

# Nowelizacja normy dotyczącej wpływu drgań na ludzi w budynkach jako rezultat badań objętych tematem PT.1. w POIG (III) Redukcja nadmiernych drgań oraz rola badań doświadczalnych i baz danych pomiarowych



z Kaweckie

W wyniku oceny diagnostycznej albo przy projektowaniu budynku może okazać się, iż występujące albo prognozowane drgania w miejscu ich oddziaływania na człowieka w jakimś paśmie częstotliwości przekraczają linię określającą poziom niezbędnego komfortu wibracyjnego.

Wówczas należy zastosować środki prowadzące do redukcji nadmiernych drgań. Można przy określaniu sposobu redukcji drgań uwzględnić informacje o tym, co wpływa na poziom drgań przejmowanych przez człowieka w budynku.

## Redukcja nadmiernych drgań

W [19] zestawiono najważniejsze czynniki wpływające na poziom drgań komunikacyjnych przenoszących się na budynki, a z nich na ludzi przebywających w pomieszczeniach zlokalizowanych w budynkach. Czynniki te można związać ze źródłem drgań, drogą ich propagacji oraz z odbiornikiem drgań. Poziom ten zależy przede wszystkim od następujących czynników:

\*Rodzaj, typ mechaniczny oraz stan zachowania pojazdu wywołującego drgania. W szczególności mogą tu odgrywać rolę:

- kształt pojazdu (przy dużych prędkościach) i jego ciężar własny,
- stopień wypełnienia (załadowania) pojazdu,
- konstrukcja pojazdu: wyważenie elementów pojazdu, rodzaj układu resorowania, rozstaw osi zestawów kołowych itp.,

# Nowelizacja normy dotyczącej wpływu drgań na ludzi w budynkach jako rezultat badań objętych tematem PT.1. w POIG (III) Redukcja nadmiernych drgań oraz rola badań doświadczalnych i baz danych pomiarowych

- stan zachowania pojazdu, szczególnie układu resorowania i kół (niewyważenia kół, utworzone podniecia, lokalne spłaszczenia na obwodzie kół).

---

\*Rodzaj i stan nawierzchni (np. tor, podtorze), po której porusza się pojazd. W szczególności:

- rodzaj szyny (styki szyn, styk z kołem, przekazanie obciążeń),
- sposób podparcia szyny, rodzaj i wielkość podpór (podkłady drewniane, betonowe, poprzeczne, podłużne, płyty itp.),
- elementy przenoszące drgania z szyny na otoczenie (podtorze, wibroizolacja itp.),
- sztywność pionowa i pozioma całej nawierzchni,
- rozwiązania w miejscach osobliwych (skrzyżowania, rozjazdy, zwrotnice, łuki itp.),
- stan nawierzchni (nierówności nawierzchni drogowej, falistość szyn itp.).

\*Sposób poruszania się pojazdu (tzw. stany jazdy), w tym:

- prędkość pojazdu,
- tor ruchu (prosta, łuk),
- zatrzymywanie się i ruszanie pojazdu,
- nakładanie się drgań wywołanych ruchem większej liczby pojazdów (np. równoczesne mijanie się pojazdów).

\*Rodzaj i stan podłoża, przez które propagują się drgania:

- budowa geotechniczna podłoża,
- warunki wodne w podłożu,
- występowanie przegród w gruncie, szczelin, infrastruktury podziemnej itp.

\*Odległość i usytuowanie obiektu odbierającego drgania w stosunku do źródła drgań.

\*Rodzaj i stan obiektu odbierającego drgania:

- typ budynku, jego konstrukcja i geometria, ciężar (nacisk na grunt),
- sposób posadowienia,

## Nowelizacja normy dotyczącej wpływu drgań na ludzi w budynkach jako rezultat badań objętych tematem PT.1. w POIG (III) Redukcja nadmiernych drgań oraz rola badań doświadczalnych i baz danych pomiarowych

- stan zachowania obiektu,

Utworzono: poniedziałek, 22, wrzesień 2014 09:28 Janusz Kawecki

---

- rozwiązanie techniczne konstrukcji stropu,

- cechy dynamiczne konstrukcji (częstotliwości drgań własnych, tłumienie).

W odniesieniu do podziemnych źródeł drgań komunikacyjnych (tunele: drogowe, metra, kolejowe i tramwajowe) dochodzą dodatkowo dwa czynniki:

- zagłębienie tunelu,

- rodzaj obudowy tunelu, przez którą propagowane są drgania na zewnątrz.

W zależności od stanu źródła drgań (projektowane, eksploatowane) i obiektu (projektowany, zrealizowany) stosuje się środki techniczne w źródle drgań, na drodze ich propagacji oraz w odbiorniku drgań. Kolejne analizy powinny umożliwić wybranie najkorzystniejszego (ze względu np. na koszty, wykonawstwo, zastosowane materiały itp.) środka technicznego o działaniu antywibracyjnym.

Przyjęcie odpowiedniego do zastosowania środka technicznego redukcji drgań oraz miejsca jego zastosowania (w źródle drgań, na drodze propagacji albo w odbiorniku drgań) wynika z wymagań określonych w miejscowym planie zagospodarowania przestrzennego. Tak postąpiono np. w Warszawie w związku z budową linii metra. Z zapisów w odpowiedniej uchwale władz samorządowych (por. [22]) wynika, iż projektując przebieg linii i konstrukcję toru metra uwzględniono wymaganie, aby drgania generowane przejazdami pociągów metra nie naruszały warunków ochrony antywibracyjnej istniejących budynków i ludzi w nich przebywających. Było to zadaniem projektantów linii metra. Włączenie tejże linii w obszar zabudowy powoduje, iż w nowym układzie odpowiednie wymagania antywibracyjne będą odnosiły się do nowej, projektowanej zabudowy w otoczeniu tunelu metra. A to oznacza, iż projektujący nowe obiekty w tym otoczeniu powinni uwzględniać istniejące lub projektowane (ale znane) źródło drgań (tzn. drgania generowane przejazdami pociągów metra).

### **Rola badań doświadczalnych i baz danych pomiarowych**

Wykorzystanie normy [20] wymaga dysponowania informacjami o występujących albo prognozowanych parametrach drgań. W diagnozach można te informacje pozyskać jako wynik pomiarów wykonanych na obiekcie istniejącym przy eksploatowanym źródle drgań. Jednak w procedurze prognozowania wpływów dynamicznych na obiekty odbierające drgania istotną rolę odgrywają dane o oddziaływaniu prognozowanego źródła drgań na otoczenie. W przypadku drgań pochodzenia komunikacyjnego albo wywołanych robotami drogowymi brak jest

## Nowelizacja normy dotyczącej wpływu drgań na ludzi w budynkach jako rezultat badań objętych tematem PT.1. w POIG (III) Redukcja nadmiernych drgań oraz rola badań doświadczalnych i baz danych pomiarowych

jeszcze ujęć modelowych, które pozwoliłyby na analityczne wyznaczenie prognozowanych parametrów drgań obiektu odbierającego wielkości charakteryzujących źródła drgań i drogę ich propagacji. W takich sytuacjach należy skorzystać z wyników pozyskanych podczas wcześniejszych pomiarów dynamicznych, które tworzą zbiór nazwany Bazą Danych Pomiarowych (dalej: BDP). Jest to temat ważny w odniesieniu do opisywanych tu problemów.

W BDP znajdują się wyniki pomiarów i analiz pozyskane z opracowań diagnostycznych zarówno w czasie budowy jak i eksploatacji dróg oraz wyniki badań wykonanych na specjalnych poligonach badawczych. W celu zapewnienia możliwości wykorzystania w prognozowaniu danych zawartych w BDP należy w opisie wibrogramów umieścić również informacje:

- o źródle drgań, którego oddziaływanie na obiekt było przedmiotem pomiaru,
- o drodze propagacji drgań od źródła do obiektu odbierającego drgania,
- o obiekcie odbierającym drgania i o jego stanie (technicznym),
- o przyjętym kryterium oceny wpływu drgań na obiekt odbierający drgania,
- o wyznaczonych (doświadczalnie) wartościach parametrów opisujących reakcję obiektu odbierającego drgania,
- o ocenie wpływu drgań na obiekt odbierający drgania (z wykorzystaniem przyjętego kryterium oceny).

Podczas realizacji niniejszego tematu badawczego oraz wielu opracowań diagnostycznych wykonanych w Instytucie Mechaniki Budowli Politechniki Krakowskiej powstał dość liczny zbiór danych, który wraz z danymi wcześniej pozyskanymi tworzy dość obszerną BDP. W celu skonstruowania BDP zbierane są oddzielnie w odniesieniu do każdego rodzaju działań dynamicznych (tzn. drgań generowanych podczas budowy oraz drgań generowanych podczas eksploatacji dróg kołowych i szynowych) wyniki pomiarów odpowiednio opisane i skatalogowane. Taka formuła zbioru ułatwia odnajdywanie informacji potrzebnych do opracowania prognozy dotyczącej konkretnej sytuacji projektowej.

W tym miejscu należy jeszcze raz podkreślić (por. referaty na Seminarium WIBROSZYN w latach 2011, 2012 i 2013 r.), iż w metodyce pomiarowo-interpretacyjnej przywoływanej w pracach IMB korzysta się z wyników pomiarów drgań, które następnie odpowiednio analizowane doprowadza się do wielkości stosowanych w ocenie narażenia wibracji na ludzi w budynkach. Wyniki pomiarów wykorzystuje się podczas realizacji zadań diagnostycznych i projektowania. Okazuje się jednak, iż często takie pomiary wykonywane są przez jednostki nie dysponujące odpowiednim sprzętem i kadrą, a także nie stosujące wymagań odnośnie do metod analizy i oceny. Są więc to jednostki, które nie spełniają kryteriów jakości. Zasada najniższej ceny za usługę stosowana bezkrytycznie w procedurach przetargowych

## Nowelizacja normy dotyczącej wpływu drgań na ludzi w budynkach jako rezultat badań objętych tematem PT.1. w POIG (III) Redukcja nadmiernych drgań oraz rola badań doświadczalnych i baz danych pomiarowych

bez wymagania odnośnie do zapewnienia odpowiedniej jakości prac powoduje, że to ~~te jednostki wygrywały przetargi na wykonanie takich zadań. Coraz częściej~~

otrzymujemy zapytania kierowane do nas przez pokrzywdzonych wcześniejszymi ocenami wpływu drgań na budynki i ludzi w budynkach, które wykonywały jednostki nie posiadające kadry i aparatury umożliwiającej zapewnienie wymaganej jakości opracowań. W celu uniknięcia podobnych sytuacji celowe jest podawanie w wymaganiach przetargowych żądania, aby zleceniobiorca wykazał się stosowaniem procedur zapewnienia odpowiedniej jakości w jego badaniach. Najlepszym tego sprawdzianem jest legitymowanie się przez zespół badawczy akredytacją Polskiego Centrum Akredytacji i to w konkretnym zakresie: dotyczącym oceny wpływu drgań na budowlę i ludzi w budynkach.

### Podsumowanie

Jak wyżej wykazano wykonawcy tematu PT1.7 dysponują już znaczącym zbiorem informacji, który wykorzystają w procedurze nowelizacji normy [20]. Do najważniejszych zmian w normie [20] wprowadzonych w procesie nowelizacji można zaliczyć:

- uściślenie zapisów dotyczących kryteriów oceny wpływu drgań na ludzi w budynkach (analiza wartości RMS w podanych pasmach częstotliwości, wykorzystanie wskaźników WODL w ocenach porównawczych itp.);
- wyraźne wskazanie na możliwości wykorzystania metodyki pomiarowo-interpretacyjnej oraz związanych z nią procedur przy projektowaniu budynków i dróg;
- tworzenie i wykorzystanie BDP;
- wyraźne wyjaśnienie odnoszące się do sposobu uwzględnienia czasu narażenia wibracyjnego w ocenach wpływu drgań na ludzi;
- podanie działań kierunkowych prowadzących do redukcji nadmiernych drgań.

W celu dostosowania nowelizowanej normy do wymagań podanych w nowej wersji normy ISO konieczne będzie również podanie dwóch pozostałych parametrów oceny (wartość skorygowana oraz dawka wibracji) oraz podanie w jakich warunkach i w jaki sposób mogą być one stosowane.

Najważniejsze jest jednak to, że rezultaty dotychczasowych badań zostały już zebrane w książce [19] i mogą być stosowane przez autorów opracowań diagnostycznych i projektowych.

Nowelizacja normy dotyczącej wpływu drgań na ludzi w budynkach jako rezultat badań objętych tematem PT.1. w POIG (III) Redukcja nadmiernych drgań oraz rola badań doświadczalnych i baz danych pomiarowych

Trzeba również pamiętać o tym, że nowe wymagania zapisane w dokumentach dotyczących oceny środowiska również wpływają na konieczność nowelizowania wspomnianej normy. Naruszenie np. wymagań odnośnie do zapewnienia ludziom niezbędnego komfortu wibracyjnego prowadzi do ograniczenia możliwości korzystania z pomieszczeń lub do wyłączenia pomieszczeń z użytkowania. Z tym zaś związane są decyzje podejmowane przez służby techniczne podobne do działań, jakie muszą być podejmowane w przypadku awarii konstrukcji budynku albo w sytuacji zagrożenia przedawaryjnego. Mogą być zatem kwalifikowane jako sytuacje zagrożenia awaryjnego albo awarie. W celu uniknięcia takich sytuacji należy już w fazie projektowania budynków zlokalizowanych w bezpośrednim sąsiedztwie występowania źródeł drgań rozważać ich wpływ na obniżenie komfortu wibracyjnego ludzi, którzy będą przebywać w tych budynkach. Z tych również powodów realizowany był temat badawczy PT1.7.

Stwierdzamy zainteresowanie opracowaną w Instytucie Mechaniki Budowli metodą badawczą ze strony inwestorów i projektantów budynków zlokalizowanych w sąsiedztwie źródeł drgań. Jest ona również zalecona do stosowania decyzjami władz samorządowych podejmowanymi w odniesieniu do miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego (por. np. [22]).

prof. dr hab. inż. Janusz Kawecki

Instytut Mechaniki Budowli, Wydział Inżynierii Lądowej, Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki

**Projekt „Innowacyjne środki i efektywne metody poprawy bezpieczeństwa i trwałości obiektów budowlanych i infrastruktury transportowej w strategii zrównoważonego rozwoju” współfinansowany przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego realizowanego pod nadzorem ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego - Nr umowy POIG.01.01.02-10-106/09-06**

### **Literatura i wykorzystane materiały:**

[1] BS 6472-1:2008, Guide to evaluation of human exposure to vibration in buildings, *Part 1: Vibration sources other than blasting*, 2008, British Standard.

[2] Ciesielski R.; *Próba klasyfikacji szkodliwości wpływów drgań i wstrząsów na ludzi znajdujących się w budynkach*; Zeszyty Naukowe Politechniki Krakowskiej, Kraków, 1, 1966.

# Nowelizacja normy dotyczącej wpływu drgań na ludzi w budynkach jako rezultat badań objętych tematem PT.1. w POIG (III) Redukcja nadmiernych drgań oraz rola badań doświadczalnych i baz danych pomiarowych

[3] Ciesielski R.; *O ochronie ludzi w budynkach przed wpływem wibracji*; Przegląd Budowlany, 1981, nr 7, wrzesień 2014 09:28 Janusz Kawecki

---

[4] Ciesielski R., Kawecki J.; *Doświadczalna weryfikacja skal wpływów dynamicznych na budynki (SWD)*; XIX Konferencja Naukowa KILiW PAN i KN PZITB, Krynica, 1973, t. 1.

[5] Ciesielski R., Kawecki J.; *Weryfikacja doświadczalna skal SWD*; Prace z Sympozjum: Wpływy sejsmiczne i parasejsmiczne na budowlę; Politechnika Krakowska, Kraków 1979.

[6] Ciesielski R., Maciąg E.; *Drgania drogowe i ich wpływ na budynki*, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa 1990.

[7] Ciesielski R., Kawecki J., Maciąg E.; *Ocena wpływu wibracji na budynki i ludzi w budynkach (diagnostyka dynamiczna)*, Wyd. Instytut Techniki Budowlanej, Warszawa 1993.

[8] Ciesielski R., Kawecki J., Maciąg E., Stypuła K., *Ocena diagnostyczna skutków wpływów drgań na budynki i ludzi w budynkach*, Inżynieria i Budownictwo, 1993, nr 9, str.390-394.

[9] DIN 4150-2, *Structural vibration, Part 2: Human exposure vibration in buildings*, 1999, German Standard.

[10] ISO 2631-2, *Guide to the evaluation of human exposure to whole body vibration. Part 2- Vibration in buildings*, 2003, International Organization for Standardization.

[11] ISO 10137, *Bases for design of structures - Serviceability of buildings and walkways against vibration*, 2007, International Organization for Standardization.

[12] Kamińska M., Lefik M.; *Wyniki realizacji Projektu „Innowacyjne środki i efektywne metody poprawy bezpieczeństwa i trwałości obiektów budowlanych i infrastruktury transportowej w strategii zrównoważonego rozwoju*; Przegląd Budowlany, 2014, nr 6, str.12-17.

[13] Kawecki J.; *Uwzględnienie wpływu drgań na ludzi w projektowaniu i diagnostyce budynków*, V Seminarium „WIBROSZYN-2010” Politechnika Krakowska, Kraków 2010.

[14] Kawecki J.; *Zastosowanie procedur oceny wpływu drgań na ludzi w projektowaniu i diagnostyce budynków*, Materiały VI Seminarium: Wpływ hałasu i drgań wywołanych eksploatacją transportu szynowego na budynki i ludzi w budynkach. Diagnostyka i zapobieganie, WIBROSZYN'2011, Kraków 8-9 września 2011.

Nowelizacja normy dotyczącej wpływu drgań na ludzi w budynkach jako rezultat badań objętych tematem PT.1. w POIG (III) Redukcja nadmiernych drgań oraz rola badań doświadczalnych i baz danych pomiarowych

[15] Kawecki J., Kowalska-Koczwara A., Stypuła K.: *Consideration of Criteria of Vibration Comfort of People in Diagnosis and Design of Buildings*. World Academy of Science, Engineering and Technology, Venice Italy, WASET, 2011 Issue 59 November 2011.

[16] Kawecki J., Stypuła K.: *Błędy w projektowaniu i diagnostyce wpływów dynamicznych na budynki*; Inżynieria i Budownictwo, nr 5/2011.

[17] Kawecki J., Stecz P., Stypuła K.: *O konieczności wykonywania obliczeń symulacyjnych wibroizolacji w torze tramwajowym*; Czasopismo Techniczne, 2011, z. 19; Seria: Budownictwo, z. 3-B; Kraków.

[18] Kawecki J., Kowalska-Koczwara A., Stypuła K.: *Rozwój ujęcia wpływu drgań na ludzi w budynkach*; Inżynieria i Budownictwo, nr 12/2013.

[19] Kawecki J., Stypuła K.: *Zapewnienie komfortu wibracyjnego ludziom w budynkach narażonych na oddziaływania komunikacyjne*, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Kraków 2013.

[20] PN-88/B-02171, *Ocena wpływu drgań na ludzi w budynkach* 1988, norma polska.

[21] PN-EN 1990: 2004, *Podstawy projektowania konstrukcji*.

[22] Uchwała Nr LXXVII/2422/2006 Rady Miasta Stołecznego Warszawy z dnia 22 czerwca 2006 r. w sprawie uchwalenia miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego regionu tzw. Dworca Południowego, Dziennik Urzędowy Województwa Mazowieckiego Nr 146, poz. 4800.