

Systemy monitoringu konstrukcji



Szybki rozwój nauki i inżynierii w dziedzinie monitoringu bezpieczeństwa konstrukcji, spowodowany wzrastającym popytem na takie systemy, wynika m.in. z rozporządzenia Ministra Infrastruktury z 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (ostatnia nowelizacja: 12 marca 2009 r. – Dz.U. nr 56, poz. 461 z 2009 r.). Rozporządzenie w § 204, ust. 7 nakazuje wyposażać budynki użyteczności publicznej, m.in. hale widowiskowe, sportowe, targowe, w systemy stałej kontroli parametrów bezpieczeństwa. Wynika to z wielu katastrof budowlanych (m.in. hali w Katowicach w styczniu 2006 r.), spowodowanych przeplatającymi się ze sobą czynnikami. **Do powstałych zniszczeń przyczyniają się m. in.:**

- **błędy projektowe** – spowodowane obniżaniem kosztów inwestycji przez inwestora, w wyniku projektowania konstrukcji budowlanych z użyciem specjalistycznych programów komputerowych umożliwiających projektowanie bardziej „wysilonych” konstrukcji – z zastosowaniem mniejszych zapasów bezpieczeństwa;

- **błędy wykonawcze** – wynikające z obniżania kosztów inwestycji przez wykonawcę w wyniku stosowania zamiennych materiałów wskazanych w projekcie, czy też skracania czasu budowy obiektu (okresów technologicznych);

- **anomalia pogodowe** – obciążenia wynikające z wystąpienia rzadkich zjawisk atmosferycznych, np. nadmiernych opadów śniegu, wyższych niż przewidziane przez projektanta.

Każda nowo projektowana konstrukcja, aby spełnić warunek zapewniający nieprzekroczenie stanów granicznych nośności, musi spełniać wymagania Polskich Norm dotyczących projektowania i obliczenia konstrukcji, a więc zostać zamodelowana i poddana obliczeniom wytrzymałościowym, które wykażą jej neralgiczne punkty.

Uwzględniając omówione zagadnienia oraz duże doświadczenie w dziedzinie pomiarów, Zespół Laboratoriów Badań Środowiskowych należący do Zakładu Badawczo-Rozwojowego w Centrum Techniki Okrętowej S.A. (CTO) postanowił wejść w dynamicznie rozwijający się monitoring konstrukcji. Pierwszym etapem była analiza problemu, która wykazała m.in., że za tzw. *system do monitoringu konstrukcji* uważa się urządzenie mierzące ilość śniegu na dachu budynku. Jest to nie do końca właściwe podejście, gdyż bardziej istotne jest badanie stanu konstrukcji, a w szczególności jej neralgicznych punktów. Pomiarom podlegają parametry istotne dla bezpieczeństwa, takie jak np. odkształcenia, przemieszczenia w tych punktach, bez względu na przyczyny ich powstania. Czynnikiem takim może być oczywiście śnieg, ale również korozja, błędy wykonawcze, czy też wpływ temperatury. Przez pojęcie *system do monitoringu* należy rozumieć zespół różnego rodzaju urządzeń

współpracujących ze sobą. Ich zadaniem jest nadzorowanie stanu monitorowanej konstrukcji, z możliwością rejestracji danych i, co najważniejsze, odpowiednio wczesne sygnalizowanie zbliżania się naprężeń w elementach konstrukcji do wartości granicznych, których przekroczenie mogłoby spowodować katastrofę budowlaną. Możliwe jest zastosowanie różnego rodzaju sposobów alarmowania, od sygnałów dźwiękowych, świetlnych, po komunikaty wysyłane drogą SMS i/lub e-mail.



Interfejs internetowy systemu monitorującego wpływ warunków atmosferycznych na konstrukcję doświadczalną w CTO S.A.

Na podstawie wymienionych założeń w CTO zaprojektowano i wykonano Uniwersalny System Monitoringu Konstrukcji, który jest obecnie wykorzystywany w Zespole Laboratoriów Badań Środowiskowych CTO. Docelowo można go stosować w przypadku różnego rodzaju obiektów budowlanych, takich jak hale, mosty, wiadukty, czy też obiekty *offshorowe*. System ma możliwość monitorowania konstrukcji zarówno w trybie długookresowym, jak i krótkoterminowym, przy czym główną dziedziną zastosowania jest monitoring konstrukcji stalowych. Charakteryzuje się modułową budową, dzięki czemu w krótkim czasie może być dostosowany do szczególnych wymagań odbiorcy. Ma również graficzny interfejs użytkownika umożliwiający kontrolę stanu nadzorowanej konstrukcji (rysunek).

Pojęcie *system monitoringu konstrukcji* należy postrzegać jako układ pomiarowy, sprawujący kontrolę nad stanem danego obiektu, w całym okresie jego eksploatacji lub określonym przedziale czasowym, często rozszerzony o możliwość rejestracji stanów punktów i, co najbardziej istotne, stosownie do zagrożenia, alarmujący wyznaczone osoby w przypadku nadchodzącego stanu zagrożenia. System monitorujący stan konstrukcji powinien być zaprojektowany na podstawie wyników modelowania numerycznego, które pozwoli na określenie liczby i umiejscowienia punktów pomiarowych. Prawidłowo zaprojektowany i wykonany system monitoringu jest w stanie ograniczyć niebezpieczeństwo wystąpienia katastrofy budowlanej nadzorowanego budynku i może przyczynić się do obniżenia kosztów eksploatacji, np. przez ograniczenie częstotliwości odśnieżania.



**Zespół Laboratoriów Badań Środowiskowych
Centrum Techniki Okrętowej S.A.
tel. 58 511 62 28
e-mail: rs@cto.gda.pl
www.laboratoria-badawcze.pl
www.cto.gda.pl**