

Nieścistości prawne jako przyczyna zwiększonego ryzyka awarii obiektów na placach zabaw

Mgr inż. Michał Lidner, Wydział Inżynierii Lądowej i Geodezji, Wojskowa Akademia Techniczna

1. Wprowadzenie

Zgodnie z obowiązującymi przepisami (por. art. 30 ust. 1 pkt. 4 ustawy [1]) budowa publicznych placów zabaw, czyli obiektów małej architektury w miejscach publicznych wymaga dokonania zgłoszenia właściwemu organowi administracji architektoniczno-budowlanej.

Artykuł 30 w punkcie 2 ustawy [1] nakłada na zgłaszającego budowę placu zabaw obowiązek dostarczenia kilku formalnych dokumentów, a jednym spośród nich, który określa techniczny sposób wykonania tych obiektów, są tak zwane szkice lub rysunki, określające sposób wykonania. W związku z tym inwestorzy często wykorzystują instrukcje załączone do poszczególnych obiektów na placu zabaw jako wyżej wspomniane szkice lub rysunki. Ponieważ procedura zgłoszenia pomija uczestnictwo projektantów z uprawnieniami konstrukcyjno-budowlanymi, jednymi osobami, które mają wpływ na bezpieczeństwo konstrukcji i użytkowania obiektów na placach zabaw, są pracownicy zatrudnieni w przedsiębiorstwie wykonującym urządzenia na placach zabaw. Często są to osoby bez nawet minimalnej wiedzy w dziedzinie budownictwa.

Oczywiście producenci tych urządzeń uzyskują certyfikowane atesty na swoje wyroby. Odbywa się to na podstawie postanowień normy [2]. Jednak w opinii autora obecny stan prawny w budownictwie nie precyzuje, kto może dokonywać wspomnianej certyfikacji. Równie dobrze, jak w przypadku projektantów, mogą to być osoby, które nie mają żadnego doświadczenia w budownictwie. W opinii autora niniejszej pracy uzyskanie certyfikatu nie zwalnia z przestrzegania artykułu 5 ustawy Prawo budowlane odnośnie bezpieczeństwa konstrukcji.

Artykuł przedstawia jeden z wybranych obiektów na placu zabaw, który ma wszystkie niezbędne certyfikaty i atesty, a został zaprojektowany i wykonany w sposób, który może doprowadzić do awarii, a nawet katastrofy, co może przyczynić się do zagrożenia zdrowia lub życia ludzi.

2. Przykład negatywnie skonstruowanego obiektu na placu zabaw

Rysunek 1a przedstawia zdjęcia najwyższej wieżyczki znajdującej się na jednym z przykładowych placów zabaw. Wchodzi ona w skład małego kompleksu złożonego dodatkowo z trzech mniejszych wieżyczek i zawieszonych pomiędzy nimi elementów linowych. Problem dotyczy przede wszystkim najwyższej wieżyczki, która jako jedyna, w przeciwieństwie do pozostałych, nie ma zamocowanych elementów ukośnych (typu zjeżdżalnie, pochylnie) pracujących na zasadzie zastrzału.



Rys. 1. Najwyższa wieżyczka na przykładowym placu zabaw: a) widok ogólny; b) widok rozpatrywanego połączenia

Przedstawiona na rysunku 1a wieżyczka ma wysokość około 5 m. Jej układ konstrukcyjny stanowi drewniana przestrzenna rama szkieletowa złożona z czterech słupków wraz z drewnianym pomostem użytkowym. Górne końce słupków połączone zostały płytą drewnopochodną. Zastosowano dwa typy połączeń nośnych: z fundamentami śrubowe doczołowe oraz słupów z pomostem – śrubowe zakładkowe.

Analizując przedstawiony układ konstrukcyjny, można dostrzec brak stężeń pionowych. Jedynymi elementami zapewniającymi stateczność poziomą konstrukcji są pomost drewniany (zapewniający stateczność skrętną) oraz przedstawione na rysunku 1b połączenia śrubowe zakładkowe złożone z dwóch śrub.

W związku z koniecznością umożliwienia prostego montażu należy założyć, że otwory na śruby zostały wywiercone o większej średnicy niż trzpień śruby. Na podstawie pomiaru średnicy śrub (16 mm) przyjęto do dalszych rozważań średnicę otworu o wartości 18 mm.

Niestety występujące wówczas luzy w otworach na śruby skutkują możliwością przemieszczania się tych śrub w granicach powiększonych otworów. Okazuje się, że tak przedstawiony sposób stężenia poziomego układu konstrukcyjnego jest nieskuteczny. Na skutek zwykłej eksploatacji (wbiegnięcie kilkuletniego dziecka na pomost wieżyczki z siatki, poruszanie się dziecka po pomoście) górny wierzchołek wieżyczki doznaje przemieszczeń poziomych w granicach do 4 cm. Podobne przemieszczenie można wywołać poprzez cykliczne popychanie i ciągnięcie ręką słupka nośnego wieżyczki na wysokości około 1,50 m przy użyciu nieznaczącej siły (około kilku setnych kiloniutona).

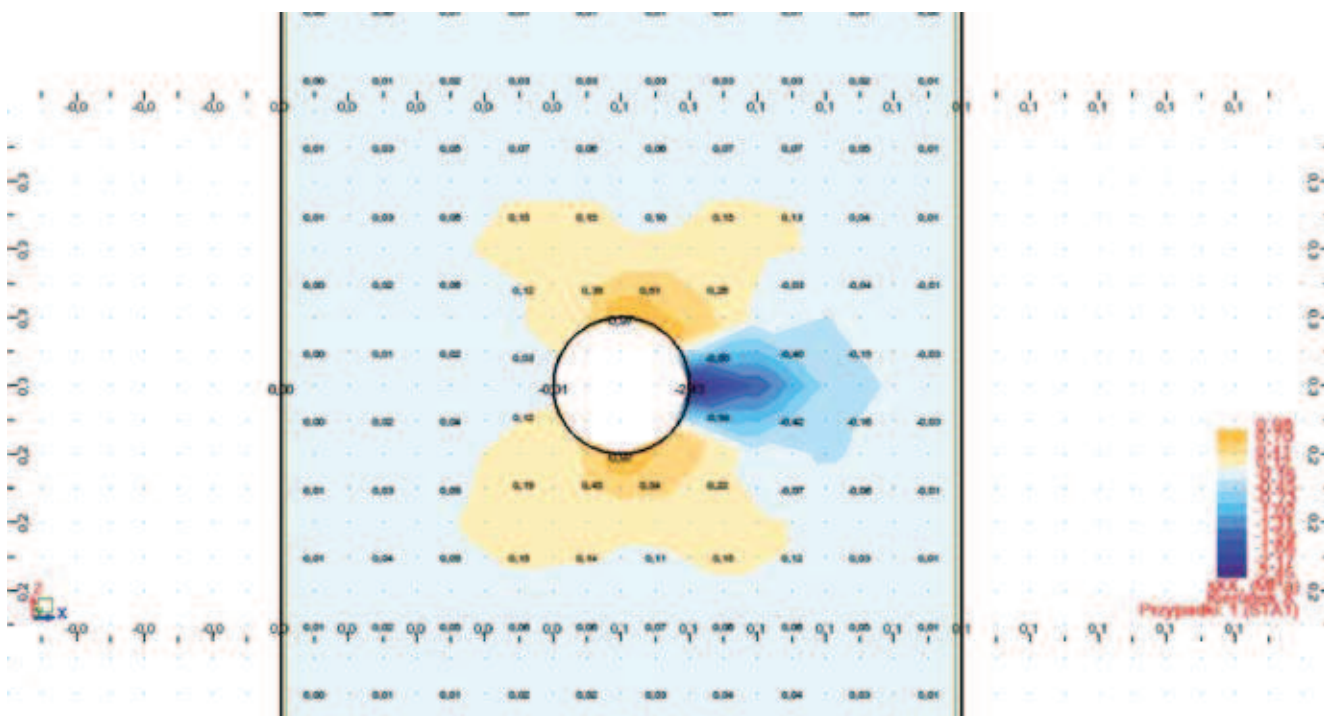
3. Analizy numeryczne i analityczne na podstawie aktów normatywnych

Dokonano analizy postanowień normy [2] dotyczących projektowania konstrukcyjnego. Okazuje się, że zgodnie z punktem 4.2.2 „wytrzymałość konstrukcji, łącznie

z jej stabilnością, należy oceniać w jeden z następujących sposobów: a) obliczenia wykonywane zgodnie z załącznikiem A i B; b) badania fizyczne zgodnie z załącznikiem C; c) kombinacja a) i b). Jeśli obliczenia wykonuje się wg załącznika B, nie należy przekraczać żadnych stanów granicznych (...). Jeśli badania przeprowadza się wg załącznika C, urządzenie nie powinno wykazywać żadnych pęknięć, uszkodzeń ani trwałego nadmiernego odkształcenia”. Ponadto punkt B.1.3 stwierdza, że „jeśli przedstawiono wymagania użyteczności, zalecana metoda obliczania powinna być oparta na zasadach stanu granicznego użyteczności, jak wyszczególniono w odpowiednich Eurokodach dotyczących konstrukcji”.

Warunek Stanu Granicznego Użyteczności nie jest spełniony, gdyż przemieszczenia poziome powstałe na skutek zwykłej eksploatacji (około 4 cm) znacznie przekraczają warunek dopuszczalnych przemieszczeń (około 1 cm), to jest $0,002 \times h$, gdzie h – wysokość konstrukcji. Powyższe przemieszczenia powstają jednak przede wszystkim na skutek luzów w połączeniach z rysunku 1b. Stąd dalszą ocenę poprawności przeprowadza się na podstawie analiz numerycznych wyjętym fragmentów słupka nośnego.

Zgodnie z punktem 6.4 normy [3] proponuje się przyjęcie najmniejszych zalecanych oddziaływań poziomych o wartości 0,5 kN/m. W przypadku rozpatrywanego obiektu o szerokości około 1,20 m oznacza to siłę o wartości 0,6 kN. Wydaje się, że jest to wartość racjonalna, która mogłaby powstać na skutek energicznego pchnięcia słupków i barierek wieżyczki przez czterech



Rys. 2. Wyniki analizy MES. Mapy naprężeń w kierunku poziomym

kilkuletnich (nastoletnich) chłopców. Z powodu braku stężeń pionowych siła ta przekaże się na połączenia z rysunku 1b.

Wykorzystanie śrub przedstawionego połączenia zakładkowego do przenoszenia oddziaływań poziomych jest niepoprawne z punktu widzenia doświadczeń budownictwa. Skutkuje to przyłożeniem pary sił skupionych (w każdym połączeniu) w poprzek włókien drewnianego słupka wieżyczki. Wartość siły docisku od każdej ze śrub szacuje się na około 3 kN (siła o wartości 0,6 kN na ramieniu o wartości równoznacznym z wysokością pomostu to jest 2,00 m rozkłada się na cztery połączenia śrubowe o rozstawie śrub 100 mm). Wykonano tarczowy model komputerowy fragmentu słupka wraz z otworem o średnicy 18 mm (rysunek 2). Na długości okręgu o wartości 3 mm (na tyle oszacowano strefę kontaktu śruba – drewno) przyłożono siłę o wypadkowej wartości 3 kN.

Wyniki przedstawiono na rysunku 2. Jak widać, maksymalne naprężenia rozciągające wynoszą około 0,97 MPa. Na podstawie postanowień normy [4] można stwierdzić, że dla każdej klasy drewna wytrzymałość charakterystyczna na rozciąganie w poprzek włókien wynosi tylko 0,4 MPa. Przedstawione wartości na rysunku 2 przekraczają dopuszczalną wytrzymałość około 2,5-krotnie.

Analizowany obiekt nie uległ dotychczas zniszczeniu tylko i wyłącznie z powodu obciążenia mniejszą siłą niż proponowana przez normę [3] oraz pewnych rezerw związanych z zastosowaniem do obliczeń uproszczonej liniowej teorii sprężystości. Należy mieć jednak na uwadze fakt, że wielokrotne przemieszczanie się wieżyczki w każdym kierunku doprowadzi stopniowo do zwiększenia luzów (na skutek lokalnego miażdżenia włókien drewna). Wówczas trzpienie śrub zaczną uderzać

w włókna drewniane i będzie to skutkowało oddziaływaniami dynamicznymi o zwiększonej sile.

4. Podsumowanie

Rozpatrywany obiekt budowlany na placu zabaw miał wszelkie niezbędne certyfikaty. Stanowiło to podstawę to przyjęcia zgłoszenia budowy. Jak pokazały analizy przedstawione w niniejszej pracy, osoby projektujące i certyfikujące ten obiekt najprawdopodobniej nie uwzględniły wpływu poziomych oddziaływań eksploatacyjnych na pracę statyczną układu konstrukcyjnego. Uwzględniono jedynie wpływ oddziaływań pionowych.

Jeśli dzieci bawią się na tym obiekcie zaczną cyklicznie się przemieszczać, ciągnąc jednocześnie za słupki nośne bądź barierki, mogą doprowadzić nieświadomie do zniszczenia obiektu. Doprowadzić to może do utraty przez nich życia lub zdrowia.

Przedstawiony obiekt został zgłoszony do kontroli powiatowego inspektora nadzoru budowlanego, jak również wysunięto wniosek o montaż stężeń pionowych bądź demontaż całej wieżyczki wraz z przyległą siatką. Producentom przedstawianych obiektów zaleca się montowanie chociażby drewnopochodnych płyt ściennych w celu zwiększenia sztywności przestrzennej takich konstrukcji.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Ustawa Prawo budowlane z dnia 7 lipca 1994 r. (tekst jedn. Dz.U. 2013 r. poz. 1409 z późn. zm.)
- [2] PN-EN 1176-1. Wyposażenie placów zabaw i nawierzchnie – Część 1: Ogólne wymagania bezpieczeństwa i metody badań
- [3] PN-EN 1991-1-1. Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-1: Oddziaływania ogólne. Ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach
- [4] PN-EN 338. Drewno konstrukcyjne – Klasy wytrzymałości

Innowacyjne podpory już w Polsce

Przy pracach budowlanych elementy podporowe okazują się być niezastąpione, w szczególności gdy czas oraz miejsce budowy nie są sprzymierzeńcami inwestorów. Dzięki połączeniu zaledwie czterech elementów, możliwe jest uzyskanie wieży utrzymującej obciążenie do 60 ton. Podstawowe funkcje, jakie spełniają elementy podporowe to przeniesienie dużych obciążeń bezpośrednio na podłoże oraz zagwarantowanie odpowiedniej sztywności konstrukcji. Z tego powodu wykorzystuje się je jako rozwiązanie tymczasowe do podtrzymania elementów żelbetowych, aż do momentu związania betonu, jak również jako wsparcie belek czy stropów. W wyniku długotrwałego procesu projektowania, testowania i produkcji powstała konstrukcja podporowa TG 60.

Wydajność konstrukcji podporowej TG 60 docenili już niemieccy przedsiębiorcy, pracujący przy budowie nowej linii ciągnięcia stali w hucie w Dillingen. Firma Rende,

odpowiedzialna za ten projekt, stanęła przed nietrywialnym zadaniem przeniesienia obciążenia z wysokości czterdziestu metrów oraz zniwelowania dwudziestometrowej różnicy wynikającej z krzywizny podłoża. Ważną rolę odegrał również termin realizacji – w przeciągu zaledwie dwunastu dni, dziesięciu monterów miało wznieść konstrukcję o łącznej masie 110 ton. Dzięki prefabrykowanym ramom o wadze nieprzekraczającej 18 kg oraz ich kompatybilności ze standardowymi elementami rusztowań, przedsiębiorstwu udało się dopasować konstrukcję TG 60 do tak dużego obciążenia oraz panujących warunków geometrycznych.



Biuro prasowe Layher