymaganej izolacyjności akustycznej przegrody zewnętrznej.

Należy zauważyć, że w przypadku hałasu drogowego poziomy dopuszczalne w pomieszczeniu według PN-87/B-02151/02 i miarodajne poziomy hałasu zewnętrznego według PN-B-02151-3:1999 odnoszą się do takich samych wskaźników, natomiast w przypadku hałasów lotniczych są różne. W zakresie hałasu lotniczego wystąpiły więc między tymi normami niezgodności.

Za wady obecnego sformułowania w PN-B-02151-3:1999 wymagań dotyczących izolacyjności akustycznej przegród zewnętrznych należy uznać:

1. Brak powiązania wskaźników oceny hałasu zewnętrznego traktowanych jako wartości miarodajne do wyznaczania izolacyjności akustycznej przegród zewnętrznych i okien ze wskaźnikami oceny hałasu zewnętrznego przyjętymi obecnie w przepisach dotyczących ochrony przed hałasem. Rozbieżność ta pogłębiła się w ostatnim okresie w związku ze zmianą rozporządzenia Ministra Środowiska w sprawie dopuszczalnego poziomu hałasu w środowisku (z dnia 14 czerwca 2007 r.) [3].

2. Uzależnienie wartości wymaganej izolacyjności akustycznej przegrody zewnętrznej nie od konkretnej wartości poziomu hałasu zewnętrznego, a od klasy akustycznej terenu określonej przedziałem miarodajnego poziomu dźwięku A o szerokości 5 dB. Powoduje to obowiązek przyjęcia takich samych wymagań akustycznych w stosunku do ściany zewnętrznej przy zróżnicowanym poziomie hałasu w granicach 5 dB. Ponieważ wymagania zostały dostosowane do wartości poziomu hałasu zewnętrznego stanowiącego górną granicę danej klasy akustycznej terenu, prowadzi to w wielu przypadkach do zawyżenia wymaganej izolacyjności akustycznej okien. W ramach tej samej klasy

akustycznej terenu obliczeniowe wartości L_{Aeq} , na przykład w pokoju w budynku mieszkalnym wynoszą w ciągu dnia $L_{Aeq,8h} = (32-37)$ dB, zaś w ciągu nocy $L_{Aeq,1h} = (22-27)$ dB wobec przyjętych wartości dopuszczalnych odpowiednio 37 dB i 27 dB.

Rozbieżności między PN-B-02151-3:1999 i PN-87/B-02151/02 mogą być pominięte, bowiem norma z 1987 r. będzie nowelizowana i prawdopodobnie zostaną z niej usunięte wartości dopuszczalnego poziomu dźwięku pochodzącego od wszystkich źródeł jako wartości, których nie można poddać kontroli ze względu na niesprecyzowane źródła.

3. Przegląd wskaźników stosowanych do charakterystyki hałasu występującego w środowisku zewnętrznym

Istotny wpływ na sposób formułowania wymagań i ustalania (na podstawie normy) wymaganej izolacyjności akustycznej przegrody zewnętrznej ma rodzaj wskaźników stosowanych w ocenie hałasu zewnętrznego. W tym zakresie występuje bardzo duże zróżnicowanie.

W dyrektywie UE dotyczącej ochrony środowiska przed hałasem przyjmuje się poziom długotrwały (uśredniony w przekroju rocznym):

a) w odniesieniu do doby – poziom dziennie-wieczorno-nocny L_{DWN} wyrażony wzorem

$$L_{DWN} = 10 \lg \left(\frac{12}{24} 10^{0,1L_D} + \frac{4}{24} 10^{0,1(L_W + 5)} + \frac{8}{24} 10^{0,1(L_N + 10)} \right), \text{ dB} \quad (2)$$

gdzie: L_D – długookresowy średni (równoważny) poziom dźwięku A wyznaczony w ciągu wszystkich pór dnia w okresie roku (dzień: $6^{00} - 18^{00}$),

L_W – długookresowy średni (równoważny) poziom dźwięku A wyznaczony w ciągu wszystkich pór wieczoru w okresie roku (wieczór: $18^{00} - 22^{00}$),

L_N – długookresowy średni (równoważny) poziom dźwięku A wyznaczony w ciągu wszystkich pór nocy w okresie roku (noc: $22^{00} - 6^{00}$);

b) w odniesieniu do nocy – długookresowy średni (równoważny) poziom dźwięku A wyznaczony w ciągu wszystkich pór nocy w okresie roku (noc: $22^{00} - 6^{00}$).

W rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007 r. [2] przyjęto dwa rodzaje kryteriów oceny hałasu w środowisku zewnętrznym, w zależności od celu oceny:

- ustalenie i kontrola warunków korzystania ze środowiska w odniesieniu do jednej doby,
- prowadzenie długookresowej polityki w zakresie ochrony przed hałasem.

Kontrola korzystania ze środowiska w odniesieniu do jednej doby uwzględnia dopuszczalny poziom hałasu odrębnie w ciągu dnia między godzinami 6^{00} i 22^{00} (oznaczenie w rozporządzeniu: L_{AeqD}) i nocy między godzinami 22^{00} i 6^{00} (oznaczenie w rozporządzeniu: L_{AeqN}), przy czym w przypadku hałasu drogowego, kolejowego oraz lotniczego poziom równoważny w ciągu dnia odnosi się do 16 godzin, tj. $L_{Aeq,16h}$, natomiast w ciągu nocy do 8 godzin, tj. $L_{Aeq,8h}$. W przypadku hałasu od pozostałych źródeł – poza hałasem lotniczym (najczęściej jest to hałas przemysłowy) poziom równoważny w ciągu dnia odnosi się do 8 najniekorzystniejszych godzin, tj. $L_{Aeq,8h}$, natomiast w ciągu nocy do 1 najniekorzystniejszej godziny, tj. $L_{Aeq,1h}$.

W prowadzonej długookresowej polityce w zakresie ochrony przed hałasem uwzględnia się poziomy według dyrektywy UE, tj. długookresowy poziom dziennie-wieczornonocny L_{DWN} oraz długookresowy poziom nocny L_N .

W normach wielu państw europejskich [4–10], odnoszących się między innymi do wymaganej izolacyjności akustycznej przegród zewnętrznych, stosuje się: równoważny poziom dźwięku A z 16 godzin dnia, tj. $L_{Aeq,16h}$, z 8 godzin nocy, czyli $L_{Aeq,8h}$ oraz poziom równoważny w ciągu całej doby, tj. $L_{Aeq,24h}$. Okres dnia / nocy przyjmowany jest albo tak, jak w dokumentach polskich: dzień $6^{00} - 22^{00}$, noc $22^{00} - 6^{00}$, lub z przesunięciem godzinowym, tj. odpowiednio $7^{00} - 23^{00}$ i $23^{00} - 7^{00}$. Zdarza się, że ocena hałasu przemysłowego odnosi się odrębnie do pory dziennej $6^{00} - 18^{00}$, wieczornej $18^{00} - 22^{00}$ i nocnej $22^{00} - 6^{00}$ (Islandia) lub do rzeczywistego czasu działania przy uwzględnieniu poziomów maksymalnych (Szwecja).

4. Synteza przeglądu przepisów normowych różnych państw dotyczących sposobu formułowania wymagań względem izolacyjności akustycznej przegrody zewnętrznej w budynku

W przeglądzie przepisów normowych różnych państw uwzględniono następujące normy: ÖNORM B 8115-1:2002 (Austria), DS 490:2001 (Dania), SFS 5907:2004 (Finlandia), DIN 4109:1989 (Niemcy), NS 8175:1997 (Norwegia), SS 25267:2004 (Szwecja) oraz normę polską PN-B-02151-3:1999 [4–10].

W normach tych można wyróżnić dwa zasadnicze sposoby formułowania wymagań:

- podanie w formie tabelarycznej wymaganej izolacyjności akustycznej przegrody zewnętrznej w zależności od poziomu hałasu zewnętrznego (z podziałem terenu na klasy akustyczne) i funkcji pomieszczeń w budynku (Polska, Austria, Niemcy),
- określenie dopuszczalnego poziomu hałasu zewnętrznego przenikającego do pomieszczeń (w zależności od przeznaczenia budynku i funkcji pomieszczeń w budynku) i postawienie wymagania stanowiącego, że izolacyjność akustyczna przegrody zewnętrznej musi być na tyle duża, aby poziom hałasu zewnętrznego w pomieszczeniu przy zamkniętych oknach nie przekroczył wartości dopuszczalnych; niektóre normy podają wzór umożliwiający wyznaczenie wartości wymaganej izolacyjności akustycznej (normy fińska i szwedzka), inne poprzestają na tym ogólnym stwierdzeniu (normy duńska, islandzka, norweska).

Oprócz podstawowego podziału na dwie zasadniczo różne koncepcje ujmowania w normach wymagań w stosunku do izolacyjności akustycznej przegród zewnętrznych istnieje szereg cech wspólnych, ale także różnicujących podejście poszczególnych norm do wielu szczegółowych uwarunkowań, przy których obowiązują przyjęte wymagania:

A. Uzależnienie wymagań od rodzaju budynku, funkcji pomieszczeń w budynku oraz od poziomu hałasu zewnętrznego. Uzależnienie to występuje we wszystkich rozpatrywanych normach, przy czym w normie polskiej i islandzkiej stosowane jest indywidualne podejście w zależności od rodzaju źródła hałasu (w polskiej normie dotyczy to hałasu lotniczego, w normie islandzkiej – wszystkich rodzajów hałasu poza hałasem komunikacyjnym).

B. Zróżnicowanie rodzajów wskaźników oceny hałasu zewnętrznego (zarówno w odniesieniu do poziomów występujących na zewnątrz budynku, jak i dopuszczalnych poziomów hałasu zewnętrznego w pomieszczeniach) jako danych wyjściowych do wyznaczania izolacyjności akustycznej przegrody zewnętrznej. Występują tu przypadki takie jak:

- poziom równoważny długookresowy – odrębnie w ciągu 16 godzin dnia, $L_{Aeq,16h}$ i 8 godzin nocy, $L_{Aeq,8h}$ (Finlandia), tylko w odniesieniu do hałasu lotniczego, bez zaznaczenia, że dotyczy to poziomu długookresowego (Polska),
- poziom równoważny w ciągu okresów krótszych niż dzień i noc (bez zaznaczenia, że jest to poziom długookresowy) – w ciągu 8 najniekorzystniejszych godzin dnia, $L_{Aeq,8h}$ i jednej najniekorzystniejszej godziny nocy, $L_{Aeq,1h}$ (Austria – z zaznaczeniem, że dotyczy to poziomu długookresowego, Polska – z wyłączeniem hałasu lotniczego, w odniesieniu do którego stosuje się inne okresy oceny – patrz wyżej),
- poziom równoważny długookresowy w ciągu doby, $L_{Aeq,24h}$ (Dania, Islandia, Norwegia, Szwecja),
- poziom maksymalny L_{Amax} (Fast), przy czym wymaganie to odnosi się tylko do pory nocnej (Islandia, Norwegia) lub do całej doby (Szwecja), albo tylko do hałasu lotniczego (Polska, Austria) i w niektórych normach jest zależne od dodatkowych warunków (np. od liczby występujących pojedynczych zdarzeń – Islandia, Polska).

C. Wartości dopuszczalnego poziomu hałasu zewnętrznego przenikającego do pomieszczeń – jeżeli norma przewiduje różne standardy akustyczne budynków – odnoszą się także do wartości dopuszczalnego poziomu hałasu zewnętrznego. W przypadku podstawowej klasy akustycznej budynku mieszkalnego (wprowadzonej jako minimalne wymaganie do przepisów budowlanych) dopuszczalne poziomy hałasu zewnętrznego w pokojach według różnych norm zagranicznych wynoszą:

- przy odniesieniu wymagań odrębnie do pory dziennej i nocnej – dzień: $L_{Aeq,16h} = 35$ dB i noc $L_{Aeq,8h} = 30$ dB; według niektórych norm w porze nocnej ograniczeniu podlegają poziomy maksymalne, przy czym wartość dopuszczalna wynosi $L_{Amax} = 45$ dB,
- przy odniesieniu wymagań do całej doby: $L_{Aeq,24h} = 30$ dB, przy czym w niektórych normach wprowadzone jest ograniczenie maksymalnego poziomu dźwięku do wartości $L_{Amax} = 45$ dB obowiązujące w ciągu całej doby lub tylko w nocy.

D. Warunki, w jakich obowiązują wymagane wartości dotyczące ochrony przed hałasem zewnętrznym:

- okna w pomieszczeniu są zamknięte,
- pomieszczenia są zagospodarowane (przyjmuje się czas pogłosu odniesienia),
- wymiana powietrza w pomieszczeniu – różne podejście do równoczesnego spełnienia wymagań odnośnie do wymiany powietrza w pomieszczeniu i zachowania odpowiedniej izolacyjności akustycznej w stosunku do hałasu zewnętrznego: brak ustosunkowania się do tego zagadnienia (Norwegia, Szwecja); wymagania obowiązują przy nawiewnikach otwartych (Dania, Finlandia, Islandia); wymagania obowiązują przy nawiewnikach zamkniętych, lecz przy otwartych dopuszcza się obniżenie izolacyjności akustycznej tylko o 5 dB (Austria); w przypadku zastosowania nawiewników przeznaczonych do okresowego przewietrzania wymagania odnoszą się do nawiewników ustawionych w pozycji całkowitego zamknięcia, lecz zapewniającej minimalny przepływ powietrza określony odrębnymi przepisami, w przypadku zastosowania nawiewników

przeznaczonych do stałego przewietrzania ocenie podlegają nawiewniki w stanie otwartym (Polska).

E. Wskaźniki służące do określenia wymaganej izolacyjności akustycznej przegród zewnętrznych:

- wskaźnik ważony R'_w – Austria, Niemcy (bardzo stara norma),
- wskaźnik oceny R'_{A1} i R'_{A2} wyznaczony przy uwzględnieniu widmowych wskaźników adaptacyjnych C i C_{tr} w przedziale częstotliwości (100–3150) Hz – Polska (zakres stosowania poszczególnych wskaźników według PN EN ISO 717-1:1999),
- wskaźnik oceny ($R'_w + C$) lub ($R'_w + C_{tr}$) uwzględniony w uproszczonej metodzie obliczeniowej izolacyjności akustycznej przegrody zewnętrznej przy odniesieniu wymagań normowych do dopuszczalnego poziomu hałasu zewnętrznego w pomieszczeniu – Szwecja,
- bez określenia wskaźników, jeżeli w normie nie podano metody przejścia od wymagań dotyczących dopuszczalnego poziomu hałasu zewnętrznego w pomieszczeniu do wymaganej izolacyjności akustycznej przegrody zewnętrznej.

Oceniając przeanalizowane normy pod kątem wymaganych wartości izolacyjności akustycznej przegród zewnętrznych można stwierdzić, że wymagania te odpowiadają ściśle różnicy między poziomem ciśnienia akustycznego przed danym fragmentem elewacji (bez uwzględnienia odbić) a dopuszczalnym poziomem hałasu zewnętrznego przenikającego do pomieszczenia przy założeniu, iż stosunek powierzchni ściany zewnętrznej w pomieszczeniu do jego chłonności akustycznej jest równy 1 (nie dotyczy to jedynie normy austriackiej). W metodzie obliczeniowej podanej w normie szwedzkiej stosuje się dodatkowo korektę 3 dB prowadzącą do zwiększenia obliczonej wartości wymaganej izolacyjności akustycznej przegrody zewnętrznej. Podobna korekta, tylko w sposób nieujawniony, została zastosowana przy wyznaczaniu wymaganej izolacyjności akustycznej w normie polskiej – patrz wzór (1).

Przy takich samych wartościach wymaganej izolacyjności akustycznej przegrody zewnętrznej uzyskuje się różny faktyczny poziom wymagań (poziom ochrony przeciwhałasowej) w zależności od rodzaju parametru, jakim ocenia się hałas w otoczeniu budynku. Istotne jest również, czy danymi wyjściowymi do wyznaczania wymaganej izolacyjności akustycznej jest rzeczywisty poziom dźwięku A hałasu zewnętrznego, czy klasa akustyczna terenu. W tym ostatnim przypadku taka sama wartość wymaganej izolacyjności akustycznej przegrody zewnętrznej odniesiona do konkretnej klasy akustycznej poziomu hałasu zewnętrznego oznacza różnicę wynoszącą 5 dB poziomu hałasu przenikającego do pomieszczenia.

Z przedstawionego zestawienia szczegółów sposobu formułowania w różnych normach wymagań dotyczących izolacyjności akustycznej przegród zewnętrznych budynków mieszkalnych i użyteczności publicznej wynika, że podstawowe zmiany, jakie powinny być uwzględnione przy nowelizacji PN-B-02151-3:1999, dotyczą:

- powiązania wymaganej izolacyjności akustycznej przegrody zewnętrznej z poziomem hałasu zewnętrznego w otoczeniu budynku wyrażonego za pomocą wskaźników oceny przyjętych w rozporządzeniu z 2007 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku, z ewentualnym uwzględnieniem poziomów maksymalnych; postulat ten nie wprowadzi zmian w stosunku do hałasu lotniczego, przyjęte bowiem w PN-B-02151-3:1999 wskaźniki oceny hałasu lotniczego w porze dziennej i nocnej są takie, jak w obecnym rozporządzeniu (z wyjątkiem innego sposobu uwzględnienia poziomów maksymalnych),

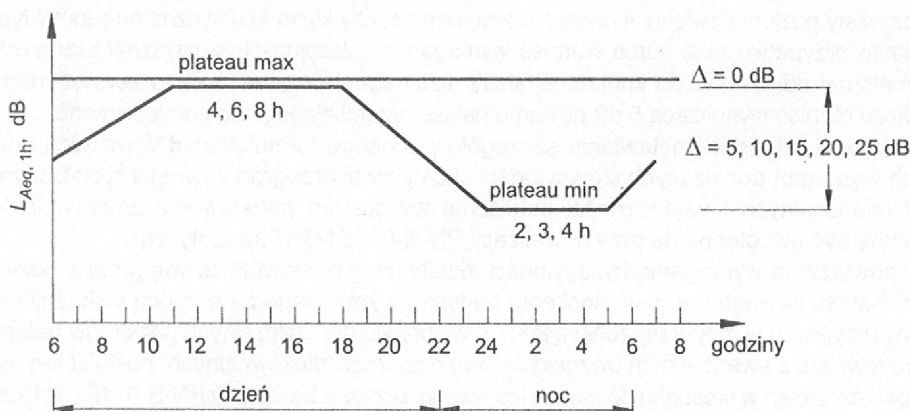
- uzależnienia wymaganej izolacyjności akustycznej przegrody zewnętrznej od konkretnej wartości poziomu hałasu zewnętrznego w otoczeniu budynku, a nie od klasy akustycznej terenu obejmującej obszar o poziomach różniących się o 5 dB,

- umożliwienia w odniesieniu do konkretnych przypadków (całych budynków, fragmentów elewacji, pomieszczeń) uściślenia wymagań poprzez uwzględnienie rzeczywistych wartości stosunku S/A , przy czym A powinno uwzględniać czas pogłosu pomieszczenia zagospodarowanego, tj. w pomieszczeniach mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego itp. – czas pogłosu odniesienia, w przypadku innych pomieszczeń – czas pogłosu zgodny z wymaganiami określonymi w odrębnych przepisach).

Największym problemem jest ustalenie, jaki wpływ na wymaganą wartość izolacyjności akustycznej przegrody zewnętrznej będzie miała zmiana wskaźników oceny hałasu zewnętrznego pochodzącego od komunikacji drogowej.

5. Wpływ zmiany wskaźników oceny hałasu komunikacji drogowej na wartość wymaganej izolacyjności akustycznej przegrody zewnętrznej

Aby ustalić, w jakim stopniu zmiana wskaźników oceny hałasu zewnętrznego pochodzącego od komunikacji drogowej wpłynie na poziom wymagań w stosunku do izolacyjności akustycznej przegród zewnętrznych, dokonano analizy relacji między wartościami tych wskaźników przy różnych rozkładach poziomu dźwięku A w przekroju dobowym. Jako wyróżnik analizowanych sytuacji przyjęto różnicę Δ między poziomem równoważnym w czasie maksymalnego natężenia ruchu w ciągu dnia (plateau maksimum) oraz poziomem równoważnym przy minimalnym natężeniu ruchu w ciągu nocy (plateau minimum), przy czym w analizie uwzględniono dodatkowo różną liczbę godzin występowania plateau maksimum (w czasie 8, 6 i 4 godzin dnia) i plateau minimum (w czasie 4, 3 i 2 godzin nocy – patrz rys. 1).



Rys.1. Schematy analizowanych przebiegów dobowych $L_{Aeq,1h}$
 Fig.1. The schemes of the analyzed $L_{Aeq,1h}$ twenty – four hours characteristics

W ten sposób powstało 6 podstawowych wariantów rozkładu $L_{Aeq,1h}$ w przekroju dobowym przy $\Delta = 0, 5, 10, 15, 20$ i 25 dB, co przy uwzględnieniu różnej liczby godzin występowania plateau w porze dziennej i nocnej doprowadziło do przeanalizowania 30 przypadków. W modelach obliczeniowych nie uwzględniano charakteru ruchu komunikacyjnego (np. udziału pojazdów ciężkich), ponieważ nie rodzaj ruchu, a jedynie rozkład poziomu dźwięku A w funkcji czasu w przekroju dobowym ma wpływ na analizowane relacje między różnymi wskaźnikami oceny hałasu. Modele obliczeniowe uzupełniono czterema wynikami pomiarów dobowych hałasu komunikacji drogowej przeprowadzonych w Warszawie przy ulicach o stosunkowo dużym natężeniu ruchu.

W odniesieniu do każdego analizowanego przypadku określono wartości poszczególnych (występujących w przeanalizowanych normach) rodzajów wskaźników oceny hałasu oraz wyznaczono różnice między nimi, zwracając szczególną uwagę na rodzaje wskaźników stosowanych dotychczas w PN-B-02151-3:1999 (dzień – $L_{Aeq,8h}$ w czasie 8 kolejnych godzin, w których równoważny poziom dźwięku A jest największy, noc – $L_{Aeq,1h}$).

Jako uzupełniające dane wyznaczono różnicę między poziomami równoważnymi w ciągu dnia (16 h) i nocy (8 h). Dane te mogą się okazać przydatne przy podejmowaniu decyzji w sprawie zróżnicowania wartości obliczeniowego dopuszczalnego poziomu hałasu zewnętrznego w pomieszczeniach w ciągu dnia i nocy, tj. czy przyjąć – jak podaje aktualna jeszcze norma PN – że ta różnica wynosi 10 dB (a w praktyce jest jeszcze znacznie większa w wyniku różnych parametrów wyznaczających ocenę hałasu w ciągu dnia i nocy), czy też powinno się ją zmniejszyć do 5 dB, co pozwoliłoby na urealnienie stawianych wymagań w stosunku do izolacyjności akustycznej okien.

Pełne wyniki obliczeń i ich synteza znajdują się w sprawozdaniu z tematu NA-56/07 [11]. Syntezę wyników obliczeń ograniczającą do danych odnoszących się do różnic między wartościami dotychczasowych i przyjętych w dokumentach ochrony środowiska przed hałasem nowych wskaźników oceny hałasu komunikacyjnego przedstawiono w tablicy 1.

Na podstawie danych zawartych w tablicy 1 należy stwierdzić, że:

A. Przy wszystkich rozpatrywanych przypadkach – oprócz przypadku gdy $\Delta = 0$ dB – równoważny poziom dźwięku A w ciągu 16 godzin dnia jest mniejszy od poziomu w ciągu 8 najniekorzystniejszych godzin dnia o około 1–2,5 dB, przy czym większe różnice występują przy większych wartościach różnic Δ . Oznacza to, że zachowanie dotychczasowych wartości wymaganej izolacyjności akustycznej przegrody zewnętrznej przy zmianie parametru oceny hałasu zewnętrznego z $L_{Aeq,8h}$ z okresu maksymalnego natężenia ruchu komunikacyjnego na $L_{Aeq,16h}$ prowadziłoby do obniżenia poziomu wymagań praktycznie o 1–2 dB.

B. Poziom równoważny w ciągu 8 godzin nocy jest mniejszy od poziomu w ciągu najniekorzystniejszej godziny nocy o 15 dB. Wpływ tej różnicy na poziom wymagań akustycznych ma analogiczny charakter, jak w odniesieniu do pory dziennej, z tym że wpływ ten, wyrażony liczbą decybeli, jest większy.

C. Przy wszystkich rozpatrywanych przypadkach, oprócz przypadku gdy $\Delta = 0$ dB, równoważny poziom dźwięku A w ciągu 8 godzin nocy jest – zgodnie z oczekiwaniami – mniejszy od poziomu równoważnego w ciągu 16 godzin dnia, i tak:

– przy $\Delta \leq 10$ dB różnica wynosi (3–7) dB (przy $\Delta = 5$ dB → średnio 3 dB, przy $\Delta = 10$ dB → około 6,5 dB),

- przy $\Delta = 15-25$ dB różnica ta wzrasta aż do 15 dB,
- w 4 punktach pomiaru hałasu w Warszawie różnica ta wyniosła (4,4-5,8) dB (średnio 5 dB).

Dane te są istotne przy ustalaniu w znowelizowanej normie poziomu wymagań w stosunku do izolacyjności akustycznej przegród zewnętrznych ze względu na zróżnicowane poziomy hałasu zewnętrznego w ciągu dnia i nocy.

Tablica 1. Relacje między dotychczasowymi wskaźnikami hałasu pochodzącego od komunikacji drogowej wykorzystywanymi przy wyznaczaniu wymaganej izolacyjności akustycznej przegród zewnętrznych a wskaźnikami przyjętymi w rozporządzeniu Ministra Środowiska w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasów w środowisku

Table 1. The relations between presently used traffic noise indices for determining required sound insulation of facade and new indexes used in polish Ordinance of Ministry of the Environment on permissible noise levels in the environment

Lp.	Różnica między wskaźnikami hałasu zewnętrznego	Wariant ruchu drogowego (zróżnicowanie wg wartości Δ)	Wartość różnicy wg kol. 2, dB	
			przy różnych $L_{Aeq,1h}$ w ciągu doby	wartość średnia
1	2	3	4	5
I	Dzień			
I.1	$L_{Aeq,16h(6-22)} - L_{Aeq,8h(11-18)}$	$\Delta = 0$ dB	0	0
I.2		$\Delta = 5$ dB	-1,0; -1,0; -0,8 -0,9	-0,93
I.3		$\Delta = 10$ dB	-1,1; -1,1; -1,0; -1,2; -1,3; -1,1; -1,3	-1,16
I.4		$\Delta = 15$ dB	-1,4; -1,4; -1,0; -1,0; -1,3; -1,1; -1,3	-1,21
I.5		$\Delta = 20$ dB	-1,6; -1,7; -2,0; -1,5; -1,7; -1,3; -1,4	-1,60
I.6		$\Delta = 25$ dB	-2,0; -2,0; -2,7; -2,6	-2,33
I.7		pomiar	-0,2; -0,2; -0,2; 0	-0,15
II	Noc			
II.1	$L_{Aeq,8h(22-6)} - L_{Aeq,1h(max:22-6)}$	$\Delta = 0$ dB	0	0
II.2		$\Delta = 5$ dB	-1,2; -1,1; -0,9; -1,1	-1,1
II.3		$\Delta = 10$ dB	-2,6; -2,8; -2,8; -2,3; -2,5; -2,0; -2,4	-2,49
II.4		$\Delta = 15$ dB	-4,4; -3,7; -3,4; -3,4; -3,3; -3,2; -3,4	-3,54
II.5		$\Delta = 20$ dB	-5,2; -5,2; -7,6; -5,7; -4,3; -5,7; -5,8	-5,64
II.6		$\Delta = 25$ dB	-6,2; -6,2; -3,6; -5,1	-5,27
II.7		pomiar	-4,8; -3,9; -1,4; -3,3	-3,35

Lp.	Różnica między wskaźnikami hałasu zewnętrznego	Wariant ruchu drogowego (zróżnicowanie wg wartości Δ)	Wartość różnicy wg kol. 2, dB	
			przy różnych $L_{Aeq,1h}$ w ciągu doby	wartość średnia
1	2	3	4	5
III	Dzień / noc			
III.1	$L_{Aeq,16h(6-22)}$ - $L_{Aeq,8h(22-6)}$	$\Delta = 0$ dB	0	0
III.2		$\Delta = 5$ dB	+3,2; +2,9; +2,9; +2,7	+2,92
III.3		$\Delta = 10$ dB	+6,5; +6,8; +6,3; +6,5; +6,2; +6,5; +6,7	+6,50
III.4		$\Delta = 15$ dB	+10,0; +9,3; +7,1; +7,2; +7,5; +6,6; +10,3	+8,29
III.5		$\Delta = 20$ dB	+13,5; +13,2; +10,0; +10,7; +8,5; +9,8; +8,2	+10,56
III.6		$\Delta = 25$ dB	+14,2; +14,0; +18,2; +16,0	+15,6
III.7		pomiar	+5,8; +4,0; +5,7; +4,4	+5,0

6. Koncepcja ustalania wymagań w stosunku do izolacyjności akustycznej przegród zewnętrznych uwzględniająca wskaźniki oceny hałasu zewnętrznego według rozporządzenia Ministra Środowiska z 2007 r.

6.1. Dane ogólne

Z omówionego przeglądu norm szeregu państw europejskich, doświadczeń wynikających ze stosowania dotychczasowej normy PN-B-02151-3:1999 oraz potrzeby zastosowania innych niż dotychczas wskaźników oceny hałasu zewnętrznego jako danych wyjściowych do ustalania wymagań dotyczących izolacyjności akustycznej przegród zewnętrznych wynika kilka wniosków, które umożliwiają sformułowanie nowych zasad ustalania wymagań w stosunku do izolacyjności akustycznej przegród zewnętrznych oraz określenia poziomu tych wymagań.

1. Prawidłowa jest zasada ustalania wymagań na podstawie wzoru

$$R'_{A2}(R'_{A1})_{wymagane} \geq L_{A\text{ zewn}} - L_{A\text{ dop}} + 10 \lg \frac{S}{A} \quad (3)$$

w którym oznaczenia – jak we wzorze (1).

Wzór ten jest stosowany we wszystkich rozpatrywanych normach (oprócz normy austriackiej), przy czym z wyjątkiem normy szwedzkiej wyrażenie $10 \lg S/A$ przyjmuje się jako równe 0 dB, jeżeli w pomieszczeniu występuje tylko jedna przegroda zewnętrzna. Przy takim uproszczeniu wzór (3) przyjmuje postać:

$$R'_{A2}(R'_{A1})_{wymagane} \geq L_{A\text{ zewn}} - L_{A\text{ dop}} \quad (4)$$

Jeżeli dopuszczalne poziomy hałasu zewnętrznego w pomieszczeniu nie odnoszą się do poziomu równoważnego w ciągu całej doby, to wzór (3) i (4) powinien stanowić podstawę do wyznaczenia odrębnie wymaganej izolacyjności akustycznej przegrody zewnętrznej z uwagi na poziom hałasu występujący w porze dziennej i nocnej. Zasada ta dotyczy przede wszystkim pomieszczeń przeznaczonych do nocnego snu, czyli odnosi się to do budynków mieszkalnych i zamieszkania zbiorowego. W tych przypadkach jako wymaganie należy przyjąć tę wartość wskaźnika izolacyjności akustycznej przegrody zewnętrznej, która jest większa po przeprowadzeniu obliczeń odnoszących się do pory dziennej i nocnej.

2. Przy wyznaczaniu wymaganej izolacyjności akustycznej przegród zewnętrznych możliwe jest przyjęcie (z niewielkimi uzupełnieniami) wskaźników oceny hałasu zewnętrznego takich, jakie są stosowane w rozporządzeniu Ministra Środowiska z 2007 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku, przy kontroli korzystania ze środowiska w odniesieniu do jednej doby, tj.:

a) przy wszystkich rodzajach hałasu – poza hałasem przemysłowym i instalacyjnym – poziom równoważny z 16 godzin dnia ($22^{00}-6^{00}$) $L_{Aeq,16h}$ i z 8 godzin nocy ($22^{00}-6^{00}$) $L_{Aeq,8h}$;

b) przy hałasie przemysłowym i instalacyjnym w ciągu dnia – poziom równoważny z 8 najniekorzystniejszych godzin $L_{Aeq,8h}$ i w ciągu nocy – poziom równoważny z 1 najniekorzystniejszej godziny $L_{Aeq,1h}$ lub, uzupełniająco do rozporządzenia, z okresu działania danego źródła w czasie dnia, jeżeli jest on krótszy od 8 godzin.

Przy wyznaczaniu wymaganej izolacyjności akustycznej przegrody zewnętrznej w pełni uzasadnione jest uwzględnienie w okresie nocnym maksymalnych poziomów hałasu zewnętrznego, jeżeli nie są to zjawiska przypadkowe, a mają charakter powtarzalny. Odnosi się to szczególnie do budynków usytuowanych w strefie występowania hałasu lotniczego lub kolejowego (w miastach także hałasu pochodzącego od linii tramwajowych).

3. Przy ustalaniu wymagań zasadne jest przyjęcie uproszczonego wzoru (4) pod warunkiem, że dotyczyć to będzie pomieszczeń z jedną przegrodą zewnętrzną. W innych sytuacjach przyjęcie uproszczonej zależności (4) prowadziłoby do zaniżenia wymaganych wartości wskaźnika izolacyjności akustycznej przegrody zewnętrznej.

4. Wzory (3) i (4) mogą być wykorzystane do bezpośredniego ustalenia wskaźników oceny izolacyjności akustycznej przegrody zewnętrznej R'_{A2} lub R'_{A1} . Rodzaj wyznaczonego wskaźnika będzie zależał od widma hałasu zewnętrznego; w tym zakresie obowiązują zasady podane w PN-EN ISO 717-1:1999.

5. Przy wyznaczaniu według wzoru (3) lub (4) wymaganej wartości odpowiedniego wskaźnika oceny izolacyjności akustycznej właściwej przegrody zewnętrznej należy przyjąć ograniczenie w postaci wartości minimalnej, która powinna być zachowana bez względu na wynik obliczeń. Zabezpieczy to przed zbytnimi uciążliwościami związanymi z występowaniem hałasów przypadkowych o znacznych poziomach. Takie ograniczenie jest również potrzebne ze względu na formułowanie wymagań w stosunku do parametrów akustycznych wyrobów stosowanych do wykonywania przegród zewnętrznych.

6.2. Dane do wzoru (3) i (4)

6.2.1. Poziom hałasu na zewnątrz budynku $L_{A\text{zewn}}$

Poziom hałasu na zewnątrz budynku $L_{A\text{zewn}}$ przyjmowany jako wartość wyjściowa przy ustalaniu wymaganej izolacyjności akustycznej przegrody zewnętrznej jest to poziom hałasu występującego przy określonym fragmencie elewacji budynku (istniejącego lub projektowanego) w odległości 2 m od powierzchni przegrody zewnętrznej, nie uwzględniający odbić od tej przegrody, określony wskaźnikami zgodnie z p. 6.1 poz. 2. Określenie reprezentatywnego poziomu hałasu zewnętrznego jest bardzo trudne ze względu na jego zmienność w funkcji czasu. W wielu przeanalizowanych normach wyraźnie zaznaczono, że poziom hałasu zewnętrznego dotyczy poziomu długookresowego, a więc charakteryzującego warunki akustyczne otoczenia w dłuższych okresach. Istnieją także zapisy ustalające, że jeżeli na danym terenie powtarzają się systematycznie okresy w ciągu roku, miesięcy lub tygodni, kiedy poziom hałasu jest większy, należy przyjmować te okresy do ustalenia wartości $L_{A\text{zewn}}$.

Podane w p. 6.1 poz. 2 wskaźniki oceny hałasu zewnętrznego według rozporządzenia Ministra Środowiska odnoszą się do jednej doby z podziałem na dzień i noc. Przy wyznaczaniu wymaganej izolacyjności akustycznej przegród zewnętrznych należy zatem określić akustyczne warunki dobowe charakterystyczne dla danego obszaru (posługując się pomiarami, obliczeniami oraz uzupełniającymi analizami) uwzględniając, jak zaznaczono wcześniej, powtarzające się okresy zwiększonego poziomu hałasu.

6.2.2. Dopuszczalny poziom hałasu zewnętrznego w pomieszczeniu $L_{A\text{dop}}$

Dopuszczalny poziom dźwięku A hałasu zewnętrznego w pomieszczeniu $L_{A\text{dop}}$ wyznaczony jest za pomocą wskaźników analogicznych, jak poziomy hałasu na zewnątrz budynku. Wartość poziomu dopuszczalnego musi być zróżnicowana w zależności od pory doby (w przypadku budynków mieszkalnych i zamieszkania zbiorowego) oraz funkcji pomieszczenia.

Aby przy zmienionych wskaźnikach oceny hałasu zewnętrznego utrzymać w miarę możliwości poziom wymagań w stosunku do izolacyjności akustycznej przegród zewnętrznych zbliżony do poziomu występującego w PN-B-02151-3:1999, należy uwzględnić wnioski z danych zawartych w tablicy 1 podane w p. 5. Wynika z nich, że problem należy analizować odrębnie w odniesieniu do dnia i nocy.

6.2.2.1. Poziom dopuszczalny w pomieszczeniu w czasie dnia

Przejdźcie od równoważnego poziomu hałasu z 8 najniekorzystniejszych godzin dnia do 16 godzin dnia (dotyczy to wszystkich rodzajów hałasu poza hałasem lotniczym, który był oceniany za pomocą poziomu równoważnego z 16 godzin) powoduje obniżenie wartości $L_{A\text{zewn}}$ w granicach od 1 dB do 2,5 dB.

W tej sytuacji, aby zapobiec obniżeniu wymaganej izolacyjności akustycznej przegrody zewnętrznej, należałoby przyjąć wartość $L_{A\text{zewn}}$ o 1–2,5 dB mniejszą. Postuluje się wprowadzenie korekty minus 2 dB poziomu dopuszczalnego w stosunku do wartości przyjmowanej w PN-B-02151-3:1999. Oznacza to, przykładowo, przyjęcie w przypadku pokoju mieszkalnych w ciągu dnia $L_{A\text{eq},16\text{h}} = 35$ dB, co odpowiada wymaganiu zawartemu w normie fińskiej.

Przy takiej wartości poziomu dopuszczalnego utrzymany zostanie dotychczasowy stopień wymagań przy średnim i stosunkowo małym natężeniu ruchu i podwyższony o 1–2 dB poziom wymagań przy dużym natężeniu ruchu, co należy uznać za korzystne. Analogiczny wzrost wymaganej izolacyjności akustycznej przegrody zewnętrznej nastąpi w przypadku występowania hałasu przemysłowego lub instalacyjnego.

6.2.2.2. Poziom dopuszczalny w pomieszczeniu w czasie nocy

W przypadkach gdy ocenie podlega równoważny poziom hałasu w ciągu 8 godzin nocy zamiast w ciągu najniekorzystniejszej 1 godziny nocy, sama zmiana wskaźnika powoduje złagodzenie o 1–6 dB wymagań w stosunku do izolacyjności akustycznej przegród zewnętrznych (w zależności od rozkładu poziomu w czasie – patrz tablica 1). Zrekompensovanie tego złagodzenia wymagań przez odpowiednie obniżenie dopuszczalnego poziomu hałasu zewnętrznego w pomieszczeniu w ciągu nocy jest technicznie i ekonomicznie niemożliwe. Już przy obecnych wymaganiach zawartych w PN-B-021512-3:1999 wymagana izolacyjność akustyczna okien jest w większości przypadków zdeterminowana poziomem hałasu w ciągu 1 godziny nocy. Dochodzi się przy tym do tak dużych wartości wymaganej izolacyjności akustycznej, że dobór konkretnych rozwiązań napotyka na ogromne trudności techniczne i ekonomiczne.

Zgodnie z obecną normą dopuszczalny poziom hałasu zewnętrznego w porze nocnej jest o 10 dB mniejszy niż w porze dziennej (niezależnie od różnic wynikających z różnych wskaźników oceny hałasu). W normie fińskiej różnica ta wynosi 5 dB. Uwzględniając dane zawarte w poz. III tablicy 1 wydaje się, że dobrym kompromisem byłoby przyjęcie tej różnicy jako 8 dB, co w przypadku pomieszczeń mieszkalnych oznaczałoby uwzględnienie w obliczeniach $L_{Aeq,8h,dop} = 27$ dB. Przy takim założeniu dotychczasowy poziom wymagań byłby zachowany w przypadkach występowania dużego natężenia ruchu komunikacyjnego w ciągu całej nocy, natomiast złagodzony w sytuacji, gdy hałas występuje tylko w krótkich odcinkach czasu.

Wzorując się na normach zagranicznych, należałoby przyjąć w okresie nocnym różnicę między dopuszczalnym poziomem równoważnym i maksymalnym wynoszącą 15 dB, co w odniesieniu do pomieszczeń mieszkalnych doprowadziłoby do wartości $L_{A,max,dop} = 42$ dB.

Różnice między dopuszczalnym poziomem hałasu zewnętrznego w pomieszczeniu w czasie dnia i nocy mają wpływ na relacje między wymaganymi wartościami izolacyjności akustycznej przegród zewnętrznych w odniesieniu do pory dziennej i nocnej.

7. Propozycja wymagań dotyczących izolacyjności akustycznej przegród zewnętrznych w budynkach mieszkalnych

Zgodnie z omówioną wcześniej koncepcją formułowania wymagań dotyczących izolacyjności akustycznej przegród zewnętrznych opracowano propozycję wymagań odnoszącą się do budynków mieszkalnych i użyteczności publicznej. Wymagania te uzależnione są odrębnie od:

- równoważnego poziomu dźwięku A hałasu zewnętrznego w ciągu dnia (16 h), $L_{Aeq,16h}$
- równoważnego poziomu dźwięku A hałasu zewnętrznego w ciągu nocy (8 h) $L_{Aeq,8h}$

- maksymalnego poziomu dźwięku A w nocy występującego w sposób powtarzalny, $L_{A \max}$, przynajmniej 3 razy w ciągu nocy.

Kryteria izolacyjności akustycznej przegrody zewnętrznej związane z poziomem hałasu zewnętrznego odnoszą się do budynków mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego oraz obiektów szpitalnych, czyli do tych wszystkich budynków, w których w okresie nocnym muszą być zapewnione właściwe warunki do snu.

Uzależnienie wymaganej izolacyjności akustycznej od poziomów maksymalnych odnosi się przede wszystkim do budynków usytuowanych w terenie narażonym na hałas lotniczy i kolejowy, jest to bowiem hałas o powtarzalnej częstości występowania, wynikającej z rozkładów lotów / jazdy. Konieczność uwzględnienia poziomów maksymalnych przy wyznaczaniu wymaganej izolacyjności akustycznej przegród zewnętrznych może także dotyczyć budynków zlokalizowanych w pobliżu dużych centrów handlowych, z czym wiąże się nasilenie ruchu transportu drogowego z udziałem pojazdów ciężkich. W takich sytuacjach może się okazać, że równoważny poziom dźwięku A dla całego okresu nocnego będzie o więcej niż 15 dB mniejszy od poziomów maksymalnych w czasie pojedynczych przejazdów, co będzie oznaczać, że wymagana izolacyjność akustyczna zostanie zdeterminowana poziomami maksymalnymi.

Jako przykład propozycji nowych wymagań dotyczących izolacyjności akustycznej przegród zewnętrznych omówiono w artykule wymagania odnoszące się do budynków mieszkalnych wielorodzinnych o standardzie podstawowym. Wymagania te uzależniono od rodzaju pomieszczeń w mieszkaniu, przyjmując – analogicznie jak w dotychczasowej normie, a także jak w większości przeanalizowanych norm państw europejskich – różnicę wynoszącą 5 dB między wymaganymi wartościami wskaźników izolacyjności akustycznej przegrody zewnętrznej w pokojach i kuchniach.

Jako minimalną izolacyjność akustyczną przegrody zewnętrznej przyjęto $R'_{A2} (R'_{A1})_{\min} = 30$ dB. Nawet przy znacznym procencie przeszkleń spełnienie tego wymagania nie będzie stanowić żadnego problemu technicznego.

W przypadku budynków standardowej (podstawowej) klasy akustycznej utrzymano zasadę przyjętą w PN-B-02151-3:1999 nienormowania izolacyjności akustycznej ścian zewnętrznych klatek schodowych.

Minimalną wartość wskaźnika oceny wypadkowej izolacyjności akustycznej przegród zewnętrznych z oknami w budynkach mieszkalnych o standardzie podstawowym podano w tabeli 2. Wymagania te dotyczą także przypadków, gdy w przegrodzie zewnętrznej (w części pełnej lub w oknie) zostały zastosowane nawiewniki powietrza. Ocena takich sytuacji odnosi się do nawiewników ustawionych w położeniu „zamknięte”, lecz przy zapewnieniu minimalnego przepływu powietrza określonego odrębnymi przepisami (zagadnienie to zostało bliżej omówione w p. 4).

Dane zawarte w tabeli 2 odnoszą się do przypadków, gdy nie ma możliwości (lub jest to niecelowe ze względów technicznych bądź ekonomicznych) wyznaczenia dla konkretnego pomieszczenia wartości S/A (wymagania wyznaczono przy założeniu $10 \lg S/A = 0$ dB). Jeżeli taka możliwość lub potrzeba zaistnieje, to wartości podane w tabeli 2 można skorygować o wartość $10 \lg S/A$. Zastosowanie tej poprawki jest równoznaczne z wyznaczeniem wymagania według wzoru (3). Wymagania po wprowadzeniu poprawki nie mogą być mniejsze od wartości minimalnej $R'_{A2} (R'_{A1}) = 30$ dB.

Tablica 2. Budynki mieszkalne (standard podstawowy I – obligatoryjny). Wymagana minimalna wypadkowa izolacyjność akustyczna przegrody zewnętrznej (z oknami)

Table 2. Residential buildings (basic standard I – obligatory). The required minimum sound insulation of facade (with windows)

Rodzaj pomieszczenia	Minimalny wskaźnik R'_{A2} (R'_{A1}) wypadkowej przybliżonej izolacyjności akustycznej właściwej przegrody zewnętrznej, w dB, w zależności od poziomu dźwięku A hałasu zewnętrznego																										
	Dzień między 6 ⁰⁰ i 22 ⁰⁰ , wszystkie rodzaje źródeł hałasu poza hałasem przemysłowym i instalacyjnym ¹ – równoważonego poziomu dźwięku z 16 godzin, $L_{Aeq,16h}$																										
	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80		
	Noc między 22 ⁰⁰ i 6 ⁰⁰ , wszystkie rodzaje źródeł hałasu poza hałasem przemysłowym i instalacyjnym ¹ – równoważonego poziomu dźwięku z 8 godzin, $L_{Aeq,8h}$																										
	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72		
	Noc między 22 ⁰⁰ i 6 ⁰⁰ , wszystkie rodzaje źródeł hałasu – poziom maksymalny (Fast) $L_{A,MAX}$ występujący w sposób powtarzalny, co najmniej 3 razy w ciągu nocy																										
	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87		
Pokój	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45		
Kuchnia ²	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40		
Klatka schod.	Nie stawia wymagań																										
¹ Dotyczy sytuacji, gdy w pomieszczeniu znajduje się tylko jedna przegroda zewnętrzna z oknami.																											
² Dotyczy kuchni wydzielonych, w przypadku aneksu kuchennego z oknem wymagania należy przyjąć takie jak dla pokoju.																											

Ponieważ ogólne założenia do nowelizacji PN-B-02151-3:1999 zakładają wprowadzenie trzech standardów akustycznych budynków mieszkalnych, oznacza to, że przy wyższych standardach wymagania odnośnie do izolacyjności akustycznej pomieszczeń w stosunku do hałasu zewnętrznego należy także podwyższyć. Konsekwencją tego musi być wprowadzenie zwiększonych wymagań w stosunku do izolacyjności akustycznej przegród zewnętrznych.

Przyjmuje się, że różnica między wymaganiami w stosunku do izolacyjności akustycznej przegród zewnętrznych w budynkach mieszkalnych o różnym standardzie akustycznym wyniesie 3 dB. W analizowanych normach zagranicznych różnica między standardem podstawowym a dwoma wyższymi standardami akustycznymi wynosi 4 lub 5 dB. Prowadzi to do bardzo wysokich wymagań, bardzo trudnych lub wręcz niemożliwych do spełnienia.

8. Uwagi końcowe

Przeprowadzona analiza sposobu sformułowania wymagań dotyczących izolacyjności akustycznej przegród zewnętrznych miała na celu wykazanie, jaki wpływ na wymagane parametry akustyczne przegrody zewnętrznej może mieć zmiana wskaźników oceny hałasu w otoczeniu budynku.

Korzystając z wyników tej analizy, przedstawiono propozycję wymaganej izolacyjności akustycznej przegród zewnętrznych w budynkach mieszkalnych o standardzie podstawowym, uzależniając wartość tej izolacyjności od poziomu hałasu zewnętrznego określonego wskaźnikami przyjętymi w przepisach ochrony środowiska przed hałasem. W propozycji tej utrzymano dotychczasowy poziom wymagań (z wyjątkiem przypadków, kiedy poziom hałasu zewnętrznego jest bardzo niski).

Przy wysokim poziomie hałasu zewnętrznego wymagania odnoszące się do izolacyjności akustycznej przegrody zewnętrznej są bardzo duże – dotyczy to zarówno dotychczasowej normy PN-B-02151-3:199,9, jak i propozycji obecnych. Nie odbiegają one jednak od wymagań występujących w normach wielu państw europejskich. Oceniając poziom tych wymagań należy uwzględnić, że odnoszą się one do wypadkowej izolacyjności akustycznej przegrody z oknami. W takich przypadkach wymagana izolacyjność akustyczna samych okien jest mniejsza w zależności od stosunku powierzchni okna do powierzchni całej ściany w pomieszczeniu. Przy przeszkleniu wynoszącym 50% różnica ta wynosi 3 dB.

Przedstawione wymagania stanowią fragment założeń do nowelizacji PN-B-02151-3:1999. Ostateczny kształt wymagań zależeć będzie od wyniku prac Komitetu Technicznego PKN ds. Akustyki Architektonicznej.

Bibliografia

- [1] Szudrowicz B.: Analiza parametrów oceny izolacyjności akustycznej przegród wewnętrznych. *Prace Instytutu Techniki Budowlanej – Kwartalnik*, 4 (140), 2006
- [2] Szudrowicz B.: Podstawy kształtowania izolacyjności akustycznej pomieszczeń w budynkach mieszkalnych. *Prace Instytutu Techniki Budowlanej. Seria: Rozprawy*. ITB, Warszawa 1992

- [3] Rozporządzenie Ministra Środowiska w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasów w środowisku z dnia 14 czerwca 2007 r. (Dz.U. 2007, nr 120, poz. 826)
- [4] Austria: ÖNORM B 8115-1:2002 Schallschutz und Raumakustik im Hochbau Teil 2: Anforderungen an den Schallschutz
- [5] Dania: DS 490:2001 Lydklassifikation af boliger (Sound classification of dwellings)
- [6] Finlandia: SFS 5907:2004 Rakennusten akustinen luokitus (Acoustic classification of space in buildings)
- [7] Niemcy: DIN 4109:1989 Schallschutz im Hochbau. Anforderungen und Nachweise
- [8] Norwegia: NS 8175:1997 Lydforhold i bygninger. Lydklasser for ulike bygningstyper (Acoustic condition in buildings. Sound quality classification of various types of buildings)
- [9] Polska: PN-B-02151-3:1999 Akustyka budowlana. Ochrona przed hałasem w budynkach. Izolacyjność akustyczna w budynkach oraz izolacyjność akustyczna elementów budowlanych. Wymagania
- [10] Szwecja: SS 25267:2004 Byggakustik – Ljudklassning av utrymmen i byggnader – Bostäder (Acoustics – Sound classification of spaces in buildings – Dwellings)
- [11] Szudrowicz B.: Temat badawczy ITB nr NA-56. Nowe zasady formułowania wymagań akustycznych w stosunku do budynku. Założenia do nowelizacji normy PN-B-02151-3:1999. Sprawozdanie końcowe, 2007 (maszynopis)

THE ANALYSIS OF THE METHOD OF FORMULATING THE REQUIREMENTS CONCERNING THE SOUND INSULATION OF FACADES

Summary

The facade is an element of building protection against external noise. The required sound insulation of the facade is dependent on permissible noise level in a room and noise level outside the building. The main influence on the relationship between these values has the index used for the noise level in the environment. In the article, the relationship between different kinds of external noise level indexes has been analyzed. The indexes used for determining the required sound insulation of the facade according to PN-B-02151 3:1999 standard and new indexes implemented in the regulations concerning the assessment of the environmental noise were taken into account. As a result, the proposal of new requirements with relation to sound insulation of facade is presented. It will be taken into account during the revision of PN-B-02151-3:1999 standard.

Praca wpłynęła do Redakcji 19 X 2007 r.