

Ostatnia nowelizacja Prawa budowlanego a bezpieczeństwo obiektów budowlanych

W jaki sposób minimalizować awarie i katastrofy budowlane, czy wprowadzona w br. nowelizacja Prawa Budowlanego (Dz. U. Nr 99 z dnia 10 maja 2007 r., poz. 665) i wymagane przez nią częstsze wykonywanie przeglądów technicznych spowoduje podniesienie bezpieczeństwa obiektów wielkopowierzchniowych? A może rozwiązaniem są systemy monitorowania konstrukcji?

Katastrofy i awarie, które miały miejsce w zimie 2006r. w Polsce [1], a także poza granicami naszego kraju, spowodowały, że o bezpieczeństwie obiektów budowlanych zaczęto mówić i pisać w mediach. Pojawiły się również artykuły w prasie technicznej, w których poruszano wpływ procesu projektowania, realizacji i użytkowania budowli na prawdopodobieństwo wystąpienia ich awarii lub katastrofy. Prowadzone są obecnie dyskusje na temat konieczności sprawdzania projektów budowlanych przez niezależne biura (eksperckie?), rozmawia się również o podniesieniu kultury wykonawstwa, a także o odpowiedzialności właścicieli (zarządców) za prawidłową eksploatację obiektów budowlanych. Wszystkie te rozważania można sprowadzić do jednej, przewodniej myśli: co zrobić, by zminimalizować ryzyko występowania katastrof.

Dlaczego pomimo rozwoju nauki i techniki awarie i katastrofy budowli ciągle występują?

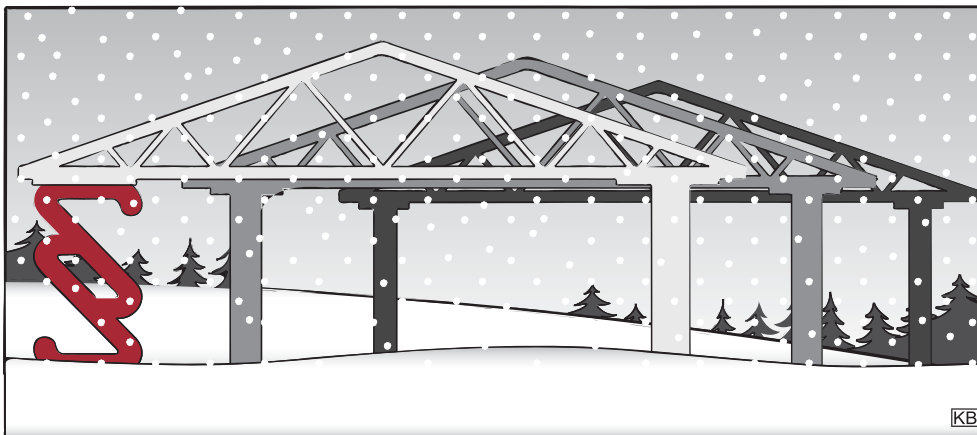
Awarie i katastrofy obiektów budowlanych towarzyszą człowiekowi od zawsze. Ich występowanie jest dowodem naszej ograniczonej wiedzy, a czasem także naszych błędów. Z faktu, że nie jesteśmy w stanie projektować i wykonywać obiektów całkowicie niezawodnych zdaje sobie sprawę każdy inżynier budowlany – nie pozwala na to obecny stan wiedzy i rozwoju techniki (i zapewne tak będzie zawsze). Z jednej strony, sytuacja ta spowodowana jest bardzo dużą liczbą trudnych do jedno-

znacznego określenia parametrów koniecznych do uwzględnienia podczas całego procesu budowlanego; nie do pominięcia jest tutaj również niedoskonałość człowieka. Z drugiej strony, biorąc pod uwagę współczesną ekonomię budowy, dla większości obiektów nieracjonalne byłoby przyjmowanie np. obciążeń, których wartości nie mogłyby być przekroczone w całym okresie ich użytkowania. Problematyka ta wykładana jest na uczelniach technicznych, między innymi podczas definiowania metody stanów granicznych. Musimy się więc pogodzić z prawdą, że awarie i katastrofy będą występować zawsze. Jako osoby świadome tego faktu, jesteśmy zobowiązani do ciągłego poszukiwania rozwiązań umożliwiających minimalizację liczby oraz rozmiarów katastrof budowlanych.

Zmiany w Prawie budowlanym

Wprowadzenie nowych uregulowań w Prawie budowlanym dotyczących obiektów o powierzchni dachu powyżej 1000 m² jest wymiernym efektem dyskusji mających na celu minimalizację liczby awarii i katastrof budowlanych. Na temat trafności części zapisów polemizowano jeszcze przed wejściem w życie wspomnianych zapisów prawa. Szeroki komentarz sporządzony z punktu widzenia prawnika znaleźć można w [2]. Autor niniejszego artykułu chciałby zwrócić uwagę natomiast na kilka wymogów jaki stawia w stosunku do właściciela lub zarządcy nowelizacja Prawa budowlanego, tym razem patrząc

z punktu widzenia inżyniera – projektanta konstrukcji. Prawo wymaga, by: dla obiektów o powierzchni dachu powyżej 1000m² przeglądy okresowe wykonywać „co najmniej dwa razy do roku, w terminach do 31 maja oraz do 30 listopada” (art. 62, ust. 1, pkt 3), natomiast przeglądy bezpieczeństwa użytkowania – „każdorazowo w razie wystąpienia niekorzystnych zjawisk oddziałujących na ten obiekt” (art. 62, ust. 1, pkt 4). Co do jednoznaczności zapisu punktu 3 art. 62, ust. 1 nie można mieć wątpliwości, o tyle „niekorzystne zjawiska” są stwierdzeniem enigmatycznym i bez podania kryterium oceny nigdy nie będziemy w stanie bez wątpliwości stwierdzić, czy zaistniała konieczność wykonywania przeglądu, czy nie. Zwłaszcza, że obowiązkiem wykonywania kontroli stanu technicznego Prawo budowlane obciąża właściciela lub zarządcę i to on musi dokonać oceny sytuacji, a przecież nie musi dysponować wymaganą wiedzą techniczną. Dopiero po podjęciu decyzji o konieczności wykonania kontroli przez właściciela lub zarządcę, właściwa ocena wykonywana jest przez eksperta posiadającego niezbędną wiedzę. Należy zwrócić uwagę, że „niekorzystne zjawiska” będą najczęściej związane z obciążeniami klimatycznymi typu śnieg, wiatr itp. i w związku z tym mogą charakteryzować się gwałtownością, co narzuca konieczność podejmowania szybkich decyzji opartych na jasnych kryteriach. Wreszcie pozostaje problem samych przeglądów technicznych, a ściślej mówiąc, sposobu ich realizacji. Zdaniem autora potrzebne byłoby stworzenie dodatkowych precy-



zyjnych przepisów wykonawczych po przeprowadzeniu szerokiej dyskusji w środowisku technicznym.

Kilka uwag o obciążeniu śniegiem

Śnieg jest oddziaływaniem, które dla większości hal o konstrukcji stalowej stanowi główne obciążenie. Wydaje się więc, że dla tego typu obiektów właśnie śnieg będzie najczęstszą przyczyną decyzji o konieczności przeprowadzenia dodatkowej kontroli stanu konstrukcji związanej z jej bezpieczeństwem. Warto więc jeszcze raz zwrócić uwagę na specyfikę tego oddziaływania.

Obiekty budowlane projektowane są na pewien, z góry określony, okres użytkowania, który zazwyczaj wynosi od 10 do kilkuset lat. Dłuższe okresy użytkowania wymuszają oczywiście przyjmowanie wyższych wartości współczynników bezpieczeństwa, co generuje wyższe koszty jednostkowe realizacji inwestycji. Stąd, najczęściej przyjmowanym okresem prawdopodobnej, bezpiecznej pracy konstrukcji budynku jest 50 lat. Trwałość obiektu budowlanego związana jest między innymi z nieprzekraczaniem w okresie jego użytkowania obciążeń przyjętych w projekcie. Należy zwrócić uwagę, że okres powrotu, czyli upraszczając, czas w którym oddziaływanie nie powinno zostać przekroczone, dla obciążenia śniegiem zdefiniowanego w normie PN-80/B-02010 Obciążenia w obliczeniach statycznych – Obciążenie śniegiem, czyli w normie, zgodnie z którą projektowane były obiekty budowlane w Polsce do połowy 2006 r., został przyjęty na poziomie jedynie 5 lat [3]. Oznacza to, że statystycznie raz na pięć lat, obciążenie

śniegiem przyjęte jako założenie do zaprojektowania konstrukcji obiektu może zostać przekroczone, czyli konieczne będzie odśnieżanie dachu. Dopiero zmiana normy wprowadzona w drugiej połowie 2006 r. wydłużyła okres powrotu obciążenia śniegiem do 50 lat (podobnie przyjęto w normie PN-EN 1991-1-3:2005 „Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-3: Oddziaływania ogólne – Obciążenie śniegiem”), co w większości spowodowało zwiększenie wartości zalecanych obciążeń. Dodatkowo należy podkreślić, że obciążenia przyjmowane dla danego obszaru Polski są wyznaczane na podstawie pomiarów wykonywanych w wybranych stacjach meteorologicznych, co oznacza, że jest to tylko pewna próba statystyczna oraz, co bardzo istotne, grubość pokrywy śnieżnej odpowiada pokrywie na gruncie, która to zależy od jego temperatury i może być dużo mniejsza niż pokrywa na dobrze izolowanym termicznie dachu (woda z topiącego się śniegu może wsiąkać do gruntu) [3]. Wreszcie podawana w normie wartość obciążenia nie jest bynajmniej wartością maksymalną przyjętą w założonym okresie powrotu, tylko wartością wyznaczoną zgodnie z tzw. funkcją największej wiarygodności (dyskusja na ten temat miała miejsce w [3] i [4]). Podsumowując powyższe spostrzeżenia należy stwierdzić, że nie możemy zagwarantować, że w okresie powrotu przyjęte zgodnie z normą obciążenie nie zostanie przekroczone. Oczywiście nie jesteśmy również w żaden sposób przewidzieć, kiedy i czy w ogóle nastąpi przekroczenie tego obciążenia i dojdzie do zagrożenia bezpieczeństwa konstrukcji obiektu. Odrębnym problemem jest określenie tego nie-

bezpiecznego „schematu obciążenia” śniegiem na konkretnym dachu budynku, biorąc pod uwagę zmieniający się w czasie ciężar objętościowy śniegu oraz funkcję opisującą kształt pokrywy śnieżnej na dachu, dodatkowo skomplikowaną wpływem wiatru.

Kontrola stanu technicznego

Podczas użytkowania obiektów budowlanych, na skutek różnych procesów w skali makro i mikro, dochodzi do ciągłej degradacji ich stanu technicznego, przy czym spadek sprawności konstrukcji opisywany jest w przybliżeniu funkcją wykładniczą. Oznacza to, że wraz z upływem czasu, uszkodzenia konstrukcji budowli postępują szybciej i gwałtowniej. Na obniżanie stanu technicznego konstrukcji ma wpływ wiele czynników, a między innymi:

- właściwości fizyczne i chemiczne materiałów, a w szczególności ich związek z czasem,
- ujawnianie się w czasie błędów projektowych i wykonawczych,
- nieprzestrzeganie zasad właściwej eksploatacji,
- zaniechanie realizacji remontów i napraw,
- przeciążenia konstrukcji
- i wiele innych.

Ocena sprawności technicznej konstrukcji obiektów budowlanych jest zadaniem trudnym. Złożoność schematów statycznych, w pewnym sensie nieprzewidywalność obciążeń oraz duża liczba innych czynników nastęrcza dużo problemów i powoduje, że formułowane przez ekspertów opinie oparte są często na niepewnych założeniach.

Większość obiektów wielkopowierzchniowych została wybudowa-

na w ostatnich latach (ich wiek nie przekracza 10 lat). Z wielu względów obiekty te wznoszono najczęściej z zastosowaniem konstrukcji stalowej, część z nich wyposażona jest w żelbetowe słupy. Przegląd takiej konstrukcji polega na ogół na wzrokowym (zazwyczaj przy użyciu lornetki z poziomu posadzki) poszukiwaniu elementów oraz węzłów, których zachowanie informowałoby o obniżaniu się ich sprawności. Tak więc kontrolą objęte jest przede wszystkim występowanie korozji, wybaczenie się i wicherzenie elementów, czy zniszczenie śrub bądź spawów. Ze względu na stosunkowo krótki okres eksploatacji tych konstrukcji nie spodziewamy się występowania degradacji samego materiału. Taki sposób kontroli stanu technicznego niestety posiada przynajmniej kilka wad:

- przeglądy wykonywane są w dość dużych odstępach czasowych. Łatwo wykazać, że istnieje znaczne prawdopodobieństwo, że awaria wystąpi pomiędzy przeglądami;
- przeglądy nie są w stanie wyeliminować przeciążenia konstrukcji, gdyż następują dopiero po wystąpieniu oddziaływania o zwiększonej, w stosunku do założonej, wartości;
- przeglądy wykonywane są przez ludzi, co powoduje, że mogą być obciążone błędami. Oko ludzkie nie wszystko jest w stanie zauważyć, szczególnie biorąc pod uwagę trudne warunki prowadzenia przeglądów.

Pisząc o trudnych warunkach prowadzenia przeglądów autor miał na myśli przede wszystkim wykonywanie kontroli w obiektach wielkopowierzchniowych (szczególnie w galeriach handlowych), przez pryzmat których pisany jest ten artykuł. W obiektach tych bardzo często stosowane są sufity podwieszane całkowicie przesłaniające konstrukcję przekrycia dachowego. Z doświadczeń autora wynika, że stosowane w sufitach z płyt gipsowo-kartonowych otwory rewizyjne są bardzo małe i rozmieszczone w zbyt dużych odległościach, by możliwe było przy ich wykorzystaniu wykonanie rzetelnego przeglądu konstrukcji. W wielu boksach sklepowych w ogóle brak jest otworów umożliwiających dostęp do konstrukcji. Należy zwrócić jeszcze

uwagę na fakt, że konstrukcja dachu często znajduje się na wysokości powyżej 10 m nad posadzką, podczas gdy sufity zawieszane są na wysokości rzędu 4 m. Jeżeli otwory rewizyjne nie są przystosowane do przejścia przez nie dorosłej osoby, w przestrzeni między dachem a sufitem brak jest chodników technologicznych i nie ma tam oświetlenia, bardzo trudno mówić o jakichkolwiek warunkach do przeprowadzenia przeglądu stanu technicznego konstrukcji, będącego przecież podstawą do wydania opinii stanowiącej o bezpieczeństwie całego obiektu.

Powyższe spostrzeżenia miały na celu zwrócenie uwagi osób wykonujących przeglądy stanu technicznego, a także pracowników nadzoru budowlanego na małą skuteczność, zdaniem autora, omawianej nowelizacji Prawa budowlanego, mającej przecież zwiększyć bezpieczeństwo obiektów wielkopowierzchniowych. Według autora przepis ten w zasadzie niewiele zmienia, gdyż przeglądy wykonywane są dalej w taki sam sposób, chociaż częściej. Autor miał możliwość zaznajomienia się z wynikami opinii, których autorzy podawali, że dokonali przeglądu konstrukcji nośnej przekrycia dachowego, nie stwierdzając oczywiście żadnych niepokojących objawów, a oczywiście było, że nie mieli fizycznego dostępu do tej konstrukcji. Bardzo istotne wydaje się więc poszukiwanie innych metod kontroli stanu technicznego konstrukcji obiektów budowlanych nie posiadających wyżej wymienionych wad.

Monitorowanie konstrukcji budowlanych

Jednym z budzących duże nadzieje sposobów wspomagających pracę eksperta w orzekaniu o stanie bezpieczeństwa konstrukcji jest zainstalowanie na jej elementach systemu umożliwiającego jej monitoring. Systemy tego typu mogą realizować ciągły pomiar różnych wielkości fizycznych: począwszy od odkształceń elementów, a na określeniu wartości oddziaływań kończąc – możliwości są tutaj ogromne.

W przypadku pomiaru odkształceń czujniki instalowane są we wcześniej wytypowanych, na podstawie analizy statyczno-wytrzymałoś-

NOWOŚĆ

WSKAŹNIK ROZWARCIA RYS



- ✓ Pomiar przemieszczeń w dwóch prostopadłych kierunkach
- ✓ Pomiar kąta obrotu
- ✓ Dokładność: 0,05 mm
- ✓ Prosty montaż
- ✓ W zestawie dodatkowe uchwyty montażowe

NeoStrain
TECHNOLOGIE POMIAROWE DLA BUDOWNICTWA

► SYSTEMY MONITOROWANIA KONSTRUKCJI BUDOWLANYCH

Modułowy System Pomiarowy umożliwia monitorowanie stanu technicznego wszelkich konstrukcji budowlanych

Zapewniamy pełne wsparcie naukowo-techniczne na każdym etapie współpracy

► CZUJNIKI STRUNOWE

Oferujemy czujniki strunowe firmy



NeoStrain Sp. z o.o.
ul. Lipowa 3, 30-702 Kraków
tel./fax: (12) 296 02 69
biuro@NeoStrain.pl

www.NeoStrain.pl

ciowej, przekrojach elementów. Wyniki pomiaru odkształceń pozwalają na określenie poziomu wyężenia danego fragmentu konstrukcji (obiekty nowowznoszone) lub przyrostu naprężeń w przekroju elementu (obiekty istniejące).

Systemy tego typu mogą być bardzo uniwersalne. Za ich pomocą można monitorować między innymi hale targowe, sportowe i widowiskowe, magazyny, centra logistyczne, obiekty handlowe, a także budynki przemysłowe, mosty i wiadukty. Przykłady zastosowania tego typu urządzeń podano między innymi w [5, 6].

Przy wykorzystaniu systemów monitoringu można określać zmiany w pracy konstrukcji spowodowane obciążeniami stałymi, zmiennymi i wyjątkowymi, w tym obciążeniem śniegiem, wodą, tłumem ludzi i pojazdami, a także oddziaływaniami sejsmicznymi i parasejsmicznymi (szkodami górniczymi) czy uderzeniem pojazdu. W określonych przypadkach dany system pomiarowy można rozbudowywać o inne elementy pomiarowe:

- czujniki temperatury konstrukcji oraz powietrza,
- czujniki siły oraz kierunku wiatru,
- czujniki poziomu nasłonecznienia oraz opadów atmosferycznych (w tym śniegu),
- czujniki umożliwiające pomiar szybkozmiennych odkształceń oraz przyspieszeń i amplitud drgań,
- urządzenia do obserwacji monitorowanych konstrukcji (kamery przemysłowe).

Niezbędnym warunkiem poprawności uzyskiwanych wyników jest niezawodność systemu pomiarowego. Prowadzone obserwacje powinny być procesem długotrwałym (kilkadziesiąt lat), w związku z tym zastosowane czujniki muszą charakteryzować się stabilnością pomiarów w czasie. Mierzone wielkości fizyczne charakteryzują się bardzo małymi wartościami bezwzględnyymi, dlatego zastosowany system musi umożliwiać ich pomiar z wystarczającą dokładnością oraz powtarzalnością. Obiekty wielkopowierzchniowe charakteryzują się znacznymi gabarytami, co wymusza przesyłanie danych pomiarowych na duże odległości; system powi-

nien więc zapewniać ich przekazywanie bez obawy o straty sygnału ze względu na długość linii pomiarowych, czy zakłócenia powodowane przez urządzenia elektryczne.

W przypadku sprężystej pracy konstrukcji możliwe jest również wykorzystanie takiego systemu pomiarowego do określania średniej wartości obciążenia śniegiem połaci dachowej. Właściwie zaprojektowany system jest niewrażliwy na lokalne zmiany grubości pokrywy śnieżnej, pozwala na ciągłe śledzenie zmian wartości obciążenia konstrukcji w czasie i co bardzo ważne – pomaga podejmować uzasadnione decyzje o konieczności odśnieżania dachu. Należy zwrócić uwagę, że śnieg nie musi być usuwany całkowicie z obiektu, wystarczy, by konstrukcja została odciążona do bezpiecznego poziomu. Kontrola obciążenia dachów śniegiem powoduje, oprócz wzrostu bezpieczeństwa monitorowanych obiektów, również istotne korzyści finansowe związane z ograniczeniem do niezbędnego minimum liczby odśnieżeń oraz związanych z nimi pracami pokrycia dachowego.

Podstawową zaletą systemu pomiarowego jest przede wszystkim wzrost bezpieczeństwa monitorowanego obiektu budowlanego. Po zainstalowaniu, system rejestruje każdą zmianę rejestrowanych wielkości fizycznych w wybranych elementach konstrukcji, bez względu na przyczynę, która wywołała tę zmianę. Dzięki temu, możliwe jest wczesne reagowanie na symptomy degradacji sprawności technicznej konstrukcji i zapobieganie awariom oraz katastrofom budowlanym. System wspomaga również planowanie remontów i napraw konstrukcji. Wykorzystanie dostarczanych przez czujniki danych pozwala określić, w której części obiektu nastąpiło uszkodzenie lub gdzie należy się go w najbliższym czasie spodziewać.

Bardzo ważną cechą systemu monitoringu jest możliwość szybkiego reagowania. Po odpowiednim przeszkoleniu nawet nieposiadający wiedzy inżynierskiej użytkownik obiektu mógłby natychmiast podejmować decyzję np. o konieczności ewakuacji ludzi z obiektu oraz wezwaniu ekspertów.

Profesjonalny i poprawnie zainstalo-

wany system pomiarowy wydaje się być niezastąpionym narzędziem pracy eksperta oceniającego stan techniczny danego obiektu. Zdaniem autora może to być obecnie jedna z najbardziej uzasadnionych metod, dzięki której możliwe jest ograniczenie występowania awarii budowlanych.

Podsumowanie

Niech podsumowaniem będzie mądrość starożytnych: *Errare humanum est* – błędzenie jest rzeczą ludzką. Byłoby jednak bardzo dobrze, gdybyśmy na błędach umieli się uczyć i potrafili minimalizować ich skutki. Oby to jednak nie były błędy powodujące śmierć ludzi.

Artykuł jest kolejnym głosem w dyskusji o bezpieczeństwie konstrukcji. Miał na celu zwrócenie uwagi wszystkich, którzy mają wpływ na kształtowanie procesu budowlanego w naszym kraju na nową, budzącą zdaniem autora duże nadzieje, możliwość minimalizacji awarii i katastrof budowlanych. **Zawód inżyniera jest zawodem zaufania publicznego. Dlatego róbmy wszystko, byśmy danego nam zaufania nie zawiedli.**

dr inż. **RAFAŁ SIEŃKO**
Politechnika Krakowska

Piśmiennictwo

1. A. Biegus, K. Rykaluk, *Katastrofa Międzynarodowych Targów Katowickich w Chorzowie*, „Inżynieria i Budownictwo”, nr 4/2006.
2. M. Laskowska, *Aby podnieść poziom bezpieczeństwa*, „Inżynier Budownictwa”, nr 7-8/2007.
3. J. A. Żurański, *O obciążeniu śniegiem w aktualnych normach polskich*, „Inżynieria i Budownictwo”, nr 9/2006.
4. J. Murzewski, *O zapewnieniu bezpieczeństwa budynków pod dużym obciążeniem śniegiem*, „Inżynieria i Budownictwo”, nr 9/2006.
5. J. Biliszczuk, M. Hildebrand, W. Barcik, P. Hawryszków, *System obserwacji ciągłej mostu podwieszonoego przez Wisłę w Płocku*, „Inżynieria i Budownictwo”, nr 7-8/2006.
6. R. Sieńko, *Monitorowanie konstrukcji budowlanych a wzrost ich bezpieczeństwa*, „Przegląd budowlany”, nr 4/2007.