

Łukasz Wesołowski*

Nowoczesne technologie szklane w przestrzeni obiektów historycznych – wybrane przykłady

New glass technologies in historic building spaces – selected examples

Słowa kluczowe: ściany osłonowe w adaptacjach budynków zabytkowych, szkło w architekturze historycznej, konstrukcje szklane we wnętrzach historycznych

Key words: curtain walls in adaptation of heritage buildings, glass in historical architecture, glass structures in historic interiors

1. WPROWADZENIE

Rozwój i modernizacja centrów starych miast wymaga szerokiego podejścia do projektowania i uwzględnienia wielu aspektów, zwłaszcza w obszarze najbliższego sąsiedztwa. Procesy projektowe wymuszone są koniecznością dopełnienia i adaptacji istniejącej tkanki do nowych funkcji, chęcią uatrakcyjnienia przestrzeni miejskich, dostosowaniem do nowych wymogów prawa oraz kwestii użytkowych. Współczesne technologie umożliwiają nowe podejście do odpowiedzi na pytania dotyczące harmonijnego łączenia starego z nowym lub podkreślenia ich odrębności¹. Współczesne technologie szklane coraz częściej znajdują zastosowanie w tego typu realizacjach. Umożliwiają stworzenie pełnowartościowych przegród przy obniżeniu masy elementów, znaczącej redukcji grubości oraz wysokiej transparentności. Niektórzy producenci oszklenia mają w swojej ofercie szyby ze szkła białego² (określenia „super białe”, „extra white” sugerują ponadprzeciętne właściwości). Technologiczna modyfikacja produktu podstawowego umożliwia uzyskanie większej przejrzystości elementów szklanych (zwłaszcza przy zwielokrotnieniu ilości warstw w elementach klejonych) jak również zwiększenie poprawności odbioru koloru (99% zgodność barw widocznych przez przegrodę³). Podobnie rozwój w zakresie samych sposobów konstruowania i montażu elementów szklanych umożliwił redukcję detalu oraz łączników między częściami składowymi brył przestrzennych lub wręcz ich całkowitą eliminację poprzez stosowanie połączeń klejonych. W obrębie rozwiązań stosowanych w szklanych przegrodach można również wspomnieć o sposobach sterowania przejrzystością i optyką szyb. Mamy więc dostęp do możliwości pasywnych i aktywnych, dzięki którym możliwe jest projektowanie zmiennego w czasie

1. INTRODUCTION

The development and modernisation of historic city centres requires a comprehensive approach to planning and to taking into account a wide range of factors, especially where new structures adjoin old ones. New building projects are driven by pressure to infill and adapt the existing urban structure to new functions, while also making urban spaces more attractive, ensuring that they meet new legal requirements and also respond to the needs of users. Contemporary technologies provide for a new approach to dealing with the age-old question of how to ensure harmonious ways of linking the old with the new or underscore their distinctive identities¹. Contemporary glass technologies are being increasingly applied in this kind of situation. They enable construction of proper walls which are characterised by lower mass, reduced thickness and high transparency. Some glass producers offer glass panes made from white glass² (descriptions such as “super white” or “extra white” suggest above average parameters). Technological modification of basic products provides for greater transparency of glass elements (especially where there are numerous layers in building elements, made of laminated glass) and also increased accuracy in viewing colours (99% consistency with original colours when viewed through the partition³). There is a similar development in construction methods and in the installation of glass elements, which enable reduction of detail and links joining together the elements making up the spatial form of the building, or even their complete elimination when adhesives are applied. With respect to glass partitions, it is also worth noting new possibilities for controlling the transparency and optic properties of glass panes. Both passive and

* Dr inż. arch. Łukasz Wesołowski, Instytut Projektowania Budowlanego, Wydział Architektury Politechniki Krakowskiej

* Dr Łukasz Wesołowski, Institute of Building Design, Faculty of Architecture, Cracow Technical University

odbioru form architektonicznych. Artykuł prezentuje wybrane przykłady realizacji w obszarze bezpośredniego sąsiedztwa z otoczeniem architektoniczno-urbanistycznym o walorach cennych kulturowo.

2. MOŻLIWOŚCI TECHNOLOGICZNE

Dostępność technologii szklanej stosowanej jako okładziny, przegrody zewnętrzne i niezależne struktury konstrukcyjne jest obecnie duża. Popularyzacji tego typu elementów sprzyja wysoka estetyka i transparentność, a również swoboda w kształtowaniu formy. Wykorzystywane są wszystkie atuty szkła budowlanego jako tworzywa. Nienasiąkliwość i wysoka gładkość powierzchni umożliwia stosowanie materiału w osłonach deszczowych jako elementów zadaszeń i koryt odprowadzających wodę, osłon elewacyjnych i barier w niedużych basenach i brodzikach. Plastyczność, możliwość formowania i barwienia w masie umożliwia wykorzystanie tafli szklanych jako nośnika i zarazem tworzywa w formach ornamentu i płaskorzeźby. Za pomocą katalizatorów chemicznych reagujących na różne temperatury można modyfikować powierzchniowo poszczególne fragmenty szyb podgrzewając je do odpowiedniego poziomu. Możliwe jest również wyginanie elementów szklanych, od niedawna dostępne również jako gięcie sferyczne (dotychczas możliwe do uzyskania wyłącznie w formie powierzchni walcowych). Rozwojowi poddało się również konstrukcyjne stosowanie szkła. Stosowanie elementów z laminowanego szkła umożliwiło strukturalne stosowanie elementów przejrzystych. Coraz częściej spotyka się szklane żebra, belki w połączeniu z transparentną przegrodą zewnętrzną – tzw. pełnoszklane ściany osłonowe i dachy.

Do podstawowych zastosowań można dołączyć technologie wykończenia powierzchni nadrukiem – nośnikiem barwy oraz kształtowanie rozkładu i stopnia przejrzystości, a także sterowania warstwami zmiennymi zintegrowanymi w szkło laminowanym. Rozwiązania termotropowe, chromotropowe i np. ciekłokrystaliczne⁴ umożliwiają zmianę przejrzystości, barwy czy właściwości optycznych elementu pod wpływem temperatury, natężenia światła czy przyłączenia napięcia. Pozwala to na dynamiczny odbiór skonstruowanej w ten sposób formy i zwiększenie jej atrakcyjności.

3. PRZYKŁADY STOSOWANIA

Rzym jest miastem o bardzo rozległej i bogatej tkance historycznej. Obiekty architektoniczne są ciągle adaptowane i remontowane pod nowe funkcje usługowe, mieszkalne i inne. Z jednej strony ważny jest komfort użytkownika i stosowanie obowiązującego normatywu, z drugiej jednak strony wszelkie ingerencje winny być podporządkowane zasadzie ochrony tkanki zabytkowej. Obopólne ustępstwa niosą za sobą również korzyści – w interesie administrujących jest utrzymanie dobrego stanu budynku i nadzoru nad nim, a w zamian do dyspozycji jest prestiż obiektu i lokalizacja, niedostępne dla nowo wznoszonych obiektów.

Jednym z przykładów współczesnych interwencji w obiekcie historycznym jest budynek Galleria Alberto Sordi na placu Colonna. Główne, reprezentacyjne wejście podkreślone jest przez arkady kolumnowe. Zlokalizowanie w jego obrębie szklanej ściany osłonowej pozwoliło na formalne określenie granicy wnętrza i zewnątrz budynku oraz na zagospoda-

active measures can now be used for designing architectural forms, which change visually. This paper presents selected examples of applications of glass technology solutions in situations where cultural values of adjacent architectural-urban forms must be protected.

2. TECHNOLOGICAL POSSIBILITIES

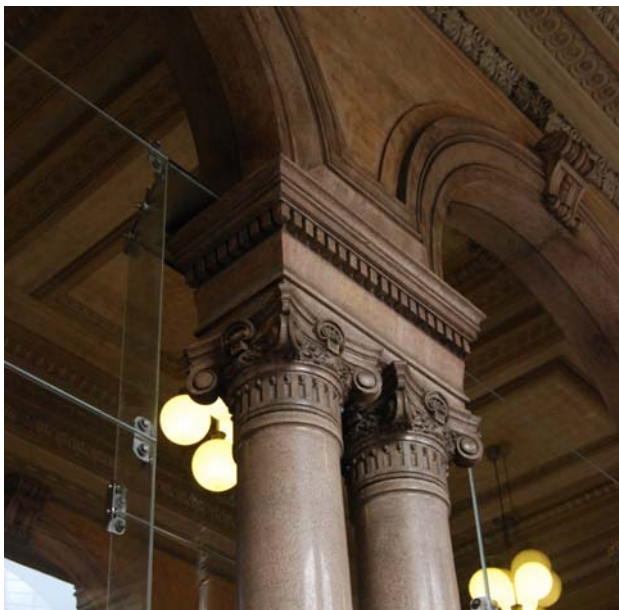
Glass technology applications used in products for cladding, external walls and self-supporting building structures are today widely available. The popularity of such elements relates to their high aesthetic value and transparency, as well as freedom in shaping architectural forms. All the positive features of glass as a building material are now being exploited. The impervious nature and high smoothness of glass surfaces allow the material to be used as protection against rain as canopies and channels for rainwater run-off, for protection of facades and as barriers in small pools and basins. The plasticity of glass coupled with possibility of shaping and moulding-in-colour enables the use of glass panes both as structural elements and as a material for decoration and bass relief. With the aid of chemical catalysers reacting at different temperatures, it is possible to modify surfaces of specified glass fragments by heating them to appropriate levels. It is also possible to bend glass elements, and there is now a new possibility available related to bending glass into spherical forms (until recently, it was only possible to roll glass surfaces). The use of glass as a structural material in construction has also developed. Building elements made of laminated glass can be used as transparent structural elements of buildings. Glass ribbing and beams in connection with transparent external walls can be encountered increasingly frequently – forming so called complete glass curtain walls and roofs.

Basic technological applications include also printing/colouring glass surfaces, as well as regulating the extent and degree of transparency and controlling variable layers, which are integrated in laminated glass. Thermotropic and chromotropic solutions and, for example, liquid crystals⁴ enable changes in transparency, colour and optical properties in relation to varying temperature, light intensity and voltage. This enables the architectural form to be viewed dynamically, thereby increasing its attractiveness.

3. EXAMPLES OF APPLICATION

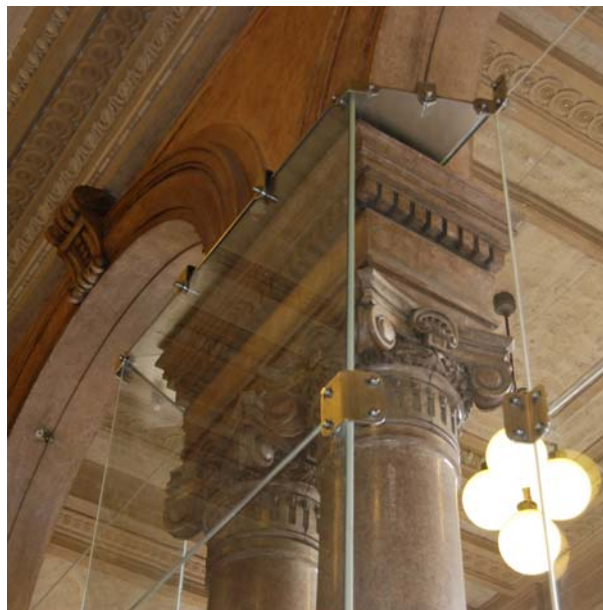
Rome is a city characterised by an extensive and rich historical structure. Historic buildings are constantly being adapted and renovated to fulfil new service, residential and other functions. On the one hand, it is important to assure comfort of use in accordance with prevailing norms, and on the other hand, all interventions must be in line with conservation of the historic building structure. Compromises in both directions bring with them benefits – it is in the interest of building administrators to maintain the building in a good state, ensuring in return benefits related to the prestige and location of the building, which are not available for new build.

One example of a contemporary intervention in a historical building is the Galleria Alberto Sordi on Colonna square. The main, representative entrance is emphasised by an arcade. A screening glass wall located there provides a formal division between the interior and the exterior of the



Ryc. 1. Wewnętrzna strona obudowy wejścia do Galleria Alberto Sordi na placu Colonna, Rzym – fot. Ł. Wesółowski

Fig. 1. Inside view of the glass wall at the entrance to the Galleria Alberto Sordi on Colonna Square in Rome – photo. Ł. Wesółowski



Ryc. 2. Zewnętrzna strona obudowy wejścia do Galleria Alberto Sordi na placu Colonna, Rzym – fot. Ł. Wesółowski

Fig. 2. Outside view of the glass wall at the entrance to the Galleria Alberto Sordi on Colonna Square in Rome – photo. Ł. Wesółowski



Ryc. 3. Zewnętrzny ażurowy szkielet windy, Complesso del Vittoriano, Rzym – fot. Ł. Wesółowski

Fig. 3. External openwork lift shaft, Complesso del Vittoriano in Rome – photo. Ł. Wesółowski



Ryc. 4. Detal oszkleń i konstrukcji pionu windy, Complesso del Vittoriano, Rzym – fot. Ł. Wesółowski

Fig. 4. Details of the glass cover and the lift shaft structure, Complesso del Vittoriano in Rome – photo. Ł. Wesółowski

rowanie wewnętrznych, zadaszonych pasażów jako głównej komunikacji w poziomie parteru. Wybrano system szklenia strukturalnego z punktowym mocowaniem szyb. Obecnie dostępne technologie szklanych ścian osłonowych umożliwiają spełnienie obowiązujących parametrów stawianych przegrodom zewnętrznym przy jednoczesnym ograniczeniu wpływu na wizualny odbiór budynku. Aspekty te powodują, że duże przeszklenia doskonale współgrają z obiektami historycznymi, co pozwala na ich współczesną adaptację.

Przebieg płaszczyzny szklenia zrównano z linią osi kolumn w celu podkreślenia zasad kształtowania klasycznych form

building and allows the internal covered passageway to be used as the main communication route on the ground floor level. A structural glazing system with spot mounting of glass panes was chosen. Currently available curtain and glass wall technologies meet all the parameters required of external walls, while also limiting a negative impact on the visual reception of the building. As a result of these features, large glass expanses are compatible with historic buildings and they enable contemporary ways of adapting buildings to new uses.

The direction of the glass surface is lined up with the axis of the columns in order to underscore the principles



Ryc. 5. Budka telefoniczna przy Piazza Navona, Rzym – fot. Ł. Wesolowski
 Fig. 5. Telephone box in the Piazza Navona in Rome – photo Ł. Wesolowski

architektonicznych. Zabieg ten umożliwił dostęp fizyczny i wizualny do elementów detalu architektonicznego i do zdobień na lukach. Pojawił się jednak problem dostosowania wykończenia płaszczyzny szklenia do profilu bazy, trzonu i głowicy kolumn. Cięcie szkła jest możliwe w dowolnym kształcie. Jedynym ograniczeniem jest brak możliwości wycięcia wewnętrznych krawędzi otworu pod kątem. Pomiędzy krawędziami zawsze będzie widoczny łuk, możemy jedynie zmniejszyć jego promień do kilku milimetrów. Architekci wspomnianego rozwiązania mieli na uwadze również problemy wynikające z natury szkła jako materiału. Proces wzmacniania struktury przez hartowanie wydatnie obniża jego wytrzymałość na uszkodzenia powstałe w obszarze krawędzi zewnętrznych elementu⁵. Szczególnie ważna jest zatem ochrona prostokątnego styku szkła z innymi materiałami.

Różna rozszerzalność cieplna materiałów ma z kolei wpływ na ich wzajemną pracę i na wielkość strefy buforowej pomiędzy elementami wykonanymi z różnych materiałów. Dodatkowo sprężystość szkła i wykorzystanie go jako ściany zewnętrznej powoduje, że musi ono reagować na siły poziome pochodzące z parcia i ssania wiatru. Wymaga to uwzględnienia przy określaniu przerwy dylatacyjnej pomiędzy szybą a oryginalną strukturą budynku. Połączenie jest zabezpieczone szczeliwem elastycznym i eliminuje przewiewy kompensując zmienność wymiarów elementów przegrody. Zastosowanie łącznika ściśniętego zapewnia również minimalną ingerencję w strukturę chronionej tkanki budynku, łącząc się z nią powierzchniowo bez konieczności wykonywania nacięć czy bruzd.

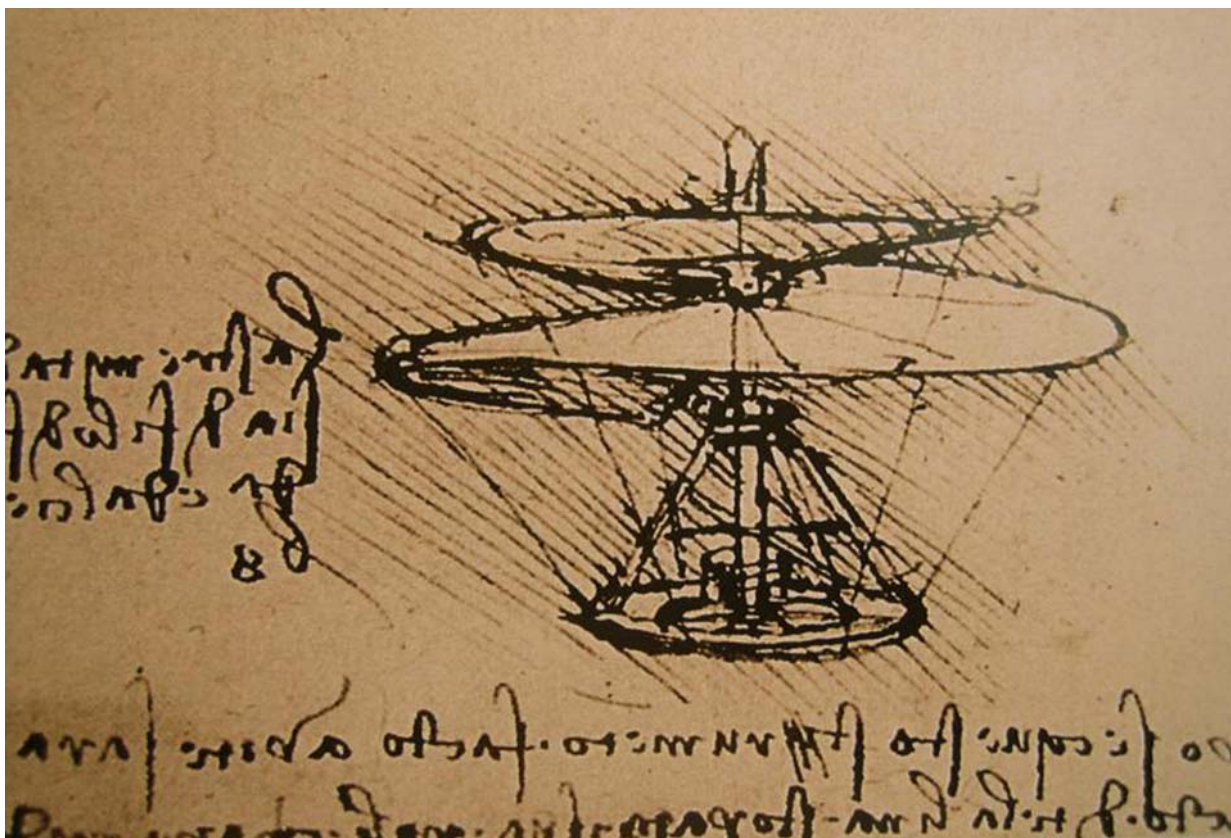
Ciekawym zabiegiem zastosowanym przez autorów adaptacji była zmiana przebiegu szklanej ściany w obrębie kolumn. Wykreowano szklane wnęki skierowane do wnętrza rzutu budynku, a miejsce powrotu do linii osi kolumn znajduje się powyżej głowicy. Płaski fragment wykonano z kompozytu, który wymaga mniejszych stref buforowych niż elementy szklane, a jako element poziomy narażony na osiadanie kurzu i powstawanie zacieków nie jest transparentny. Umożliwiło to poprawę estetyczną przegrody i wydłużyło czas pomiędzy okresami czyszczenia.

of classical architectural form. This solution enabled physical and visual access to architectural detail and decorations on arches. But a problem did appear of how to adapt the shape of the glass surface to the profile of the base, shaft and capital of the column. Glass can be cut in any number of ways. The only limitation is that it is not possible to cut out the external edges of an opening at an angle. This means that between the edges, the arch will always be visible. It is possible only to reduce its radius to a few millimetres. In this case, the architects had also to deal with problems arising from the nature of glass as a building material. The process of strengthening glass structure through hardening reduces its durability with respect to damage of the external edges of a glass element⁵. In this regard, protection of the perpendicular contact point between glass and other materials is especially important.

Different expansion properties of materials in response to heating impact their interaction with one another and so the size of the buffer zone between elements made from different materials. Additionally, the flexibility of glass and its use as an external wall means that it must respond to the horizontal forces caused by the push and suction pressures of wind. This has to be taken into account in defining expansion joint between the glass pane and the original building structure. The joint must be protected with an elastic sealant, which eliminates drafts and compensates for the changing dimensions of the elements of the glass wall. Applying a compressible joint ensures also that intervention into the protected building structure is at a minimum as contact is between surfaces, which does not require cutting or notching.

An interesting solution used by the project authors involved changing the direction of the glass wall in the vicinity of the columns. Glass bays were created in this way, directed towards the building interior with a return to the column axis above its capital. The flat fragment was made of composite, which requires smaller buffer zones than glass elements and is not transparent and so can be used as a horizontal element, which is subjected to settlement of dust and appearance of water marks. This solution improved the aesthetics of the partition and extended the time period between cleanings.

Changing the glass wall orientation from flat to spatial brings with it several additional advantages. First of all, the whole partition is stiffer, taking on both the horizontal loading and the dead load of glass itself⁶. The assembly nodes in the form of spot mounts have no structural supporting role, but a positioning one and the forces acting on the original building structure are practically non-existent. As a result, the impact of the new loading on the original building substance is reduced, ensuring its extended lifetime. Another advantage of such shaping the external wall is the limitation of the impact of the external environment on any given element of the building structure. This arrangement allowed the whole column including its capital to be maintained in the same environmental conditions – the stone columns are affected only by external environmental conditions. If the glass partition had kept with the line of the column axis and had been sealed, the result would have been that half of a homogenous stone column would have been exposed to a constant temperature and moisture level of the building interior, whereas the external part would have been subjected



Ryc. 6. „Śruba powietrzna” Leonarda da Vinci, Paris, Bibliothèque de l’Institut de France, s.v.
 Fig. 6. Leonardo da Vinci’s ‘Aerial screw’, Paris, Bibliothèque de l’Institut de France, s.v.



Ryc. 7. Glass Farm – MVRDV – widok z zewnątrz, fot. MVRDV (www.mvrdiv.nl/projects/glass_farm/gallery.html 02.2014)
 Fig. 7. Glass Farm – MVRDV – view from the outside, photo MVRDV (www.mvrdiv.nl/projects/glass_farm/gallery.html 02.2014)

Zmiana przebiegu płaskiego na przebieg przestrzenny niesie za sobą kilka dodatkowych atrybutów. Po pierwsze usztywnia całą przegrodę i przejmuje obciążenia poziome i własne z przeszklenia⁶. Węzły montażowe wykonane jako łączenia punktowe nie są połączeniami konstrukcyjnymi, tylko pozycjonującymi, a siły wywierane na oryginalną strukturę są znikome. Umożliwia to redukcję wpływu nowo występujących obciążeń na oryginalne elementy tkanki i zapewnia ich dłuższe istnienie. Kolejnym atutem wspomnianego ukształtowania przegrody zewnętrznej jest ograniczenie wpływu warunków środowiskowych w obrębie jednego elementu struktury. Zabieg taki pozwolił na zachowanie całego elementu kolumny i głowicy w obrębie jednych warunków środowiska – na kamienne kolumny oddziałują wyłącznie zewnętrzne warunki atmosferyczne. Poprowadzenie oszklenia w linii kolumn i jego uszczelnienie powodowałoby, że pół jednorodnej kamiennej kolumny byłoby ogrzewane i utrzymywałoby stałą temperaturę i wilgotność oddziałującą z wnętrza budynku, natomiast część zlokalizowana na zewnątrz wystawiona byłaby na odmienne i zmienne czynniki atmosferyczne. Mogłoby być to czynnikiem przyspieszającym zniszczenie struktury elementu, widoczne najszybciej w obszarze zdobień powierzchniowych, gdzie materiał jest najcieńszy.

Efektom pracy architektów i technologów jest wykreowanie pełnowartościowej, transparentnej przegrody zewnętrznej, o zredukowanej do minimum liczbie elementów i łączników. Samonośna konstrukcja szklana zapewnia funkcjonowanie budynku i zarazem w niewielkim stopniu ingeruje w chronioną tkankę budynku zapewniając jej pracę w niezmiennych warunkach środowiskowych i układzie statycznym.

Kolejnym przykładem adaptacji przy wykorzystaniu nowych technologii jest budowa platformy widokowej na szczycie *Complesso del Vittoriano* – Placu Weneckiego w Rzymie. Remont z 2007 roku zakładał spopularyzowanie tej atrakcji turystycznej i udostępnienie widoku sylwetki miasta przez wybudowanie grupy wind zewnętrznych i platformy z transparentnymi barierami. Zabytek został doposażony w nową kubaturę, której kształt, materiał i detal jest odmienny w odbiorze od klasycznej formy architektonicznej Pałacu. Zespół panoramicznych wind został wkomponowany pomiędzy Placem a Bazyliką Matki Bożej Ołtarza Niebiańskiego (*Basilica di Santa Maria In Ara Coeli*). Konstrukcja szybów windowych jest ażurowa, oparta na kratownicach rurowych. Obudowa szybu wykonana jest z giętych szyb o mocowaniu punktowym. Takie zestawienie umożliwia turystom podziwianie budującej się panoramy miasta w trakcie wznoszenia się ku górze. Przejrzystość formy umożliwia również określenie braku przynależności nowej kubatury do historycznego kompleksu. Na wskroś odmiennie formy, detale, materiały i przejrzystość obu założeń zapewniają niezaburzony odbiór wartości kulturowych.

Dobór struktury konstrukcyjnej przeprowadzony został w taki sposób, aby nowy obiekt w jak najmniejszym stopniu wpływał na statykę sąsiadujących obiektów. Skorzystano z najefektywniejszego układu konstrukcyjnego w stosunku do proporcji, rozmiaru i wagi elementów składowych – przestrzennej kratownicy stalowej. Umożliwia on znaczne zwiększenie rozpiętości pomiędzy podporami przy jednoczesnej redukcji rozmiarów konstrukcji. Umożliwiło odseparowanie szybu wind od ściany Pałacu i wyeliminowania pośrednich łączników pomiędzy oboma obiektami. Rolą stabilizatora

to different and ever-changing atmospheric conditions. Such a situation could have been a factor in speeding up the degradation of the column structure, which would be most visible in the surface decorations where the material is the thinnest.

The result of the work of architects and technologists is the creation of a proper and transparent external wall, with the number of elements and joints reduced to a minimum. The self-supporting glass structure allows for full use of the building with only limited intervention into the protected building substance, assuring constant environmental conditions and a stable structural behaviour.

Another example of how new technologies have been used in adapting historical buildings is the construction of an observation platform on the top of the *Complesso del Vittoriano* – in Venice Square in Rome. Renovations in 2007 were intended to popularise this tourist attraction and provide visitors with the opportunity to view the panorama of the city by building a system of external lifts and a platform with transparent barriers. The shape, material and detail of the new building form added to the existing heritage structure differs visually from the classical form of the Palace. The system of panoramic lifts was integrated into a space between the Palace and the *Basilica di Santa Maria In Ara Coeli*. The lift shafts are an openwork structure based on a tubular lattice. The shafts are covered with curved glass with spot mounting. Such an arrangement enables tourists to marvel at the panorama of the city as it emerges during the ascent. The transparent form underscores also that the new construction is not a part of the historical buildings. The radically different form, detail, materials and visual parameters of the two structures assure that the cultural values presented are undiminished.

The structure was developed in ways that assured the new build would impact minimally the stability of adjoining buildings. A spatial steel lattice structure was used as this was the most effective structural arrangement in relation to the proportion, dimensions and weight of constituent elements. This arrangement allows the distance between supports to be increased, while also decreasing the dimensions of the structure as a whole. This enabled the lift shafts to be separated from the wall of the Palace and eliminated the need for introducing connectors between the two structures. The stabilising role for the lift shafts is performed by the footbridges joining the upper lift station to the viewing platform built on the roof of the *Complesso del Vittoriano*. Thanks to relatively small loading and structural arrangements, spot footing could be used for the foundations. As a result this will not change loading on the existing foundations of the adjacent heritage buildings. As the structure is subjected to dynamic loading (a slim structure with a complete covering subjected to wind forces and loading related to passengers travelling in the lifts) a spatial lattice was chosen as it compensates in large part the forces at work in the numerous assembly nodes. As a result, the forces at work in the base and upper stabilisation points are relatively constant and predictable, which is significant for protected heritage buildings.

The cover of the openwork structure of the lift shaft is made of curved laminated glass panes with a limited reflectivity. Spot mounting for the glass panes was used in an untypical way. As there were no energy requirements regarding the glass cover, single layer glass was used instead of much heavier thermally insulated multiple-glazed panels. As a consequence,

pionu z dźwigami są kładki łączące górny przystanek z postem wybudowanym na dachu Complesso del Vittoriano. Fundamenty dzięki relatywnie niewielkim obciążeniom i układowi konstrukcyjnemu mogą występować punktowo i nie spowodują zmiany układu obciążeń dla podłoża istniejących wartościowych budowli. W przypadku konstrukcji narażonej na dynamiczne obciążenia (duża smukłość i pełna obudowa podatna na siły wiatru oraz obciążenia pasażerami w poruszających się kabinach dźwigowych) również istotną zaletą była przestrzenna struktura kratowa, kompensująca dużą część wspomnianych sił w postaci występujących węzłach. Dzięki temu układ sił u podstawy i górnym punkcie stabilizacji ma relatywnie stały i przewidywalny charakter, co nie pozostaje bez znaczenia dla sytuacji chronionych obiektów.

Obudowa ażurowego szybu wykonana jest z giętych szyb klejonych zaopatrzonych w niewielki refleks. Punktowe mocowanie szkła zostało użyte w nietypowy sposób. Ze względu na brak wymagań energetycznych do stosowania obudowy szklanej użyto szklenia pojedynczego zamiast dużo cięższych termoizolacyjnych szyb zespolonych. Zmniejszono do prawie połowy wymaganą liczbę łączników poprzez przesunięcie ich na krawędź szyb. W taki sposób pojedyncza rotula mocuje dwie szyby na raz. Nie jest to bez znaczenia dla odbioru estetycznego obudowy – zminimalizowany zostaje detal. Zastosowanie szyb giętych umożliwiło uformowanie obudowy w sposób obły. Zabieg ten ograniczył optycznie objętość całego założenia. Nieznaczny refleks szyb przy dużej liczbie dni słonecznych w roku pozwala na ukrycie skomplikowanego przestrzennie kształtu wieloelementowej struktury konstrukcji pod refleksami świetlnymi na powierzchni szkła. Przy bezpośredniej ekspozycji słońca widoczne są jednak nie zabierające zbyt wiele powierzchni cienie z konstrukcji kratowej, co nadaje nowej formie lekkości. Szczelne zamknięcie zapewnia przy okazji ograniczenie wpływu czynników atmosferycznych, przez co okres pomiędzy pracami serwisowymi przy połączeniach wewnętrznych ulega wydłużeniu. Do wnętrza nie mają również dostępu ptaki, które mogłyby swoim bytowaniem zabrudzić i obniżyć atrakcyjność obiektu.

Pomimo niejednoznacznie pozytywnego odbioru ingerencji w obiekcie możliwe było zrealizowanie ważnej turystycznej atrakcji na mapie Rzymu. Dobór współczesnych technologii konstrukcyjnych i nowoczesnych materiałów pozwolił ograniczyć niekorzystny wpływ nowej zabudowy na zabytkowe obiekty w bezpośrednim sąsiedztwie. Uzyskano ograniczoną w detalu i odbiorze formę architektoniczną, która w swojej symbolice bardzo czytelnie pokazuje brak przynależności do klasycznego kompleksu Pałacu. Dobór elementów wykończeniowych umożliwił również ograniczenie stałych kosztów utrzymania, przez co bilans ekonomiczny inwestycji jest bardziej korzystny dla miasta.

W zmieniającym się otoczeniu urbanistycznym wraz z rozwojem cywilizacji pojawiają się nowe funkcje, których kilka dekad temu nie było. Warto wskazać tu choćby związane z rozwojem technicznym przystanki komunikacji miejskiej, stacje rowerów miejskich czy zanikające już budki telefoniczne. Gęsto lokalizowane automaty opłat parkingowych i elementy informacyjne są powszechnym już składnikiem wnętrza placów i ulic miejskich. Nie pozostają one bez wpływu na estetykę, charakter i jakość przestrzeni zwłaszcza w historycznych układach. Konstrukcje ścian i zadaszeń widoczne są na pierwszych planach i przesłaniają elewacje obiektów, uniemożliwiając ich



Ryc. 8. Glass Farm – MVRDV – widok z wnętrza, fot. MVRDV (www.archdaily.com/321503 02.2014)

Fig. 8. Glass Farm – MVRDV – view from the inside, photo MVRDV (www.archdaily.com/321503 02.2014)

joints could be moved to the glass pane edges, thereby reducing the number required by nearly half. In this way, every joint holds two glass panes simultaneously. This is significant also for the visual aesthetics of the structure – details are minimized. Using curved glass enabled the cover of the whole structure to be shaped as an oval. This arrangement served to limit visually volume of the new build. As there is a large number of sunny days during the year, the low reflectivity of the glass panes hides the complex shape of the structure by reflecting light from the glass surface. When there is direct exposure to the sun, only the lattice structure causes a limited number of shadows, which provides the new form with a sense of lightness. A tight seal ensures that atmospheric impacts are limited and also that servicing periods for internal joints are extended. Birds have no access to the interior, which prevents soiling of the building and possible reduction of its attractiveness.

Despite controversy as to the intervention into the heritage building, it proved possible to add an important tourist attraction in Rome. Application of contemporary construction technologies and modern materials for the cover limited the negative impact of the new build on the adjoining heritage buildings. An architectural form with limited detail and visual impact was achieved, demonstrating in a very direct way that it does not identify in any way with the classical Palace complex. Appropriate selection of finishing elements limited also maintenance costs, making the investment a positive one from the point of view of the city.

A changing urban environment coupled with civilization development generates new functions, which did not exist several decades earlier. In this context, examples of new functions resulting from technical development are bus stops, urban bicycle stations or already disappearing telephone boxes. Densely located parking meters or information displays are now a common feature of city squares and streets. All this affects the aesthetics, character and quality of urban spaces, especially in historic centres. Their wall and roof structures

swobodny całościowy odbiór, a ich występowanie w widokach pierzei jest zwielokrotnione.

Wykorzystanie transparentnych, pełnowartościowych konstrukcyjnie przegród szklanych jest jednym z rozwiązań pozwalających na zredukowanie niekorzystnego wpływu tego typu obiektów w sąsiedztwie budynków historycznych. Przykładem realizacji mogą być budki telefoniczne zlokalizowane w obrębie ścisłego centrum Rzymu. Nowoczesny projekt składa się z nieforemnych tafli szklanych, które składają się we fragmenty ścian i zadaszczy. Krawędzie dla bezpieczeństwa użytkowania i lepszej widoczności oznaczone są sitodrukiem. Całość połączona jest za pomocą cięgien prętowych łączących punktowo zlokalizowane węzły. Bardzo nowoczesna, dekonstruktywistyczna forma lekkiej wiaty nie przeszkadza w odbiorze otoczenia. Jest bowiem formą logiczną, o „mechanicznej” estetyce i podświadomie kształt zaproponowany przez autora małej architektury jest znany. Można odczytać w formie złożonej ze szkła i naprężonych cięgien stalowych projekt, który zastał naszkicowany w latach 1486-1490. Autorem jest znana na całym świecie postać, której imieniem nazwane jest jedno z rzymskich lotnisk – Leonardo da Vinci.

Można doszukać się podobieństwa w formie wiat telefonicznych do kształtu narysowanego w pierwowzorze dzisiejszego helikoptera rysunku włoskiego mistrza. Dzięki wykorzystaniu całego wachlarza bodźców odbioru (transparentność, reminiscencje podświadomie znanej formy i ciekawa odmienność od otoczenia) szklana forma jest już na wstępie oswojona z bezpośrednim zabytkowym otoczeniem i nie stanowi dla niego silnego kontrastu, a jedynie subtelne uzupełnienie.

Bardzo ciekawym przykładem zastosowania nowych technologii w historycznym otoczeniu jest zaprojektowany w holenderskim biurze MVRDV budynek wielofunkcyjny w mieście Schijndel w Holandii. Architekci zaproponowali oryginalne podejście do odbudowy kubatury na środku placu miejskiego, zniszczonego w czasie II wojny światowej. Powierzchnia zabudowy liczy 1600 m², a zaproponowane w dialogu projektowym przez miasto i mieszkańców funkcje to restauracja, funkcje handlowe i centrum wellnes. Kubatura nowego obiektu odwzorowuje proporcje typowej dla miasteczka i jego okolicy architektury zagrodowej. Istniejące obiekty zostały zmierzone i zinwentaryzowane w celu zebrania potrzebnych danych. Na ich podstawie opracowano uśrednioną formę obiektu, jednakże na potrzeby inwestycji przeskalowano tak powstały obiekt, zwiększając go o 60%. W warstwie symbolicznej, przywołując słowa twórców, chciano podkreślić przewagę i proces wrastania architektury wiejskiej w tkankę miasta.

Cały budynek wykonany jest w technologii przeszklonej ściany osłonowej słupowo-ryglowej z oszkleniem strukturalnym. Wybór ten zapewnia gładką powierzchnię szkła po zewnętrznej stronie i minimalnie widoczny podział na poszczególne tafle szkła wypełnione ciemnym, elastycznym szczeliwem. Do współpracy przy projekcie zaproszono fotografa, który zebrał materiał wyjściowy na okolicznych farmach. Na podstawie zgromadzonej dokumentacji fotograficznej opracowano fototeksturę dla szklanego pawilonu, nanosząc ją na powierzchnię szyb za pomocą nadruku. Gdziekolwiek na potrzeby funkcji zastosowano otwarcia w obrazie pozostawiając powierzchnie niezadrukowaną. Zabiegi te pozwalają na wytworzenie powierzchni sprawdzających się jak typowe okna, pomimo całkowicie transparentnej dla światła powierzchni budynku. Przy dziennej ekspozycji światła widziany jest obraz chaty rolniczej, z charakterystycznymi dla niej kolorami

are visually most immediate, hiding building facades, thereby making it impossible to experience heritage buildings visually in a complete way. What is more, their frequent appearance in lines of vision multiplies significantly their impact.

The use of transparent glass walls, also as structural elements, is one solution aimed at reducing negative impact on historical buildings. Telephone boxes located in the historic centre of Rome are an example in this regard. Their modern design involves using irregular glass panels as fragments of walls and roof structures. For safety and greater visibility, edges are marked using screen printing. The whole structure is held together with rods linking together nodes located in specific points. The very modern and deconstructive form of these lightweight shelters does not interfere in any way in views of adjacent buildings. This is a logical form, which has a “mechanical” aesthetic, shaped by the designer in order to project what is sub-consciously familiar. This is because the form made of glass and tensioned steel links relates to a design sketched in the years 1486-1490. The author is well known across the world and one of the Rome airports is named after him – Leonardo da Vinci.

It is possible to detect similarities in the form of the telephone shelters to the shapes drawn by the Italian master which provided the archetype for today’s helicopter. Making use of a whole range of suggestive visual stimulants (transparency, sub-conscious reminiscence of familiar forms and interesting contrasts in relation to the surrounding context), the glass form is at the very start consistent with the immediate historical environment and does not generate a strong contrast, but rather a subtle addition.

A very interesting example of the application of new technology in the historical context is a multi-functional building for the city of Schijndel in Holland, which was designed by a Dutch company MVRDV. The architects proposed a very original approach to rebuilding the space in the middle of the city square, which had been destroyed in World War Two. The building area is 1600 m². It houses a restaurant, shops and a wellness centre which were proposed through a dialogue with the city authorities and residents. The dimensions of the new building recreate the proportions for architectural forms of farmsteads typical for the area. Inventories and measurements were made for existing farm buildings to collect relevant data. The new building was designed based on the average size, but scaled up by 60% to meet specific investment needs. In symbolic terms, to quote the architects, the intent was to underscore the prevalence and process of rural architecture becoming part of the urban structure.

The whole building was constructed using post and beam glass walls with structural glazing. This arrangement ensures a smooth glass surface on the external side with almost invisible divisions between component glass panels filled with dark, elastic sealant. Cooperation was initiated with a photographer to prepare documentation of surrounding farms as a point of departure for design work. Based on the photographic documentation assembled, a photographic material was prepared for the glass pavilion, which was printed onto the glass surface. In places glass surfaces remained devoid of printing, creating surfaces acting as typical windows, even though the building surface as a whole is translucent to light. During daylight, the picture presents a farmhouse with typical farm colours and materials, proportions and windows, as well as a roof with characteristic covering, form and slope. The three-dimensional

i materiałami ścian, proporcją i podziałami stolarki, oraz pokryciem, formą i kątem nachylenia dachy. Zadbano nawet o zachowanie przestrzennej formy kominów spalinowych. Dzięki zastosowaniu szkła obiekt dysponuje zróżnicowanym odbiorem. Klarownie widoczna jest jego forma z idealnie gładkimi powierzchniami. Reflektujące płaszczyzny szyb, pomimo nadruku, przy niewielkich kątach obserwacji odbijają otoczenie w 100%. W ciągu dnia obserwator z zewnątrz dostrzega obraz nadrukowany na fasadzie i dachu, odbierając budynek jako ceglany, z pokryciem dachu dachówką i strzechą. Dodatkowo efekt przeskalowania powoduje, że w odbiorze przestrzeni obserwatorzy plan wydaje się o kilkadziesiąt procent mniejszy – dopasowujemy bowiem skalę przestrzeni do wyraźnie widocznych w nowym budynku znanych elementów – okien, drzwi i cegieł. Zaburzenie ich naturalnych proporcji wpływa na podświadomą korektę odbioru przestrzeni otaczającej. Sytuacja widziana z wnętrza obiektu wygląda odmiennie. Za dnia wnętrze jest jasne, gdyż naturalne światło przechodzi przez całą obudowę budynku i zabarwia się ciepłymi i naturalnymi barwami fotograficznie przygotowanej tekstury fasady. Nietypowe witraże malują kolorowym światłem efekty w otwartych przestrzeniach budynku. Po zmroku, kiedy w środku obiektu zapalane są źródła światła, a jego natężenie przewyższa to dostępne na zewnątrz, budynek sam w sobie zaczyna być lampionem w przestrzeni placu. Świeci, podobnie jak w dzień, kolorami nadruku na szklanych ścianach i dachu, stając się dominującym punktem przestrzeni miejskiej.

Zaproponowana przez architektów technologia umożliwia bardzo dokładne odwzorowanie uproszczonej formy budynku bazowego. Przejrzystość przegród zewnętrznych zapewnia im poza typowymi funkcjami ścian i dachu również oświetlenie przestrzeni wewnętrznych naturalnym światłem słonecznym. Dodatkowo po zmroku umożliwia „wyświetlanie” wielkopowierzchniowe symbolicznej tekstury architektury regionalnej typowej dla okolicy. Prefabrykowany charakter ściany osłonowej umożliwia zarówno tymczasowość założenia i jego ewentualną bezproblemową demontowalność, jak również zachowanie pełnowartościowego charakteru budynku. Samonośność tego układu konstrukcyjnego zapewnia możliwość szybkiej reorganizacji wnętrza i ich dowolnego łączenia i dzielenia. Powstały w ten sposób obiekt wydaje się pełny i zespolony, a z drugiej strony przejrzysty i ulotny, co w połączeniu z reflektowaniem widoków bezpośredniego sąsiedztwa umożliwia wielopłaszczyznowe sprzężenie nowej formy z istniejącym od wieków otoczeniem.

4. WNIOSKI

Współczesna technologia szklana umożliwia ewolucję dotychczas stosowanych rozwiązań, zwłaszcza w obrębie adaptacji budynków zabytkowych. Dostępne obecnie na rynku produkty pozwalają na konstrukcyjne wykorzystanie szkła, dzięki czemu przy jednoczesnym zwiększeniu transparentności przegród, redukcji detalu ograniczyć można również wielkość sił działających na istniejące struktury. Samonośne przegrody i elementy szklane mogą być kształtowane niemal dowolnie lub być w pełni przejrzystym tłem dla wielkoformatowych nadruków na powierzchni szyb. Badania nad aktywnymi systemami sterowania strumieniem światła i właściwościami optycznymi zintegrowanymi w pojedynczych elementach szklanych umożliwiają już dziś na uzyskanie dynamicznych w odbiorze wizualnym form architektonicznych. Stosowanie

formy kominów była także gwarantowana. Dzięki zastosowaniu szkła, budynek wygląda różnie z różnych punktów widzenia. Jego forma jest wyraźnie widoczna dzięki idealnie gładkim powierzchniom. Pomimo nadruku, przy niewielkich kątach obserwacji odbijają otoczenie w 100%. W ciągu dnia obserwator z zewnątrz dostrzega obraz nadrukowany na fasadzie i dachu, odbierając budynek jako ceglany, z pokryciem dachu dachówką i strzechą. Dodatkowo efekt przeskalowania powoduje, że w odbiorze przestrzeni obserwatorzy plan wydaje się o kilkadziesiąt procent mniejszy – dopasowujemy bowiem skalę przestrzeni do wyraźnie widocznych w nowym budynku znanych elementów – okien, drzwi i cegieł. Zaburzenie ich naturalnych proporcji wpływa na podświadomą korektę odbioru przestrzeni otaczającej. Sytuacja widziana z wnętrza obiektu wygląda odmiennie. Za dnia wnętrze jest jasne, gdyż naturalne światło przechodzi przez całą obudowę budynku i zabarwia się ciepłymi i naturalnymi barwami fotograficznie przygotowanej tekstury fasady. Nietypowe witraże malują kolorowym światłem efekty w otwartych przestrzeniach budynku. Po zmroku, kiedy w środku obiektu zapalane są źródła światła, a jego natężenie przewyższa to dostępne na zewnątrz, budynek sam w sobie zaczyna być lampionem w przestrzeni placu. Świeci, podobnie jak w dzień, kolorami nadruku na szklanych ścianach i dachu, stając się dominującym punktem przestrzeni miejskiej.

The technological solution proposed by the architects provides a means for re-projecting exactly a simplified basic building form. The transparency of external walls assures that aside from the typical functions of walls and roof, there is also an additional benefit of lighting the internal building spaces with natural sunlight. In addition, after nightfall, the “light projection” of symbolically important regional architecture is possible. The prefabricated character of the exterior walls enables the structure to be treated as temporary, which can be dismantled without problem, but also as something that constitutes part of the building imbuing it with character. The self-supporting nature of the building structure gives the possibility of quick rearrangement of the interior, including unrestricted possibilities of creating and dividing the interior space. The building developed in this way appears complete and integrated, whereas on the other hand also transparent and ephemeral. When coupled with reflection on the glass of the immediate neighbourhood, it can be concluded that a new multi-level interaction has been achieved between a modern form and the centuries old surrounding context.

4. CONCLUSIONS

Modern glass technologies enable the further evolution of building solutions, especially in relation to adaption of heritage buildings to new uses. Products currently available in the marketplace enable the application of glass in building construction, which results in increased transparency of walls, details kept to a minimum and at the same time considerable reduction of stresses impacting the existing building structure. Self-supporting partitions and glass elements can be shaped in almost limitless ways or be used as a completely transparent base for large format printing on the glass surface. Research on systems, which seek to actively control light streams and optical characteristics integrated into individual glass elements already provides the possibility of designing architectural forms, which are visually dynamic. Applying

tego typu rozwiązań zapewnią niedostępne dotychczas możliwości pełnowartościowych, bezkompromisowych adaptacji obiektów historycznych do nowych funkcji z pełnym zachowaniem i ochroną tkanki wartościowej. Dodatkowo niska inwazyjność i odwracalność ingerencji budowlanej potwierdza wysoką przydatność współczesnych technologii szklanych w realizacjach konserwatorskich.

these kinds of solutions provides new ways for adapting heritage buildings to new uses, which do not require compromise in relation to conservation and protection of the valuable building substance. The low level of intervention into the building substance, which can also be reversed, confirms the utility of contemporary glass technologies in heritage conservation work.

tłum. M.S.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Achilles A., Navratil D., *Basics Glasbau*, Birkhauser, Berlin 2009.
- [2] *Bauen mit Glas – Detail 7/9* 2009.
- [3] Bell M., Kim J., *Engineered transparency: the technical, visual and spatial effects of glass*, Princeton Architectural Press, New York 2009.
- [4] Corti R., *Effect of different edges treatment on the 4 – point bending strength of normal and tempered glass*, Glass Processing Days 2005.
- [5] *Karta techniczna produktu „Extra Clear”*, Guardian Float-Glass, 2011.
- [6] Kuśnierz-Krupa D., *Konserwatorski profesjonalizm w Lizbonie / Conservator's professionalism in Lisbon*, [w:] *Karta Krakowska 2000 – 10 lat później – Cracow Charter 2000 – 10 years later*, (red.) A. Kadłuczka, Monografia nr 400, Seria Architektura, Wyd. PK, Kraków 2011, ss. 175-181.
- [7] Loughran P., *Failling glass – problems and solutions in contemporary architecture*, Berlin 2003.
- [8] Michałowski T., *Szkle o zmiennej przezierności*, Świat Szkl 4/2013.
- [9] *Przewodnik po Szkle*, Saint-Gobain Glass Polska, 2006.

¹ D. Kuśnierz-Krupa, *Konserwatorski profesjonalizm w Lizbonie / Conservator's professionalism in Lisbon*, [w:] *Karta Krakowska 2000 – 10 lat później – Cracow Charter 2000 – 10 years later*, (red.) A. Kadłuczka, Monografia nr 400, Seria Architektura, Wyd. PK, Kraków 2011, ss. 175-181.

² *Przewodnik po Szkle*, Saint-Gobain Glass Polska, 2006.

³ *Karta techniczna produktu „Extra Clear”*, Guardian FloatGlass, 2011.

⁴ T. Michałowski, *Szkle o zmiennej przezierności*, Świat Szkl 4/2013.

⁵ R. Corti, *Effect of different edges treatment on the 4 – point bending strength of normal and tempered glass*, Glass Processing Days 2005.

⁶ P. Loughran, *Failling glass – problems and solutions in contemporary architecture*, Berlin 2003, s. 136.

Streszczenie

W obrębie gęstej tkanki zurbanizowanych centrów miast bardzo często występuje problem ingerencji budowlanych w przestrzeni obiektów zabytkowych. Zdarza się, że uzupełnienia wymaga cenne historycznie otoczenie i realnym staje się problem współistnienia i nieszkodliwości względem chronionych budynków i struktur. Szkło, jako materiał przezroczysty, umożliwia pełnowartościowe wymykanie stref będących oryginalnie przestrzeniami otwartymi i tworzenie niezaburzających odbioru obudów dla cennych struktur i elementów budynków. Ta bardzo szybko rozwijająca się gałąź technologii budowlanej umożliwia już wznoszenie pełnowartościowych pod każdym względem przegród zewnętrznych zapewniających jednocześnie dostęp optyczny do obiektów po drugiej ich stronie. Dodatkowo zaprojektowane do uzupełnienia struktury konstrukcyjne umożliwiają przejście wszelkich nowych obciążeń występujących na obiekcie, nie wpływając ujemnie na pierwotną statykę w elementach zabytkowych. W przedstawionych przykładach zaprezentowano szeroki wachlarz możliwości technologii szklanej w konkretnych uwarunkowaniach lokalnych.

Abstract

The problem of construction interventions in heritage building spaces is very common in urbanised city centres. In many cases, valued historical environments are subjected to infilling, which generates a real challenge of finding ways which ensure that protected historical buildings and structures can co-exist and not be degraded. Glass is a transparent material, which allows once open historic spaces to be delimited in ways that retain heritage values. It can also serve to protect valued structures and building elements in an undiminished way. The rapid development of glass technologies in construction now provides opportunities for introducing external walls, meeting all building requirements, and allowing full visual access to the building behind them. In addition, the new construction elements are able to carry all new structural loads without affecting negatively the original stability of the heritage building. The wide range of new possibilities offered by glass technologies are presented on the basis of examples of applications in relation to the conditions of specific locations.