



JANUSZ KAWECKI, *jkawec@pk.edu.pl*
KRZYSZTOF STYPUŁA, *kstypula@pk.edu.pl*
Politechnika Krakowska

JESZCZE RAZ O BŁĘDACH W DIAGNOZACH DOTYCZĄCYCH OCENY WPŁYWÓW DYNAMICZNYCH NA BUDYNKI ORAZ LUDZI W BUDYNKACH

ONCE AGAIN ABOUT FAULTS IN DIAGNOSIS CONCERNING EVALUATION OF DYNAMIC INFLUENCES ON BUILDINGS AND ON PEOPLE IN BUILDINGS

Streszczenie W [1, 2] przed kilku laty opisano najważniejsze z błędów popełnianych przez różne zespoły zajmujące się oceną wpływu drgań na budynki przy okazji wykonywania pomiarów oraz diagnoz dynamicznych. Okazuje się, że tamte opracowania nie posłużyły do wyeliminowania owych błędów. Stało się wręcz przeciwnie. Wzrastające zapotrzebowanie na tego rodzaju pomiary i diagnozy spowodowało wzrost liczby zespołów podejmujących się tego typu prac, które nie tylko nie są przygotowane do wykonywania takich prac, ale uczestniczą w powielaniu starych i wytwarzaniu nowych opracowań obarczonych błędami. Dlatego konieczne staje się podjęcie tego tematu jeszcze raz na konferencji „Awarie Budowlane”, tym bardziej, że jak wykazaliśmy w [3], błędne wyniki pomiarów dynamicznych i diagnoz opracowanych na ich podstawie mogą przyczyniać się do wystąpienia stanów przedawaryjnych i awarii budynków.

Abstract A few years ago most of the errors made by various teams involved in the assessment of the impact of vibration on buildings while performing dynamic measurements and diagnoses were described in [1, 2]. It turns out that those studies have not led to elimination of those errors. Quite the opposite the increasing demand for this type of measurements and evaluations resulted in an increase in the number of teams undertaking this type of work, not only not being prepared for it, but also copying old and producing new error laden reports. So it becomes necessary to address the subject again at the "Structural Failures" conference, especially as we have shown in [3], that erroneous dynamic test results and diagnoses developed basis on them can lead to distress and failures of buildings.

1. Wstęp

Od czasu wprowadzenia do norm budowlanych stosunkowo prostych procedur oceny szkodliwości oddziaływań dynamicznych na budynki [4] i ludzi w nich przebywających [5] w nawiązaniu do [6] coraz więcej zespołów zajmujących się pomiarami drgań włącza do obszaru swej działalności również pomiary i oceny diagnostyczne z tego zakresu. Stałe zwiększanie się liczby i intensywności źródeł działań dynamicznych usytuowanych w sąsiedztwie budynków powoduje, że coraz częściej inżynier budownictwa analizując konstrukcję budynku musi uwzględniać wpływy pochodzące od źródeł parasejsmicznych pod kątem ochrony konstrukcji budynków przed uszkodzeniami oraz ludzi w budynku przed naruszeniem wymagań zapewnienia im niezbędnego komfortu vibracyjnego.

Już na początku należy odnotować wyraźne zobowiązanie podane w normie [4] w takim zapisie: „Do wykorzystania normy, szczególnie w przypadku diagnostyki, potrzebne są pomiary drgań. Mogą je wykonywać jednostki naukowo-badawcze lub służby techniczne dysponujące sprzętem pomiarowym i obsługującą go ekipą specjalistów, w której skład powinien wchodzić inżynier budownictwa”.

Pomimo tak wyraźnie sformułowanych wymagań oraz stosunkowo szczegółowych zapisów metodyki pomiarowo-interpretacyjnej coraz częściej pojawiają się diagnozy i prognozy dynamiczne obciążone błędami zarówno w zakresie pomiarów jak i interpretacji kryteriów diagnostycznych. Szczególnie niebezpieczne staje się nagminne wręcz wykorzystywanie skal SWD jako kryterium oceny wpływu drgań przekazywanych z podłoża na takie obiekty budowlane, do których skale te nie odnoszą się.

Jako autorzy norm oraz wielu pomiarów, diagnoz i prognoz dynamicznych dotyczących obiektów budowlanych, często otrzymujemy do oceny wcześniej wykonane przez innych opracowania z tego zakresu, poznajemy też publikowane wyniki takich prac. Zauważając błędy staramy się nasze uwagi przekazywać bezpośrednio autorom. Z ubolewaniem stwierdzamy, iż takich błędów jest coraz więcej, a ich autorzy pochodzą z różnych ośrodków. Wcześniej już, w celu wyeliminowania tych błędów, przedstawialiśmy je w referatach [1, 2]. Okazuje się, że liczba opracowań obciążonych błędami nie maleje. Wzrastające zapotrzebowanie na tego rodzaju pomiary i diagnozy powoduje wzrost liczby zespołów, które nie tylko nie są przygotowane do wykonywania takich prac, ale uczestniczą w powielaniu starych i wytwarzaniu nowych opracowań obciążonych błędami. Konieczne staje się, więc, możliwie szerokie rozpowszechnienie informacji o popełnianych błędach. Jest to tym bardziej konieczne, że w [3] wykazaliśmy, iż błędne wyniki pomiarów dynamicznych i diagnoz opracowanych na ich podstawie mogą przyczynić się do decyzji powodujących wystąpienia stanów przedawaryjnych i awarii budynków.

W niniejszym referacie zestawiono najważniejsze z błędów popełnianych podczas wykonywania pomiarów i diagnoz dynamicznych odnoszących się do oceny wpływu drgań na budynek i ludzi w budynkach.

2. Błędy w ocenie wpływów dynamicznych na budynki

Błędna interpretacja możliwości pominięcia wpływu drgań przekazywanych na budynek przez podłoże

W normie [4], w punkcie 4.3 sformułowano warunki, pozwalające na pominięcie w obliczeniach wpływu drgań przekazywanych na obiekt przez podłoże. W [4] podano odległości budynku od źródła drgań, przy których wystąpieniu można pominąć w obliczeniach wpływ na budynek drgań generowanych pracą źródła. Okazuje się, że autorzy diagnoz przywołują te odległości jako uzasadniające rezygnację z przeprowadzania szczegółowych analiz diagnostycznych. Na tej podstawie rezygnują z wykonania pomiarów drgań. Ich diagnoza odnosi się więc jedynie do stwierdzenia, że odległość budynku od źródła drgań jest większa od podanej w przywołanym punkcie normy, z czego wysnuwają stwierdzenie, iż drgania nie mogą wpływać niekorzystnie na budynek. Jest to rozumowanie błędne. W normie [4], w tytule przywołanego wyżej punktu wyraźnie zaznaczono, że owe „pominięcie” dotyczy obliczeń wykonywanych w fazie projektowania. Wówczas budynek albo źródło drgań jeszcze nie występuje. Podane w normie [4] odległości powinny być traktowane jako orientacyjne (jak to zaznaczono w normie). Podczas diagnozy zaś przeprowadzonej w odniesieniu do budynku istniejącego i działającego źródła drgań, możliwe jest już wykonanie pomiarów drgań i bezpośrednie ocenienie wpływu działań dynamicznych na obiekt.

Występują też takie opracowania diagnostyczne, których autorzy po wykonaniu pomiarów dynamicznych w punkcie pomiarowym na zrealizowanym budynku (ściana piwniczna w poziomie terenu, fundament) wykorzystują zapis podany w punkcie 4.3. normy [4] i na tej podstawie stwierdzają, że drgania nie wpływają niekorzystnie na budynek, gdyż maksymalna wartość pomierzonego przyspieszenia jest mniejsza od 0,005 g (wzór 11 w normie [4]). W normie [4], w tym miejscu wyraźnie zaznaczono, że wartość a_p występująca we wzorze (11) to „amplituda przyspieszenia ruchu poziomego podłoża”. Czyli nie można odwoływać się do wartości pomierzonej na konstrukcji budynku, bowiem między wartościami opisującymi drgania podłoża w miejscu przyszłego posadowienia budynku a wartościami opisującymi drgania fundamentu budynku występują znaczące różnice (np. [9]). Redukcja amplitud drgań przy przejściu z podłoża na fundament może wynosić nawet 90%. Tak więc, wynik diagnozy dynamicznej odnoszący się do badania związku przyczynowego między uszkodzeniami konstrukcji budynku a eksploatacją źródła drgań wyrażony stwierdzeniem, iż „obciążenia budynku wywołane przez podłoże mogą być w obliczeniach dynamicznych pomijane”, nie ma żadnego uzasadnienia w przywołanych w pracy analizach.

Błędne wykorzystanie skal SWD w ocenie wpływów dynamicznych na budowle spoza zakresu ich stosowania

W odniesieniu do pewnej klasy typowych budynków murowanych sformułowano w [8] kryteria diagnostyczne w postaci tzw. skal wpływów dynamicznych: SWD-I i SWD-II. Po wieloletniej weryfikacji aplikacyjną wersję tych skal wprowadzono do normy [4] (również p. 5.2 normy). Diagnozę dynamiczną w odniesieniu do budynków objętych zakresem stosowania skal SWD przeprowadza się na podstawie odpowiednio zebranych i opracowanych wyników pomiarów dynamicznych. Stosunkowo prosta procedura diagnostyczna uwzględniająca kryterium oceny podane w postaci skal SWD wzbudza zainteresowanie nie tylko specjalistów z zakresu budownictwa, ale również zespołów dysponujących wiedzą z zakresu pomiarów wielkości fizycznych oraz aparatury pomiarowej, jednakże nie spełniających wymagania zapisanego w normie [4] i przywołanego tu we wstępie. Prostota tej procedury polega na tym, iż po wykonaniu pomiarów składowej poziomej drgań na fundamencie albo ścianie piwnicznej budynku w poziomie terenu, od strony źródła drgań uzyskuje się wibrogram, po którego analizie w pasmach 1/3-oktawowych uzyskuje się wartości maksymalne przyspieszeń w zakresie od 1÷100 Hz. Otrzymane wykresy porównuje się z odpowiednio dobraną skalą i w zależności od usytuowania wartości maksymalnych podaje się diagnozę odnośnie do skutków wpływu tego rodzaju drgań na konstrukcję budynku. W normie [4] opisano również modyfikacje usytuowania linii rozgraniczających strefy wpływu drgań w zależności od czynników charakteryzujących źródło drgań i stan techniczny budynku narażonego na drgania.

Okazuje się, że pomimo prostoty procedury diagnostycznej stosowanie jej przez osoby nie posiadające wiedzy technicznej z zakresu budownictwa popartej doświadczeniem w dziedzinie dynamiki budowli prowadzi do diagnoz obarczonych błędami. Bywa też, iż w wyniku błędnych diagnoz nie są podejmowane odpowiednie działania techniczne w stosunku do obiektu objętego diagnozą oraz źródła drgań, przez to zwiększa się stan zagrożenia tego obiektu awarią.

Okazuje się jednak, że autorzy diagnoz dotyczących nawet takich obiektów jak hale produkcyjne o konstrukcji stalowej, zbiorniki na paliwa w przyjętym kryterium diagnostycznym wykorzystują skalę SWD. Nie zauważają, iż nie tylko układ konstrukcyjny i materiał, z którego konstrukcja została wykonana zasadniczo odbiegają od budynków, które posłużyły jako wzorce przy opracowywaniu skal, ale również znacząco różnią się wartości współczynnika opisującego tłumienie stalowej hali, zbiornika na paliwo od wartości odnoszącej się do budynku murowanego, to zaś ma istotny wpływ na reakcję dynamiczną budowli.

Już uprzednio [2] zwrócono uwagę na dość częste posługiwanie się skalami SWD w ocenie wpływu drgań przekazywanych z podłoża na takie obiekty budowlane jak kościoły. I chociaż konstrukcja tych budowli jest wykonywana z elementów murowych, to jednak jej układ znacząco różni się od konstrukcji budynków. W tych ostatnich występują stropy nie tylko wydzielające w przestrzeni poszczególne kondygnacje, ale również usztywniające cały obiekt. Ta różnica w konstrukcji istotnie wpływa na wartości sił bezwładności generowanych podczas drgań i na rozkład sił przekrojowych w elementach konstrukcji. Dlatego nie można na podstawie pomierzonych wartości parametrów drgań fundamentu kościoła oceniać za pomocą skal SWD skutków działania dynamicznego na ten obiekt. Trzeba obliczyć dodatkowe siły dynamiczne generowane pomierzonym wymuszeniem kinematycznym i uwzględnić je w sprawdzeniu warunków wytrzymałości i sztywności konstrukcji takiego obiektu.

Błędne usytuowanie punktu pomiarowego

Przy stosowaniu skal SWD w ocenie wpływu drgań na budynek istotne informacje uzyskuje się na podstawie pomiarów dynamicznych. Pomiary takie wykonuje się w punkcie pomiarowym umieszczonym od strony źródła drgań, na fundamencie budynku lub ścianie nośnej w poziomie otaczającego terenu. Wymagania w tym zakresie podano wyraźnie w p. 3.1.c załącznika 2 do normy [4]. Pomiary dotyczą składowych poziomych przyspieszenia drgań i na ich podstawie uzyskuje się informacje o wymuszeniu kinematycznym budynku.

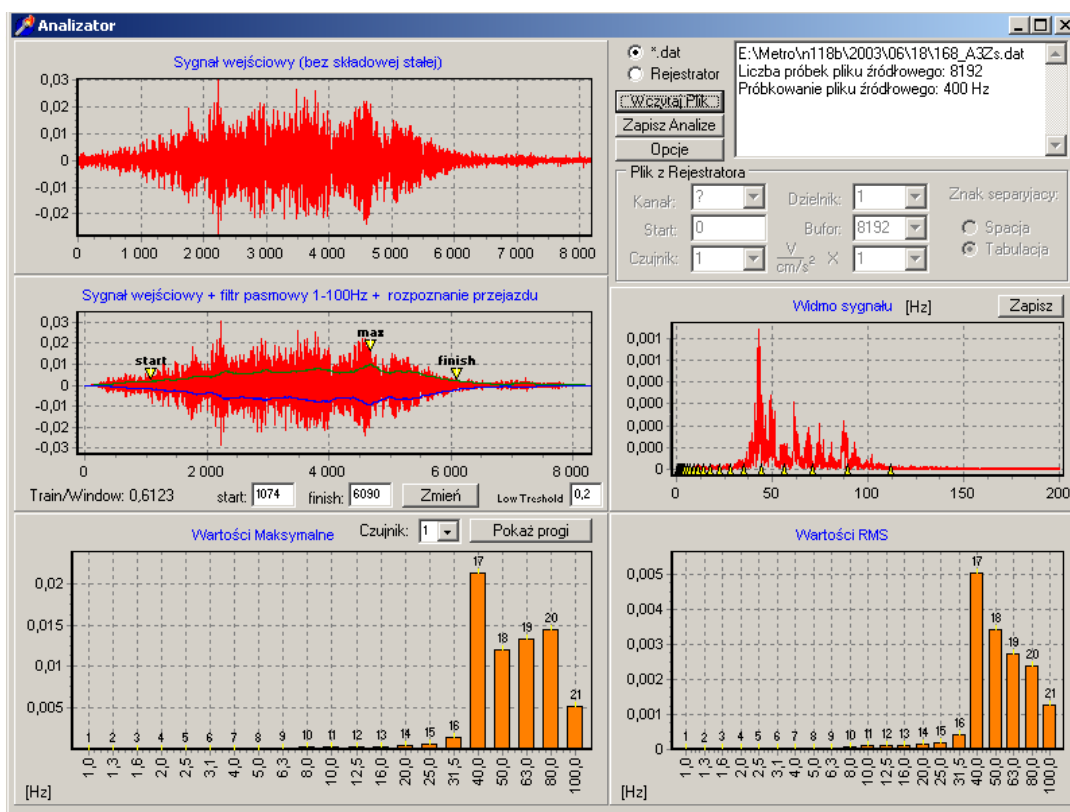
Jeśli jednak wiedza wykonującego pomiar o konstrukcjach budowlanych nie jest wystarczająca, to przyjmuje on punkt pomiarowy w miejscu, w którym – w jego opinii – występują duże amplitudy drgań (np. na murku pod spocznikiem schodów wejściowych do budynku, gdy wiadomo, że najczęściej ta część obiektu jest oddylatowana od budynku, a nawet – takie przypadki również znaleźć można w diagnozach – do oceny według skal SWD przyjmowano drgania zarejestrowane na najwyższej kondygnacji budynku).

Błędne opracowanie wyników pomiarów

Przy stosowaniu skal SWD jako kryterium diagnostycznego konieczne jest odpowiednie opracowanie wyników pomiarów drgań. Wibrogramy zarejestrowane w punkcie pomiarowym obranym zgodnie z zasadami podanymi w p. 3.1.c załącznika 2 do normy [4] należy poddać analizie w pasmach 1/3-oktawowych w przedziale częstotliwości od 1÷100 Hz. Z wibrogramu otrzymanego w każdym z pasm wyznacza się wartość maksymalną (szczytową) i ją przypisuje temu pasmu. Na wykres wyznaczony tymi wartościami w poszczególnych pasmach 1/3-oktawowych nanosi się linie rozdzielające strefy wpływu drgań na budynek odpowiednie do zastosowanej skali (SWD-I albo SWD-II). Usytuowanie wartości maksymalnych w każdym z pasm względem linii rozgraniczających strefy wpływu drgań pozwala na przypisanie pomierzonych drgań do strefy szkodliwości. To zaś umożliwia opisanie skutków oddziaływania drgań na budynek, bowiem takie skutki podane są w odpowiednich zapisach normy [4].

Okazuje się jednak, iż występują opracowania diagnostyczne, w których zamiast maksymalnych wartości (tzw. wartości szczytowych) przyspieszenia w każdym z pasm, podawane są wartości średniokwadratowe (RMS). To prowadzi oczywiście do zaniżenia wyniku pomiaru i błędnych ocen diagnostycznych. Na rys. 1. podano zrzut z ekranu analizatora z wynikami analizy wibrogramu przedstawionego w górnej części lewej strony ekranu. Dwa rysunki w dolnym wierszu tego ekranu są wynikiem analizy wibrogramu w pasmach 1/3-oktawowych zawierające informacje o wartościach maksymalnych w każdym paśmie (rysunek po lewej stronie) oraz wartościach średniokwadratowych przyspieszenia (rysunek po prawej stronie). Widoczne są znaczące różnice w rzędnych.

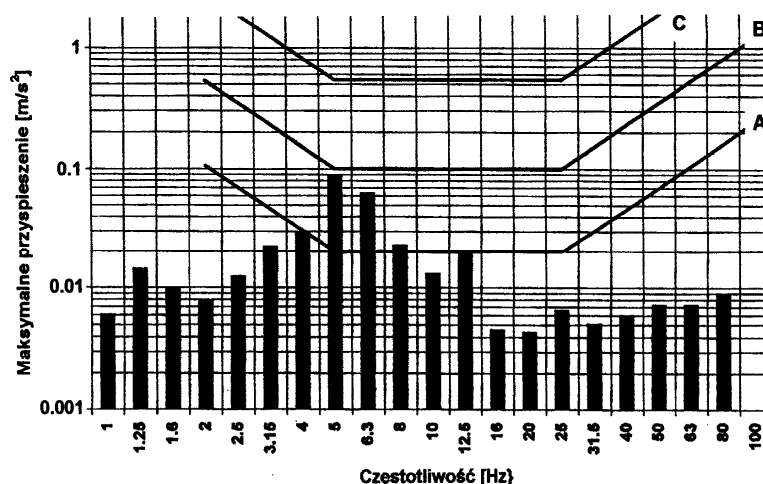
W innym opracowaniu diagnostycznym podano wynik analizy wpływu drgań na niski budynek murowany, w stosunku do którego można w diagnozie wykorzystać skalę SWD-I. Wibrogram uzyskany z pomiaru drgań poziomych na fundamencie budynku posłużył do analizy, której wynik odniesiono do kryterium diagnostycznego zapisanego w skali SWD-I. Autorzy diagnozy w każdym z pasm 1/3-oktawowych wyznaczyli odpowiadające im wartości RMS przyspieszenia drgań. W rezultacie takiego opracowania autorzy diagnozy stwierdzili, iż „drgania są nieodczuwalne przez budynek” (we wszystkich pasmach wyznaczone wartości mieściły się poniżej linii A wyznaczającej granicę między strefą 1 a strefą 2).



Rys. 1. Zrzut z ekranu analizatora z wynikami analizy sygnału wejściowego w pasmach 1/3 oktawowych

Jeśli jednak wzięto by pod uwagę wartości maksymalne (szczytowe) zarejestrowanego przyspieszenia drgań w każdym paśmie 1/3-oktawowym, to o wyniku diagnozy dynamicznej informuje rys. 2, na którym naniesiono również linie rozgraniczające strefy wpływu drgań na budynek według skali SWD-I. Po takim prawidłowym wykonaniu analizy wynik diagnozy byłby następujący: drgania, którym poddany jest budynek są przez budynek odczuwalne (II strefa), ale nie są szkodliwe dla konstrukcji, jedynie przyspieszają zużycie budynku i mogą spowodować wystąpienie rys w wyprawach i tynkach. Trzeba jednak zauważyć, iż drgania te w przedziale częstotliwości 5÷6,3 Hz osiągają poziom blisko dolnej granicy powstania zarysowań i spękań w elementach konstrukcyjnych (linia B na skali SWD-I). Jeśli więc chciano by ograniczyć wpływy dynamiczne na ten budynek, to trzeba zastosować środki techniczne redukujące drgania w przedziale częstotliwości 5÷6,3 Hz – [7, 10].

Trzeba tu jednak zauważyć, że stosowanie procedury niezgodnej z zapisem normowym wynikać może nie tylko z błędnego przeniesienia procedury uzyskiwania rezultatów analiz przeprowadzanych w ocenach wpływu drgań na ludzi w budynkach (por. [5] w nawiązaniu do [6]), ale również używania aparatury pomiarowej, która podaje jako wynik rejestracji wartości średniokwadratowe w założonym czasie uśredniania.



Rys. 2. Maksymalne wartości przyspieszenia drgań w pasmach 1/3-oktawowych uzyskane z opracowania wibrogramu z naniesionymi liniami rozgraniczającymi strefy szkodliwości drgań według skali SWD-I

3. Błędy w ocenie wpływu drgań na ludzi w budynkach Błędne przyjmowanie czasu uśredniania przy wyznaczaniu wartości RMS

W ocenie wpływu drgań na ludzi w budynkach należy wibrogramy uzyskane z pomiarów przedstawić w formie zbioru wartości średniokwadratowych odpowiadających każdemu pasmu 1/3-oktawowemu. Drgania najczęściej mają charakter drgań nieregularnych, w których występuje czas ich narastania i potem zmniejszania, gdy źródło drgań oddala się od budynku. To powoduje, że wyznaczenie wartości średniokwadratowej zależy znacząco od przyjętego czasu uśredniania. W celu ujednoczenia procedur należało jednoznacznie określić czas trwania drgań i analizę przeprowadzać w odniesieniu do tego czasu. W normie [4] jednoznacznie zdefiniowano czas trwania drgań (p. 1.3.3 normy [4]), a w normie [5] podtrzymano to określenie, według którego analiza poszczególnych składowych wibrogramu powinna dotyczyć tego wycinka, w którym wartości amplitud ocenianego parametru ruchu są większe niż 0,2 wartości maksymalnej amplitudy drgań.

Okazuje się jednak, iż w różnych opracowaniach diagnostycznych przyjmowany do uśredniania czas trwania drgań bywa wydłużany obejmując swym zasięgiem w większym niż należy stopniu drgania o mniejszych wartościach. To zaś prowadzi do mniejszych wartości średniokwadratowych i do błędnej odpowiedzi na pytanie stawiane w tego rodzaju diagnozach: czy zapewnia się ludziom w budynku niezbędnemu komfortu wibracyjnego.

Inne błędy występujące w opracowaniach diagnostycznych

Nie rozwijając już obszerniejszymi opisami trzeba tu jednak chociaż wymienić niektóre z innych zauważanych błędów występujących w opracowaniach diagnostycznych, przez co opracowania te tracą na wiarygodności. Oto ważniejsze z nich:

- zbyt mała liczba przejazdów objęta pomiarami uniemożliwia uzyskanie informacji o najniekorzystniejszych warunkach ruchowo-drogowych podczas analizy wpływu drgań na budynki i na ludzi w budynkach,
- wykorzystywanie w ocenie zapewnienia ludziom niezbędnemu komfortu wibracyjnego wyników pomiarów pozyskanych w punktach pomiarowych, w których nie jest przewidziane przebywanie ludzi,
- przeprowadzenie pomiarów drgań bez uwzględnienia warunków odpowiadających ich odbiorowi przez człowieka (bez zastosowania obciążonego tzw. talerza).

4. Warunki zapewnienia jakości w pomiarach i opracowaniach diagnostycznych

Już wyżej przywołane przykłady pokazują, iż często pomiary oraz oceny diagnostyczne w zakresie wpływu drgań na budynki i ludzi w budynkach są wykonywane przez firmy nie dysponujące odpowiednim sprzętem i przygotowaną kadrą do tego zakresu prac. Są więc to jednostki, które nie spełniają kryteriów jakości. Zasada najniższej ceny za usługę stosowana bezkrytycznie w procedurach przetargowych bez wymagania odnośnie do zapewnienia odpowiedniej jakości prac powoduje, że to te jednostki wygrywają przetargi na wykonanie takich zadań. Coraz częściej do autorów niniejszej pracy, którzy są współautorami norm [4, 5] pokrzywdzeni kierują zapytania, bowiem wynik przedstawiony w diagnozie nie zgadza się z ich odczuciami. I wówczas nawet wstępne rozpoznanie w treści opracowania diagnostycznego wskazuje na niekiedy rażące błędy w realizacji pomiarów oraz interpretacji ich wyników. W celu uniknięcia takich sytuacji uważamy za niezbędne podawanie w wymaganiach przetargowych żądania, aby zleceniobiorca wykazał się stosowaniem procedur zapewnienia odpowiedniej jakości w prowadzonych przez niego badaniach. Najlepszym tego sprawdzianem jest legitymowanie się przez zespół badawczy akredytacją Polskiego Centrum Akredytacji (PCA) i to w konkretnym zakresie. Chodzi tu nie tylko o dziedzinę „badania dotyczące inżynierii środowiska”, która jest bardzo pojemna. Z tego powodu ten zakres jest uściślany na stronie internetowej PCA (www.pca.gov.pl/zakresy/AB) i należy tam sprawdzić prawidłowość opisu uprawnień posiadanych przez wykonawcę pomiarów i diagnozy. W pomiarach i diagnozach dotyczących zagadnień przedstawianych w niniejszym opracowaniu owe uściślenie uprawnień powinno zawierać informację o akredytacji w zakresie oceny wpływu wibracji (drgań) na budynki i budowle oraz na środowisko domowe (ludzi w budynkach) zgodnie z normami [4, 5]. Jeśli takie uprawnienia są wpisane w decyzję o przyznaniu akredytacji PCA, to oznacza, że zakres i procedury z tym związane były weryfikowane przez audytorów PCA. Co więcej, warto zaznaczyć, że w przypadku pomiarów i ocen związanych z ochroną środowiska do których zamawiający jest zobowiązany, artykuł 147a Ustawy „Prawo ochrony środowiska” z dnia 27 kwietnia 2001 r. stawia wręcz wymóg, aby zapewnić wykonanie pomiarów wielkości emisji (w tym drgań) lub innych warunków korzystania ze środowiska przez akredytowane laboratorium.

Przegląd opracowań diagnostycznych wskazuje na często wyraźne nadużycia z tym związane. Pojawiają się, bowiem, w opracowaniach zapisy, informujące np. o tym, że wykonawca diagnozy „jest rzeczoznawcą do spraw ruchu Zakładu Górniczego wskazanym przez Prezesa Wyższego Urzędu Górniczego” i dalej podawany jest numer owego uprawnienia, które w żaden sposób nie jest związane z zakresem wykonywanych pomiarów i diagnozy. W innym opracowaniu diagnostycznym przywołano posiadanie akredytacji, ale w zakresie N/9 (badania właściwości fizycznych drgań parasejsmicznych) oraz G/9 (badania dotyczące inżynierii środowiska – drgania parasejsmiczne), który może być związany z zagadnieniami propagacji drgań pochodzenia parasejsmicznego, ale w żaden sposób nie świadczy o zweryfikowanej jakości opracowań odnoszących się do obiektów budowlanych i ludzi w tych obiektach przebywających (odbierających drgania w sposób bierny).

Nic więc dziwnego, iż w opracowaniach diagnostycznych wykonanych przez te zespoły nie znajdziemy pełnych informacji o przeprowadzonych pomiarach oraz o zastosowanych kryteriach diagnostycznych. Są tam ogólnikowe informacje o zastosowanej aparaturze pomiarowej, która często okazuje się nie spełniać wymagań stawianych przy wykonywaniu pomiarów na potrzeby opracowania diagnoz. Do częstych błędów należy stosowanie czujników, w których na wyjściu otrzymuje się już uśrednione wartości parametru mierzonego, albo czujników o niewystarczającej dokładności itp. Podobnie bardzo ogólne opisanie punktów pomiarowych (np. „dwa czujniki na fundamencie i na pierwszej kondygnacji”), bez podania ich szczegółowej lokalizacji, uniemożliwia porównywanie wyników diagnozy z późniejszymi pomiarami weryfikującymi. Zapisy dotyczące

źródeł drgań, parametrów charakteryzujących warunki ich pracy, lokalizacji względem miejsc odbioru drgań itp. przyczyniają się do powstania jeszcze większych utrudnień w odtworzeniu sytuacji pomiarowych, które przecież są podstawą do sformułowania oceny diagnostycznej.

Te wszystkie i inne niedogodności nie występują, jeśli zadania pomiarowego i diagnostycznego podejmuje się firma legitymująca się akredytacją PCA. Wynika to z konieczności stosowania przez nią zasad sprawdzanych podczas corocznych audytów i wykorzystanych przy kształtowaniu i weryfikowaniu wzorca raportu z pomiarów.

4. Podsumowanie

Konferencja poświęcona awariom budowlanym wydaje się być odpowiednim forum do przedstawienia niniejszej pracy. W ten sposób można bowiem uwrażliwić autorów opracowań diagnostycznych na to, aby przed przystąpieniem do wykonywania tych prac dogłębnie rozpoznali problemy z tym związane i stosowali się do wymagań normowych wspartych uzasadnieniami podawanymi w publikacjach. Przedstawiony problem występuje również w innych krajach – np. [11]. Celem referatu jest też zwrócenie uwagi zleceniodawcom tego typu diagnoz, aby kierowali je do opracowania przez zespoły legitymujące się odpowiednim doświadczeniem. Pomocą w sprawdzaniu kompetencji zespołów i zapewnieniu wymagań odnośnie do jakości prac są akredytacje przyznawane przez PCA. Jeśli zadania dotyczą pomiarów i ocen wpływu drgań na środowisko, których obowiązek wykonania wynika z przepisów prawa lub z decyzji administracyjnej, to wymaga się posiadania akredytacji przez wykonawcę pracy (art. 147a ustawy „Prawo ochrony środowiska” z dnia 27.04.2001 r.).

Literatura

1. Kawecki J., Stypuła K., Błędy w prognozowaniu i diagnostyce wpływów dynamicznych na budynki, *Czasopismo Techniczne* z. 1-M/2008, *Mechanika*, s. 127-136.
2. Kawecki J., Stypuła K.: Błędy w diagnozach dotyczących oceny wpływów dynamicznych na budynki. *Mat. XXIII Konferencja Naukowo-Techn. Awaryjne Budowlane, Szczecin-Międzyzdroje 2007*, s. 267-274.
3. Kawecki J., Stypuła K.: Naruszenie wymagań dotyczących zapewnienia ludziom w budynku niezbędnego komfortu wibracyjnego jako stan zagrożenia awaryjnego. *Inżynieria i Budownictwo* nr 5/2011, s. 266-269.
4. PN-85/B-02170. Ocena szkodliwości drgań przekazywanych przez podłoże na budynki.
5. PN-88/B-02171. Ocena wpływu drgań na ludzi w budynkach.
6. ISO 10137. Bases for design of structures – Serviceability of buildings and walkways against vibration, 2007.
7. Ciesielski R., Kawecki J., Maciąg E.: Ocena wpływu wibracji na budowle i ludzi w budynkach (diagnostyka dynamiczna). *Wyd. ITB, Warszawa 1993*.
8. Ciesielski R.: Ujęcie obliczeniowe oraz ocena wpływu drgań i wstrząsów ze źródeł zewnętrznych na niektóre typy budowli. *Zeszyty Naukowe Politechniki Krakowskiej* nr 1, *Kraków 1961*.
9. Stypuła K.: Drgania mechaniczne wywołane eksploatacją metra płytkiego i ich wpływ na budynki. *Zeszyty Naukowe Politechniki Krakowskiej, Inżynieria Lądowa* nr 72, *Kraków 2001*.
10. Stypuła K.: Drgania wywołane eksploatacją miejskiego transportu szynowego – badania i zapobieganie. *Transport Miejski i Regionalny* nr 10/2006, s. 2-11.
11. Hunaidi O., Trembley M.: Traffic-induced building vibrations in Montreal. *Can. J. Civ. Eng.*, v. 24, 1997, s. 736-753.