

ca formą do kryształu kwarcu (fotografia 3). Obiekt miał się również charakteryzować wysokim poziomem efektywności energetycznej. Pierwotnie elewację zaprojektowano jako ścianę kurtynową szklano-aluminiową z wyraźnym podziałem na część okienną oraz pas między kondygnacjami obłożony szkłem emaliowanym. Ostatecznie przyjęto jednak rozwiązanie w postaci transparentnego zestawu szybowego, bez widocznych z zewnątrz profili, montowanego do konstrukcji nośnej budynku w obrębie jednej kondygnacji o wysokości 3,6 m. Dobór parametrów przeszklenia uwzględniał, że zastosowane szkło będzie się charakteryzowało przejrzystością oraz dobrym dostępem światła dziennego, co jest istotne w przypadku pomieszczeń biurowych z uwagi na komfort pracujących tam ludzi. W celu uzyskania wysokiej izolacyjności cieplnej zastosowano szyby zespolone dwukomorowe o współczynniku przenikania ciepła $0,5 \text{ [W/m}^2 \cdot \text{K]}$. Ograniczono również przegrzewanie się wnętrza budynku, o czym świadczy współczynnik przenikania energii słonecznej nieprzekraczający wartości $g = 35\%$.



Fot. 3. Wieżowiec Q22 w Warszawie
[Fot. A. Józwik]
Photo. 3. Skyscraper the Q22 in Warsaw

Dość interesujący przykład budynku wysokiego, ze względu na rozwiązania zastosowane w elewacji, stanowi **Allianz Tower** w Mediolanie projektu **Arata Isozaki** we współpracy z biurem architektonicznym **Andrea Maffei**. Wieżowiec jest jednym z trzech budynków, które będą zrealizowane w dzielnicy City Life. Zgodnie z założeniami autorskimi jego formę wyznaczają powtarzalne moduły wyeksponowane wzdłuż dłuższych boków rzutu. W sumie jest ich osiem. Każdy z modułów obej-

muje sześć pięter i ma zakrzywioną płaszczyznę. Maksymalne wychylenie elewacji, wynikające z jej krzywizny, wynosi 90 cm (fotografia 4). W celu uzyskania zaplanowanej geometrii użyto modułów trzyszy-



Fot. 4. Wieżowiec Allianz Tower w Mediolanie (z prawej) – widok na kompleks wieżowców w dzielnicy CityLife [©CityLife]
Photo 4. Skyscraper the Allianz Tower in Milan (right) – view of a complex of skyscrapers in the CityLife

bowych ze szkła giętego. Każdy z nich został wykonany ze szkła o następującym układzie warstw: od zewnątrz szyba laminowana z dwóch warstw szkła wzmocnionego termicznie float grubości 6 mm, przerwa międzyszybowa grubości 16 mm, warstwa szkła hartowanego float grubości 8 mm, przerwa międzyszybowa grubości 16 mm, od wewnątrz warstwa szkła hartowanego float grubości 8 mm. W celu neutralnego wyglądu zastosowano szkło bezbarwne typu „clear”. Moduły mają wymiary $1500 \times 3900 \text{ mm}$ i zostały zamocowane do żelbetonowych stropów w obrębie jednej kondygnacji. W bocznych elewacjach wieżowca również wprowadzono przeszklenia, a częściowo obłożono je aluminiowymi panelami. W tej części budynku są rozmieszczone trzony wraz z windami, z których można oglądać panoramę miasta. Cechą charakterystyczną elewacji budynku są „podparcia” wykonane z trzech rur stalowych zespolonych przewiązkami i pomalowanych na charakterystyczny żółty kolor. Elementy te spełniają funkcję amortyzatorów drgań na wypadek wstrząsów sejsmicznych [6].

Wśród wieżowców zrealizowanych w Europie można również wskazać przykłady konstrukcji powłokowej. W tych budynkach ustrój nośny jest kształtowany ze stalowych profili łączonych w węzłach.

Elementy konstrukcyjne są widoczne z zewnątrz budynku i współtworzą jego elewację [1]. Przykładem jest wieżowiec **D2 Tower** wybudowany w dzielnicy La Defense w Paryżu zaprojektowany przez **Anthony Bechu** we współpracy z Tom Sheehan Architects. Kształt owalnej bryły wyznacza siatka konstrukcyjna, której główny moduł stanowi romb (fotografia 5). W założeniach autorskich zewnętrzna struktura wraz z przeszklaniem ma sprawić, że budynek w słońcu będzie się mienił jak diament. Zastosowanie konstrukcji ze stali pozwoliło na



Fot. 5. Wieżowiec D2 Tower w Paryżu – widok na kompleks wieżowców w dzielnicy la Defense [©Arval by ArcelorMittal]
Photo 5. Skyscraper the D2 in Paris – view of a complex of skyscrapers in the la Defense

oszczędność materiałów o 30% [5]. Zewnętrzna konstrukcja, która przejmuje część obciążeń pionowych i poziomych, współpracuje z żelbetonowym trzonem przez połączenie belkami stropowymi. Charakterystyczną geometrię w elewacji budynku wyznacza układ prętów z profili walcowanych na gorąco, głównie HD400, wykonanych ze stali o podwyższonej wytrzymałości – Histar[®]460. Pręty długości dwunastu metrów zostały połączone w element na kształt litery V, który ma wysokość trzech pięter. Ze względu na owalny charakter budynku kąty nachylenia elewacji wahają się między 3° a 15° . Elementy konstrukcyjne zostały zabezpieczone przeciwpożarowo i antykorozyjnie oraz obłożone widoczną z zewnątrz aluminiową obudową. Połączone ze sobą dwa elementy w kształcie litery V tworzą moduł siatki wypełniony ścianą kurtynową (fotografia 6). Podział przeszkleń uwzględnia część okienną oraz pas między kondygnacjami, co zostało zróżnicowane kolorem szkła. Do wypełnienia modułu siatki zastosowano pojedyncze warstwy szkła oraz szyby zespolone o następującym układzie warstw: od zewnątrz szkło hartowane float grubości 8 mm, przerwa międzyszybowa grubości 16 mm, szkło laminowane z dwóch warstw szkła float grubości 5 mm [2]. Budynek charakteryzuje ory-