

Marianna Mirowska*

Iwonna Żuchowicz-Wodnikowska**

NOWE WSKAŹNIKI OCENY WŁAŚCIWOŚCI AKUSTYCZNYCH MATERIAŁÓW, WYROBÓW I ELEMENTÓW BUDOWLANYCH

W ostatnich latach zostało ustanowionych wiele norm PN z zakresu akustyki budowlanej. Normy te w większości są tłumaczeniami norm europejskich i zawierają nowe podejście do przedstawiania parametrów akustycznych elementów budowlanych i wyrobów. W niniejszym artykule podano ostatnio ustanowione normy oraz przegląd wskaźników oceny właściwości akustycznych materiałów, wyrobów i elementów budowlanych, wynikających z wprowadzenia norm europejskich.

1. Aktualny stan normalizacji w zakresie akustyki budowlanej

W ostatnich latach w Polsce sukcesywnie są tłumaczone normy europejskie z zakresu akustyki budowlanej i ustanawiane jako Polskie Normy. Do maja 2001 r. zostało ustanowionych jako PN 95% norm EN z tego zakresu. Wprowadzane nowe normy dotyczące akustyki budowlanej można podzielić na następujące grupy:

a) normy dotyczące pomiaru izolacyjności akustycznej przegród i wyrobów budowlanych (zestawione w tablicy w 1, wraz z określeniem fazy ustanawiania jako PN);

b) normy dotyczące oceny właściwości izolacyjnych przegród i wyrobów budowlanych za pomocą jednolicebnych wskaźników (PN-EN ISO 717-1:1999 – wskaźniki odnoszące się do dźwięków powietrznych, PN-EN ISO 717-2:1999 – wskaźniki odnoszące się do dźwięków uderzeniowych);

c) normy dotyczące pomiaru i oceny pochłaniania dźwięków przez materiały i ustroje dźwiękochłonne (PN-EN 20354 – pomiary w komorze pogłosowej, PN ISO 10534-1 – pomiar w rurze impedancyjnej, PN-EN ISO 11654 – ocena materiałów i wyrobów dźwiękochłonnych);

d) normy dotyczące pomiarów laboratoryjnych i terenowych parametrów akustycznych urządzeń wyposażenia technicznego budynków (np. prEN ISO 16032);

* dr inż. – adiunkt w ITB

** dr inż. – gł. specjalista badawczo-techniczny w ITB

e) normy dotyczące metod oceny właściwości akustycznych budynków na podstawie właściwości akustycznych elementów budowlanych (seria norm EN 12354 składająca się z 6 części, z których 4 zostały ustanowione i są sukcesywnie tłumaczone na język polski w celu ustanowienia jako PN);

f) normy określające wymagane właściwości akustyczne przegród w budynkach i izolacyjność akustyczną elementów budowlanych oraz dopuszczalne poziomy hałasu w budynkach. Normy tej grupy nie są opracowywane jako normy europejskie, lecz ustanawiane indywidualnie w poszczególnych krajach. Z tego zakresu w chwili obecnej na liście norm do obligatoryjnego stosowania są PN-87/B-02151.02 dotycząca dopuszczalnych poziomów hałasu w budynkach oraz PN-B-2151-3:1999 określająca wymagania odnośnie do izolacyjności akustycznej przegród.

Zastępowanie dotychczasowych norm polskich z zakresu akustyki budowlanej normami europejskimi wiąże się z wprowadzeniem nowych metod badań i oceny właściwości akustycznych materiałów, wyrobów i przegród budowlanych, a także właściwości akustycznych budynków i pomieszczeń w budynkach.

Coraz częściej producenci materiałów i wyrobów budowlanych jako parametry charakteryzujące właściwości akustyczne podają nowe wskaźniki oceny. Również najnowsze publikacje z zakresu akustyki budowlanej, w tym bazy danych, katalogi, a także ustanowiona PN-B-02151-03:1999 zawierają nowe wskaźniki akustyczne poszczególnych wyrobów. Dlatego w celu przybliżenia szerszemu ogółowi nowych parametrów akustycznych, w dalszej części artykułu przedstawiono najczęściej spotykane nowe wskaźniki oceny właściwości materiałów, wyrobów i elementów budowlanych.

Tablica 1. Zestawienie norm europejskich dotyczących pomiaru i oceny parametrów akustycznych wyrobów i elementów budowlanych oraz stan polskiej normalizacji

Table 1. European Standards and related Polish Standards (existing and planned) concerning measurement and rating of acoustics properties of building materials and elements

Nr dokumentu EN ISO	Tytuł	Stan polskiej normalizacji
EN ISO 140-1:1997	Akustyka – pomiary izolacyjności akustycznej w budynkach i izolacyjności akustycznej elementów budowlanych Część 1: Wymagania na laboratoria bez przenoszenia bocznego	ustanowiona jako PN-EN ISO 140-1:1999
EN 20140-2:1993	Część 2: Wyznaczenie, weryfikacja i zastosowanie danych określających dokładność	ustanowiona jako PN EN 20140-2:1999
EN 20140-3:1995	Część 3: Pomiary laboratoryjne izolacyjności od dźwięków powietrznych	ustanowiona jako PN EN 20140-3:1999
EN ISO 140-4:1998	Część 4: Pomiary terenowe izolacyjności od dźwięków powietrznych między pomieszczeniami	ustanowiona jako PN EN ISO 140-4:2000
EN ISO 140-5:1998	Część 5: Pomiary terenowe izolacyjności od dźwięków powietrznych przegród zewnętrznych i ich elementów	ustanowiona jako PN-EN ISO 140-5:1999

c.d. tablicy 1

Nr dokumentu EN ISO	Tytuł	Stan polskiej normalizacji
EN ISO 140-6:1998	Akustyka – pomiary izolacyjności akustycznej w budynkach i izolacyjności akustycznej elementów budowlanych Część 6: Pomiary laboratoryjne stropów od dźwięków uderzeniowych	ustanowiona jako PN EN ISO 140-6:1999
EN ISO 140-7:1998	Część 7: Pomiary terenowe izolacyjności od dźwięków uderzeniowych stropów	ustanowiona jako PN-EN ISO 140-7:2000
EN ISO 140-8:1997	Część 8: Pomiary laboratoryjne zmniejszenia poziomu uderzeniowego przez podłogi na stropie wzorcowym	ustanowiona jako PN-EN ISO 140-8:1999
EN 20140-9:1993	Część 9: Pomiary laboratoryjne izolacyjności akustycznej od dźwięków powietrznych mierzonej pomiędzy dwoma pomieszczeniami dla sufitu podwieszanego z przestrzenią powietrzną nad sufitem	ustanowiona jako PN-EN 20140-9:1998
EN 20140-10:1992	Część 10: Pomiary laboratoryjne izolacyjności od dźwięków powietrznych małych elementów budowlanych	ustanowiona jako PN-EN 20140-10:1994
ISO/CD 140-11:2001	Część 11: Pomiary laboratoryjne tłumienia dźwięków uderzeniowych przez podłogi na lekkim stropie	będzie ratyfikowana przez CEN po 2002 r.
EN ISO 140-12	Część 12: Pomiary laboratoryjne przenoszenia bocznego dźwięków powietrznych i uderzeniowych przez podesty	będzie ustanowiona jako PN EN ISO 140-12 w 2001 r.
EN ISO 717-1:1999	Akustyka – Ocena izolacyjności akustycznej w budynkach i izolacyjności akustycznej elementów budowlanych Część 1: Izolacyjność od dźwięków powietrznych	ustanowiona jako PN-EN ISO 717-1:1999
EN ISO 717-2:1999	Część 2: Izolacyjność od dźwięków uderzeniowych	ustanowiona jako PN-EN ISO 717-2:1999

2. Przegląd wskaźników oceny właściwości akustycznych materiałów, wyrobów i elementów budowlanych, wynikających z wprowadzenia norm europejskich

W tablicy 2 zestawiono określone w warunkach laboratoryjnych parametry i wskaźniki charakteryzujące izolacyjność akustyczną elementów budowlanych, a w tablicy 3 – parametry i wskaźniki charakteryzujące właściwości akustyczne wyrobów i materiałów budowlanych, zdefiniowane w normach europejskich. W tabelach tych podano dla poszczególnych parametrów normy opisujące metodykę pomiaru i obliczania jednolicebowych wskaźników oceny.

Tablica 2. Parametry i wskaźniki charakteryzujące izolacyjność akustyczną elementów budowlanych
 Table 2. Parameters and single-number ratings for assessment of sound insulation of building elements

Element budynku	Rodzaj dźwięków	Mierzony parametr w warunkach laboratoryjnych	Numer normy pomiarowej	Wskaźnik oceny
Ściana wewnętrzna, okna i drzwi wewnętrzne	powietrzne	R – izolacyjność akustyczna właściwa	PN-EN 20140-3	$R_w(C, C_{tr})$ R_w – wskaźnik ważony izolacyjności akustycznej właściwej C, C_{tr} – widmowe wskaźniki adaptacyjne R_{A1} – wskaźnik oceny izolacyjności akustycznej właściwej $(R_{A1} = R_w + C)$ R_{A2} – wskaźnik oceny izolacyjności akustycznej właściwej $(R_{A2} = R_w + C_{tr})$
Ściana zewnętrzna, okna lub drzwi zewnętrzne	powietrzne	R – izolacyjność akustyczna właściwa	PN-EN 20140-3	$R_w(C, C_{tr})$ R_w – wskaźnik ważony izolacji akustycznej właściwej R_{A1} – wskaźnik oceny izolacyjności akustycznej właściwej $(R_{A1} = R_w + C)$ R_{A2} – wskaźnik oceny izolacyjności akustycznej właściwej $(R_{A2} = R_w + C_{tr})$
Strop	powietrzne	R – izolacyjność akustyczna właściwa	PN-EN 20140-3	$R_w(C, C_{tr})$ R_w – wskaźnik ważony izolacyjności akustycznej właściwej R_{A1} – wskaźnik oceny izolacyjności akustycznej właściwej ($R_{A1} = R_w + C$) R_{A2} – wskaźnik oceny izolacyjności akustycznej właściwej ($R_{A2} = R_w + C_{tr}$)
	uderzeniowe	L_n – poziom uderzeniowy znormalizowany	PN-EN ISO 140-6	$L_{n,w}(C_1)$ $L_{n,w}$ – wskaźnik ważony poziomu uderzeniowego znormalizowanego C_1 – widmowy wskaźnik adaptacyjny

Tablica 3. Parametry i wskaźniki charakteryzujące właściwości akustyczne materiałów i wyrobów budowlanych
 Table 3. Parameters and single-number ratings for assessment of acoustic properties of building materials and products

Wyrób	Rodzaj dźwięków	Mierzony parametr	Numer normy pomiarowej	Wskaźnik oceny
Podłogi pływające, nawierzchnie podłogowe	uderzeniowe	ΔL – zmniejszenie poziomu uderzeniowego (poprawa izolacyjności od dźwięków uderzeniowych)	PN-EN ISO 140-8	ΔL_w – ważony wskaźnik zmniejszenia poziomu uderzeniowego stropu wzorcowego wprowadzony przez podłogę (nawierzchnię)
Sufity podwieszane	powietrzne	$D_{n,c}$ – znormalizowana różnica poziomów ciśnienia akustycznego dla sufitu podwieszanego (tzw. izolacyjność akustyczna wzdłużna)	PN-EN 20140-9	$D_{n,c,w}(C, C_{tr})$ $D_{n,c,w}$ – wskaźnik ważony znormalizowanej różnicy poziomów ciśnienia akustycznego C, C_{tr} – widmowe wskaźniki adaptacyjne
		α_s – współczynnik pochłaniania dźwięku	PN-EN 20354	α_w – wskaźnik pochłaniania dźwięków (ważony współczynnik pochłaniania)
Materiały i ustroje dźwiękochłonne		α_s – współczynnik pochłaniania dźwięku	PN-EN 20354	α_w – wskaźnik pochłaniania dźwięków
Podesty, podłogi podniesione	powietrzne	$D_{n,f}$ – znormalizowana wzdłużna różnica poziomów ciśnienia akustycznego	PN-EN ISO 140-12	$D_{n,f,w}(C, C_{tr})$ $D_{n,f,w}$ – ważony wskaźnik znormalizowanej wzdłużnej różnicy poziomów C, C_{tr} – widmowe wskaźniki adaptacyjne
	uderzeniowe	$L_{n,f}$ – poziom uderzeniowy znormalizowany przy przenoszeniu wzdłużnym	PN-EN ISO 140-12	$L_{n,f,w}(C_1)$ $L_{n,f,w}$ – ważony wskaźnik znormalizowanego poziomu uderzeniowego przy przenoszeniu wzdłużnym C_1 – widmowy wskaźnik adaptacyjny
		ΔL – zmniejszenie poziomu uderzeniowego (poprawa izolacyjności od dźwięków uderzeniowych)	PN-EN ISO 140-8	ΔL_w – ważony wskaźnik zmniejszenia poziomu uderzeniowego stropu wzorcowego wprowadzony przez podłogę (nawierzchnię)

Jak widać z tablic, oprócz znanych parametrów występujących w dotychczas obowiązujących polskich normach, takich jak: R i R_w , L i L_w , ΔL i ΔL_w czy α_s , pojawiają się nowe wskaźniki i parametry oceny.

W odniesieniu do materiałów i ustrojów dźwiękochłonnych został wprowadzony jednolite wskaźnik pochłaniania dźwięku α_w – szerzej omówiony w pracy [1].

W celu oceny izolacyjności od dźwięków powietrznych elementów i wyrobów budowlanych w dB (A), zostały wprowadzone dwa widmowe wskaźniki adaptacyjne: C i C_{tr} . Wskaźniki te mają uwzględniać widmowy charakter hałasu i są dostosowane do następujących rodzajów widm wzorcowych:

C – dla widma płaskiego w funkcji częstotliwości, charakterystycznego dla hałasów w budynkach mieszkalnych i użyteczności publicznej,

C_{tr} – dla widma hałasu ze znaczącym udziałem składowych w zakresie niskich i średnich częstotliwości, charakterystycznego np. dla ruchu drogowego miejskiego.

Źródła hałasu przypisane widmom wzorcowym i odpowiadający im widmowy wskaźnik adaptacyjny według PN EN ISO 717-1 zestawiono w tablicy 4.

Tablica 4. Rodzaje źródeł hałasu i odpowiadające im widmowe wskaźniki adaptacyjne według PN-EN ISO 717-2:1999

Table 4. Types of noise sources and corresponding spectral adaptation terms according to PN EN ISO 717-2:1999

Rodzaj źródła hałasu	Widmowy wskaźnik adaptacyjny
Źródła hałasu bytowego (rozmowa, muzyka, radio, tv) Zabawa dzieci Ruch kolejowy o średniej i dużej prędkości Ruch na drodze szybkiego ruchu > 80 km/h Samoloty odrzutowe, w małej odległości Zakłady przemysłowe emitujące głównie hałas średnio- i wysokoczęstotliwościowy	C
Ruch uliczny miejski Ruch kolejowy o małych prędkościach Śmigłowce Samoloty odrzutowe, w dużej odległości Muzyka dyskotekowa Zakłady przemysłowe emitujące głównie hałas nisko- i średniczęstotliwościowy	C_{tr}

Wskaźniki adaptacyjne C i C_{tr} należy dodać do wskaźnika ważonego R_w , aby otrzymać wskaźniki oceny izolacyjności akustycznej elementu budowlanego – odpowiednio R_{A1} i R_{A2} , będące miarą izolacyjności akustycznej w dB (A), zależną od rodzaju widma hałasu. Przykładowe wskaźniki adaptacyjne i wskaźniki oceny zostały zanalizowane w pracy [2].

Wskaźniki C i C_{tr} odnoszą się tylko do dźwięków powietrznych. W odniesieniu do dźwięków uderzeniowych wprowadzono wskaźnik C_1 , mający uwzględniać charakter widma hałasu typowy dla kroków.

Do oceny izolacyjności akustycznej sufitów i podłóg podniesionych (podestów) wprowadzono nową grupę parametrów, charakteryzujących tzw. izolacyjność akustyczną wzdłużną:

- w przypadku sufitów podwieszanych
 - $D_{n,c}$ i wskaźniki $D_{n,c,w}$ (C , C_{1f}) – odnoszące się do dźwięków powietrznych;
- w przypadku podłóg podniesionych
 - $D_{n,f}$ i wskaźniki $D_{n,f,w}$ (C , C_{1f}) – odnoszące się do dźwięków powietrznych,
 - $L_{n,f}$ i wskaźniki $L_{n,f,w}$ (C_1) – odnoszące się do dźwięków uderzeniowych.

Wymienione parametry określają izolacyjność akustyczną tych wyrobów wówczas, gdy sufit podwieszany lub podłoga podniesiona są wspólne dla przyległych pomieszczeń i przestrzeń nad sufitem lub pod podłogą łączy sąsiednie pomieszczenia (ściana działowa między pomieszczeniami sięga tylko do sufitu podwieszanego bądź jest ustawiona na podłodze podniesionej).

W grupach roboczych ISO i CEN są nowelizowane istniejące i opracowywane nowe dokumenty normalizacyjne i należy liczyć się z możliwością zmian i wprowadzania nowych parametrów, charakteryzujących właściwości akustyczne wyrobów i elementów budowlanych.

Bibliografia

- [1] Mirowska M.: Jednoliczbowy wskaźnik pochłaniania dźwięków dla wyrobów stosowanych w budownictwie. Klasyfikacja wyrobów dźwiękochłonnych. *Prace Instytutu Techniki Budowlanej – Kwartalnik*, 1–2 (101–102), 1997
- [2] Nurzyński J.: Ocena właściwości akustycznych lekkich ścian szkieletowych z płyt gipso-kartonowych. Materiały XXVIII Zimowej Szkoły Zwalczenia Zagrożeń Wibroakustycznych – Oddz. Górnośląski PTA. Instytut Fizyki Politechniki Śląskiej, Wiśła – Gliwice 2000
- [3] Żuchowicz-Wodnikowska I.: Normalizacja w zakresie akustyki budowlanej – postęp we wdrażaniu norm EN ISO jako norm krajowych. *Prace Instytutu Techniki Budowlanej – Kwartalnik*, 1 (109), 1999
- [4] PN-B-02151-3:1999 Akustyka budowlana. Ochrona przed hałasem w budynkach. Izolacyjność akustyczna przegród w budynkach oraz izolacyjność akustyczna elementów budowlanych. Wymagania.

NEW SINGLE NUMBER RATINGS FOR ACOUSTIC PROPERTIES OF BUILDING MATERIALS AND ELEMENTS

Summary

Many new Polish Standards (PN Standards) concerning building acoustics were established recently, the most of which had been adopted from European Standards. These standards reflects a new approach to parameters used for description of acoustic properties of building materials and elements. This paper specifies newly established PN Standards and related European Standards. The paper also contains a review of single number ratings, introduced to the new PN Standards from European Standards, for assessment of acoustic properties of building materials and elements.

Praca wpływęła do Redakcji 28 V 2001