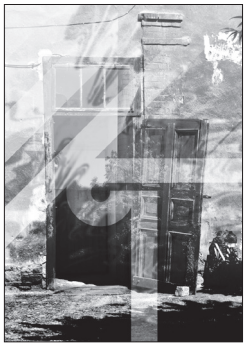


Architectus

2019
3(59)

DOI: 10.5277/arc190308

Alina Lipowicz-Budzyńska*

Szkło artystyczne jako przegroda zewnętrzna – jej wpływ na właściwości wizualne i użytkowe

Art glass as an external partition – its impact on visual and functional properties

Wprowadzenie

Celem publikacji jest analiza zagadnień związanych z występowaniem płaskiego szkła artystycznego w architekturze. Materiał badawczy obejmuje realizacje szklane osadzone w przegrodzie zewnętrznej, w formie fasady, dachów i świetlików. Skoncentrowano się na zagadnieniach kompozycyjnych i plastycznych związanych z budową przegrody szklanej wynikającą z usytuowania i relacji warstw plastycznych. W publikacji podejmowany jest również temat właściwości użytkowych powłoki szklanej wynikający z wyżej wymienionych czynników oraz faktu umieszczenia przeszklenia w powłoce zewnętrznej.

Ze względu na lokalizację warstwy plastycznej wyłoniono następującą typologię: przeszklenia jednopowłokowe, w których warstwa artystyczna została umieszczona na jednej płaszczyźnie szkła; przeszklenia jednopowłokowe występujące w postaci skóry budynku; przeszklenia dwupowłokowe, w których obraz został umiejscowiony na dwóch warstwach szkła; szkło artystyczne w postaci okładziny ściennej i powłoki mobilne występujące w formie żaluzji lub ruchomych paneli.

Przedstawione przykłady szkła artystycznego, które posłużyły za materiał badawczy, zostały zrealizowane na przełomie XX i XXI w. Ze względu na globalny

Introduction

Our study is aimed at analyzing issues connected with the occurrence of flat art glass in architecture. The research material includes glass projects embedded in an external partition in the form of a facade, roofs and skylights. The focus is on compositional and artistic issues connected with the construction of a glass partition resulting from the location and relationships of artistic layers. The article also deals with the topic of functional properties of the glass coating resulting from the above-mentioned factors and the fact of placing the glazing in the external coating.

Due to the location of the artistic layer, the following typology was proposed: single coat glazing, in which the artistic layer was placed on one plane of the glass; single-coat glazing in the form of a building's skin; double-coat glazing in which the image was placed on two layers of glass; art glass in the form of wall cladding and mobile coatings occurring as blinds (shutters) or movable panels.

The collected glass works of art which we used as the research material were implemented at the turn of the 21st century. Due to the global character of artistic phenomena, which also affects art glass, no limited research area has been separated.

The boundary between the interior and surroundings of an architectural object

Modern facade art glass is an artistic phenomenon which has been functioning in architecture just recently. Its origin is derived from stained glass – a technique that

* ORCID: 0000-0002-5428-0082. Wydział Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska Uniwersytetu Techniczno-Przyrodniczego w Bydgoszczy/Faculty of Civil and Environmental Engineering and Architecture, UTP University of Science and Technology in Bydgoszcz.

charakter zjawisk plastycznych, którym podlega również szkło artystyczne, nie wydzielono ograniczonego terytorium badań.

Granica pomiędzy wnętrzem i otoczeniem obiektu architektonicznego

Współczesne fasadowe szkło artystyczne jest zjawiskiem plastycznym funkcjonującym w architekturze od niedawna. Swój rodowód wywodzi z witrażu – techniki, która przez wieki towarzyszyła architekturze najpierw w przestrzeni *sacrum*, potem w przestrzeni *profanum*. W połowie XX w. wraz z przemianami estetycznymi dokonującymi się w architekturze i sztuce pojawiła się potrzeba zastąpienia witrażu technikami bardziej przystającymi do najnowszych kanonów estetycznych. Główne ograniczenia witrażu związane były z jego niepełną ekspozycją w strukturach obiektu architektonicznego. Witraż odbierany był wyłącznie pod światło, a więc w ciągu dnia obraz na szkle można było oglądać od strony wnętrza. Na przestrzeni ostatniego półwiecza powstała nowa forma wypowiedzi plastycznej w architekturze. Wykorzystano dostępne techniki przenoszenia obrazu na szkło, za pomocą których można było stworzyć obraz monolityczny, jednolity tzn. bez podziałów ołowianą linią, jakością odpowiadający narastającym przemianom zachodzącym w sztukach wizualnych. Wykorzystano różnego rodzaju techniki ręcznego nakładania emalii i patyn. Stosowne okazały się m.in. techniki graficzne, których poważnym atutem była możliwość swobodnego powielania wcześniej opracowanego obrazu. Bezkolizyjnie udało się zaadaptować do tego celu sitodruk, jedną z technik grafiki warsztatowej pozwalającą na prostą realizację monochromatycznych przeszkleń. Liczne eksperymenty techniczne i technologiczne doprowadziły do powstania urządzeń drukujących na szkle, stosowanych w opracowywaniu przeszkleń wielobarwnych.

Początkowo powstawały przeszklenia łączące ze sobą kilka technik np. sitodruk z powierzchniami ręcznie malowanymi lub składające się z kilku warstw barwnego sitodruku. Obecnie coraz częściej używany jest sitodruk jednobarwny. Powielając raz opracowany na sicie obraz, można otrzymać niemal nieograniczone powierzchnie szkła. Obraz opracowywany tą techniką staje się bardziej subtelny, a sitodruk wykorzystywany jest do realizacji obrazu bardziej urozmaiconego, w którym trudno doszukać się powtórzeń. Fasada szklana traktowana jest jako powłoka prezentująca unikatowy obraz podzielony na wiele elementów – kwater. Coraz częściej realizacje wykorzystują w pełni możliwości plastyczne obrazu aplikowanego na szkle. Obraz nie jest już tylko przeniesioną cyfrowo na szkło grafiką. Szklana powłoka jest miejscem powstawania efektów świetlnych, które ulegają przeobrażeniom wraz z przemieszczaniem się obserwatora. Powstają fasady o zmiennych właściwościach plastycznych, np. z obrazami na dwóch warstwach szkła, wykorzystujące zjawiska interferencyjne, zjawiska dichroiczne, powłoki lustrzane oraz relief na szkle. Istotnym aspektem w odbiorze szkła artystycznego w architekturze jest dostępność wizualna, a więc wszystkie czynniki powiązane z usytuowaniem szkła w przestrzeni architektonicznej. Ponieważ odbiór obrazu na szkle zależy od wielkości,

for centuries accompanied architecture first in the space of *sacrum*, then in the space of *profane*. In the mid-20th century, along with the aesthetic changes taking place in architecture and art, there appeared a need to replace stained glass with techniques more suited to the latest aesthetic canons. The main restrictions of stained glass were connected with its incomplete exposure in structures of an architectural object. The stained-glass window was seen only against the light, so during the day the image on the glass could be viewed from the inside. Over the last half-century, a new form of artistic expression in architecture has been created. Available techniques of transferring the image onto glass were applied, with the help of which it was possible to create a monolithic, uniform image, i.e. without divisions with a lead divider bar and achieving a quality corresponding to the growing changes taking place in visual arts. Various types of manual enamel and patina techniques were used. Among other things, graphic techniques, whose serious advantage was the ability to freely reproduce the previously developed image, turned out to be quite appropriate. Screen printing, i.e., one of the techniques of workshop graphics which enables the simple implementation of monochrome glazing, was successfully adapted for this purpose. Numerous technical and technological experiments led to the formation of devices printing on glass, which are applied in the development of multi-coloured glazing.

Initially, glazing that combined several techniques was created, e.g., screen printing with hand-painted surfaces or consisting of several layers of colourful screen printing. At present, one-colour screen printing is increasingly used. By duplicating an image once processed on a screen, almost unlimited glass surfaces can be obtained. The image which is developed with this technique becomes more subtle and screen printing is used to create a more varied image in which it is difficult to find repetitions. A glass facade is treated as a coating presenting a unique image divided into many elements – quarters. More and more often, implementations take full advantage of artistic possibilities of the image applied on glass. The image is no longer graphics which is just digitally transferred to glass. A glass coating is the place where light effects are formed and changed as the location of an observer changes. Facades with variable artistic properties are created, e.g., with images on two layers of glass using interference phenomena, dichroic phenomena, mirror coatings and glass relief. An important aspect in the perception of art glass in architecture is visual accessibility, namely all factors which are connected with the location of glass in the architectural space. It results from the fact that the reception of an image on glass is connected with the size, location, type of exposure, angle of inclination and parameters of light penetrating through it.

Glass facade

One of the most representative places where art glass is located is a facade, especially when it takes the form of a dominant coating and completely covers an architectural object. In fully glazed buildings, due to the high expo-

lokalizacji, rodzaju ekspozycji, kąta nachylenia i parametrów przenikającego przezeń światła.

Szklana fasada

Jednym z najbardziej reprezentacyjnych miejsc lokalizacji szkła artystycznego jest fasada, szczególnie w sytuacji, gdy przybiera postać powłoki dominującej i w całości pokrywającej obiekt architektoniczny. W budynkach całkowicie przeszklonych, ze względu na znaczną ekspozycję, szkło artystyczne ma istotny wpływ na wizerunek i odbiór obiektu zarówno z zewnątrz, jak i we wnętrzu (il. 1a). Zlokalizowane w przegrodzie zewnętrznej szkło determinuje przepływ światła, zmieniając jego właściwości: barwę i natężenie. Wpływa to znacząco na percepcję przestrzeni i obiektów tam się znajdujących. Postrzeganie przegrodyumieszczonej w fasadzie budynku uzależnione jest ściśle od warunków świetlnych zmieniających się w cyklu dobowym oraz lokalizacji obserwatora. Zintegrowany z fasadą i świadomie ukształtowany na szkle obraz powinien być przystosowany do odbioru w wielu warunkach oświetleniowych, zarówno w ciągu dnia, jak i w nocy.

Świetliki i dachy szklane

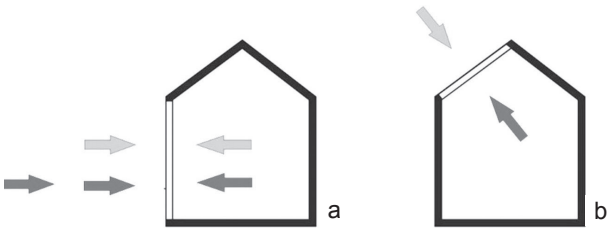
Specyficzną sytuację przestrzenną w architekturze stanowią szklane dachy i świetliki. Zlokalizowane w przegrodzie zewnętrznej budynku nie uczestniczą w tworzeniu wizerunku zewnętrznego obiektu architektonicznego, wywierają jednak znaczący wpływ na przestrzeń wewnętrzną (il. 1b). Ze względu na eksponowane i dostępne wizualnie usytuowanie tworzą istotny element plastyczny integrujący wizualnie przestrzeń. W tej lokalizacji przegroda zewnętrzna poddana jest największemu oddziaływaniu światła słonecznego, wymagającego regulacji. Duże znaczenie mają właściwości funkcyjne fasady powiązane z transformacją przenikającego przez nie światła [1].

Wpływ budowy szklanej powłoki na jej właściwości wizualne i funkcyjne

Ze względu na budowę szklanej fasady i sposób umieszczenia powłoki artystycznej wyodrębniono następujące rodzaje: przeszklenia jednopowłokowe, przeszklenia stanowiące skórę budynku, przeszklenia dwupowłokowe, szklane okładziny i fasady z elementami żaluzyjnymi. Przytoczony materiał badawczy zawiera realizacje o różnorodnej budowie obrazu. W każdej z realizacji została przeprowadzona analiza oddziaływania szkła na przestrzeń z uwzględnieniem czynników wizualnych oraz użytkowych powłoki.

Przeszklenia jednopowłokowe

Najprostszą i jednocześnie najczęstszą formą powłoki zewnętrznej jest taka, w której warstwa artystyczna została umieszczona tylko na jednej warstwie szkła. Przykładem takiej fasady jest budynek ratusza w holenderskim miasteczku Alphen aan den Rinn (il. 2). Przeszklenie składa się z dwóch warstw szkła *float*, na jego zewnętrznej szybie umieszczono techniką sitodruku biały nadruk.



Il. 1. Schematy relacji zachodzących między światłem a odbiorem monolitycznego szkła artystycznego w różnych sytuacjach przestrzennych, powiązanych z ich dostępnością wizualną: a) fasada, b) szklany dach lub świetlik. Ciemną strzałką zaznaczono kierunek odbioru szklanej fasady, jasną strzałką kierunek padania światła (oprac. A. Lipowicz-Budzyńska)

Fig. 1. Schemes of relations between light and reception of monolithic art glass in various spatial situations, related to their visual accessibility: a) facade, b) glass roof or skylight. The dark arrow indicates the direction of reception of the glass facade, the bright arrow indicates the direction of light (by A. Lipowicz-Budzyńska)

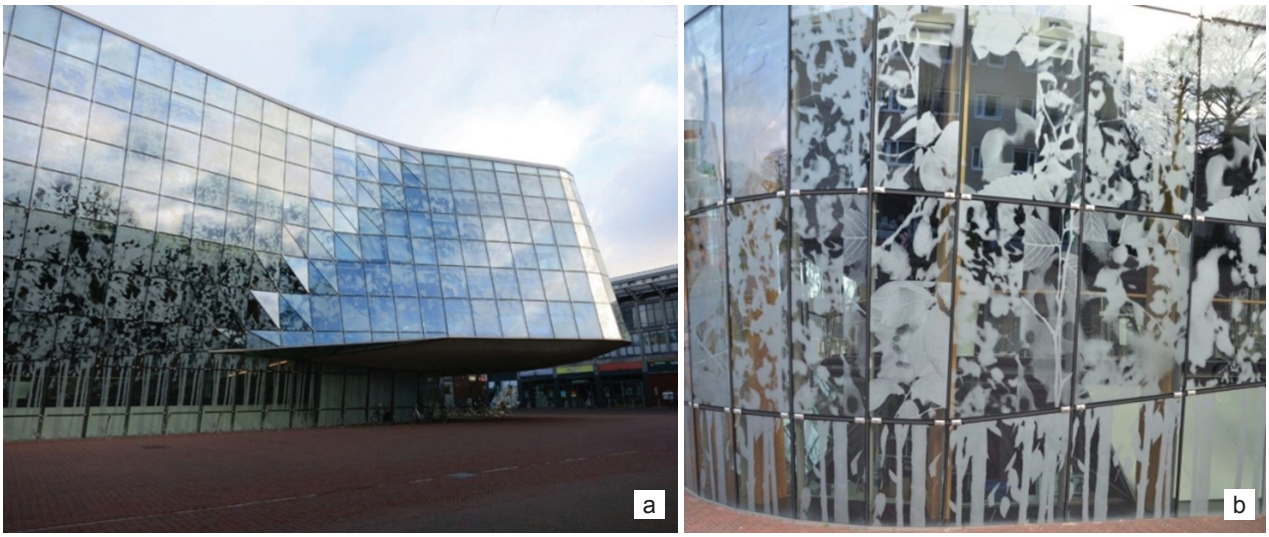
sure, art glass has a significant influence on the image and reception of an object both from the outside and inside (Fig. 1a). Glass, which is located in an external partition, determines the flow of light changing its properties, i.e. colour and intensity. This significantly influences the perception of the space and objects situated there. The perception of a partition placed in the facade of a building depends strictly on lighting conditions changing in the daily cycle and the location of an observer. The image, which is integrated with the facade and consciously shaped on the glass should be adapted to be received in many lighting conditions, both during the day and at night.

Skylights and glass roofs

Glass roofs and skylights constitute a specific spatial situation in architecture. Located in an external partition of a building, they do not participate in creating the external image of an architectural object, but they do have a significant impact on the internal space (Fig. 1b). Due to the exposed and visually accessible location, they form an important artistic element that visually integrates the space. In this location, the outer partition is subjected to the largest amount of sunlight requiring adjustment. Functional properties of the facade which are connected with the transformation of light penetrating through them are of great importance [1].

Influence of the glass coating structure on its visual and functional properties

Due to the structure of the glass facade and the method of placing the artistic coating, the following types were distinguished: one-coat glazing, building's skin glazing, double-coat glazing, glass cladding and facades with shutter elements. The presented research material contains implementations of a various image structure. In each of the projects, an analysis of the influence of glass on space was performed, taking into account visual and functional factors of the coating.



Il. 2. Ratusz Miejski, Alphen aan den Rinn, Holandia (Erick van Egeraat, 2002):
a) widok fasady od strony południowej, b) organiczny motyw szklanej fasady
(fot. A. Lipowicz-Budzyńska)

Fig. 2. Town Hall, Alphen aan den Rinn, Holand (Erick van Egeraat, 2002):
a) facade view from the south, b) organic glass facade motif
(photo by A. Lipowicz-Budzyńska)

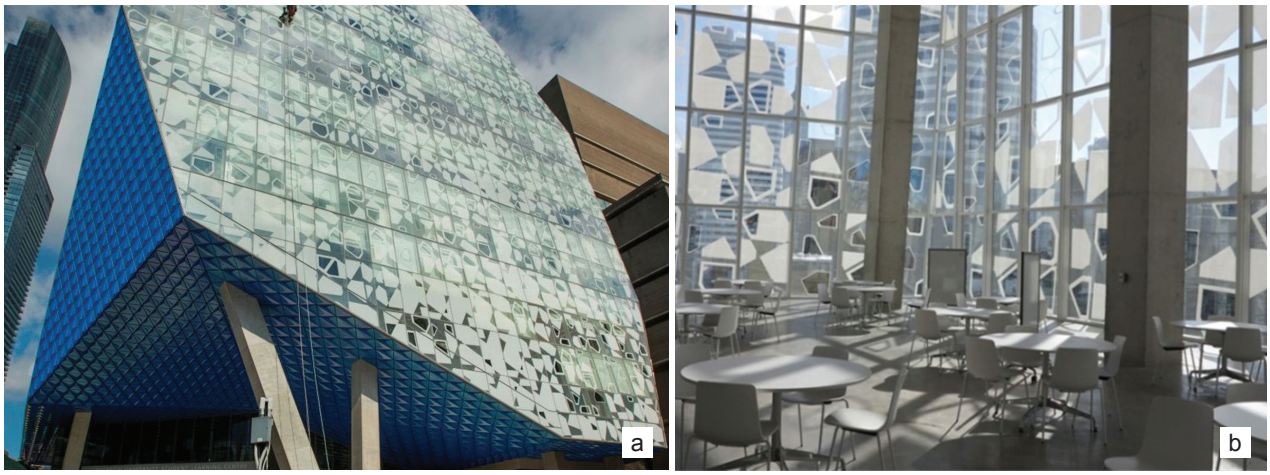
Organiczne motywy roślinne w postaci przeskalowanych fragmentów drzew liściastych pokrywają całą elewację. Obraz stanowi kompozycję składającą się z wielu kadrów połączonych w jedną całość, został zagęszczony na narożnikach bardziej narażonych na działanie promieni słonecznych [2, s. 184]. Biały wydruk stanowi częściową ochronę przeciwsłoneczną. Nałożona z zewnątrz warstwa emalii matuje fragmentarycznie powierzchnię szkła, zmniejszając jego refleksyjność i zapobiegając powstawaniu procesu olśnienia [2, s. 184]. Użycie motywów organicznych w elewacji ratusza nawiązuje do proekologicznej polityki władz miasta [3]. Nowoczesna bryła budynku oraz nowatorskie rozwiązania są elementem marketingowym w budowaniu wizerunku władz i jednocześnie wizytówką miasta. Z daleka biały wydruk postrzegany jest jako organiczny wzór stanowiący woal osłaniający budynek. Od strony wewnętrznej w oddaleniu biały wydruk widziany jest jako abstrakcyjny wzór przywodzący skojarzenia z białą koronką. Dopiero z bliska w powierzchni rozpoznawane są motywy roślinne składające się z kadrów zdjęć liści. Niejednolita struktura wydruku stanowi kontrast dla nowoczesnego wnętrza zbudowanego z gładkich powierzchni. Biel obrazu nawiązuje do białych powierzchni ścian schodów i stalowej konstrukcji, jednocześnie kontrastując z ciemnymi kolorami powierzchni posadzek. Przeszklenie stanowi zasłonę zabezpieczającą przed bezpośrednim wglądem i stanowi zabezpieczenie przeciwsłoneczne [1, s. 153, 154].

Budynek Ryerson University znajduje się w centrum Toronto w Kanadzie (il. 3). Fasada ośmiopiętrowego obiektu składa się z trzech warstw szkła pokrytych niskoemisyjną powłoką[1]. Na zewnętrznej szybie umieszczono dwustronnie

[1] Wymiary: 147 × 249 cm [4].

One-coat glazing

The simplest and at the same time the most common form of an external coating is one in which the artistic layer is placed on only one layer of glass. An example of such a facade is the town hall building in the Dutch town of Alphen aan den Rinn (Fig. 2). The glazing consists of two layers of float glass and on its external pane a white print in the screen printing technique was placed. Organic plant motifs in the form of scaled fragments of deciduous trees cover the entire facade. The image constitutes a composition consisting of many frames combined into one whole and it was made denser on the corners more exposed to sunlight [2, p. 184]. The white print forms a partial sun protection. The enamel layer which is applied from the outside fragmentarily matts the glass surface reducing its reflectivity and preventing dazzling [2, p. 184]. The use of organic motifs in the town hall facade refers to the pro-ecological policy of the city authorities [3]. A modern body of the building and innovative solutions create a marketing element in building the image of the authorities and at the same they form a landmark of the city. From a certain distance, the white print is seen as an organic pattern which constitutes a *veil* covering the building. From the inside in some distance, the white print is seen as an organic pattern which is associated with white lace. It is only up close that the floral motifs consisting of leaf photo frames can be recognized in the surface. The non-uniform print structure contrasts with the modern interior which was constructed from smooth surfaces. The whiteness of the image refers to white surfaces of the stair walls and steel structure, at the same time contrasting with dark colours of the floor covering surfaces. Glazing constitutes a curtain protecting against a direct insight and forms protection against the sun [1, pp. 153, 154].



Il. 3. Ryerson University, Toronto, Kanada (Zeidler, Snøhetta, 2014):
a) relacje kompozycyjne – bryła budynku a forma wydruku na szkle, fasada budynku od strony wejścia głównego, b) szklana fasada od strony wnętrza
(fot. C. Li, źródło: [4])

Fig. 3. Ryerson University, Toronto, Canada (Zeidler, Snøhetta, 2014):
a) compositional relations – the shape of the building and the form of the printout on the glass, the facade of the building from the main entrance side, b) glass facade on the interior side
(photo by C. Li, source: [4])

wydruk cyfrowy w postaci drobnego rastra, który zagęszcza się, tworząc grafikę. Bryłę budynku okala biała tekstura zbudowana z różnej wielkości i kształtu wzorów geometrycznych. Forma elementów nawiązuje do nieregularnej bryły budynku. Wzór, składający się z wielu elementów, ujednolica wizualnie fasadę, gubiąc prostokątne podziały kwater. Wydruk zapewnia ochronę przeciwsłoneczną, cieniując wnętrze, poprawiając komfort użytkowania.

Skóra budynku – integracja wizualna bryły budynku

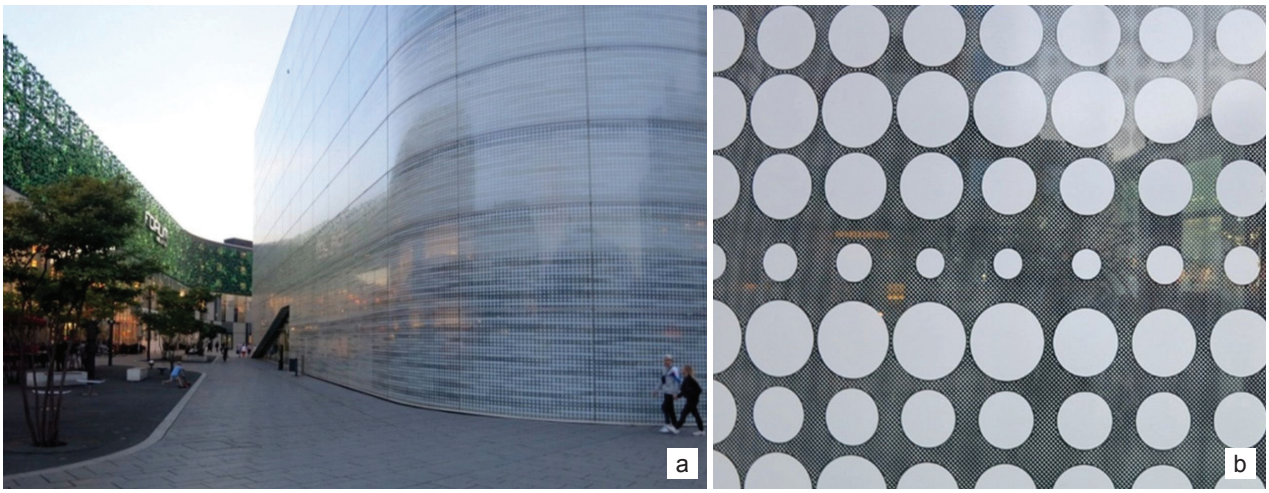
W części obiektów całkowicie przeszklonych fasada została zaprojektowana jako skóra budynku. W oddaleniu od szklanej fasady właściwej umieszczono powłokę pokrytą obrazem. Zabieg ten ma swoje konsekwencje plastyczne i użytkowe. Powłoka artystyczna scala wizualnie elewację, przesłania istniejące podziały poziome i elementy pomocnicze w budynku. Obraz na szkle tworzy niezależne podziały, wyznacza rytm. Przy wykorzystaniu mocowania punktowego podziały elewacji są niemal niewidoczne. Aplikowany ornament pełni funkcję czynnika materializującego wizualnie przegrodę szklaną, kontroluje integrację przestrzeni znajdujących się po obu stronach przeszklenia. Odległość powstała pomiędzy dwiema oddalonymi od siebie płaszczyznami szkła odgrywa rolę warstwy buforowej. Wentylowana przestrzeń stabilizuje temperaturę wewnątrz budynku, chroniąc wnętrze przed skokami temperatury powstałymi w wyniku nadmiernej penetracji słońca lub zimą przed nagłymi skokami temperatury pojawiającymi się na skutek gwałtownych ochłodzeń. Przykładem takiego rozwiązania jest Forum Confluentes – centrum kulturalne, znajdujące się w Koblencji w Niemczech (il. 4). Pięciokondygnacyjny budynek został posadowiony na planie trójkąta. Fasada składa się z dwóch warstw laminowanego

The Ryerson University building is located in the centre of Toronto, Canada (Fig. 3). The eight-story building's facade consists of three layers of glass covered with a low-emission coating[1]. On the external pane of glass, a double-sided digital print was placed in the form of small halftone which became denser in order to form graphics. The body of the building is surrounded by a white texture which was built of various sizes and shapes of geometric patterns. The form of elements refers to the irregular body of the building. The pattern, consisting of many elements, visually unifies the facade losing rectangular divisions of the quarters. The print provides sun protection shading the interior and improving the comfort of use.

Skin of the building – visual integration of the building body

In some of the fully glazed buildings, the glass facade was designed as the building's skin. A coating with the image was placed in some distance from the glass facade proper. This treatment has its artistic and functional consequences. The artistic coating visually consolidates the facade, obscures the existing horizontal divisions and auxiliary elements in the building. The image on the glass creates independent divisions and sets the rhythm. When using point fixing, the facade divisions are almost invisible. The applied ornament performs the role of a factor which visually materializes the glass partition and controls integration of spaces located on both sides of the glazing. The distance created between the two spaced glass planes plays the role of a buffer layer. The ventilated space stabilizes the temperature inside the building protecting the interior from temperature fluctuations caused

[1] Dimensions: 147 × 249 cm [4].



Il. 4. Forum Confluentes, Koblencja, Niemcy (Benthem Crouwel Architects, 2010–2013): a) widok szklanej fasady po zmroku, b) detal grafiki (fot. A. Lipowicz-Budzyńska)

Fig. 4. Confluentes Forum, Koblenz, Germany (Benthem Crouwel Architects, 2010–2013): a) view of a glass facade at dusk, b) detail of graphics (photo by A. Lipowicz-Budzyńska)

szkła[2] i została pokryta białym wydrukiem ceramicznym. Obraz pokrywający szkło tworzy poziome smugi ukształtowane z różnej wielkości form rastra. Okrągłe elementy wielkości od 2 do 8 cm zostały umieszczone w sąsiedztwie drobnego rastra pokrywającego regularnie całą fasadę. Przeszklenie stanowiące skórę budynku zostało odsunięte od wewnętrznej szklanej ściany osadzonej na konstrukcji słupowo-ryglowej na odległość około 40 cm.

Przeszklenia dwupowłokowe – obrazy przestrzenne i efekty interferencyjne

Jedną z bardziej zaawansowanych sytuacji przestrzenno-plastycznych są przeszklenia dwupowłokowe. Rozmieszczenie obrazu na dwóch oddalonych od siebie warstwach szkła umożliwia stworzenie powłok przestrzennych, żywych, zmieniających się wraz z ruchem obserwatora. Emaliowa warstwa stanowi unikatowy element dekoracyjny, którego odbiór zależy od lokalizacji względem płaszczyzny fasady. Formowane są dwa niezależne obrazy, które wchodzą ze sobą w interakcję, tworząc przenikającą się grafikę. W obrazie rastrowym widoczne od strony wnętrza warstwy sitodruku nakładają się na siebie, wywołując wizualne interferencje. W tej sytuacji przestrzennej istnieje również przestrzeń buforowa zapewniająca stabilizację temperaturową wnętrza. Zaletą tego rozwiązania jest uszczelnienie ochrony przeciwsłonecznej i stworzenie skuteczniejszej ochrony przed wglądem, zapewniającej kontrolę integracji przestrzeni zewnętrznej z wewnętrzną. Przykładem takiego rozwiązania jest budynek Biblioteki Uniwersyteckiej w Cottbus, w którym elewację stanowią dwie warstwy szkła oddalone od siebie o około 60 cm (il. 5). Warstwę zewnętrzną tworzy przeszklenie składające się z paneli[3] szkła mocowanych punktowo do konstrukcji

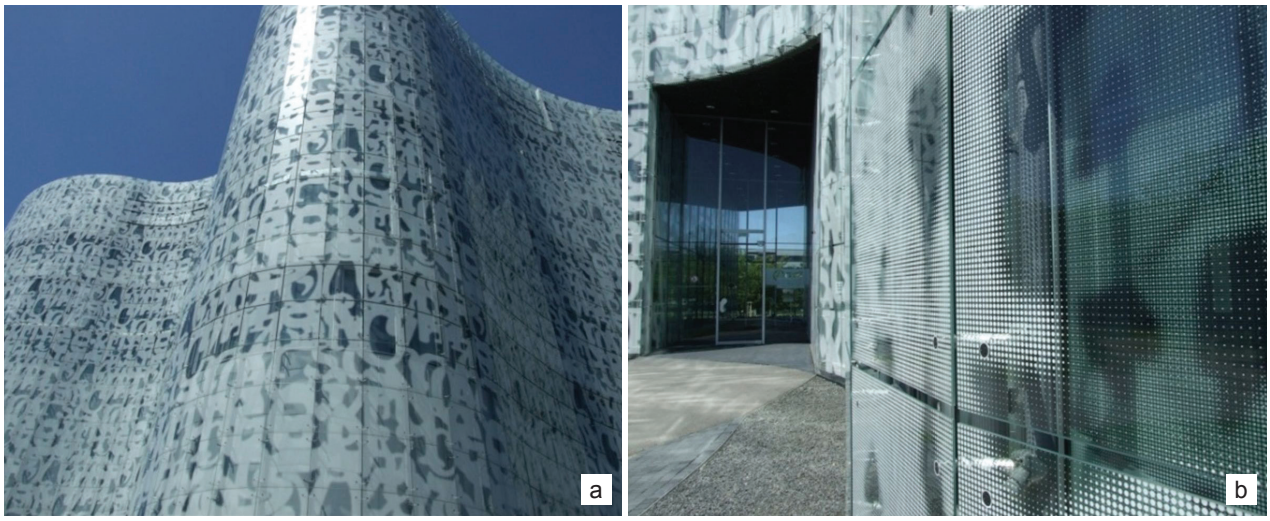
[2] Grubość: 2 × 10 mm, wymiary: 300 × 320 cm [5].
[3] Wymiary: 98 × 100 cm.

by excessive penetration of the sun or in winter against sudden temperature fluctuations arising as a result of rapid cooling. An example of such a solution is Forum Confluentes – a cultural centre located in Koblenz in Germany (Fig. 4). The five-storey building was constructed on a triangle plan. The facade consists of two layers of laminated glass[2] and was covered with white ceramic print. The image covering the glass creates horizontal streaks which are formed from differently sized halftone forms. Round elements from 2 to 8 cm in size were placed in the neighbourhood of the small halftone covering the entire facade regularly. The glazing constituting the skin of the building was moved away from the internal glass wall which was constructed on a post-and-lintel structure at a distance of about 40 cm.

Double-coat glazing – spatial images and interference effects

One of the more advanced spatial and artistic situations is double-coat glazing. Arranging the image on two spaced layers of glass makes it possible to create spatial vivid coatings which change along with the movement of an observer. The enamel layer is a unique decorative element whose reception depends on the location relative to the facade plane. Two independent images are formed, which interact with each other to create interpenetrating graphics. In the halftone image, the screen printing layers visible from the inside overlap creating visual interferences. In this spatial situation, there is also a buffer space ensuring temperature stabilization of the interior. The advantage of this solution is improving sun protection and the creation of more effective protection against insight, ensuring control of the integration of the external and internal space. An example of such a solution is the

[2] Thickness: 2 × 10 mm, dimensions: 300 × 320 cm [5].



Il. 5. Budynek Biblioteki Uniwersyteckiej, Cottbus, Niemcy (Herzog & de Meuron, 2004): a) widok fasady, b) detal fasady, widok od strony wejścia (fot. A. Lipowicz-Budzyńska)

Fig. 5. University Library Building, Cottbus, Germany (Herzog & de Meuron, 2004): a) facade view, b) facade detail, view from the entrance (photo by A. Lipowicz-Budzyńska)

stalowej. Warstwę wewnętrzną osadzono w klasycznym aluminiowym systemie słupowo-ryglowym. Obydwie powłoki zostały pokryte jednostronnym wydrukiem w postaci delikatnego białego rastra (il. 5b). Warstwy wydruku nakładają się na siebie, formując z daleka teksturę przypominającą kształtem wzór pisma (il. 5a). Kształt grafiki powstał poprzez nałożenie na siebie systemów alfabetycznych wywodzących się z różnych grup językowych [6, s. 126].

Fasada pokryta sitodrukiem jest charakterystycznym elementem graficznym identyfikującym obiekt architektoniczny. Powstały obraz ściśle wypełnia powierzchnię szkła, przypominając monumentalne graffiti. Grafika buduje rodzaj współczesnego ornamentu, nawiązuje do przeznaczenia obiektu, inspiruje i zmusza do szukania znaczeń. Z daleka wydruk stanowi wyraźny wzór literniczy (il. 5a), tworzący kompozycję składającą się z horyzontalnych pasów. W miarę przybliżania się do obiektu kontur grafiki zaciera się, stanowiąc rodzaj jasnej zasłony. W odległości metra nadruk odbierany jest jako przenikające się powierzchnie białego rastra (il. 5b). Percepcja nadruku zmienia się w zależności od rodzaju, natężenia i kąta padania światła. Oświetlony ostrym słońcem staje się wyraźny, kontrastując z ciemniejszym tłem elewacji na tle niebieskiego nieba. W dni pochmurne kontrast nadruku słabnie i elewacja staje się bardziej przezroczysta.

W nocy podświetlona od środka grafika staje się niemal niewidoczna, odznaczając się lekko na tle ciemnych szprosów drugiej warstwy przeszklenia i horyzontalnych pasów stropów. Wtedy właśnie zaczyna być widoczna konstrukcja obiektu z podziałami na kondygnacje.

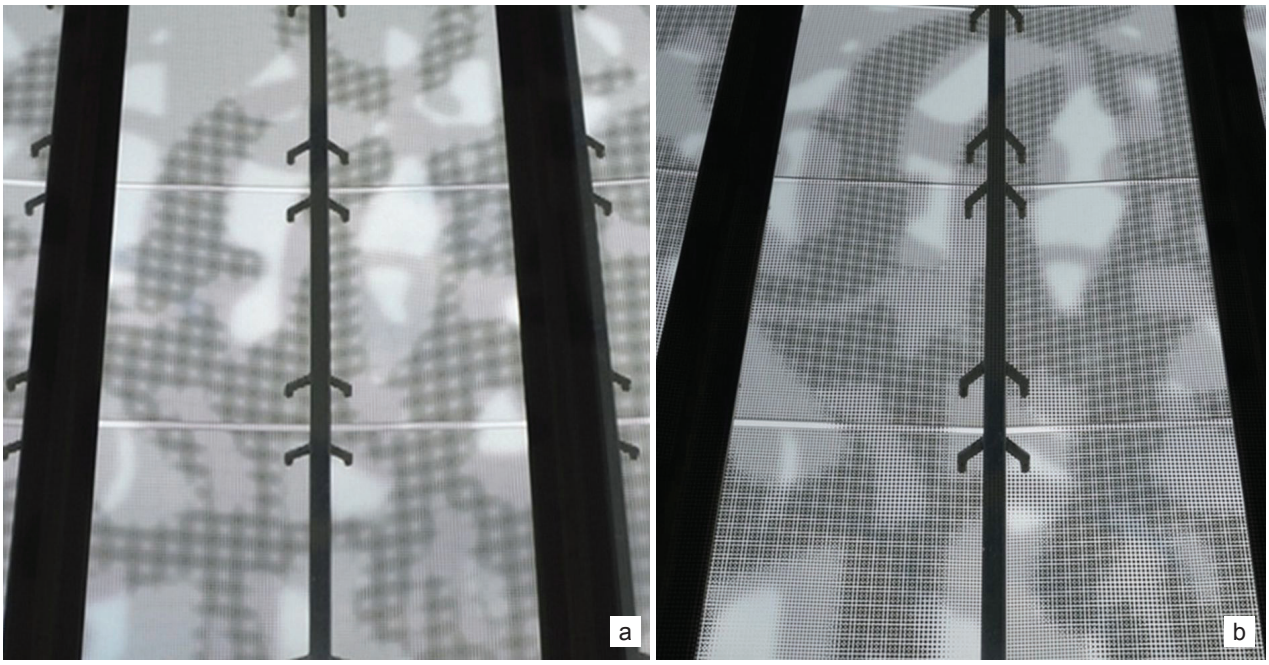
Od strony wnętrza wydruk jest niemal niewidoczny, stanowi biały woal rozpraszający światło i utrudniający bezpośrednią penetrację promieni słonecznych. Dwie warstwy nadruku nakładają się na siebie, tworząc geometryczne wizualne interferencje (il. 6a, b). Część nieoświetlona fasady widziana jest od środka jako obszar oddziaływania ciemnego rastra. Z zewnątrz ściana poddana

University Library building in Cottbus, in which the facade consists of two layers of glass spaced about 60 cm apart (Fig. 5). The outer layer is made of glazing consisting of glass panels[3] point-mounted to the steel structure. The internal layer was embedded in a classic aluminium post-and-lintel system. Both coatings were covered with a one-sided print in the form of delicate white halftone (Fig. 5b). Print layers overlap forming a texture resembling a type of handwriting through its shape (Fig. 5a). The shape of the graphic was created by overlapping alphabetic systems derived from different language groups [6, p. 126].

The facade, which is covered with screen printing, is a characteristic graphic element identifying an architectural object. The created image closely fills the surface of the glass resembling monumental graffiti. Graphics builds a kind of contemporary ornament, refers to the purpose of the object, inspires and forces to search for meanings. From a distance, the printout constitutes a clear literary pattern (Fig. 5a) creating a composition consisting of horizontal stripes. As we get closer to the object, the outline of the graphic blurs forming a kind of bright curtain. At a meter distance, the print is perceived as the interpenetrating surfaces of white halftone (Fig. 5b). Perception of the print varies depending on the type, intensity and angle of light. Illuminated by the bright sun it becomes clear and contrasts with the darker background of the facade against the blue sky. On cloudy days, the contrast of the print weakens and the facade becomes more transparent.

At night, the graphics illuminated from the inside become almost invisible, standing out slightly against the dark muntins of the second layer of glazing and horizontal stripes of ceilings. This is when the structure of the building with the division into floors begins to be visible.

[3] Dimensions: 98 × 100 cm.



Il. 6. Wizualne interferencje zachodzące w powłoce składającej się z dwóch warstw obrazu rastrowego. Widok od strony wnętrza, Biblioteka Uniwersytecka, Cottbus (Herzog & de Meuron, 2004):
a, b) zmiana układu interferencji wraz ze zmianą lokalizacji odbiorcy (fot. A. Lipowicz-Budzyńska)

Fig. 6. Visual interferences occurring in a double-glazed facade. View from the interior, University Library, Cottbus (Herzog & de Meuron, 2004):
a, b) change of interference layout together with the change of recipient's location
(photo by A. Lipowicz-Budzyńska)

bezpośredniemu oddziaływaniu promieni słonecznych odcina się od nieba białym kolorem nadruku [1, s. 147–149].

Okładzina ścienna – uprzestrzennienie fasady budynku

Całkowicie innym rozwiązaniem przestrzennym są szklane okładziny. Jest to sytuacja kompozycyjna, w której szkło pokrywa obiekt architektoniczny tylko na powierzchni ścian, z wyłączeniem okien. W zależności od rozwiązania panele mogą być przymocowane bezpośrednio do ściany w postaci instalacji lub znajdować się w pewnym oddaleniu, tworząc mięsistą powłokę (il. 7a) i warstwę buforową zapewniającą stabilizację cieplną. Zaletą tego rozwiązania jest możliwość wykorzystania w budynkach istniejących stawianych metodą tradycyjną. Prezentowany tutaj obiekt jest rozbudową Institute for Hospital Pharmaceuticals znajdującego się w Bazylei w Szwajcarii. Jego fasadę tworzy warstwa szkła oddalonego o ponad 50 cm od lica ściany właściwej. Szklaną powłokę pokrywa warstwa kryjąca sitodruku w kolorze butelkowej zieleni. Powłoka rastra składa się z punktów umieszczonych regularnie w rzędach i kolumnach (il. 7b). Przeszklenie tworzy półprzezroczystą przegrodę pozwalającą na przenikanie światła. Powierzchnia ściany właściwej została pokryta perforowaną blachą w kolorze białym. Obie warstwy: warstwa wydruku na szkle i otwory perforacji nakładają się na siebie, tworząc zjawisko wizualnych interferencji. Zmieniające się w czasie dnia oświetlenie wpływa na stopień przeźroczystości przegrody, a przez to na odbiór całego budynku. Pod wpływem

From the inside, the printout is almost invisible, and it constitutes a white veil that diffuses light and hinders direct penetration of sunlight. Two layers of overprint overlap creating geometric visual interferences (Fig. 6a, b). The unlit part of the facade is seen from the inside as the area of the dark halftone influence. From the outside, the wall which is exposed to direct sunlight, is separated from the sky with a white overprint colour [1, pp. 147–149].

Wall cladding – spatialization of the building facade

Glass cladding is a completely different spatial solution. It is a compositional situation in which glass covers an architectural object only on the surface of walls, excluding windows. Depending on a given solution, panels can be attached directly to the wall in the form of installations or located at a certain distance forming a fleshy coating (Fig. 7a) and a buffer layer ensuring thermal stabilization. The advantage of this solution is a possibility of using it in existing buildings which were constructed according to the traditional method. The object presented below is an extension of the Institute for Hospital Pharmaceuticals located in Basel in Switzerland. Its facade is formed by a layer of glass spaced over 50 cm from the face of the wall proper. The glass coating is covered by a covering layer of bottle green screen printing. The halftone coating consists of points placed regularly in rows and columns (Fig. 7b). The glazing creates a translucent partition which lets light pass through. The surface of the specific wall was covered with a perforated white sheet metal. Both layers, i.e. the print layer on the glass and the perfo-

Il. 7. Budynek Institute for Hospital Pharmaceuticals, Bazylea, Szwajcaria (Herzog & de Meuron, 1998): a) część budynku od strony ulicy, b) budowa przegrody i obrazu (fot. E. Chakroff, źródło: [7])

Fig. 7. Institute for Hospital Pharmaceuticals, Basel, Switzerland (Herzog & de Meuron, 1998): a) part of thebuilding from the side of the street, b) structure of the facade and image (photo by E. Chakroff, source: [7])

bezpośredniego działania promieni słonecznych barwa przeszklenia jaśnieje. Światło, przechodząc przez szklaną fasadę, zatrzymuje się na warstwie sitodruku i na białej, perforowanej warstwie blachy, co eksponuje wizualne interferencje zachodzące pomiędzy dwiema powłokami. Fragmenty ścian będące w cieniu mają odcień ciemnej zieleni. W nieoświetlonych partiach budynku zjawisko interferencji jest mało widoczne. Szczególnie intensywnie odbijają się oświetlone elementy znajdujące się w okolicy: elewacje budynków i inne jasne obiekty.

Powłoki mobilne

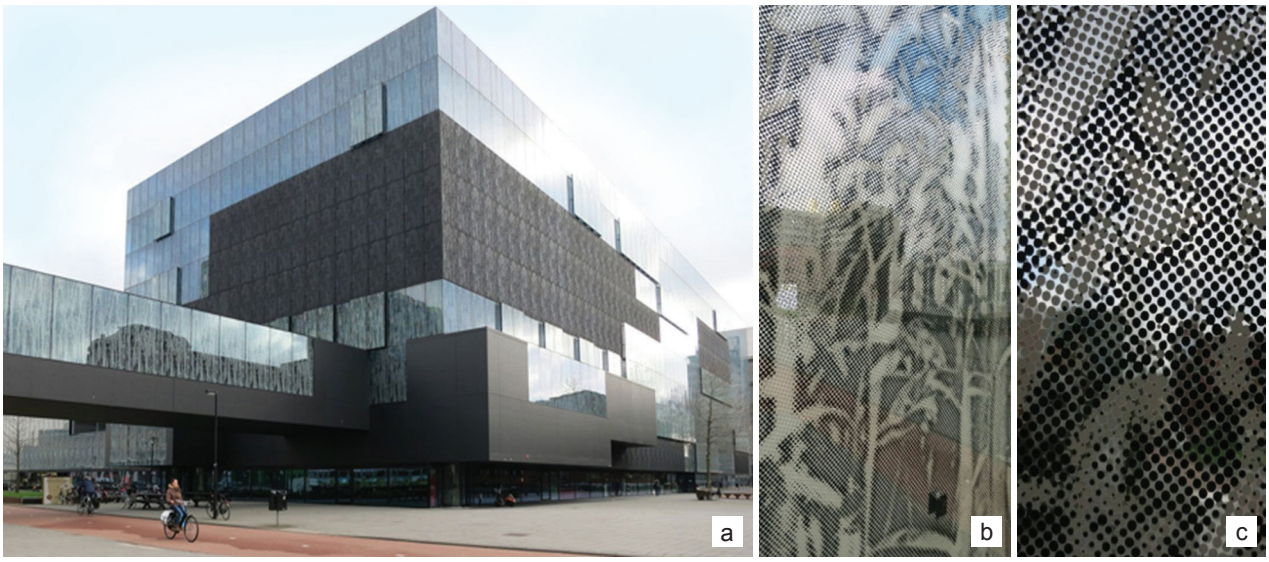
Interesujące rozwiązanie tworzą fasady o budowie żaluzyjnej. Większość z nich stanowi ruchome przeszklenia dekoracyjne pełniące funkcję ochrony wnętrza przed nadmierną penetracją słońca, ulokowane w fasadzie lub dachu. Wykorzystanie układu żaluzyjnego we wnętrzu pozwala na zmianę nachylenia aranżacji w stosunku do kąta padania światła i modelowanie efektów świetlnych. W pozostałych realizacjach przeszklenie stanowi mocowany na stałe powtarzalny element dekoracyjny (il. 8a). Zorientowanie pod kątem do elewacji wertykalnych arkuszy szkła uplastycznia fasadę, nadaje wizualnej lekkości. Za przykład może posłużyć Biblioteka Uniwersytecka w Utrechcie w Holandii. Jest to budynek siedmiokondygnacyjny o prostej zwartej bryle, połączony z częścią główną kompleksu za pomocą nadwieszenia przebiegającego nad ulicą. Fragment elewacji budynku oraz częściowo wnętrze zostały pokryte panelami z czarnego betonu z odciśniętym ornamentem. Część elewacji stanowią przeszklenia pokryte białym i czarnym sitodrukiem[4]. Beton

[4] Wymiary: 150 × 320 cm.

ration holes overlap creating a visual interference phenomenon. The light, which changes during the day, influences the degree of transparency of the partition and thus the reception of the entire building. Due to the influence of direct sunlight, the colour of the glazing brightens. The light, passing through the glass facade, stops at the screen printing layer and the white perforated sheet metal layer, which exposes visual interferences between the two coatings. The wall fragments situated in the shade are dark green. In the unlit parts of the building, the phenomenon of interference is hardly visible. The illuminated elements which are situated in the area such as facades of buildings and other bright objects, are particularly intensively reflected.

Mobile coatings

Facades with shutter-type structures make up an interesting solution. Most of them constitute movable decorative glazing which serves to protect the interior from excessive penetration of the sun and is located in the facade or the roof. The use of a shutter-type system in the interior enables a change of the arrangement's slope in relation to the angle of incidence of light and modelling of light effects. In the remaining implementations, glazing consists of a permanently attached repeatable decorative element (Fig. 8a). Orientation at an angle to the facade of vertical glass sheets makes the facade more artistic and gives visual lightness. The first example is the University Library of Utrecht in the Netherlands. It is a seven-storey building with a simple compact body, which is connected with the main part of the complex by means of an overhang running over the street. A fragment of the building facade and partly the interior were covered with black concrete panels with an imprinted ornament. The glazing which is covered with white and black screen printing constitutes a part of



Il. 8. Budynek Biblioteki Uniwersyteckiej, Utrecht, Holandia (Wiel Arets Architects, 2001):
a) widok fasady z rozmieszczonymi zamkniętymi elementami mobilnymi, b, c) detale szklanej powłoki (fot. A. Lipowicz-Budzyńska)

Fig. 8. Building of the University Library, Utrecht, the Netherlands (Wiel Arets Architects, 2001):
a) view of the facade with closed mobile elements, b, c) details of the glass coating (photo by A. Lipowicz-Budzyńska)

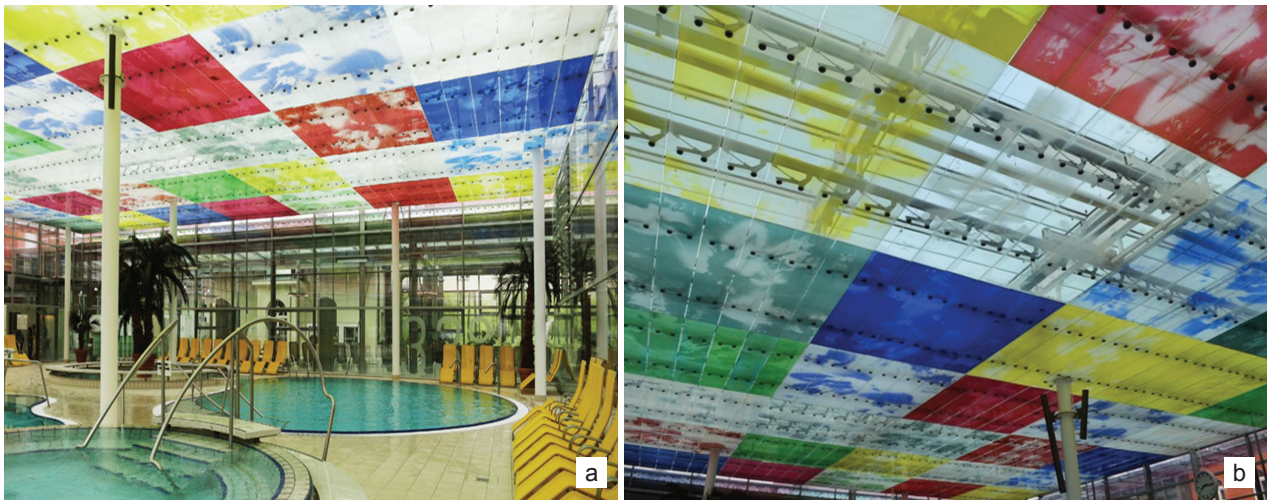
i szkło łączy ornament roślinny z motywem gałęzi papirusa (il. 8b). Oba materiały pełnią ważną funkcję we wnętrzu obiektu. Biały sitodruk nie tylko jest ozdobą, lecz także chroni wnętrze biblioteki przed nadmierną penetracją światła. Czarny kolor okładziny ściennej wnętrza rozprasza jego nadmiar. Zabieg ten był konieczny ze względu na bezpieczeństwo zbiorów bibliotecznych. We wnętrzu biblioteki znajdują się przeszło 4 mln woluminów wymagających ochrony przed nadmiernym oddziaływaniem światła. Ważnym założeniem projektantów i jednocześnie wyzwaniem było rozplanowanie biblioteki z łatwym dostępem do książek. Budynek nie ma centralnego magazynu. Całość księgozbioru została podzielona na sekcje i rozmieszczona na otwartych poziomach budynku. Ściany wnętrza budynku zostały częściowo pokryte betonowymi panelami z powtórzonym z elewacji motywem papirusa. Dzięki zastosowaniu białego sitodruku i czarnych ścian udało się uzyskać wnętrze doświetlone rozproszonym światłem dziennym. Dodatkową ochronę przed światłem stanowią ruchome drukowane panele szklane, ważny mobilny element urozmaicający elewację. Panele szklane traktowane są jako przesłony pozwalające na uchylenie pokrytej warstwą sitodruku powłoki szklanej. System umożliwia regulowanie przepływu naturalnego światła do wewnątrz z jednoczesnym zabezpieczeniem przed penetracją promieni słonecznych [8, s. 5].

Przykładem zastosowania szklanej powłoki żaluzyjnej zlokalizowanej w dachu jest budynek rozbudowy części kompleksu basenów znajdujących się w domu zdrojowym w Bad Elster w Niemczech. Całkowicie przeszklony dach przesłonięto ruchomą powłoką żaluzji sterowanych elektronicznie. Elementy mobilne systemu stanowią podłużne panele ze szkła drukowanego. Większość żaluzji została pokryta dwiema warstwami sitodruku. Od strony zewnętrznej naniesiono białą kryjącą powłokę stanowiącą płaszczyznę odbijającą padające światło słoneczne, od

the facade[4]. Concrete and glass are combined by means of a floral ornament with a motif of papyrus branches (Fig. 8b). Both materials perform an important function in the interior of the building. Apart from a decorative function, white screen printing protects the interior of the library from excessive penetration of light. Black colour of the interior wall cladding disperses its excess. This treatment was necessary due to the protection of library collections. Inside the library there are over four million volumes requiring protection against excessive light exposure. An important assumption of the designers and at the same time a challenge was the layout of the library with easy access to books. The building has no central storage place. The entire collection was divided into sections and arranged on open levels of the building. The interior walls of the building were partly covered with concrete panels with the papyrus motif which was repeated from the facade. Thanks to the application of white screen printing and black walls, it was possible to obtain the interior lit by diffused daylight. Additional protection against light consists of movable printed glass panels which constitute an important mobile element that diversifies the facade. Glass panels are treated as screens which make it possible to set aside the glass coating covered with a screen printing layer. The system enables regulating the flow of natural light inwards with simultaneous protection against penetration of sunlight [8, p. 5].

An example of applying the glass shutter-type coating located in the roof is the extension building of part of the swimming pool complex located in the spa house in Bad Elster in Germany. The completely glazed roof was covered with a movable coating of electronically controlled shutters. Mobile elements of the system consist of

[4] Dimensions: 150 × 320 cm.



Il. 9. Wnętrze kompleksu basenowego, Saxon State Baths, Bad Elster, Niemcy (Behnisch & Partner, Erich Wiesner, 1999): a) widok wnętrza hali, b) widok przeszklenia (fot. A. Lipowicz-Budzyńska)

Fig. 9. Swimming pool, Saxon State Baths, Bad Elster, Germany (Behnisch & Partner, Erich Wiesner, 1999): a) view of from inside, b) view of glazing (photo by A. Lipowicz-Budzyńska)

strony wnętrza umieszczono kolorową warstwę emalii transparentnych [9, s. 302] formujących we wnętrzu przegrodę o wartościach plastycznych. Całość przeszklenia tworzy mozaikę składającą się z kwadratów w różnych kolorach (il. 9a). Do budowy obrazu wykorzystano kwatery z nadrukiem o nieczytelnej formie. Obraz został opracowany w dwóch różnych wariantach – pozytywowej i negatywowej. Pojawia się w kolorach: żółtym, czerwonym i niebieskim, na białym lub bezbarwnym tle.

Szklane żaluzje są częścią systemu zapewniającego optymalną temperaturę i wilgotność powietrza tworzącego środowisko całkowicie przeszklonej przestrzeni basenu. Wykorzystanie sitodruku i techniki rastrowej przenoszenia obrazu pozwoliło na stworzenie efektywnej ochrony, która redukuje nasłonecznienie do 45% [10, s. 5]. Szklana powłoka ma znaczenie dekoracyjne i w dużym stopniu wpływa na odbiór wnętrza. Plastyka przeszklenia nawiązuje do nowoczesnego charakteru budynku, ożywia i wzbogaca plastycznie oszczędne wnętrze hali (il. 9a). Ważną rolę odgrywa zróżnicowana kolorystyka barwnej kompozycji i zastosowanie drukowanego obrazu w dwóch wariantach: pozytywowym i negatywowym. Nasycenie barw częściowo uzależnione jest od natężenia światła. Najintensywniejsze barwy obserwować można w pełnym południowym słońcu (il. 9b), które wzbogaca obraz układu żaluzji o siatkę geometrycznych podziałów cieni rzucanych przez konstrukcję zadaszenia. Barwy tracą swoją intensywność przy rozproszonym świetle, kiedy powłoka odzyskuje swoją czytelność i jednolitość. Kolorowa szklana powłoka sufitu filtruje promienie słoneczne, tworząc na posadzce kolorowe cienie przemieszczające się wraz z upływającym w ciągu dnia czasem. W nocy oświetlone sztucznym światłem przeszklenie gaśnie i traci na znaczeniu. Sączące się przez nie sztuczne światło wprowadza miły nastrój. Kolorową kompozycję przenikają podłużne, równoległe formy lamp jarzeniowych.

elongated panels of printed glass. Most of the shutters were covered with two layers of screen printing. From the outside, a white covering coating was applied constituting a plane reflecting the incident sunlight, whereas from the inside, a colourful layer of transparent enamels was placed [9, p. 302] forming a partition with artistic values in the interior. The entire glazing creates a mosaic consisting of squares of different colours (Fig. 9a). To build the image, quarters with an overprint of an illegible form were used. The image was developed in two different variants – positive and negative. It appears in yellow, red and blue on a white or colourless background.

Glass shutters are part of a system ensuring optimal temperature and humidity of the air creating an environment of a completely glazed swimming pool space. The use of screen printing and a halftone technique of transferring the image made it possible to create effective protection which reduces sunlight up to 45% [10, p. 5]. The glass coating is of great decorative importance and significantly influences the reception of the interior. Plasticity of the glazing refers to the building's modern character, enlivens and enriches the artistically economic interior of the hall (Fig. 9a). Diversified colours of the colourful composition and the application of the printed image in two variants, i.e. positive and negative are of great importance. Saturation of colours depends partly on the intensity of light. The most intensive colours can be observed in the full midday sun (Fig. 9b), which enriches the image of the shutter system with a grid of geometric shadow divisions cast by the roof structure. Colours lose their intensity under diffused light when the coating regains its readability and uniformity. The colourful glass coating of the ceiling filters the sun rays creating coloured shadows on the floor that move with the time passing by during the day. At night, the glazing illuminated with artificial light goes out and loses its significance. Artificial light which

Wnioski

Analiza zgromadzonego materiału wykazała, że szkło artystyczne umieszczone w powłoce zewnętrznej ma znaczący wpływ na jej funkcjonowanie w przestrzeni architektonicznej, zarówno w sensie wizualnym, jak i użytkowym.

A. Właściwości wizualne

Istotną rolę w odbiorze wizualnym przestrzeni architektonicznej odgrywa plastyka przeszklenia: jego forma, dynamika, kompozycja i kolorystyka oraz środki oddziaływania naniesionego obrazu wynikające z odpowiedniego doboru techniki realizacji. Fasada szklana może być nośnikiem określonych wartości, które manifestują się w elewacji, przenikają do otaczającej przestrzeni zewnętrznej i wewnętrznej obiektu. Aplikowany ornament pełni funkcję czynnika materializującego wizualnie przegrodę szklaną, kontrolując integrację przestrzeni znajdujących się po obu stronach przeszklenia. W zależności od potrzeb może stanowić delikatną półprzezroczystą zasłonę woalu lub całkowicie chronić przeciwległą przestrzeń przed wglądem.

Szkło artystyczne jest jednym z elementów gry kompozycyjnej, której celem jest urozmaicenie bryły budynku lub podkreślenie jej części. Wiele zabiegów zmierza do uatrakcyjnienia płaszczyzny elewacji (il. 2), wyznaczenia rytmu (il. 4) lub podkreślenia obszaru w strukturze funkcjonalnej (il. 3).

Zaobserwowano, że ważną rolę w wizualnym odbiorze budynku odgrywają dwie zmienne: sposób kształtowania przegrody oraz budowa obrazu.

W powłoce jednowarstwowej przy zastosowaniu tradycyjnego słupowo-ryglowego systemu fasadowego, gdzie widoczna jest konstrukcja podkreślająca podziały przeszklenia, zastosowanie odpowiednich środków wynikających z budowy obrazu może znacznie wpłynąć na integrację elementów nośnych z naniesionym obrazem. Wyraźne podziały elewacji i elementy grafiki złożone z linii nieprzeziernych (il. 2) wyznaczają nowy rytm, wpływając dominująco i maskując podziały fasady.

W przeszkleniu pełniącym funkcję skóry budynku oraz w fasadzie dwupowłokowej istnieje możliwość zastosowania mocowań punktowych i ukrycia konstrukcji fasady w warstwie buforowej, za warstwą przeszklenia (il. 4, 5). Dodatkowym elementem integrującym jest grafika, która w przypadku zastosowania wyżej wymienionej konstrukcji może być bardziej subtelna, półprzezroczysta (il. 4, 5). Obraz ujednolica wizualnie fasadę, przesłaniając poziome podziały budynku.

W powłokach dwuwarstwowych istnieje możliwość budowania obrazu przestrzennego składającego się z dwóch planów, tworzącego powłokę o zmiennych właściwościach wizualnych (il. 5). W grafice zbudowanej z rastra powstaje zjawisko interferencji wizualnych, które może być włączone do zabiegów plastycznych wykorzystanych w grze kompozycyjnej (il. 6).

W realizacjach architektonicznych elementy mobilne nie tylko mają właściwości funkcyjne, ale stanowią też element dekoracyjny. Zorientowanie pod kątem do elewacji wertykalnych arkuszy szkła uplastycznia fasadę, nadaje wizualnej lekkości (il. 8). Wykorzystanie układu żaluzyjnego we wnętrzu pozwala na zmianę nachylenia

seeps through it introduces a pleasant atmosphere. The colourful composition is permeated by longitudinal and parallel forms of fluorescent lamps.

Conclusions

The analysis of the material collected showed that art glass which is placed in the external coating has a significant influence on its functioning in the architectural space, both in the visual and functional sense.

A. Visual properties

An important role in the visual perception of the architectural space is played by plasticity of glazing, i.e. its form, dynamics, composition and colours as well as means of interaction of the applied image resulting from the appropriate selection of the implementation technique. The glass facade can be a carrier of specific values which are manifested in the facade, penetrate into the surrounding external and internal spaces of an architectural object. The applied ornament acts as a factor which visually materializes the glass partition controlling integration of spaces located on both sides of the glazing. Depending on the needs, it can be a delicate translucent veil curtain or it can completely protect the opposite space from any insight.

Art glass is one of the elements of a composition game, which aims to diversify the body of the building or highlight its part. Many treatments aim at making the facade plane more attractive (Fig. 2), determining the rhythm (Fig. 4) or highlighting the area in the functional structure (Fig. 3).

It has been observed that two variables play an important role in the visual perception of a building, namely the way the partition is shaped and the image structure.

By applying a traditional post-and-lintel facade system in a single-layer coating, where the structure emphasizing glazing divisions is visible, the use of appropriate means resulting from the construction of the image can significantly influence integration of load-bearing elements with the applied image. Clear facade divisions and graphic elements composed of opaque lines (Fig. 2) set a new rhythm, dominating and masking facade divisions.

In the glazing which serves as the building's skin and in a double-coat facade, it is possible to use point fixings and hide the facade structure in the buffer layer behind the glazing layer (Fig. 4, 5). An additional integrating element is the graphics which in the case of using the above-mentioned structure may be more subtle and translucent (Fig. 4, 5). The image visually unifies the facade obscuring horizontal divisions of a building.

In double-layer coatings, it is possible to build a spatial image consisting of two plans and create a coating with variable visual properties (Fig. 5). In the graphic which is built of halftone, a phenomenon of visual interference is created, which can be included in the artistic treatments used in the compositional game (Fig. 6).

In architectural implementations, mobile elements do not only have functional properties, but they also constitute a decorative element. Orientation at an angle to the facade of vertical glass sheets makes the facade more artistic and gives visual lightness (Fig. 8). The use of the shutter-type system in the interior makes it possible to

aranżacji w stosunku do kąta padania światła i modelowanie efektów świetlnych (il. 9).

B. Właściwości użytkowe

Powłoka zewnętrzna zbudowana ze szkła artystycznego pełni w budynku wiele funkcji, wpływając bezpośrednio na komfort użytkowania przestrzeni. Stwierdzono, że rola szkła artystycznego zlokalizowanego w zewnętrznej przegrodzie budynku zależy w znacznym stopniu od budowy powłoki fasady oraz obrazu. W każdym z wyodrębnionych typów fasady duże znaczenie ma budowa nałożonego obrazu i właściwości stosowanych materiałów.

Umieszczenie jasnej powłoki emalii naniesionej sitodrukiem w warstwie zewnętrznej przeszklenia tworzy zabezpieczenie przeciwsłoneczne i chroni przestrzeń przed przegrzewaniem. Jasna, kryjąca warstwa sitodruku odbija światło słoneczne, jednocześnie cieniując wnętrze.

Istotną rolę odgrywa stopień zagęszczenia powierzchni nieprzeziernych w obrazie. Szczególnie jest to istotne w obiektach jednopowłokowych, w których powłokę artystyczną umieszczono tylko na jednej warstwie szkła. Ochrona przeciwsłoneczna może być kształtowana za pomocą powłok białych, które odbijają światło, oraz uszczelniana za pomocą powłok czarnych (il. 8). Skuteczną ochronę tworzy podwójna warstwa sitodruku umieszczonego na oddalonych od siebie warstwach szkła (il. 5).

Właściwości funkcyjne są bardziej rozbudowane w obiektach całkowicie przeszklonych, w których szkło artystyczne stanowi skórę budynku, oraz tych, w których powłoka artystyczna została umieszczona na dwóch oddalonych od siebie warstwach szkła. W tych obiektach przestrzeń powstała pomiędzy dwiema oddalonymi od siebie płaszczyznami szkła odgrywa rolę warstwy buforowej. Przy jednoczesnej ochronie przeciwsłonecznej wentylowana przestrzeń stabilizuje temperaturę wewnątrz budynku, chroniąc wnętrze przed skokami temperatury, powstałymi w wyniku nadmiernej penetracji słońca lub zimą przed nagłymi skokami temperatury pojawiającymi się na skutek gwałtownych ochłodzeń.

Szkło artystyczne stosowane jest na ruchomych markizach elewacyjnych (il. 8) i ruchomych żaluzjach wykorzystywanych w świetlikach lub na szklanych dachach (il. 9). Przeszklenia artystyczne stanowią zasłonę i obustronne zabezpieczenie przed bezpośrednim wglądem, kontrolując jednocześnie integrację znajdujących się po obu stronach przestrzeni. W powłokach mobilnych występujących w postaci żaluzji lub paneli ochrona przeciwsłoneczna może być regulowana. W dni pochmurne elementy ruchome żaluzji są otwierane, aby zwiększyć dostęp światła. Ruchome panele cieniujące mogą być uchylane w celu wietrzenia pomieszczeń. Odpowiednie ukierunkowanie paneli pozwala na ich uchylanie w dni słoneczne przy jednoczesnym zachowaniu ochrony przeciwsłonecznej.

Wykorzystanie w pełni możliwości szkła artystycznego wiąże się nie tylko z opracowaniem grafiki na szkle i jej integracji z przestrzenią architektoniczną, ale również ze świadomym kształtowaniem określonych właściwości funkcyjnych szklanej powłoki. Prawdziwym wyzwaniem jest zmierzenie się nie tylko z aspektami wizualnymi, ale również z ich wykorzystaniem w przestrzeni.

change the slope of the arrangement in relation to the angle of incidence of light and model light effects (Fig. 9).

B. Functional properties

The external coating which is made of art glass performs many functions in the building directly affecting the comfort of using the space. It was found that the role of art glass located in the building's external partition depends largely on the structure of the facade coating and the image. In each of the facade types identified, the structure of the applied image and the properties of materials used are of great importance.

Placing a bright enamel coating which was applied by screen printing in the external layer of glazing provides sun protection and protects the space from overheating. The bright opaque screen printing layer reflects sunlight and at the same time shades the interior.

A degree of density of opaque surfaces in the image plays an important role. This is particularly important in single-coat objects in which the artistic coating is placed on only one layer of glass. Sun protection can be shaped by means of white coatings which reflect light as well as by sealing with black coatings (Fig. 8). A double layer of screen printing placed on spaced layers of glass creates effective protection (Fig. 5).

Functional properties are more extensively developed in fully glazed architectural objects in which art glass forms the skin of a building and those in which the artistic coating was placed on two spaced layers of glass. In these objects, the space which is created between two spaced glass planes plays the role of a buffer layer. With simultaneous sun protection, the ventilated space stabilizes the temperature inside a building protecting the interior against temperature fluctuations caused by excessive penetration of the sun or in winter against sudden temperature fluctuations arising as a result of rapid cooling.

Art glass is applied on movable facade awnings (Fig. 8) and movable shutters which are used in skylights or on glass roofs (Fig. 9). Artistic glazing constitutes a curtain and a double-sided protection against direct insight and at the same time controls integration of spaces on both sides. In mobile coatings, which occur in the form of shutters or mobile panels, sun protection can be controlled. On cloudy days, the moving parts of shutters are opened in order to increase light access. Movable shading panels can be tilted to ventilate rooms. Appropriate orientation of panels enables their tilting on sunny days while maintaining sun protection.

The use of full potential of art glass is connected not only with the development of graphics on glass and its integration with the architectural space but also with conscious shaping of specific functional properties of a glass coating. What constitutes a real challenge is facing not only visual aspects but also their use in the space.

Translated by
Bogusław Setkowicz

Bibliografia/References

[1] Lipowicz-Budzyńska A., *Wielkoformatowe monolityczne szkło artystyczne w architekturze przełomu XX i XXI wieku*, praca doktorska, Wydział Architektury, Politechnika Wrocławska, Wrocław 2018.
[2] Richards B., *New Glass Architecture*, Yale University Press, New Haven 2006.
[3] Zabrocka M., *City Hall – Erick van Egeraat, Alphenaan den Rijn*, Politechnika Białostocka, http://www.architektura.pb.edu.pl/archwsp/index.php [accessed: 17.03.2019].
[4] https://www.dip-tech.com/printed-glass-projects/canada-toronto-ryerson-university [accessed: 12.01.2019].
[5] https://www.world-architects.com/en/cross-architecture-aachen/project/kulturbau-koblenz-forum-confluentes [accessed: 8.02.2019].
[6] Laube A., Widrig M., *Archigraphy: Lettering on Buildings*, Birkhäuser, Basel 2016.
[7] http://www.swissmade-architecture.com/?seite=Picture&bid=196 [accessed: 9.09.2019].
[8] Budzyńska A., *Sitodruk na szkle – dyskretny urok monochromatyzmu*, „Świat Szkła" 2014, Nr 9, 4–9.
[9] Schittich C., Staib G., Balkow D., Schuler M., Sobe W., *Glass Construction Manual*, Birkhäuser, Basel 2007.
[10] Hollay I.E., *Badehalle im Kurmittelhaus, Bad Elster, Vorwiegendheiter*, „Deutsche Bauzeitung" 2000, H. 12, 1–9.

Streszczenie

W artykule omówiono zagadnienia z zakresu integracji sztuki i architektury powiązane z implementacją szkła artystycznego w przegrodzie zewnętrznej budynku. Podjęto kwestie kompozycyjne i plastyczne dotyczące budowy przegrody szklanej wynikającej z usytuowania i relacji warstw plastycznych. W publikacji poruszono również temat właściwości funkcyjnych powłoki szklanej będących następstwem wyżej wymienionych czynników oraz faktu umieszczenia przeszklenia w powłoce zewnętrznej.

Materiał badawczy stanowiło siedem realizacji z przełomu XX i XXI w.: Ratusz Miejski w Alphenaan den Rinn (Holandia); Ryerson University w Toronto (Kanada); Forum Confluentes w Koblencji (Niemcy); budynek Biblioteki Uniwersyteckiej w Cottbus (Niemcy); Institute for Hospital Pharmaceuticals w Bazylei (Szwajcaria); budynek Biblioteki Uniwersyteckiej w Utrechcie (Holandia); Saxon State Baths w Bad Elster (Niemcy). Ze względu na lokalizację warstwy plastycznej wyłoniono następującą typologię: przeszklenia jednopowłokowe, w których warstwa artystyczna została umieszczona na jednej płaszczyźnie szkła; przeszklenia jednopowłokowe występujące w postaci skóry budynku; przeszklenia dwupowłokowe, w których obraz został umiejscowiony na dwóch warstwach szkła; szkło artystyczne w postaci okładziny ściennej i powłoki mobilne występujące w formie żaluzji lub ruchomych paneli.

Zaobserwowano, że szkło artystyczne ulokowane w przegrodzie zewnętrznej ma znaczący wpływ na wiele aspektów funkcjonowania obiektu architektonicznego. Zewnętrzna powłoka stanowi granicę pomiędzy dwoma przestrzeniami: zewnętrzem i wnętrzem. Lokalizacja ta określa rolę fasady w obu przestrzeniach. Jako element plastyczny wpływa na odbiór estetyczny budynku, decydując o jego wyrazie, symbolice, charakterze i kolorystyce, jest elementem integrującym elewację. Jako przegroda wpływa na zmianę właściwości przenikającego przez nią światła, co może być wykorzystywane w określonych celach związanych z ochroną przeciwsłoneczną.

We wnioskach stwierdzono, że aby w pełni wykorzystać możliwości szkła artystycznego, architekt i projektant szkła powinni zmierzać nie tylko do opracowania grafiki na szkle i jej integracji z przestrzenią architektoniczną, ale również do świadomego kształtowania określonych właściwości funkcyjnych szklanej powłoki.

Słowa kluczowe: szkło artystyczne, szklana fasada, grafika na szkle, sitodruk, architektura

Abstract

The article discusses issues relating to the integration of art and architecture in the context of the implementation of art glass in the outer shell of a building. Compositional and artistic issues related to the construction of the glass partition resulting from the location and relation of plastic layers were adressed. The publication also deals with the topic of functional properties of the glass coating resulting from the above-mentioned factors and the fact of placing the glazing in the outer coating.

The research material consisted of seven projects from the turn of the 20th and 21st centuries: City Hall in Alphenaan den Rinn (The Netherlands); Ryerson University in Toronto (Canada); Forum Confluentes in Koblenz (Germany); building of the University Library in Cottbus (Germany); Institute for Hospital Pharmaceuticals in Basel (Switzerland); building of the University Library in Utrecht (the Netherlands); Saxon State Baths in Bad Elster (Germany). Due to the location of the plastic layer, the following typology emerged: single-layer glazing, in which the artistic layer was placed on one plane of the glass; single-layer glazing in the form of a building skin; double-layer glazing in which the image was placed on two layers of glass; art glass in the form of wall cladding; mobile coatings as blinds or moving panels.

It has been observed that art glass located in the external partition has a significant impact on many aspects of the architectural object. The outer shell is the border between two spaces: the outside and the inside of the architectural object. This location defines the role of the glazing in both spaces. As an artistic element, it influences the aesthetic reception of a building, deciding on its expression, symbolism, character and color, it is an element that integrates the facade. As a barrier, it changes the properties of light penetrating through it, which can be used for specific purposes related to sun protection.

The publication concludes, that both the architect and the glass designer should work not only on visual aspects of the glass coating but very consciously on its specified functional properties.

Key words: art glass, glass facade, glass graphics, screen printing, architecture