Aleksandra Brach*, India Kaptan*, Kamil Owczarek*

WSPÓŁCZESNE SZKŁO ARCHITEKTONICZNE W HISTORYCZNEJ ZABUDOWIE

1. SZKŁO JAKO WSPÓŁCZESNE ROZWIĄZANIE MATERIAŁOWE

W ramach konserwacji i restauracji, a także adaptacji do nowych funkcji budynków historycznych stosuje się wiele technik umożliwiających poprawę warunków eksploatacji oraz dostosowanie ich do współczesnych wymogów stawianych budynkom energooszczędnym i pasywnym. Nie należy to do najprostszych zadań dla architekta oraz konserwatora. Tworzą oni nowe materiały, jak również poszukują lepszych jakościowo rozwiązań o wyższych parametrach technicznych i użytkowych. Skutkiem tego jest ewolucja znanych już tworzyw, które otrzymują wtedy „drugie życie". Przykładem takiego materiału jest szkło, które obecnie przechodzi dynamiczny rozwój. Znamy je już od kilku tysięcy lat, ale ciągle poznajemy jego nowe właściwości fizyczne. Jest jednym z najbardziej fascynujących materiałów w nowoczesnej architekturze, a wprowadzone w zabytkowe budynki ujawnia swoje możliwości. Nie tak dawno pojęcie „szklane domy" oznaczało jeszcze abstrakcyjne wyobrażenie o budynkach. W obecnych czasach budujemy ze szkła całe miasta, a utopijna wizja stała się faktem.

Rozwój szkła możemy zaobserwować w zakresie produkcji paneli o znacznych rozmiarach – wysokość modułowa do dwóch kondygnacji i szerokość prefabrykatów nawet do 3 m. Obecnie powłoki nanoszone na powierzchnię szkła sprawiają, że spełnia ono wysokie wymagania dotyczące energooszczędności i termoizolacji przegród, a zarazem nie przenosi drgań i hałasu. Izolacyjność cieplna szkła jest coraz wyższa. Jest ono bardzo dobrym izolatorem, co ma znaczenie w modernizacji zabytkowej architektury. Współczynnik przenikania ciepła szyby zespolonej jest korzystniejszy niż współczynnik obliczony dla okna jako całości. Główne straty ciepła zachodzą w ościeżnicy i obrzeżu szyby, dlatego projektowanie dużych powierzchni oszklonych jest korzystne. Ponadto na powierzchni szklanej mogą znajdować się ogniwa fotowoltaiczne, przetwarzające prąd wykorzystywany do instalacji wentylacji, rekuperacji, jak również oświetlenia budynków. Nie można również zapomnieć o dobrych właściwościach konstrukcyjnych szkła (wytrzymałość na ściskanie do 1000 MPa, wytrzymałość na zginanie do 200 MPa)[1], które często zastępuje belki stalowe czy żelbetowe, także przy działaniach podejmowanych w stosun-

* Politechnika Krakowska

[1] http://www.oknotest.pl/szyby-i-szklo/szklo, dostęp: 05.09.2017 r.

ku do budynków historycznych – już sam Le Corbusier mawiał, że „szkło jest najważniejszym materiałem w architekturze”.

Przykładów renowacji budynków zabytkowych, w których szkło zostało dodane w trakcie przebudowy lub rozbudowy, jest bardzo dużo. Dzieje się to głównie za sprawą najważniejszych własności szkła, których nie ma żaden inny materiał – przeźroczystość, trwałość, estetyka oraz całkowita podatność na recykling. Nie ma drugiego równie czystego i neutralnego materiału, który można tak swobodnie kształtować.

2. PRZYKŁADY OBIEKTÓW HISTORYCZNYCH, W KTÓRYCH ZASTOSOWANO WSPÓŁCZESNE SZKŁO

2.1. Hearst Tower Foster + Partnes, Nowy Jork, Stany Zjednoczone

Konstrukcja budynku zaprojektowana przez biuro Normana Fostera została osadzona w dwudziestowiecznym, sześciokondygnacyjnym istniejącym już budynku biurowym. Obiekt został zaprojektowany w stylu Art deco przez Josepha Urbana – jako siedziba korporacji Williama Randolpha Hearsta, który od razu przewidywał rozbudowę tego obiektu o kolejne kondygnacje. Na realizację pomysłu czekał ponad 75 lat. Plany powstały w 2001 roku. Budowa rozpoczęła się w 2003 roku i po trzech latach, w roku 2006, budynek został oddany do użytku[2].

Nowo zaprojektowany wysokościowiec, który wzbogacił panoramę dzielnicy Manhattan w Nowym Jorku, wznosi się nad istniejącym budynkiem na wysokość 44 kondygnacji – 182 m. Konstrukcja wieżowca została wsparta wewnątrz 6-kondygnacyjnego budynku Josepha Urbana na żelbetowych słupach. Konstrukcja zewnętrzna to stalowy szkielet, do którego wykorzystano ponad 10 000 ton stali, w 90% pochodzącej z surowców wtórnych. Do szkieletu stalowego zostały zamocowane panele szklane[3] (rys. 1).

Hearst Tower jest pierwszym wzniesionym w Nowym Jorku biurowym budynkiem energooszczędnym, który uzyskał Złotą Ocenę United States Green Building Council’s Leadership in Energy and Environmental Design LEED (Lider Projektowania Efektywnego Energetycznie i Środowiskowo)[4]. Zastosowane rozwiązania zapewniające energooszczędność Hearst Tower, to m.in. zastosowanie szkła powlekanego użytego w celu zminimalizowania wpływu promieniowania słonecznego, co skutkuje ograniczeniem przegrzewania się pomieszczeń. Szkło pokryte jest specjalną powłoką, która pozwala na wprowadzenie do wnętrz naturalnego światła dziennego, tym samym minimalizując przenikanie niewidzialnego promieniowania słonecznego powodującego nagrzewanie się pomieszczeń. Dodatkowo atrium obiektu wyłożone jest wapienną

---

[2] http://www.fosterandpartners.com/projects/hearst-tower/, dostęp: 17.07.2017 r.
[3] jw.
[4] https://www.hearst.com/real-estate/hearst-tower, dostęp: 17.07.2017 r.

posadzką, pod którą ukryto polietylenową instalację wykorzystującą przepływającą przez nią wodę do chłodzenia latem i ogrzewania zimą wnętrz. W całym budynku zamontowano system sensorów czułych na ilość światła, które dostosowują jego intensywność w zależności od pory dnia i ilości wpadających promieni słonecznych. Sensory są czułe również na ruch i wyłączają światło, gdy w pomieszczeniu nie znajduje się żadna osoba. Zastosowano również bardzo wydajny system ogrzewania i wentylacji, który przez 75% roku wykorzystuje zewnętrzne powietrze. Na dachu Hearst Tower zamontowano instalacje magazynujące wodę opadową, która zastępuje wodę utraconą podczas procesu odparowywania spowodowanego klimatyzowaniem pomieszczeń biurowych[5].

Rys. 1. Hearst Tower, Foster + Partners, Nowy Jork, Stany Zjednoczone
Źródło: http://www.fosterandpartners.com/media/1705476/img10.jpg, dostęp: 17.07.2017 r.

[5] http://www.archdaily.com/204701/flashback-hearst-tower-foster-and-partners, dostęp: 17.07.2017 r.

2.2. Crystal Houses MVRDV, Amsterdam, Holandia

Crystal Houses – zaprojektowany przez holenderską pracownię architektoniczną MVRDV – znajduje się w historycznej, najbardziej prestiżowej i najdroższej dzielnicy Amsterdamu na ulicy handlowej PC Hooftstraat (rys. 2). Projekt wygrał w konkursie A+Awards w kategorii obiektów komercyjnych, w dużej mierze za oryginalną fasadę oraz dzięki nowatorskiemu procesowi produkcji poszczególnych elementów[6]. Projektanci zdecydowali się starannie rozebrać trzy istniejące kamienice, a następnie odbudować fasadę ze zmianą części starych cegieł w partii dolnej na elementy szklane, tworząc elewację, która wydaje się topić przy podłodze. Zastosowano szklane ościeżnice, drzwi, cokoły oraz przeźroczyste spoiny. Takie rozwiązanie łączy teraźniejszość z przeszłością. Budynek zachowuje typowy charakter zabudowy, jednocześnie wprowadzając nieszablonowy wygląd. Cegła jako jeden z najstarszych i najczęściej używanych materiałów dostała współczesną postać. W Crystal Houses znajduje się flagowy butik Channel. Rozwiązanie pozwala globalnym markom wpisać typowy wygląd swoich przestrzeni handlowych do historycznej tkanki miejskiej.

Rys. 2. Crystal Houses, MVRDV, Amsterdam, Holandia
Źródło: http://www.archdaily.com/785923/crystal-houses-mvrdv/5717985de58ece9e0b00011e-crystal-houses-mvrdv-photo, dostęp: 31.07.2017 r.

[6] https://architizer.com/blog/architectural-details-mvrdv-crystal-houses, dostęp: 31.07.2017 r.

Żeby spełnić wyobrażenia projektantów, trzeba było opracować specjalną metodę produkcji cegieł oraz przeźroczystej zaprawy. Poszczególne elementy były tworzone z najwyższą starannością i montowane za pomocą wysokiej jakości transparentnego kleju bez potrzeby użycia tradycyjnej zaprawy murarskiej. Wymiary normalnej cegły wynoszą 10,5 cm × 21 cm × 6,5 cm, podwójnej 21 cm × 21 cm × 6,5 cm oraz 3/4 podwójnej 15,75 cm × 21 cm × 6,5 cm z tolerancją maksymalną 0,25 mm[7]. Krawędzie cegieł mają wyoblenia o promieniu 3 mm. Nad użytą technologią pracowano ponad rok. Przełomowy materiał wymagał użycia nowych metod i narzędzi budowlanych, takich jak lasery czy lampy UV. Zewnętrzną powierzchnię fasady pokrywano mlekiem wapiennym, które okazało się idealną warstwą odbijającą. Dzięki temu wnętrze się nie przegrzewało, a cegły wyglądały jakby były wykonane z lodu. Testy wytrzymałościowe dowiodły, że konstrukcja ze szkła była dużo bardziej wytrzymała niż betonowa. Ponadto przy budowie obiektu zminimalizowano odpady budowlane. Każdy szklany element jest całkowicie podatny recyklingowi i może być w prosty sposób stopiony i ponownie formowany. Uszkodzone lub niewymiarowe cegły przetapiano na nowe. Do ogrzewania i klimatyzowania budynku użyto gruntowej pompy ciepła, która pozwala na zachowanie optymalnego klimatu wewnątrz butiku przez cały rok.

Efekt końcowy jest niezwykle udany. Przypomina budynki wykute w lodzie z bajek Disneya. Fasada podkreśla prestiż znajdującego się wewnątrz sklepu Channel, jednocześnie dostosowując się do zastanych form i tradycyjnej konstrukcji. Pomysłowe rozwiązanie może być odpowiedzią na kolejne projekty w zabytkowym otoczeniu.

2.3. Port House, Zaha Hadid Architects, Antwerpia, Belgia

26% europejskich przewozów kontenerowych odbywa się przez Antwerpię położoną w Belgii nad Saldą. Miasto stanowi morski węzeł transportowy, należy – jako wiodące – do Europejskiej Organizacji Portów Morskich (ESPO) i zapewnia zatrudnienie dla ponad 150 000 osób[8]. Właśnie taka duża liczba pracowników stałych i sezonowych doprowadziła do sytuacji, w której istniejąca główna siedziba zatrudnionych w porcie okazała się zbyt mała. W 2007 roku zdecydowano się przenieść istniejącą siedzibę w inne miejsce, tym samym zapewniając zakwaterowanie wszystkich pracowników portu w jednym miejscu. Jako nową siedzibę portu wybrano obszar nadbrzeżny na Quay 63, który zapewniał korzyści również w trakcie budowy – pozwalał na transport materiałów budowlanych drogą morską. Jako nowy budynek głównej siedziby pracowników portu miał posłużyć istniejący już budynek straży pożarnej. Na zmianę funkcji zdecydowano się po otwarciu nowej siedziby, której powstanie wymuszone zostało zwiększonymi wymaganiami zabezpieczenia pożarowego szybko

[7] jw.
[8] http://www.portofantwerp.com/en/antwerp-port-authority, dostęp: 17.07.2017 r.

rozwijającego się portu. Władzom miasta zależało na zachowaniu istniejącego obiektu, będącego repliką hanzeatyckiej rezydencji. W założeniu budynek rezydencji miał zostać zintegrowany z nowo projektowanym obiektem[9]. Departament Architektury Rządu Flandrii wraz z władzami miasta i portu zorganizował konkurs architektoniczny na nową siedzibę. Jedynym wymaganiem stawianym biorącym udział w konkursie architektom było zachowanie budynku straży pożarnej. Ostatecznie wybrano projekt londyńskiego biura architektonicznego Zaha Hadid Architects. Prezes portu w Antwerpii Marc Van Peel powiedział: „W konkursie architektonicznym była tylko jedna zasada, a mianowicie zachowanie pierwotnego budynku. Nie było innych wymogów nałożonych na położenie nowego obiektu. W związku z tym jury było mile zaskoczone, gdy pięciu finalistów wybrało nowoczesną konstrukcję nad pierwotnym budynkiem. Wszyscy połączyli nowy budynek z istniejącym, ale projekt biura Zaha Hadid Architects był najbardziej oryginalny”[10].

Przy tworzeniu koncepcji architekci z Zaha Hadid Architects, współpracując z doradcami dziedzictwa kulturowego w renowacji i restauracji zabytków, zaproponowali nadbudowę remizy strażackiej konstrukcją przypominającą swoją bryłą statek (rys. 3). Sam pomysł nawiązywał do niezrealizowanego projektu wieży mającej wznosić się nad gmachem straży. Architekci nadwieszoną kubaturą podkreślili oś północ-południe, a decydując się na ujednolicenie elewacji projektowanej nadbudowy wyeksponowali istniejącą fasadę budynku.[11] Materiałem dominującym są panele szklane, które odbijając światło dzienne sprawiają wrażenie falującej wody. Panele kształtowane są trójkątami, co pozwaliło na formowanie skomplikowanego kształtu – zapewnia to gładkie przejście z płaskiej elewacji po stronie południowej na pofalowaną elewację po północnej stronie budynku. Większość paneli szklanych jest przeźroczysta, co zapewnia stały dostęp naturalnego światła. Niektóre szklane panele zaprojektowano jednak jako nieprzejrzyste, dzięki czemu można kontrolować obciążenie słoneczne, pozwalając na zapewnienie optymalnych warunków pracy[12].

Zaha Hadid Architects zaprojektowało budynek zrównoważony i energooszczędny. Obiekt uzyskał bardzo dobrą ocenę przyznaną przez Building Research Establishment Environmental Assessment Method (BREEAM), która klasyfikuje poziom ochrony środowiska. Mimo trudności związanych z koniecznością zintegrowania nowego obiektu z zabytkowym, architektom już na etapie projektu i budowy udało się wdrożyć ekologiczne rozwiązania. Woda pompowana jest przy użyciu systemu odwiertowego na głębokości 80 m w około 100 miejscach zlokalizowanych w pobliżu budynku. Wykorzystywana jest do chło-

---

9 http://www.zaha-hadid.com/architecture/port-house/, dostęp: 17.07.2017 r.

10 http://www.archdaily.com/795832/antwerp-port-house-zaha-hadid-architects, dostęp: 17.07.2017 r.

11 M. Lewandowski, 2016. Rozbudowa portu w Antwerpii. Architektura Murator, nr 266, s. 88-101.

12 jw.

dzenia i ogrzewania nadbudowy. Budynek istniejący ogrzewany i chłodzony jest natomiast przy użyciu technologii wykorzystującej chłodzące belki oraz sufity. Bezciśnieniowa armatura oraz zastosowanie detektorów ruchu minimalizuje zużycie wody, natomiast automatyka budynku i kontrole światła dziennego zmniejszają zapotrzebowanie na sztuczne oświetlenie[13].

Rys. 3. Port House, Zaha Hadid Architects, Antwerpia, Belgia
Źródło: http://www.zahahadid.com/wpcontent/files_mf/cache/th_65d1300db123ce2 2f6e2569fb36764f8_zha_porthouse_helenebinet_02.jpg, dostęp: 17.07.2017 r.

2.4. Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Gdańsku, A-Plan Bis, Gdańsk, Polska

Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Gdańsku jest przykładem wpisania nowoczesnego budynku w historyczną zabudowę miasta. Konkurs wygrała pracowania A-Plan Bis. Budynek znajduje się przy kanale Raduni w Gdańsku, w dzielnicy objętej ochroną konserwatorską[14]. Trzy ceglane elewacje nawiązują do historycznej tkanki miejskiej, stanowiąc łącznik z tradycyjną zabudową. Czwarta elewacja wykonana jest ze szkła, co sprawia, że bardzo dobrze wpisuje się w otaczającą przestrzeń. Budynek jest zwartą, prostopadłościenną bryłą. Takie rozwiązanie gwarantuje małe straty ciepła dla

[13] http://www.zaha-hadid.com/architecture/port-house/, dostęp: 17.07.2017 r.
[14] jw.

budynku – zarówno przez ściany zewnętrzne, jak i dach. Budynek jest trzykondygnacyjny, częściowo podpiwniczony. Ze względu na ograniczenia wysokości wynikające z miejscowego planu zagospodarowania terenu budynek Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Gdańsku nie mógł być wyższy[15]. W piwnicach zlokalizowano funkcje techniczne oraz szatnie. Na parterze mieści się hol wejściowy, powierzchnia reprezentacyjna, jak również i edukacyjna. Są również 4 miejsca parkingowe dla samochodów osobowych. Pierwsze piętro to kondygnacja biurowa z charakterystycznym, szeregowym układem pokoi jedno- i dwuosobowych. Podobnie rozwiązane są funkcje na drugim piętrze. Typowy układ pomieszczeń biurowych uzupełniony jest osobną bryłą pokoju dyrektora z sekretariatem, która „zawieszona" jest pod szklanym dachem atrium, wspierając się na tyczkowatych podporach (rys. 4).

Całkowicie przeszklona południowa elewacja, wyposażona w panele fotowoltaiczne, pobiera energię słoneczną. Takie zastosowanie sprzyja wykorzystaniu energii odnawialnej, jak również pomaga zniwelować koszty utrzymania budynku.

Rys. 4. Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Gdańsku, pracownia A-Plan Bis
Źródło: http://www.architektura.info/index.php/architektura/polska_i_swiat/wojewodzki_fundusz_ochrony_srodowiska_i_gospodarki_wodnej_w_gdansku, dostęp: 17.07.2017 r.

[15] http://www.architektura.info/index.php/architektura/polska_i_swiat/wojewodzki_fundusz_ochrony_srodowiska_i_gospodarki_wodnej_w_gdansku

We wnętrzach zastosowano szklane drzwi do pomieszczeń biurowych[16], o wysokości 2,40 metra, szklane balustrady z drewnianymi poręczami, przeszkloną windę oraz ażurową klatkę schodową otwartą na wnętrze atrium. Architekci zaprojektowali nad holem głównym prostopadłościenną, przeszkloną bryłę, w której mieści się pokój dyrektora budynku oraz sekretariat. Bryła zawieszona jest pod szklanym dachem. Obiekt ma najnowocześniejsze wyposażenie techniczne. We wnętrzu hallu zastosowano ceglaną posadzkę, która ma swoją kontynuację poza budynkiem. Tym sposobem architekci połączyli wnętrze atrium z zielenią otaczającą budynek po południowej stronie działki, przechodząc przez przeszkloną elewację. Ceglana posadzka znajduje się również przed wejściem do budynku.

LITERATURA

[1] Bojęś A., Bojęś-Białasik A., 2008. Nowe technologie oszkleń w budynkach zabytkowych. Świat szkła, ISSN: 1426-5494.
[2] Bojęś A., 2007. Oszklenia bezpieczne w przegrodach budowlanych a obowiązujące wymagania. Świat Szkła 6.
[3] Cwyl M., 2017. Ewolucja fasad szklanych. Warsztat Architekta Architektura Murator 3.
[4] Kozłowski M., 2016. Szkło w renowacji zabytków. Świat Szkła 9.
[5] Lewandowski M., 2016. Rozbudowa portu w Antwerpii. Architektura Murator 11, 266.
[6] Lessig J., 1997. Nowoczesne szkła i zabytki. Architektura i Biznes.
[7] Mączyński D., 2010. Nowoczesne szkło w zabytkach. Zastosowania i zagrożenia. Politechnika Krakowska.
[8] Seidel F., 2008. Architecture materials Glass verre glas. Evergreen, Koln.
[9] Respondek Z., 2007. Parametry techniczne nowoczesnych przegród szklanych. Część 2. Świat szkła 11.
[10] The Montreale Cathedral, The International Magazin for Glass and Design, Pilkington.
[11] Wesołowski Ł., 2013. Zalety podwójnej fasady z obudową szklaną. Wiadomości Konserwatorskie.
[12] Węcławowicz-Gyurkovich E., 2015. Miejsce nowej sztuki i architektury w historycznej przestrzeni kulturowej – „prawo dobrej kontynuacji". Czasopismo Techniczne 6-A.
[13] Węcławowicz-Gyurkovich E., 2010. Nowe formy zderzone z historycznymi. Politechnika Krakowska. Czasopismo Techniczne 7-A.
[14] http://www.fosterandpartners.com/projects/hearst-tower/, dostęp: 17.07.2017 r.
[15] https://www.hearst.com/real-estate/hearst-tower, dostęp: 17.07.2017 r.
[16] http://www.archdaily.com/204701/flashback-hearst-tower-foster-and-partners, dostęp: 17.07.2017 r.
[17] http://www.zaha-hadid.com/architecture/port-house/, dostęp: 17.07.2017 r.

[16] j.w.

[18] http://www.archdaily.com/795832/antwerp-port-house-zaha-hadid-architects, dostęp: 17.07.17 r.
[19] http://www.archdaily.com/785923/crystal-houses-mvrdv, dostęp: 17.07.2017 r.
[20] https://architizer.com/blog/architectural-details-mvrdv-crystal-houses/, dostęp: 17.07.2017 r.
[21] http://www.oknotest.pl/szyby-i-szklo/szklo, dostęp: 31.07.2017 r.
[22] http://www.portofantwerp.com/en/antwerp-port-authority, dostęp: 17.07.2017 r.
[23] http://www.architektura.info/index.php/architektura/polska_i_swiat/wojewodzki_fundusz_ochrony_srodowiska_i_gospodarki_wodnej_w_gdansku