

# Steinway Tower – najsmuklejszy wieżowiec świata



tekst: dr inż. **BOLESŁAW KŁOSIŃSKI**

Ryc. 1. Widok wieżowca Steinway wśród zabudowy Manhattanu, fot. Jayson, Adobe Stock



Wieżowce, zwłaszcza te najwyższe, są zwykle efektem spełnienia marzeń i ambicji decydentów, miast lub krajów, anizeli zwykłym budowlanym przedsięwzięciem biznesowym. Od ponad stulecia trwa wyścig wysokości wieżowców. Przez 40 lat rekordzistą był Empire State Building (381 m) w Nowym Jorku. Teraz dominuje tam 1 World Trade (541,3 m), lecz daleko mu do obecnych rekordzistów. Następnie rekord powędrował do krajów Azji, a ostatnio wszystkich przebił superdrapacz (ang. *superscraper*) Burdż Dubaj – Burdż Chalifa w Dubaju (Zjednoczone Emiraty Arabskie) o wysokości 828 m (169 pięter) [1].

W porównaniu z tymi rekordzistami najwyższe budynki Europy prezentują się skromnie. Do niedawna górowały wykonane w 2012 r. Mercury City Tower w Moskwie (338 m, 75 pięter) oraz Shard w Londynie (309,6 m, 87 pięter). Ale pobił je zbudowany z rozmachem, podobno za 95 mln €, rekordowy wieżowiec Gazpromu w Petersburgu (463 m, 85 pięter). Jednak wiele miast, zwłaszcza zabytkowych, nie zgadza się na budowę wieżowców, gdyż drastycznie ingerują one w ich panoramę.

Wznoszony obok dworca Warszawa Centralna wieżowiec Varso reklamowany jest jako najwyższy budynek w Unii Europejskiej. Wysokość budynku, licząc od poziomu terenu, to 310 m z uwzględnieniem 80-metrowego masztu. Tym sposobem przewyższa on o 40 cm londyński Shard. Wyższe budynki europejskie są tylko w Rosji: w Petersburgu – wspomniany wieżowiec Gazpromu, oraz w Moskwie (373,7 m; 354,1 m i 339 m). Ale wyścig trwa.

Szczególnym rekordzistą jest niedawno zbudowany wieżowiec Steinway Tower w Nowym Jorku [2, 3, 4], gdyż jest on najsmuklejszym budynkiem świata. Przy typowych budynkach wysokich zalecana jest szerokość fundamentu w granicach 15–20% wysokości. Dla budynków bardzo wysokich takie proporcje są zwykle nieosiągalne i konieczne są odpowiednio zwymiarowane posadowienia głębokie. Wieżowiec Steinway zupełnie nie mieści się w tych proporcjach: stosunek szerokości do wysokości wynosi  $18:435 \text{ m} = 0,041$ , tj. ok. 1:24!

Wieżowiec jest usytuowany w najbardziej reprezentacyjnej części Manhattanu, w ciągu tzw. Alei Miliarderów, w sąsiedztwie Central Parku. Budowę wieżowca rozpoczęto w 2014 r. na wyjątkowo małej działce, zajmowanej przez wzniesiony na początku XX w. budynek mieszczący salon z fortepianami i biura słynnej firmy Steinway & Sons, od której przyjęto nazwę wieżowca Steinway. Oddany do użytku w 2021 r. wieżowiec posiada 60 apartamentów rozmieszczonych na 80 piętrach. Dostęp do nich zapewnia 14 wind. Koszt budowy tego niesamowitego wieżowca wyniósł 2 mld USD. Przy wysokości 435 m wieżowiec Steinway należy do kilku najwyższych budowli w Nowym Jorku (ryc. 1).

Stary budynek firmy Steinway został w 2001 r. uznany za zabytek, co uniemożliwiło zmianę jego architektury. Problem ten ominięto w niecodzienny sposób, wznosząc nowy wieżowiec ponad zachowanym starym budynkiem [5]. Poniżej budynku wykonano dwupoziomowe podziemie (dotychczas był tylko jeden poziom piwnic) oraz fundamenty wieżowca. Posadowiono

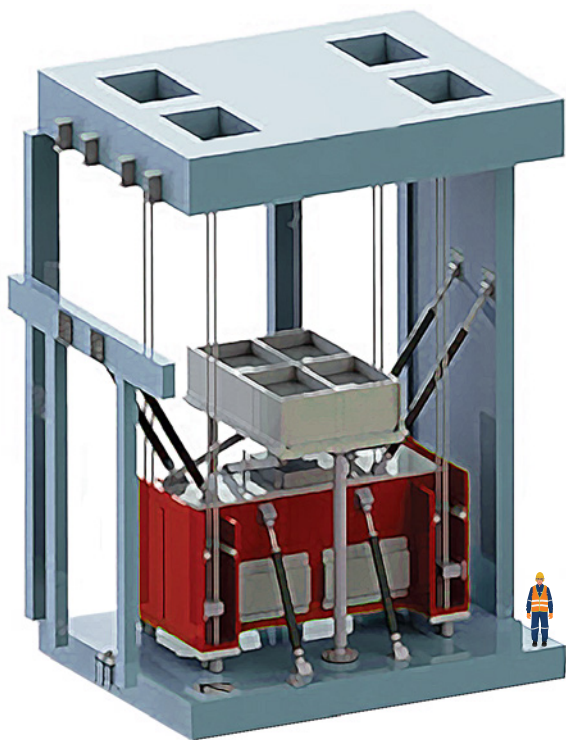
go na płycie lub stopach fundamentowych o grubości od 1,5 m do 4,0 m, opartych na podłożu skalnym. Nowe fundamenty omijają fundamenty istniejącego budynku. Do przeniesienia sił wywracających działających na wieżowiec konieczne było zastosowanie ok. 200 pali kotwiących o długości do 30 m, aby zapewnić potrzebne ich zakotwienie w mocnej skale (zagłębienie od 14 m do 25 m).

Projekt wieżowca poprzedzono obszernymi badaniami w tunelu aerodynamicznym, których wyniki wpłynęły na rozwiązanie budynku. Pozwoliły one zoptymalizować jego geometrię i wykończenie ścian, aby ograniczyć oddziaływanie wiatru na wieżowiec i jego otoczenie. Konstrukcja była wymiarowana na obciążenia sejsmiczne i na oddziaływanie wiatru, które było decydujące. Bryła wieżowca ma zasadniczo kształt bardzo smukłego prostopadłościanu, lecz poprzeczna ściana południowa ma w górnej części uskoki zmniejszające stopniowo długość przekroju budynku. Takie ukształtowanie było korzystniejsze z uwagi na oddziaływanie wiatru. Materiały i kolorystyka oblicowań nawiązują do tradycyjnie stosowanych dawniej w Nowym Jorku. Powierzchnie ścian bocznych oblicowano płytami z beżowej terrakoty o falistej fakturze, wywołującej turbulencje i zmniejszającej oddziaływanie wiatru. Ściany podłużne północna i południowa pokryte są płytami szklanymi.

Działanie obciążenia wiatrem musi wywoływać wychylenia wieżowców, osiagające rząd 1 m, zwłaszcza o tak niezwyklej smukłości konstrukcji jak Steinway Tower. Smukłość wieżowca sprawia, że jest on podatny na drgania i wychylenia powodowane przez wiatr oraz na wpływy sejsmiczne. O ile samo wychylenie budynku nie jest wyraźnie odczuwalne, to wahania i drgania są uciążliwe dla mieszkańców. Dlatego konstrukcja powinna spełniać specjalne wymagania. Powinna mieć odpowiednią wytrzymałość i sztywność, lecz uważa się, że niezbędna jest też pewna podatność, gdyż nadmiernie sztywna konstrukcja jest narażona na zmęczenie oraz na lokalne koncentracje naprężeń i w istocie jest mniej bezpieczna.

W wieżowcu Steinway dołożono wielu starań, aby zapewnić komfort mieszkańcom. W konstrukcji zastosowano cztery poziomy usztywniające (najwyższy z nich obejmuje dwa piętra), mieszczące zarazem różne urządzenia techniczne. Tworzą je ściany żelbetowe łączące trzon z zewnętrznymi słupami konstrukcji nośnej. Wprowadzono cztery piętra otwarte, które miały zmniejszyć zawirowania strumieni powietrza wokół wieży i oddziaływanie wiatru, czego skuteczność wykazały badania w tunelu aerodynamicznym. W celu zmniejszenia przyspieszeń szczytowej części budynku zwiększono jej masę przez pogrubienie stropów. Zwiększyło to także ogólną masę budynku.

W szczytowej części budynku zaprojektowano podwójne piętro techniczne, usztywniające górną część konstrukcji, na którym umieszczono m.in. tzw. strojony tłumik masowy STM (nazywany też dynamicznym tłumikiem drgań). Tłumik (ryc. 2) tworzy stalowy blok z blach o masie 730 t, połączony z konstrukcją układem przestrzennym siłowników i więzów o właściwościach sprężystych i tłumiących. Układ taki wymaga precyzyjnego dostrojenia (doboru masy, współczynnika podatności sprężyn oraz współczynnika tłumienia wiskotycznego) na podstawie znanych parametrów drgań rezonansowych budynku. W celu ich określenia monitorowano zachowanie konstrukcji budynku podczas budowy. W czasie wychyleń wieżowca masa



Ryc. 2. Schemat strojonego tłumika masowego drgań wieżowca (zmodyfikowany według [5])



Ryc. 3. Steinway Tower, fot. Jayson, Adobe Stock

wahadłowego układu STM odchylana jest w przeciwnym kierunku, przyczyniając się do redukcji amplitudy występujących wychyleń, powodowanych przez poddmuchy wiatru i ewentualnie przez wstrząsy sejsmiczne. Działanie tłumika przyczynia się do spełnienia wysokich wymagań dotyczących komfortu użytkownika lokali.

Prawie cały wieżowiec ma konstrukcję żelbetową, stalowa jest tylko jego część szczytowa. Do uzyskania potrzebnej sztywności i wytrzymałości konstrukcji wieżowca przy zachowaniu umiarkowanych przekrojów elementów zastosowano kilka zabiegów. Przede wszystkim kluczowe elementy konstrukcyjne (fundamenty, słupy, ściany nośne) wykonano z betonu o wytrzymałości od 95,6 MPa do 41,5 MPa. Dobór mieszanki betonowej poprzedziły badania jej wytrzymałości i modułu sprężystości. Trzon budynku tworzą dwie sztywne podłużne ściany o grubości od 760 mm do 910 mm w dolnej części i 410 mm w górnych partiach. Uzupełniają je ściany poprzeczne, powiązane konstrukcyjnie ze ścianami podłużnymi.

Stropy w wieżowcu wykonano jako płyty żelbetowe o grubości 305 mm z betonu o wytrzymałości 97 MPa. Płyty były zbrojone stalą żebrowaną i blachami stalowymi. Stropy zostały oparte na dodatkowych belkach usztywniających (rozieszczonych co trzy poziomy) oraz na słupach na obwodzie budynku. Najwyższa część wieżowca (48 m) o konstrukcji stalowej zawiera stropy o konstrukcji zespolonej z żelbetowej płyty i blach oraz belek stalowych.

W wieżowcu zastosowano szereg unikatowych rozwiązań konstrukcyjnych i materiałowych. Niestety poza artykułem Fatiha Yalniza [5] brak w dostępnych publikacjach szczegółów technicznych. Wieżowiec od początku był planowany jako budynek luksusowy. Szczególną uwagę poświęcono wykończeniu wnętrz i wyposażeniu zarówno pomieszczeń wspólnych i użytkowych, jak i lokali mieszkalnych. Nawiązywano przy tym do tradycyjnych form wystroju z XX w. Koszt mieszkań był również rekordowy, liczony w grubych milionach dolarów.

Wieżowiec Steinway jest unikatową budowlą nie tylko pod względem rekordowej smukłości. Elegancka sylwetka, wybitna architektura budynku oraz pionierskie rozwiązania konstrukcyjne i użytkowe sprawiają, że jest on znaczącym obiektem wśród wieżowców Nowego Jorku.

## Literatura

- [1] Kłosiński B.: *Fundamenty superwieżowców*. „Geoinżynieria. Drogi, mosty, tunele” 2019, nr 3, s. 32–40.
- [2] *111 West 57th Street* (online). Wikipedia. Dostępny w Internecie: [https://en.wikipedia.org/wiki/111\\_West\\_57th\\_Street](https://en.wikipedia.org/wiki/111_West_57th_Street) (dostęp 27 czerwca 2023).
- [3] *111 West 57th Street updates that heritage for today*. SHoP Architects, 2023. Dostępny w Internecie: <https://www.sho-parc.com/projects/111-west-57-street-2/> (dostęp 27 czerwca 2023).
- [4] Zieliński K.: *Najsmuklejszy wieżowiec świata gotowy. Ma tylko 18 m szerokości*. whiteMAD. Architektura, 29 marca 2022. Dostępny w Internecie: <https://www.whitemad.pl/najsmuklejszy-wiezowiec-swiatea-nowy-jork/> (dostęp 27 czerwca 2023).
- [5] Yalniaz F.: *Engineering the supertall and superslender 111 West 57<sup>th</sup>*. „Concrete & Construções” 2020, ed. 99, Jul – Set, pp. 75–80. Dostępny w Internecie: IBRACON99\_ObrasEmblematicas.pdf (dostęp 27 czerwca 2023).



Czytaj więcej