

Łukasz Wesolowski*

Możliwości techniczne adaptacji i projektowania fasad frontowych budynków w chronionych pierzegach miejskich – wybrane przykłady

Technical possibilities for adaptation and design of building front façades in protected urban frontages – selected examples

Słowa kluczowe: adaptacja fasad frontowych budynków zabytkowych, odwzorowanie formy architektonicznej elewacji frontowych, działania naprawcze elewacji zabytkowych

Key words: adaptation of front façades of heritage buildings, recreation of architectural form of front façades, repair work of heritage façades

1. WSTĘP

Zabiegi adaptacyjne prowadzone na obiektach architektonicznych związanych z dziedzictwem historycznym i kulturowym wymagają szczególnej uwagi. Decyzje projektowe mogą mieć bezpośredni wpływ na stan techniczny i stopień zachowania wartościowych struktur umożliwiając kontynuację ich egzystencji w przyszłości. Każdorazowo metody ingerencji muszą być zgodne i dostosowane do wartości i stopnia ochrony danej tkanki. Umożliwienie ponownego wykorzystania zabytkowych budynków, obiektów przy pierzejach ulic wymagających zachowania czy znajdujących się w wartościowych układach urbanistycznych umożliwi ich restaurację i wprowadzenie stosunkowo niskim kosztem systemów monitorowania i dozoru. Konsensus pozwala pogodzić racje materialne nowych użytkowników obiektów z interesem historyczno-kulturowym. Partnerstwo w tego typu inwestycjach umożliwia racjonalizowanie programów ochrony i podział środków materialnych w dyspozycji konserwatorów zabytków na większą liczbę obiektów.

2. PROBLEMATYKA I DOSTĘPNOŚĆ ROZWIĄZAŃ

Rozpatrując sytuację inwestycji na początku etapu projektowego należy wyróżnić następujące możliwe scenariusze. Uzupelnieniu podlega niezabudowana działka w chronionym układzie urbanistycznym. Adaptacji podlega obiekt istniejący będący częścią takiego układu lub projektuje się zmianę funkcji w obiekcie stanowiącym wartość historyczną jako całość – wpisanym do rejestru zabytków. Ze względu na stopień złożoności

1. INTRODUCTION

Construction projects related to heritage buildings of historical and cultural importance call for special attention. Decisions taken at the design phase may directly impact the technical condition and level of preservation of valuable heritage structures, thus preserving them for future use. For each project of this type, methods of intervention have to be adapted to take account of the value and level of protection required of a given structure. Bringing back into use heritage buildings and structures located along historical street frontages which must be preserved as part of a valued urban arrangement, enables their restoration and the introduction of monitoring and surveillance systems at a relatively low cost. Economic benefits generated for new users can be reconciled consensually with the preservation of historical and cultural values. Partnership arrangements in such projects enable more effective heritage protection and allocation of financial resources available to heritage conservators to a larger number of projects.

2. PROBLEM SCOPE AND POSSIBLE SOLUTIONS

Analysis of a construction project at the beginning of the design stage provides for three potential scenarios. Development of an empty plot located in a protected urban area. An existing building, which is part of a protected urban arrangement is to be adapted. Or a change of function is planned for a heritage building which is itself historically valuable and is listed in a historical building register. Due to the complex

* dr inż. arch. Łukasz Wesolowski, Instytut Projektowania Budowlanego, Wydział Architektury Politechniki Krakowskiej

* dr Łukasz Wesolowski, Institute of Building Design, Faculty of Architecture, Cracow University of Technology

ostatniego wymienionego wariantu wymaga on osobnego omówienia i zasób prezentowanych w tekście rozwiązań będzie mógł być w nim stosowany jedynie wybiórczo. W zależności od indywidualnego charakteru i badań nad danym budynkiem czy kwartałem zabudowy ustala się różne dopuszczalne poziomy ingerencji. Przedmiotem kompromisu jest doprowadzenie do użytkowania zmodernizowanego obiektu uwzględniające racjonalny poziom zachowania i ochrony. Rachunek ekonomiczny forsowany przez inwestora spotyka się z racją społeczną reprezentowaną przez nadzór konserwatora zabytków.

Wypełnienie tkanki urbanistycznej na niezabudowanym terenie umożliwia największą swobodę projektową. Możliwe jest odwołanie się do budowli niegdyś istniejącej w danej lokalizacji lub, w przypadku braku informacji o takim stanie, dopełnienie wzorem bezpośredniego otoczenia. Wszelkie zabiegi twórcze wymagają poszanowania gabarytu, układu przestrzennego oraz ewentualnie stylu architektonicznego. Dopuszczalne jest stosowanie najnowszych technologii budowlanych i spełnienie obecnych wymagań legislacyjnych oraz stosowanie współczesnego normatywu przestrzenno-funkcjonalnego wnętrza budynku. Odniesienia do historycznego układu będą dotyczyły zapewne elewacji frontowej w celu dopełnienia jednolitego charakteru i skali w przestrzeni ulicy i kwartału. Przestrzenność głównej fasady i jej plastyka z natury będą nawiązywać efektem do sąsiadujących budynków, natomiast materiał, z którego są zbudowane, zapewne nie będzie już szlachetny. Elementy kamienne – zwłaszcza obrabiane ręcznie – formujące elementy elewacji frontowej budynków są niezmiernie drogie. Podobnie wzniesienie licowej warstwy ceglanej w układach wątkowych ze zdobieniami wykonanymi klasycznie jest poważną pozycją zarówno w kosztorysie budowy, jak i w harmonogramie czasowym. Fachowcy posiadający odpowiednie kwalifikacje są obecnie nieliczni i mało dyspozycyjni. Krokiem często podejmowanym przez projektantów jest symulacja formy przestrzennej za pomocą elementów powszechnie dostępnych. Rozwój technologii budowlanej przyczynił się takiego stanu. Elementy wymagające mniejszego nakładu pracy, umiejętności i precyzji montażu oraz wykonywane masowo wyparły te tradycyjnie spotykane w dawnym budownictwie. W dobie dbałości o parametry energetyczne ścian zewnętrznych i kosztów budowy i najmu przestrzeni użytkowych materiały budowlane w naturalny sposób musiały przeobrazić się w elementy wielofunkcyjne, spełniające przy zachowaniu własnego gabarytu więcej niż jedną rolę. Na rynku dostępne są profilowane kształtki polistyrenowe XPS oraz styropianowe EPS do odtworzenia gzymsów, pilastrów i bardziej skomplikowanych elementów spotykanych na budynkach historycznych. Specyfiką materiału jest łatwość obróbki, montażu i wykończenia na nowo wznoszonej fasadzie.

Rozwiązanie to jest najtańszą i najmniej szlachetną formą odwzorowania formy architektonicznej, jednak ze względu na swój znikomy ciężar ($30\text{--}45\text{ kg/m}^3$)¹ oraz znakomitą odporność na korozję biologiczną i zamrażanie spisują się idealnie jako termoizolacja konstrukcji nośnej ściany zewnętrznej mocowana spoiwem bez łączników mechanicznych (ryc. 1). Wykończenie tak uformowanej powierzchni jest konieczne. Możliwe jest w formie dowolnego gatunku tynku lub okładzin twardych, jednak wytrzymałość łączników klejowych jest szacowana na maksymalne obciążenie $20\text{--}25\text{ kg/m}^2$ powierzchni. Oznacza to możliwość doklejenia płytek kamiennych o grubości 10–12 mm lub ceramicznych do 18–20 mm.

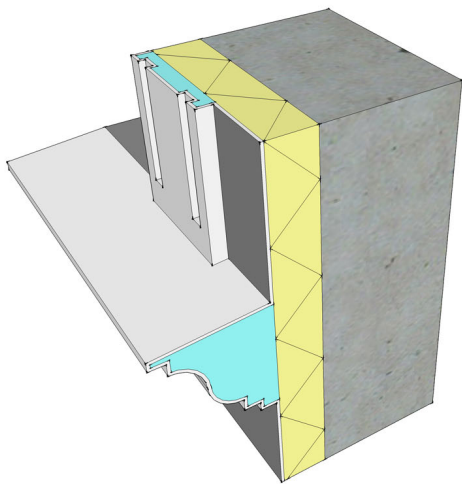
Inną możliwością szybkiego i trwałego wykonania przestrzennej formy fasad jest ich prefabrykacja. Powszechnie spoty-

character of the last scenario, a separate paper is required to discuss options. In this last case, only carefully selected solutions from among those presented below can be applied. Acceptable levels of intervention are determined according to the specific character and research of the building or urban area in question. Bringing a restored building back into use while at the same time respecting a reasonable level of historic preservation and protection demands a compromise. Economic imperatives which constitute a priority for an investor meet social or community interests, which are represented by the heritage conservator.

Development of an empty plot allows the most freedom in design. It is possible to refer to a building which historically existed in the location. If no information is available on the previous structure, then it is possible to refer to the structures in the immediate surroundings. All creative measures undertaken should respect the dimensions, spatial arrangement and architectural style of the location. The use of contemporary construction technologies and compliance with legal requirements is acceptable, and contemporary spatial and functional standards can also be introduced into the interior of the building. Reference to the historical form will be visible in the front façade so as to ensure it fits in with the character and the scale of the street or quarter. The spatial character of the front façade and its form will inevitably refer to surrounding buildings, but the materials used for it will most probably not be of the quality of those originally used in the past. Stonework – especially wrought by hand – forming elements on front façades of historical buildings is extremely expensive. Similarly, covering a façade with bricks laid according to a historical bond with traditionally manufactured ornaments can translate into a significant project budget item, which is also time consuming to implement. Qualified professionals for such work are now rare and not readily available. In this situation, designers often decide to simulate the spatial form with products readily available on the market. Developments in building technology make such solutions possible. Mass-produced elements which require less work, skills and precision during installation have replaced traditional elements, which were used originally in historical buildings. At a time, when special attention is focused on energy parameters of external walls and costs of constructing and renting usable spaces, building materials have had to become multifunctional, performing more than one role in addition to sustaining their dimensions. Polystyrene (XPS) and Styrofoam (EPS) moulds are available on the market for recreating cornices, pilasters and more complex architectural elements of historical buildings. Working, installing and finishing these materials on a newly built façade is easy.

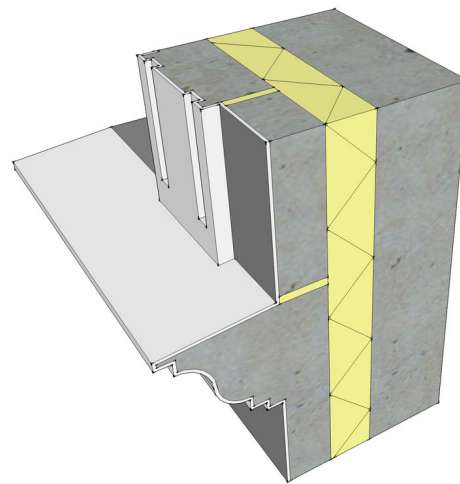
This solution is the cheapest, but least valued, for recreating architectural forms. But minimal weight ($30\text{--}45\text{ kg/m}^3$)¹ and excellent resistance to biological corrosion and freezing makes the material perfect for thermal insulation which can be bonded to the surface of load bearing external walls without the need for mechanical connectors (fig. 1). Finishing such surfaces is necessary. It is possible to use any type of plaster or hard cladding, but the strength of bonding adhesives is estimated at a maximum load of $20\text{--}25\text{ kg/m}^2$. This means that only stone tiles 10–12 mm thick or ceramic tiles 18–20 mm thick can be used.

Prefabrication of elements is another solution for fast and durable creation of the spatial form of a façade. Concrete is the material most widely used in such applications. At the same



Ryc. 1. Schemat montażu profili XPS i EPS przy odtwarzaniu formy architektonicznej fasady – opr. Ł. Wesółowski

Fig. 1. Installation of XPS and EPS moulds to recreate the architectural form of a façade – prep. Ł. Wesółowski



Ryc. 2. Schemat montażu prefabrykowanych paneli betonowych na fasadzie frontowej – opr. Ł. Wesółowski

Fig. 2. Installation of prefabricated concrete panels on a front façade – prep. Ł. Wesółowski

kany i wykorzystywanym tu materiałem jest beton. Ze względu na swoje właściwości konstrukcyjne może stanowić część głównego układu statycznego budynku. Poszczególne elementy mogą być odlewane z formy i łączone zbrojeniem w węzłach. Efekt finalny jest funkcją jakości formy odlewniczej i mieszanki cementowej oraz nakładów wykończeniowych. Prostsze i tanie formy będą wymagały długotrwałej i kosztochłonnej obróbki powierzchni betonowych (pory, nacieki, ubytki w złe zawibrowanej mieszance, pęknięcia itp.). Większe nakłady poniesione na etapie przygotowawczym (wysoka jakość materiałów na formy, ich wysoka dokładność i szczelność złożenia) oraz na jakości mieszanki betonowej umożliwiają właściwie pozostawienie elementu wyjmowanego z odlewu jako efektu finalnego. Chemia budowlana aplikowana bezpośrednio do mieszanki płynnej może być źródłem barwienia elementu w masie, gładkości powierzchni oraz nadawać mrozoodporność i obniżyć nasiąkliwość. Świadomość projektanta może spowodować, że budynek formą nawiąże do otoczenia, natomiast materiał wykończeniowy będzie mocno świadczył o jego współczesnym pochodzeniu. Ze względów energetycznych zewnętrzna warstwa ściany musi być izolowana od warstwy wewnętrznej – konstrukcyjnej. Izolacja ma w tym przypadku przebieg ciągły i powierzchniowy, jest prosta w montażu oraz relatywnie tania (ryc. 2). Prefabrykacja może również dotyczyć elementów modułowych. Elewacja może składać się z paneli o dowolnej siatce podziałów.

Ciekawym przykładem takiego rozwiązania jest budowa hotelu Fouquet Barrière w Paryżu autorstwa Edouarda François. Architekt zaproponował wzniesienie kubatury budynku z zachowaniem klasycznego stylizowanego zdobienia fasady. Forma architektoniczna została oddana z elementów betonowych bez zbędnych uproszczeń. Widoczne są gzymsy i portale okienne, niekiedy z wręcz zaznaczoną formą stolarki, architrawy, a nawet jaskółki na połaciach dachowych (ryc. 3). Całość złożona jest z paneli betonowych o niewielkich rozmiarach mocowanych na konstrukcji wsporczej do właściwego rdzenia konstrukcyjnego fasady. Redukcja rozmiaru umożliwia również optymalizację ciężaru elementów. Zaproponowana przez twórcę forma jest jednak tylko tłem dla projektowanych kubatur wewnątrz budynku. W tak ukształtowanej tkance wycina on swobodnie otwory okienne i drzwiowe w lokaliza-

time, due to its properties, it can be also part of the main static structure of the building. Individual elements can be cast and joined with reinforcement in the nodes. The final result is a function of the quality of the casting mould, cement mixture and finishing work. Simpler and cheaper casting moulds will require time consuming and expensive finishing of concrete surfaces (dealing with pores, swelling, defects resulting from badly mixed concrete, cracks etc.). Increasing expenditures at the preparation stage (high quality of materials used for casting moulds, high precision and tightness of assembly) and applying more expensive and high quality concrete mix, results in cast elements which do not require finishing. Chemical additives mixed directly into the liquid concrete mixture can be used for dyeing elements, for smoothing surfaces, and for improving frost resistance or lowering absorbability. Deliberate design decisions can result in a building which reflects its surroundings in terms of form, whereas the finishing materials will be a testimony of its contemporary origins. Due to energy conservation reasons, the external layer of the wall must be isolated from the internal structural layer of the building. In such cases, the insulation is applied continuously across the surface. It is easy to apply and relatively inexpensive (fig. 2). Modular elements can also be prefabricated. The façade can consist of panels which can be divided in any number of possible ways.

An interesting example of the application of such a solution is the Fouquet Barrière hotel in Paris, realised in accordance with a design by Edouard François. The architect proposed erecting a building with a classical style façade. The architectural form has been recreated with concrete elements with no unnecessary simplification of detail. Cornices and window framings, sometimes with the woodwork form marked, architraves and even dormer windows in the roof slopes are visible in the façade (fig. 3). The façade consists of concrete panels of small dimensions which are installed on a supporting structure, fixed to the actual structural core of the façade. Reduction of the dimensions of elements allows also for weight optimisation. However, the design form proposed by the architect serves only as a background for the space inside the building. In the façade shaped in this way, window and door openings were cut out in locations dictated by the



Ryc. 3. Widok hotelu Fouquet Barriere w perspektywie ulicy, Paryż – fot. Biuro Edouard François (www.archdaily.com/24801 08.2014)

Fig. 3. View of the Fouquet Barriere hotel in a street perspective, Paris – photo Edouard François Studio (www.archdaily.com/24801 08.2014)



Ryc. 4. Zbliżenie fragmentu fasady hotelu Fouquet Barriere w Paryżu – fot. Biuro Edouard François (www.archdaily.com/24801 08.2014)

Fig. 4. Detail of the façade of the Fouquet Barriere hotel in Paris – photo Edouard François Studio (www.archdaily.com/24801 08.2014)

cyjach dyktowanych formą wewnętrzną ignorujących rysunek stylistyczny elewacji (ryc. 4). Dodatkowo pozostawienie paneli betonowych, z których zbudowana jest elewacja, w naturalnym kolorze cementu obniża ich siłę oddziaływania świadcząca o współczesności obiektu w zabytkowym otoczeniu. Dekoracja elewacji jest tutaj wyłącznie pretekstem do nawiązania dialogu z najbliższym sąsiedztwem i w syntetyczny sposób reprezentuje własną przynależność w przestrzeni śródmiejskiej.

Teoretycznie możliwe jest również uformowanie fasady głównej obiektu architektonicznego z paneli o innym niż odlewane wykonaniu – metalowych, tłoczonych w prasach formujących. Realizacja takiej inwestycji wymagałaby znacznych środków finansowych ze względu na bardzo drogi proces wykonania samej formy tłoczącej. Podział fasady na mniejsze niepowtarzalne elementy multiplikuje koszty i sprawia, że mają one praktycznie jednorazowe zastosowanie. Lekkie panele metalowe wzmocnione żebrowaniem (ryc. 5) mogłyby być wypełniane zamkniętą komórkową pianą PUR. Możliwe również byłoby produkowanie indywidualnych paneli w układzie płyty warstwowej z profilowaniem tłoczonym powierzchnią zewnętrzną (ryc. 6) oraz typowym płytkim fazowaniem metalowej powłoki wewnętrznej. Pęczniące wypełnienie PUR pełni tu rolę dystansu konstrukcyjnego oraz spaja bezłącznie obie powierzchnie elementu. Przy małej grubości całego elementu, ~100 mm w najcieńszym miejscu, współczynnik przenikania ciepła $U \leq 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$. Wynik ten uzyskiwany jest już wyłącznie na elemencie panelu warstwowego bez uwzględnienia parametrów pozostałych warstw ściennych². Dla tak zaprojektowanej fasady możliwy jest układ konstrukcji budynku w formie szkieletu stalowego. Sposób wykończenia fasady opierałby się na lakierach powłok metalicznych i znacząco odbiegał od matowego i poro-

interior form, regardless of the stylistic outline of the façade (fig. 4). What is more, the concrete panels forming the façade have been left in the natural colour of cement, which limits their visual impact, while at the same time stressing the contemporary character of the building tailored to its historical surroundings. In this situation, the façade ornamentation is only a pretext for initiating a dialogue with the immediate surroundings of the building and provides a condensed way of underscoring its own place in the urban space.

Theoretically, it is also possible to form the front façade of a building using panels prepared in a different way than casting – they can be made of metal and stamped using special forming presses. Implementing such a project would require considerable financial resources due to the high cost of preparing the forming presses. The division of the façade into small, unique elements multiplies costs and means that the forming presses can be used only once in practice. Light metal panels, reinforced with ribbing (fig. 5) could be filled with PUR foam. It would also be possible to manufacture individual panels as multi-leaf panels with the moulding stamped onto the external surface (fig. 6) along with the typical shallow bevelling of the internal metal surface. The expanding PUR foam plays also the role of spacing structurally and bonding both surfaces of the element without the need to use connectors. With a low thickness of the whole element, ~100 mm in the thinnest place, the heat transfer coefficient is $U \leq 0.20 \text{ W/m}^2\text{K}$. This value can be achieved for the multi-leaf panel on its own, regardless of the parameters of the remaining layers of the wall². With the façade designed in this way it is possible for the building to be constructed using a steel frame structure. The methods for finishing the façade would need to be based on varnishes

watego charakteru tradycyjnych materiałów budowlanych. Styk fasady metalowej z chodnikiem lub inną płaszczyzną wymagałby obecności odwodnienia liniowego ze względu na całkowitą nieprzepuszczalność i nienasiąkliwość powierzchni metalowej powodującą natychmiastowe spływanie wód opadowych w dół fasady. Prezentowane rozwiązania nie znajdują zastosowania w realizacjach wymagających wiernego naśladownictwa materiałów wykończeniowych lub ich dodatkowego montażu.

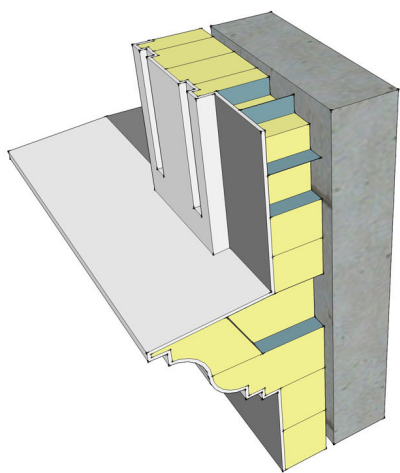
Obiecującą modyfikacją pozwalającą na znaczące obniżenie kosztów tej technologii jest frezowanie materiału zewnętrznego lub połączenie technologii druku 3D (ryc. 7). Nośnik formy w takim wypadku powstawałby jednorazowo i byłby elementem finalnym. Obróbka powierzchniowa skrawaniem jest powszechnie dostępna i tania. Szybko rozwijającą się dziedziną jest branża wydruków przestrzennych. Od kilku lat dostępne są rozwiązania pozwalające na produkcję trójwymiarowych elementów z tworzyw sztucznych. Dostępne są również urządzenia oferujące możliwość druku z metalu³, od niedawna wykorzystywane np. przez General Electric Aviation m.in. ze względu na niższe koszty wytwarzania elementów oraz ich większą wytrzymałość. W połączeniu z inną technologią cyfrową – skanowaniem trójwymiarowym – możliwe będzie bardzo precyzyjne odwzorowanie istniejących obiektów czy pojedynczych elementów. Wysoka rozdzielczość zarówno próbkowania, jak i odtworzenia zapewni możliwość przenoszenia obiektów do chronionych przed szkodliwymi czynnikami atmosferycznymi (zanieczyszczenie powietrza, skażenie wód opadowych, korozja biologiczna, mrozy) gmachów muzealnych i zastępowanie oryginalnych struktur kopiami lub ich prezentację w odległych lokalizacjach. Demontowalność i niska waga tej technologii wydaje się mieć możliwe i uzasadnione zastosowania.

Liberalne podejście do kwestii odwzorowania formy historycznej budynku w stosunku do nowo wznoszonych obiektów architektonicznych może być realizowane również w sposób bardziej syntetyczny, jako reprezentacja zdobionej fasady w postaci linearnej na płaskiej ścianie nowo wznoszonego obiektu. Możliwe do ukazania byłyby co prawda wyłącznie proporcje elementów składowych projektu, jednakże ukazane w skali właściwego obiektu mogłyby stanowić świadectwo historyczne. Na powierzchni fasady prezentowany byłby widok liniowy charakterystyczny dla zapisu wizji projektowej. Dowolność technologii prezentacji umożliwia wariacje jakości i kosztów wykonania. Od prostych linii malowanych na powierzchni tynku, przez ich zróżnicowanie przestrzenne (frezowanie lub doklejenie) po nadruk. Odbiór przestrzenny tak oznaczonej formy jest ograniczony i w skrajnych warunkach oświetleniowych może być nieczytelny. Ciekawą propozycją może być zaprezentowany przez biuro MVRDV fotorealistyczny nadruk na szkle w budynku wielofunkcyjnym w centrum miasta Shijndel w Holandii. Forma budynku jest bardzo uproszczona i składa się z płaskich powierzchni zachowujących pożądane gabaryty i proporcje. Forma budynku ukształtowana jest przez przeszkloną ścianę osłonową tworząc ściany zewnętrzne i połacie dachowe. Na całej powierzchni fasady zastosowano sitodruk oddający wygląd, kolor i proporcje materiałów wykończeniowych: cegły, drewna, dachówek i strzechy. Takie oddanie powierzchni ogranicza percepcję w przestrzeni, ale zapewnia możliwość odtworzenia oryginalnej barwy i uwidocznienie podziału i tekstury elementów składowych. Dodatkowo tak zbudowana ściana osłonowa jest pełnowartościową przegrodą zewnętrzną. Zapewnia, w zależności od typu konstrukcji, transport światła dziennego nawet

for metal surfaces which are considerably different from matt and porous surfaces of traditional building materials. The junction line between the metal façade and the pavement or other surface would require a linear drainage system due to a complete impenetrability and lack of absorption of the metal surface which would result in rainwater flowing directly down the façade. Such a solution cannot be used in projects where there is a requirement for exact imitation of finishing materials or for additional installation.

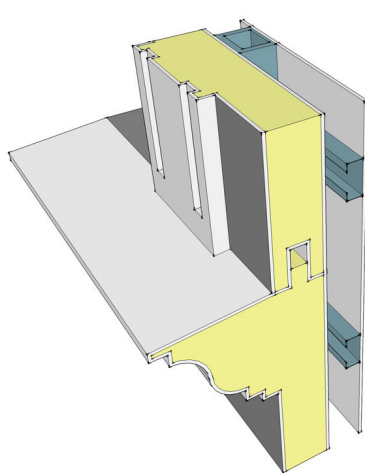
A promising modification which can significantly lower costs of this technological solution is machine milling of the external surface or using 3D printing (fig. 7). In such a case, the element would be made as a one-off and final product. Surface finishing using machine cutting is widely available and cheap. 3D printing is a new approach which is developing very fast. Technologies which enable production of plastic 3D elements have been available for a few years. There are also tools for metal 3D printing³ which have been used by General Electric Aviation on account of the lower production costs and higher strength of elements. This can be used in connection with another digital technology – 3D scanning – which will enable high precision recreation of existing objects or individual elements. High definition of both sampling and recreating elements will provide new opportunities for moving valuable historical objects to museum spaces protected from harmful impact of environmental conditions (pollution of air and rainwater, biological corrosion, freezing temperatures) and replacing original structures with copies. It will also be possible to present them in locations distant from the original site. The possibility to disassemble and low weight of such technology appears to promise and justify many new applications.

The liberal approach to recreating the historical form of a building in newly erected architectural structures can also be executed in a more simplified way – a linear representation of an ornamented façade on a flat wall of a new building. The approach would only enable presentation of the proportions of the elements making up the project, but if they are presented at the scale of the structure as a whole, they can pay testimony to the history of the building. A linear view characteristic of the architectural vision would be presented on the surface of the façade. A wide range of available presentation technologies mean that implementation can vary in terms of quality and costs – from simple straight lines painted on the plaster surface, through surface variations (cutting of profiles or gluing-on elements), and to printing. A form marked out in this way has visual limitations and may be impossible to view in extreme lighting conditions. An interesting solution has been presented by MVRDV Studio. This involves photorealistic printing onto the glass of a multifunctional building located in the centre of Shijndel in the Netherlands. The form of the building is simplified as it consists of flat surfaces of specified dimensions and proportions. The building form is shaped by a glass curtain wall, which makes up external walls and roof slopes. The whole surface of the façade has been covered with screen printing which recreates the look, colour and proportions of finishing materials such as bricks, wood, ceramic roof tiles and thatch. Such representation of surfaces limits the spatial perception but enables recreation of original colours, divisions and textures of its components. Additionally, the curtain wall built in this way is a full-value external wall. Depending on its structure, it allows daylight transfer in both directions on up to 95%⁴ of its surface. Another advantage of using a glass wall as



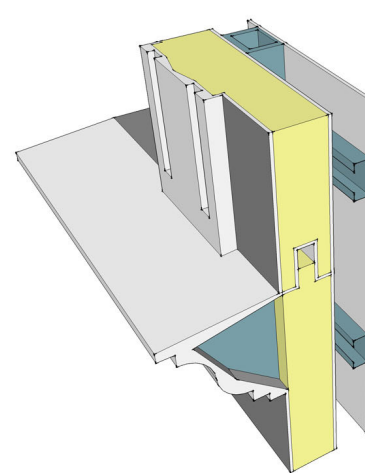
Ryc. 5. Schemat montażu tłoczonych i wzmocnionych żebrowaniem paneli metalowych wypełnionych pianką PUR do litej konstrukcji ściany frontowej – opr. Ł. Wesółowski

Fig. 5. Installation onto the solid structure of the front wall of stamped metal panels, reinforced with ribbing and filled with PUR foam – prep. Ł. Wesółowski



Ryc. 6. Schemat montażu płyt warstwowych z tłoczoną warstwą zewnętrzną do szkieletowej konstrukcji ściany frontowej – opr. Ł. Wesółowski

Fig. 6. Installation to the frame structure of the front wall of multi-leaf panels with a moulding stamped onto the external surface – prep. Ł. Wesółowski



Ryc. 7. Schemat montażu płyt warstwowych z drukowaną przestrzennie lub skrawaną warstwą zewnętrzną do szkieletowej konstrukcji ściany frontowej – opr. Ł. Wesółowski

Fig. 7. Installation to the frame structure of the front wall of multi-leaf panels with the external surface printed in 3D or milled – prep. Ł. Wesółowski

przez 95%⁴ swojej powierzchni w obu kierunkach. Kolejnym atutem użycia przeszklonej ściany osłonowej w miejsce fasady frontowej jest jej niezależność od reszty konstrukcji budynku. Umożliwia to wykształcenie we frontowej części nowego obiektu wielopiętrowego holu lub swobodne kształtowanie poziomu i wysięgu stropów międzypiętrowych. Atutem jest również wspomniana transparentność przeszklonej ściany zewnętrznej. Pozwala ona na nietypową aktywizację otoczenia po zmroku – cała bryła frontowa rozświetla przedpole ulicy i może stać się dominantą w przestrzeni urbanistycznej po zmroku.

Innego podejścia projektanta wymaga adaptacja istniejącego budynku w obszarze ochrony. Jeżeli zachowania wymaga jedynie fasada frontowa w celu uzupełnienia wartościowej tkanki w obszarze ulicy, to czynnikami decydującymi o wykorzystaniu istniejącej substancji stają się stan techniczny, technologia istniejącej konstrukcji oraz możliwość efektywnego wykorzystania dostępnych kubatur. Realizacje tego typu są często spotykane i wykorzystywane przez projektantów (np. w hotelu Sheraton w Krakowie czy kamienicy przy ul. Karmelickiej 66 również w Krakowie). Nowe, współczesne przestrzenie zazwyczaj wykańczane są w sposób cięższy niż dotychczasowe. Drewniane posadzki na legarach zamieniane są na posadzki z wykończeniem ceramicznym na ciężkiej konstrukcji stropów. Efektywniej działająca wentylacja, osuszająca powietrze klimatyzacja i ogrzewanie zmieniają równowagę ciepłno-wilgotnościową w strukturach istniejących. Zmiany wymagają wzmocnienia lub wprowadzenia nowych elementów nośnych. Pochodną tych decyzji może być niekorzystny bilans ekonomiczny przewidywanych rozwiązań i decyzja o zastąpieniu istniejącej tkanki nowymi strukturami. W takich wypadkach problematyczną zaczyna być kwestia bezpieczeństwa oryginalnej fasady głównej budynku. Rezygnacja z dotychczasowych układów poprzecznych i stropów zagnieżdżonych w ścianie zewnętrznej pozbawi ją licznych stężeń poprzecznych i w efekcie narazi ją na nieodwracalne zmiany i poważne niebezpieczeństwo zniszczenia. Istotna jest nie tylko decyzja co do technologii zaradczych, lecz i samo ich wdrożenie.

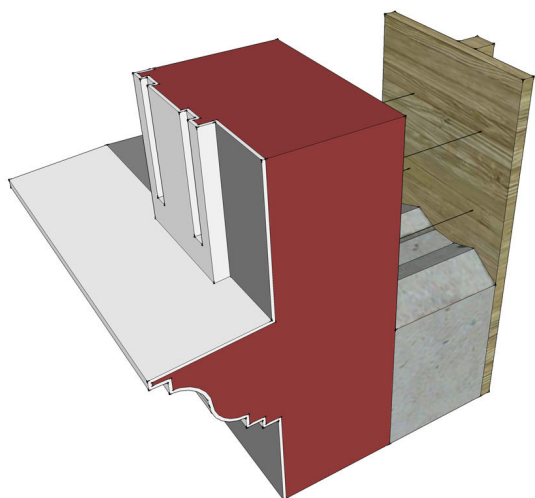
a front façade is its independence from the remaining part of the building structure. This enables location of a multi-floor hallway in the front part of the building or freedom in shaping levels and the extrusion of ceiling structures between floors. Transparency of the external glass wall is another advantage. It enables a very unusual animation of the building's immediate surroundings after dark – as the whole building lights up the street and dominates the urban space at night.

Adaptation of a building located in a protected area calls for a completely different approach from the designer. If the front façade of the building is the only element to be preserved to ensure the heritage substance persists along the street, then the prevailing technical conditions, structural technology used and potential for using available space effectively are the parameters for deciding if the existing substance can be utilised. Projects of this type are frequently realised by designers – e.g. the Sheraton hotel in Krakow or a tenement house located at 66 Karmelicka Street in Krakow. New spaces are usually finished with much heavier materials compared to those used in the past. Wooden floors on joists are replaced with ceramic tiles on heavy floor structures. More effective ventilation which dries out the air, air-conditioning and heating solutions, all combine to change the thermal and moisture balance, which prevailed in existing original structures. Introducing changes requires reinforcement or addition of new load-bearing elements. Such solutions may result in unfavourable cost calculations and lead to decisions to replace the existing substance with new structures which in turn may raise questions related to the safety of the original front façade of the building. A decision to remove existing transverse arrangements and floor structures embedded in the external front wall will deprive it of numerous transverse braces and may expose it to irreversible changes and a serious risk of destruction. The selection of preservation technologies, as well as their application, are both equally important.

If the designer opts for leaving the external wall in its original form, it is possible to use the frame structure as re-

Decydując się na zachowanie ściany zewnętrznej w oryginalnym stanie można wzmocnić ją konstrukcją szkieletową, powielając istniejące dotychczas krawędzie wspierające. W liniach, gdzie ściana stykała się ze ścianami wewnętrznymi oraz ze stropami, możliwe jest nacięcie bruzd i zatopienie w nich układu belek i słupów stalowych bądź żelbetowych (ryc. 9). Decyzja uzależniona jest od stanu technicznego oraz od grubości murów. Miejsca do tej pory niewysilone nie będą zmagaly się z nowymi siłami poprzecznymi, a statyka całego układu nie powinna się znacząco zmienić. Jest to jednak ingerencja w tkanke, niszcząca świadectwo o sposobie wiązania ścian frontowych z konstrukcją budynku, uniemożliwiająca pozostawienie świadka stanu oryginalnego. Struktury te są jednak bardzo dobrze zbadane oraz opisane i uznaje się je za typowe rozwiązania technologicznie – o niewielkiej wartości poznawczej.

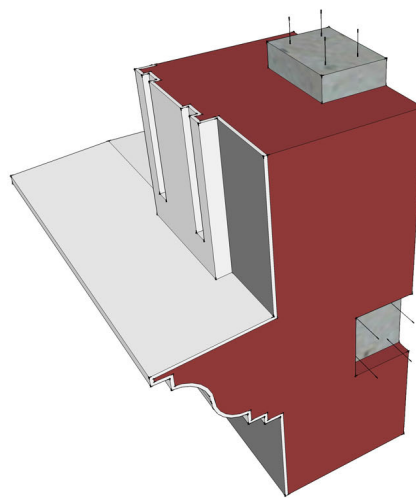
Inną możliwością jest wzmocnienie powierzchniowe od strony wewnętrznej. Proponowane struktury są bardzo popularne w Chinach. Ze względu na powszechny brak materiału na szalunki stosuje się tam metody polegające na wzniesieniu szalunku traconego w formie zewnętrznej warstwy licującej. Muruje się ścianę z elementów drobnowymiarowych. Następnie do niej kotwi się w odpowiedniej odległości jedną płaszczyznę szalunku wielokrotnego użycia. Popularny w największym kraju Azji materiał jest zbyt wiotki i uniemożliwia wytworzenie płaskich powierzchni wymaganych przy wznoszeniu murów betonowych. Sztwność i płaska powierzchnia muru ceglanego umożliwia prawidłowe ustawienie bambusowej części formy betonowej na szpilkach. Wypełniona betonem forma nie jest nadmiernie odkształcana i utrzymuje pożądany kształt i grubość elementu odlewane (ryc. 8). Płynna masa cementowa wypełnia nierówności w murze ceglanym i zespaja się z nim powierzchniowo. Adaptując to rozwiązanie w naszej szerokości geograficznej można wykorzystać front budynku jako licową warstwę szalunku traconego. Etapując prace budowlane można bez nagłego wzrostu obciążeń wznosić mur betonowy kondygnacjami, stosując tracone kotwy stalowe jako dodatkowe łączniki mechaniczne wewnątrz nowo powstającej struktury. Niekorzystne z punktu widzenia konserwatorskiego jest ograniczenie dostępu do powierzchni wewnętrznej fasady chronionej i zmiana układu wilgotności wewnętrznej elementu



Ryc. 8. Schemat wzmocnienia fasady ceglanej ścianą żelbetową – szalunek jednostronny – opr. Ł. Wesółowski
Fig. 8. Strengthening of the façade with a reinforced concrete wall – one-sided formwork – prep. Ł. Wesółowski

inforcement, duplicating existing supporting edges. It is possible to cut wall chases along the lines where the wall joined internal walls and floor structures and place in them a system of beams and columns (fig. 9) made of steel or reinforced concrete. The decision depends on the technical condition and thickness of walls. Places which have previously not carried structural loads, should not have to face new transverse forces and the static behaviour of the structure as a whole should not change significantly. This type of intervention into the building substance destroys the evidence of the ways in which front walls bonded with the structure of the building and removes reference to the original state of the building. On the other hand, such structures and arrangements have been comprehensively analysed and described in the literature and are regarded as typical construction methods – with a limited value for new research.

Surface reinforcement from the inside is yet another possibility. Such structures are widely used in China. Due to a limited access to materials used for formwork, methods based on lost formwork as an external facing layer are used. A wall is built using elements of small dimension. Next, formwork consisting of a multiple-use plane is anchored to the wall at an appropriate distance. The most popular bamboo building material in Asia is too supple and does not permit creation of flat surfaces necessary for constructing concrete walls. The rigid and flat surface of a brick wall enables placing an appropriate arrangement of the bamboo part of the formwork on bolts. The formwork filled with concrete does not undergo significant deformation and retains the desired shape and thickness of the cast element (fig. 8). Liquid cement mixture fills in all irregularities in the brick wall and bonds with its surface. It is possible to adapt this method to our geographical location and use the front wall of the building as the facing layer of the lost formwork. The division of construction work into stages will enable construction of a concrete wall with lost steel anchors as additional mechanical links inside the new structure, without a dramatic increase in loading. From the conservation point of view, reducing access to the internal surface of the original façade, as well as changes in the internal moisture parameters of the reinforced



Ryc. 9. Schemat wzmocnienia fasady ceglanej – żelbetowe słupy i rygle w bruzdach muru – opr. Ł. Wesółowski
Fig. 9. Strengthening of the brick façade – with reinforced concrete columns and spandrel beams in wall chases – prep. Ł. Wesółowski

wzmocnianego. Technologia ta ma znaczną powierzchnię aplikacji i nieodwracalny charakter zmian. Czytelne pozostaje jednak miejsce styku obu technologii w przekroju ściany. Dostępne są również aplikacje chemiczne tworzące na powierzchni muru warstwy wzmacniające, jednak mają raczej doraźny charakter, gdyż nie odciążają fasady i nie pozwalają na punktowe przenoszenie sił z powierzchni murowanej na nowe struktury budynku. Dodatkowo silnie ingerują na poziomie molekularnym w strukturę muru w zasięgu do kilku centymetrów od płaszczyzny naniesienia. Zasięg penetracji chemicznej może łatwo stać się miejscem pojawienia się niekontrolowanych naprężeń i źródłem degradacji konstrukcji podlegającej ochronie. Niewątpliwym walorem jest jednak pozostawienie oryginalnego materiału i układu zewnętrznej fasady.

Zabezpieczona i stabilna ściana frontowa może teraz stać się częścią nowej struktury konstrukcyjnej budynku. Ponieważ jednak nie posiada wymaganych obecnie parametrów współczynnika przenikania ciepła, należy wprowadzić warstwy izolacji termicznej. Wykluczona jest lokalizacja tradycyjnej warstwy ocieplenia od strony ulicy, ze względu na przekrycie chronionych form architektonicznych elewacji. Zasłonięcie ich termoizolacją zmieniłoby wzajemne proporcje elementów i uniemożliwiło dostęp do oryginalnych struktur w celu monitorowania ich stanu lub prowadzenia dalszych badań, nie wspominając już o znikomej wartości kulturowej takiej ekspozycji. Lokalizacja pomiędzy strukturą właściwą i wzmacniającą również nie jest możliwa, ze względu na konieczność zespolenia powierzchniowego obu struktur w celu zapewnienia przejścia obciążeń przez rdzeń żelbetowy. Właściwe zatem jest wyłącznie zlokalizowanie warstwy ochronnej po stronie wewnętrznej przegrody. Należałoby jednak traktować miejsca połączenia z nową konstrukcją budynku jako punktowe mostki termiczne, tworzące ubytki w ociepleniu. Konieczne jest więc zdublowanie konstrukcji nośnej po wewnętrznej stronie płaszcza izolującego lub stosowanie łączników termicznych, na wzór rozwiązań dostarczanych np. przez firmę HALFEN⁵ w termicznych łącznikach balkonowych.

Dyskusyjnym estetycznie, ale możliwym do zastosowania rozwiązaniem jest również wytworzenie przeszklonej ściany osłonowej przed chronioną fasadą⁶. Przejmuje ona wtedy zarówno rolę izolacji cieplnej frontowej części budynku, jak i zapewnia, w wariantcie szczelnym, ochronę przed niekorzystnym wpływem czynników atmosferycznych i biologicznych, zapewniając dodatkowo stabilizację warunków wilgotnościowych i poprawę parametrów akustycznych. Taka osłona umożliwia dostęp do elementów formy architektonicznej fasady, a montaż przeszklenia jest nieinwazyjny i całkowicie odwracalny. Realizacje takie są rzadko spotykane, jednak potencjał technologiczny wygląda bardzo obiecująco, zwłaszcza pod kątem silnego rozwoju branży szklarskiej i ewolucji estetycznej detalu montażowego.

Poszukiwania nowych rozwiązań wymuszane są przez rosnące koszty eksploatacji obiektów budowlanych. Również przekształcanie przez człowieka środowiska stawia przed wielkimi strukturami nowe wyzwania, narażając bezpieczne do tej pory obiekty na zwiększenie ruchu turystycznego i związaną z tym erozję powierzchniową. Na początku wszelkich decyzji projektowych dotyczących adaptacji budynków zabytkowych powinna stać idea przedłużenia ich egzystencji w czasie. Technologia budowlana dostarcza natomiast narzędzi do osiągnięcia zamierzonego celu.

element, are considerable disadvantages. This technological solution involves also using a significant surface area and is irreversible. The place where the two materials are linked will be still clearly visible in the wall cross-section. Chemical applications are also available for creating a reinforcement layer on the surface of the wall. However these can be used rather as temporary measures since they neither unload the façade, nor allow for spot transfer of forces from the masonry surface to new structures of the building. Additionally, they strongly affect the structure of the wall at the molecular level in a range of several centimetres from the application surface. The zone of chemical penetration can easily become an area of uncontrolled stresses and a source of degradation of the preserved building structure. Undoubtedly, however, the advantage of this technological solution is that the original materials and arrangement of the external façade are retained.

A secure and stable front wall can now become also a part of the new structural arrangement of a building. Such an arrangement, however, does not comply with the current requirements related to heat transfer coefficients and that is why it is necessary to apply also thermal insulation. Placing insulation on the external surface in the conventional way is out of the question, as this would cover up the architectural forms of the original façade to be preserved. Covering them up with thermal insulation would change dramatically their proportions and prevent access to original structures, which is required to monitor their condition or run further analysis, not to mention also minimisation of the cultural significance of such an exposition. Placing the insulation between the main structure and the reinforcement is impossible due to the necessity of surface bonding between the two structures to ensure the load-bearing is taken over by the reinforced concrete core. Therefore, the only possibility is to locate the insulation layers on the internal side of the wall. The areas of bonding with the new structure of the building have to be treated as spot thermal bridges, which create gaps in thermal insulation. It is therefore necessary to double the load-bearing structure on the internal side of the insulation layer or to use insulated connectors, such as the technological solutions offered by HALFEN⁵ in balcony insulated connectors.

Installing a glass curtain wall in front of the protected façade is another possible solution, although it is controversial from the aesthetic point of view⁶. The glass curtain wall serves as a thermal insulation for the front part of the building and, if built as a sealed structure, it protects the façade from negative environmental and biological impacts, stabilising also moisture conditions and improving acoustic parameters. The glass wall cover does not restrict access to the architectural form of the original façade and its installation is non-invasive and completely reversible. Such projects are rare but the technological potential for the development of such a solution looks promising, especially in the light of the rapid development of glass technologies and aesthetic evolution of installation details.

The search for new technologies and methods is driven by ever rising costs of operation and maintenance of buildings. As the environment is reshaped by human action, historical structures must deal with new challenges, such as exposure of hitherto secure buildings to increased tourism impact and related surface erosion. The idea of extending the life of heritage buildings should be the basis of design decisions relating to their adaptation. New building technologies provide tools for achieving this goal.

3. WNIOSKI

Realizacja obiektów architektonicznych w szczególnie cennej tkance historycznej wymaga właściwego i świadomego podejścia uczestników procesu inwestycyjnego. Wartościowe elementy posiadają sprawdzoną okresem użytkowania wytrzymałość i poddawane są działaniu współczesnych czynników środowiskowych. Ingerencje budowlane zazwyczaj mają charakter nieodwracalny i ostateczny, wobec czego wszelkie prowadzone na nich działania wymagają uwagi. Przywoływane przez autora technologie używane współcześnie są sprawdzone, jednak posiadają pewne ograniczenia. Proponowane do wdrożenia rozwiązania z powodzeniem stosowane są w innych dziedzinach przemysłu i słuszną wydaje się próba ich adaptacji na gruncie budownictwa związanego z ochroną zabytków. Nowoczesne rozwiązania wydają się niwelować niektóre zaobserwowane w podobnych realizacjach problemy. Niekiedy stwarzają zupełnie nowe możliwości rewaloryzacji i zapewniają niedostępną do tej pory jakość odbioru estetycznego. Historia technologii budowlanych świadczy o poprawności kierunku obserwacji i adaptacji w architekturze rozwiązań z powodzeniem stosowanych w innych dziedzinach życia. Obserwuje się powolny trend do poszukiwań nowych rozwiązań w dziedzinie metod realizacji wytycznych konserwatorskich, jednak lektura dyskusji skłania do wniosku, że przykłady takie dzielą środowisko związane z renowacją zabytków.

3. CONCLUSION

Construction work in valued historical locations requires that those involved in the investment process adopt an appropriate and responsible approach. Heritage buildings are characterised by a strength which has been tested through many years of use, but are subjected also to contemporary environmental impacts. Building modifications are usually irreversible and final, which means all activities need to be considered carefully. Contemporary building technologies described by the author have proven useful, even though they have certain limitations. It seems reasonable that technological solutions applied successfully in other branches of industry can be adapted for the purposes of construction and conservation of heritage buildings. Contemporary solutions can eliminate some of the problems which arise during construction work in heritage buildings. They can also generate new opportunities for restoration and provide an aesthetic quality which has not been previously possible. The history of building technologies suggests that observation and adoption of solutions in architecture from other sectors and walks of life is a good direction. There is a growing interest in the search for new building solutions to meet conservation guidelines in novel ways, however, discussions among specialists suggest that the heritage conservation community remains divided over the issue.

tłum. M.S.

BIBLIOGRAFIA

- [1] *The function of ornament*, F. Moussavi, M. Kubo (red.), Actar, Barcelona 2008.
- [2] *New concepts in renovating*, C. Broto (red.), Structure, Barcelona 2005.
- [3] Kubica J., Hulimka J., Kałuża M., *Specyfika wzmocnienia konstrukcji betonowych i murowych materiałami kompozytowymi*, Inżynieria i Budownictwo 5-6/2010.
- [4] Majewski R., *Nowoczesna metoda naprawy, wzmocnienia i stabilizacji uszkodzonych konstrukcji murowych niemieckiej firmy BRUTT-SAVER*, Poradnik projektanta i wykonawcy, Częstochowa 2007.
- [5] Wesołowski Ł., *Zalety podwójnej fasady z obudową szklaną w ochronie budynków i pierzei zabytkowych przy traktach komunikacji kołowej*, Wiadomości Konserwatorskie, nr 35/2013.

¹ Dane firmy Austrotherm GmbH.

² Dane dla płyt warstwowych Kingspan KS1150 TF.

³ Oferta produktowa CoceptLaser GmbH – LaserCUSING.

⁴ Ł. Wesołowski, *Wpływ przeszklonych ścian osłonowych na kształtowanie warunków użytkowych i środowiskowych w pomieszczeniach mieszkalnych*, praca doktorska, promotor dr. hab. inż. arch. T. Kusionowicz, Politechnika Krakowska, Kraków 2014.

⁵ Katalog produktów Firmy HALFEN – Halfen Hit HP (*high performance*).

⁶ Ł. Wesołowski, *Zalety podwójnej fasady z obudową szklaną w ochronie budynków i pierzei zabytkowych przy traktach komunikacji kołowej*, Wiadomości Konserwatorskie, nr 35/2013, s. 87.

Streszczenie

Realizowanie inwestycji budowlanych w strefach ochrony konserwatorskiej determinuje indywidualne podejście projektowe i dobór często niestandardowych technologii na etapie wykonawstwa. Adaptowane obiekty w zależności od stanu technicznego i wartości historycznej wymagają zróżnicowanego zakresu prac naprawczych oraz dopuszczają różny poziom ingerencji. Praca opisuje niektóre z dostępnych technologii budowlanych stosowanych w rewaloryzacji obiektów zabytkowych. Przeanalizowano również możliwość wprowadzania nowych rozwiązań i zastosowania ich na gruncie budownictwa..

Abstract

Construction projects in conservation areas require an individualised approach to design and often also selection of non-standard technologies for building work. The technical condition and historical value of the building to be revitalised determines different scopes of repair work and allows for varying levels of intervention into building substance. The paper describes some of the building technologies currently available for use in heritage building restoration. The potential for applying new solutions for building and construction is also analysed.