

Jerzy Jasieńko*

 orcid.org/0000-0002-8574-6121

Krzysztof Raszczyk*

 orcid.org/0000-0002-0121-0670

Anna Karolak*

 orcid.org/0000-0002-2652-1299

Badania ceramiki szklonej w kontekście remontu zabytkowej elewacji XIX-wiecznego budynku

Investigating glazed ceramics in relation to renovation of the façade of a 19th century heritage building

Słowa kluczowe: ceramika szklona, czyszczenie elewacji, badania mrozoodporności, remont elewacji

Key words: glazed ceramics, façade cleaning, freeze-thaw resistance testing, façade renovation

1. WPROWADZENIE

Ceramika była i wciąż jest jednym z najbardziej cenionych materiałów budowlanych i wykończeniowych. Dzięki swoim parametrom wytrzymałościowym, odporności na działanie czynników atmosferycznych i starzenie, trwałości koloru oraz wysokim walorom estetycznym cegła ceramiczna była materiałem stosowanym do kształtowania elewacji budynków już w starożytności. Możliwość szklonej oraz łatwość formowania w różne kształty pozwalają na uzyskanie odpowiednio estetycznego wyrazu architektonicznego fasad budynków, charakterystycznego tylko dla materiałów ceramicznych.

Szklone elementy elewacji obiektów historycznych narażone są na negatywny wpływ ciągłego oddziaływania zewnętrznych czynników atmosferycznych. Często ulegają degradacji lub destrukcji, w związku z czym zabytkowe elewacje wymagają przeprowadzenia prac konserwatorskich czy restauratorskich w celu przywrócenia walorów estetycznych.

2. CHARAKTERYSTYKA CERAMIKI SZKLONEJ W OBIEKTACH HISTORYCZNYCH

2.1. Właściwości fizykochemiczne

W technologii ceramicznej szklono (glazura) oznacza cienką warstwę szkloną, która powstaje w wyniku

1. INTRODUCTION

Ceramics was and still remains one of the most valued building and finishing materials. Ceramic bricks were used in building façades in ancient times on account of their properties of durability, resistance to atmospheric impacts and ageing, as well as an ability to sustain colour and high aesthetic value. Glazing and forming different shapes with ease means that an architectural aesthetic of building façades can be attained that is characteristic only of ceramic materials.

The glazed elements of heritage building façades are subject to negative impacts of external atmospheric conditions. They often suffer damage or get destroyed altogether, which means that heritage façades need conservation and renovation interventions to bring back their aesthetic values.

2. CHARACTERISTICS OF GLAZED CERAMICS IN HISTORIC BUILDINGS

2.1. physical and chemical parameters

In ceramics technology, the glazing (enamel) refers to the thin glazed layer, which forms as a result of firing of a thin layer of fragmented and mixed materials on the surface of a ceramic block. The glazing is prepared with silicate (SiO₂), which is the main ingredient and fluxes (oxides of lead, zinc, potassium, soda, barium and other

* Politechnika Wrocławska, Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego

* Wrocław University of Science and Technology, Faculty of Civil Engineering

Cytowanie / Citation: Karolak A., Krzysztof Raszczyk K., Jasieńko J. Investigating glazed ceramics in relation to renovation of the façade of a 19th century heritage building. *Wiadomości Konserwatorskie – Journal of Heritage Conservation* 2019;57:114-126

Otrzymano / Received: 05.10.2018 • **Zaakceptowano / Accepted:** 09.11.2018

doi:10.17425/WK57FACADE

Praca dopuszczona do druku po recenzjach

Article accepted for publishing after reviews

wypalania z nałożonej na powierzchnię kształtki ceramicznej cienkiej warstwy rozdrobnionych i zmieszanych surowców. Szklivo sporządza się wykorzystując krzemionkę (SiO_2), która stanowi główną jego część, oraz topniki (tlenki ołowiu, cynku, potasu, sodu, baru i innych metali), a także kaolin, szkło, kwarc, skałen, kredę lub barwiące tlenki metali (dla uzyskania efektu zabarwienia szkliwa) [1]. Warstwa szklista jest nakładana na uformowaną, ale nie wypaloną jeszcze kształtkę ceramiczną albo na wypalony czerep, czyli wytrzymały mechanicznie produkt wypalania uformowanej masy ceramicznej. Warstwa ta ma zwykle grubość 0,1–0,3 mm. Proces wypalania, spiekania lub stapiania odbywa się zwykle w temperaturach 1080–1450°C. W prostszych technikach stosuje się szklivo o temperaturze topnienia ok. 600°C [2].

Szklivo stanowi barierę nieprzepuszczalną dla gazów i cieczy. W zależności od zastosowań wyrobów ceramicznych wymagania dla szkliw są różne: od uzyskania jedynie efektu wizualnego wygładzonej powierzchni, zdobiącej surową powierzchnię czerepu, przez wysoką wartość oporu właściwego dla izolatorów sieci przesyłowych wysokiego napięcia po odporność na działanie kwasów czy zasad [3]. W przypadku elementów elewacyjnych szklivo nie tylko nadaje cechy dekoracyjne, jak barwa czy połysk, ale także zwiększa odporność na działanie czynników atmosferycznych.

Szkliwione elementy architektoniczne elewacji obiektów zabytkowych, wystawione na oddziaływanie czynników atmosferycznych, narzucają badaczom, konserwatorom i technologom bardziej restrykcyjne wymogi określające odporność materiału na procesy wietrzeniowe występujące w środowisku zewnętrznym. Dotyczą one głównie środków do iniekcji, używanych do uzupełniania pęknięć w strukturze ceramiki, składu zapraw tworzących czerepy czy warstw szkliwa. Dla szkliw jest to sprawa szczególnie istotna z uwagi na fakt, że stanowią one warstwę licową, podkreślającą układ i kompozycję oraz podziały architektoniczne w elewacjach obiektów zabytkowych, pełniąc rolę dekoracyjną w rzeźbie czy płaskorzeźbie. Odporność warstw szkliwa i trwałość spoiny z czerepem ceramicznym zależą m.in. od właściwości podłoża, na które są nanoszone, od wzajemnego przenikania się w warstwie przypowierzchniowej. Właściwa technologia ceramiczna czy szklarska, a także dobór odpowiednich surowców w procesie technologicznym gwarantują osiągnięcie tego efektu [4].

2.2. Historia ceramiki szkliwonej i przykłady realizacji

Cegła palona na ziemiach polskich stosowana była już w okresie architektury romańskiej, zaś na szeroką skalę rozpowszechniła się w czasie rozkwitu gotyku (od XIII w.). Ze względu na stosunkową łatwość pozyskiwania gliny i łupków niskotopliwych, potrzebnych do produkcji, oraz prosty sposób wytwarzania kształtek ceramicznych, a także wyeliminowanie problemów z obróbką i transportem masywnych bloków skalnych

metals), and also china clay, glass, quartz, feldspar, chalk or other staining metal oxides (to give colour to the glazing) [1]. The glazed layer is placed on a formed, but not yet fired, ceramic block or onto a fired shard, in other words onto a mechanically-resistant product formed from a ceramic material. The layer is usually 0.1–0.3 mm thick. The process of firing, sintering or melting usually takes place at a temperature ranging from 1080–1450°C. When applying simpler techniques, glazing with a melting temperature of approx. 600°C is used [2].

The glazing forms a barrier that is impervious to gases and liquids. The application of a ceramic product varies depending on the requirements of the glazing: from securing only a visual effect of a smooth surface, adorning a raw shard surface, through to assuring a high resistance value akin to insulators of high voltage transmission lines and to protecting against acids and alkalis [3]. In the case of building façades, glazing provides not just for decoration through colour or gloss, but also increases resistance to atmospheric impacts.

The glazed elements of the architecture of heritage building façades, which are exposed to atmospheric impacts, are more demanding of researchers, conservationists and technologists when it comes to material durability in the face of wind impacts of the external environment. These relate mainly to materials for injection used to fill in cracks in the ceramic structure, the composition of the cement forming the shard or glazing layers. This is of special significance for enamels, which form the surface layer and underscore form and composition and architectural divisions of the façades of heritage buildings, or play a decorative role in shaping sculpture or relief. The strength of the enamel layers and the durability of the bond with the ceramic shard depend on, inter alia, the parameters of the base material, upon which they have been placed and the interactions in the near-surface layers. Selecting the most appropriate ceramic or glass technology, and also the most appropriate raw materials in the technological process is what guarantees the result [4].

2.2. History of glazed ceramics and practical examples

Fired bricks were used already in Poland during the Romanesque architectural period, but their widespread application was the flowering of Gothic architecture (from the 13th century). Thanks to the relative ease in obtaining china clay and low-melt slates needed for production of ceramic elements, as well as a straight-forward method for producing ceramic blocks, coupled with elimination of problems of processing and transporting massive stone blocks, ceramic bricks became an universal building material. They were also used for decorative elements.

In the mid-14th century, decorative variations in colour appeared in masonry architecture, based on the different effects of firing bricks. These ranged from baked, dark brown overburned ceramic bricks (so called ‘zendrowka’ bricks) to ‘cherry’ red bricks fired in the regular way.

stała się podstawowym materiałem budowlanym, wykonywano z niej również elementy dekoracyjne.

W poł. XIV w. w architekturze ceglanej pojawiło się dekoracyjne zróżnicowanie kolorystyczne wątku, bazujące na różnicach efektów wypalania cegieł. Przejawiało się ono na zestawianiu spieczonej, ciemnobrązowej „zendrówki” z wypaloną normalnie, czerwoną „wiśniówką”. Ciemne zendrówki układano w murze jako same główki, podczas gdy czerwone cegły układano jako wozówki. Lśniące główki układane były w różne wzory i formy rombów, szachownic, pasów lub krzyży. Ta metoda pozwalała na kształtowanie dekoracyjnego układu ceglanych elewacji (ryc. 2–4). Uzyskanie charakteru wybitnie dekoracyjnego możliwe było dzięki glazurowaniu powierzchni wyrobów ceramicznych. Miało to miejsce częściej na północy kraju. Takie cegły (a często także dachówki) nazywano „polewanymi”, później „glazurowanymi” [5], [6]. Glazurę przed wypaleniem наносono na boki cegieł, a w szczególności na różnorodne kształtki. Stosowane były glazury w różnych barwach: czarnej, żółtej, zielonej lub bez barwy. W dekoracyjnych elewacjach stosowano również tzw. cegłę „angobowaną”, rzadko stosowaną na terenach naszego kraju. Angoba stanowiła matową odmianę szkliwa ceramicznego [7]. Znana była już w starożytności. Jest to ceramiczna kształtka wykonana z gliny gorszego gatunku z naniesioną na swoją powierzchnię cienką warstwą polewy z bardziej szlachetnej glinki, o innej barwie. Oba typy dekoracyjnych cegieł, zarówno glazurowane, jak i angobowane, stosowano na elewacje głównie w formie okładzin. Cegły glazurowane i zendrówki stosowano nie tylko na elewacje budynków. Według historyków architektury i archeologów [8] średniowieczny mur ceglany wykonywano ze zwykłej cegły, także zendrówki i cegły glazurowanej. Ta druga była jednak znacznie droższa z uwagi na bardziej skomplikowany proces wytwarzania.

Różnorodność barw cegieł związana jest z faktem, że kolor gliny używanej do produkcji w procesie wypalania ulega zmianie. W zależności od zawartości żelaza i manganu oraz temperatury wypalania uzyskiwano produkty o barwach od jasnożółtych, przez różne odcienie zieleni i brązów do ciemnoczerwonych. Proces szkliwienia cegieł pozwalał nie tylko na uzyskanie jeszcze większej trwałości, ale także skutkowało pogłębieniem barwy. W związku z tym, a także dzięki rozszerzeniu oferty kolorystycznej ceglanych elewacji stawały się coraz bardziej powszechne.

Dzięki rozwojowi technologii produkcji oraz z uwagi na chęć wykreowania własnego stylu narodowego, w II poł. XIX w. na terenach ówczesnych Niemiec cegła zaczęła być stosowana na masową skalę jako materiał na elewacje budynków użyteczności publicznej, szkół, obiektów przemysłowych i handlowych oraz kamienic czynszowych. Historyczne obiekty architektoniczne ze swoimi ceglаныmi elewacjami z terenów m.in. dzisiejszych i dawnych Niemiec oraz Austrii stanowiły jeden z głównych składników kompozycji architektonicznej. Stanowiły element odpowiadający za wyrazistość i identyfikowalność w tkance urbanistycznej ówczesnych

The dark overburned bricks were placed in the wall with their headers outward, whereas the red bricks were placed longwise as stretchers. The shiny headers were arranged into various patterns and forms of diamond, chessboard, stripes and crosses. This method allows for shaping the decorative arrangement of masonry façades (fig. 2–4). Achieving a distinctive decorative effect was made possible by the glazing of the ceramic surfaces. This form was most frequent in the northern parts of the country. Such brickwork (which often included also roof tiles) was referred to as ‘hosed’, and later as ‘glazed’ [5], [6]. The glazing was placed onto the sides of the brick before firing, and included various types of patterns. The glazing was also applied using different colours: black, yellow, green or colourless. Decorative façades included also so-called ‘slipware’ bricks, but these were seldom used in our country. Slipware was a mat variety of ceramic enamel [7]. It was known in ancient times. It is a ceramic block made out of a lower quality clay with a layer of higher quality clay of a different colour placed on top of it. Both types of decorative bricks, glazed and slipware, were applied to façades mainly in the form of a lining. The glazed and overburned bricks were not used just in building façades. According to historians of architecture and archaeologists [8], masonry walls in the Middle Ages were constructed using ordinary bricks, as well as overburned and glazed bricks. The second type was, however, much more expensive given its more complex production process.

The range of brick colouring is a function of the colour of the clay used and how this changed in the firing process. Depending on the iron and manganese content, as well as the firing temperature, it was possible to make products coloured from bright yellow, through various shades of green and brown, to dark red. The process of glazing the brick provided for not only a more durable product, but also resulted in deepening the colour. As a result, the colouring possibilities were increased and brick façades became much more common.

Thanks to developments in production technology and a desire to create a national style, bricks came to be used as building façade material on a mass scale in the second half of the 19th century across what was then Germany for public buildings, schools, industrial and retail structures, as well as residential rental properties. Historical architectural structures with their brick façades represented one of the main architectural elements across past and present Germany and Austria. These elements provided for a distinctiveness and identity in the urban structure of the city in past times [9]. Masonry became common also in the development of Wrocław, where new façades and modernized buildings appeared across the city [10].

Confirmation of the great variety of glazing patterns used in historic buildings is provided by analysis of examples from different time periods and different parts of the world. The Ishtar Gate, which has been reconstructed in the Pergamon Museum in Berlin (fig. 1) was the most intricate city gate among all those built in

miast [9]. Cegła stała się powszechna także w rozwijającym się Wrocławiu w elewacjach nowych i modernizowanych obiektów powstających na terenie całego miasta [10].

Potwierdzeniem znacznej różnorodności kształtek szklwionych stosowanych w obiektach zabytkowych jest analiza przykładów z różnych okresów i stron świata. Brama Isztar, obecnie zrekonstruowana w Muzeum Pergamońskim w Berlinie (ryc. 1), była najbardziej wyszukaną wewnętrzną bramą miejską wśród wszystkich wybudowanych w starożytnym Babilonie. Cała pokryta była glazurowaną cegłą w kolorze *lapis lazuli*, dzięki której fasada lśniła jak klejnot. Na niebiesko połyskującej powierzchni bramy lwy i bydlę podążały w procesji w naprzemiennych szeregach.

Innym przykładem jest średniowieczny zamek krzyżacki w Radzynie Chełmińskim (ryc. 2), gdzie występowanie glazurowanych cegieł w elewacji pozwala na jego dokładniejsze datowanie. Według [11] zastosowanie cegieł glazurowanych w kolorach żółtym i zielonym w portalach ważnych pomieszczeń zamkowych świadczy o budowie zamku po 1300 r., gdyż taka ceramika budowlana pojawiała się na ziemi chełmińskiej w pierwszej ćwierci XIV wieku.

Kolejne przykłady to głównie gmachy użyteczności publicznej, jak np. szpitale [12] lub obiekty sakralne [13], a także budynki mieszkalne – kamienice czynszowe lub dworki [14] z przełomów XIX i XX w. z terenów całego kraju (ryc. 3–5).



Ryc. 1. Fragment Bramy Isztar z VI w. p.n.e., Babilon [1]
Fig. 1. Fragment of the Ishtar Gate from the 6th century B.C., Babylon [1]



Ryc. 4. Detal elewacji z kształtkami szklwionymi budynku Zakładu Opiekuńczego przy ul. św. Józefa we Wrocławiu [17]
Fig. 4. Glazed pattern detail of the façade of the Health Care Centre on St. Joseph Street in Wrocław [17]

ancient Babylon. Its whole surface was covered with glazed brick of *lapis lazuli* colouring, thanks to which the façade shined like a jewel. Lions and cattle moved in procession in alternating rows on a shiny blue gate surface.

Another example is the medieval castle of the Teutonic Knights in Radzyn Chełmiński (fig. 2), where glazed bricks in the façade allow for more precise dating. According to [11], the use of yellow and green glazed bricks in the portals of important castle rooms confirms that the castle was built after 1300, as this type of ceramic building material was introduced to this region in the first quarter of the 14th century.

Other examples include mainly public buildings, such as for example, hospitals [12], or sacral structures [13], as well as residential buildings – tenements or manor houses [14] dating from the cusp of the 19th and 20th centuries and to be found across the whole country (figs. 3–5).



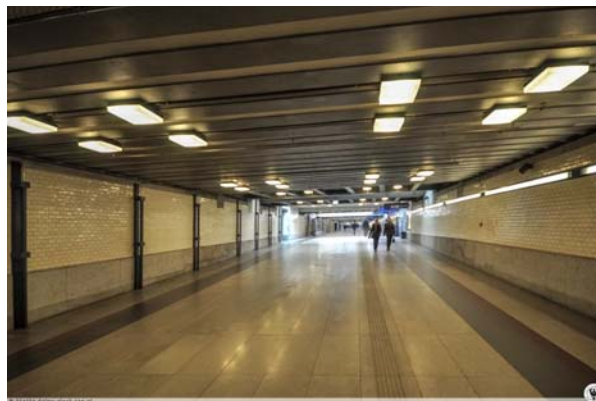
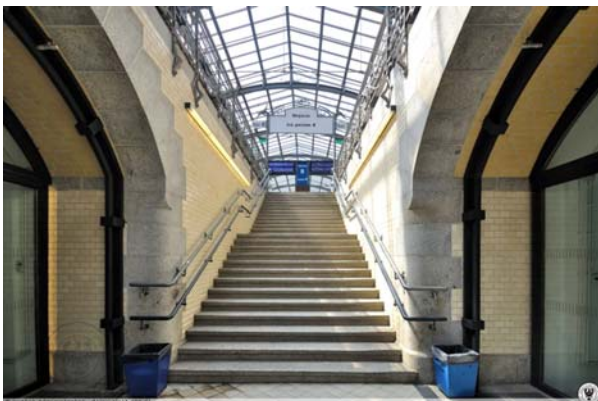
Ryc. 2. Fragment elewacji zamku krzyżackiego w Radzynie Chełmińskim z XIII/XIV w. [11]

Fig. 2. Fragment of the façade of the Teutonic Castle in Radzyn Chełmiński, dating to the 13th/14th century. [11]



Ryc. 3. Fragment elewacji budynku poczty w Walczu z przełomu XIX i XX w. [16]

Fig. 3. Fragment of the façade of the post-office building in Walcz at the cusp of the 19th and 20th centuries [16]



Ryc. 5. Wnętrze Dworca Wrocław Główny: przejście pod peronami i wejście na perony – ściany pokryte cegłą szkliwioną [18]

Fig. 5. Interior of Wrocław Main Railway Station: passageway under the platforms and entrance to the platforms – walls are covered with glazed bricks [18]

3. REMONT ELEWACJI XIX-WIECZNEGO BUDYNKU I BADANIA CEGIEŁ SZKLIWIONYCH

3.1. Opis obiektu

Kształtki szkliwione zastosowano w budynku Sądu Rejonowego we Wrocławiu przy ul. Poznańskiej (ryc. 6). Obiekt został zaprojektowany przez wrocławskich architektów Richarda Plüddemanna i Karla Klimma. W czasach swojej działalności Plüddemann zaprojektował (jako główny architekt lub pracując w zespole, często z Karlem Klimmem) wiele budynków mieszkalnych i użyteczności publicznej, w tym przeszło trzydzieści gmachów szkół [20]. Znaczna część elewacji nowo powstających wówczas budynków na terenie wielu niemieckich miast, w tym także Wrocławia, zwłaszcza obiektów wznoszonych w latach 1871–1906, została zaprojektowana w formie ceramicznej [10].

Gmach obecnego Sądu wzniesiony został w latach 1892–1896 jako budynek Szkoły Ludowej (*Völksschule*) z pierwszą w ówczesnym Wrocławiu łaźnią dla uczniów, a po wojnie mieścił Liceum Ogólnokształcące i Technikum Mechaniczne. O ile rzuty projektowanych przez architektów gmachów szkół były rozwiązywane co do zasady w sposób prosty i racjonalny, to w przypadku ceglanych elewacji próbowano łamać jej monotonię, wprowadzając urozmaicenia, np. w postaci cegieł szkliwionych (ryc. 6c). W latach 2007–2008 przeprowadzono błędnie prace naprawcze elewacji obiektu związane m.in. z wykonaniem nowych powłok z żywicy epoksydowych celem scalenia kolorystycznego. Podłoże zostało oczyszczone urządzeniem *Rotec* poprzez piaskowanie z wykorzystaniem rotacyjnego strumieniowania. Następnie wykonana została dwuwarstwowa powłoka z pigmentowanego spoiwa na bazie żywicy epoksydowej. Finalnie naniesiono cienką warstwę przezroczystej poliuretanowej powłoki zamykającej. Część kształtek szkliwionych została wymieniona w trakcie prac remontowych na nowe. Podczas tych prac w wyniku zabiegów czyszczących i naniesienia powłok żywicznych znaczna

3. RENNOVATION OF THE FAÇADE OF A 19TH CENTURY BUILDING AND TESTING OF GLAZED BRICKS

3.1. Building description

Glazed patterns have been included in the building of the District Court in Wrocław on Poznanska Street (fig. 6). The building was designed by two Wrocław architects: Richard Plüddemann and Karl Klimm. During his career, Plüddemann designed (as the lead architect or working in a team, often with Karl Klimm) many residential and public buildings, including over 30 school buildings [20]. The majority of building façades appearing at the time in many German cities, including also Wrocław, especially those built in the period 1871–1906, made use of ceramic designs [10].

What is today the Court building was built in 1892–1896 as a public school (*Völksschule*), which included the first bathhouse for schoolchildren in Wrocław at that time. After the War, the building was turned into a secondary school and technical college. Although the layout of the school buildings in the design of the architects was simple and rational, when it came to the brick façades, there were attempts to break with monotony by introducing variations through, for example, glazed masonry (fig. 6c). In the years 2007–2008, damaging repair work was carried out on the building façade. This involved placing new surface layers using epoxy resins with the aim of consolidating the colouring. The base was cleaned using a *Rotec* sand blasting device with rotational streaming. This was followed by application of a double layer of a pigmented epoxy resin binder. Finally, a thin and transparent polyurethane coating layer was applied as a sealant. Some of the ceramic patterns were replaced during the renovation work with new ones. But during the renovations, as a result of the cleaning and application of the epoxy resin covers, the greater part of the ceramic patterns forming the cornices, window ledges, window frames etc. were damaged (fig. 6d–6f).

To determine the possibility of restoring the ceramic effect of the surface decorative elements of the façade (using materials and technologies of the KEIM



Ryc. 6. a) Projekt elewacji obiektu z XIX w. [19], b) współczesny wygląd budynku, c) fragment elewacji ceramicznej, d)–f) przykłady uszkodzeń elewacji obiektu

Fig. 6. a) Design of the façade of the 19th century building [19], b) contemporary appearance of the building c) fragment of the ceramic façade, d)–f) examples of damage sustained on the building façade

część kształtek szklwionych, tworzących gzymsy, podokienniki, obramienia okienne itp. uległa uszkodzeniu (ryc. 6d–6f).

W celu określenia możliwości przywrócenia efektu szklwionego na powierzchni dekoracyjnych elementów elewacji (przy użyciu materiałów i technologii firmy KEIM) przeprowadzono badania laboratoryjne mrozoodporności szklwionych próbek z naniesionymi powłokami naprawczymi. Równolegle wykonano próbki referencyjne na elewacji obiektu do oceny skuteczności przyjętej metody *in situ*.

company), laboratory freeze-thaw resistance tests were carried out on samples with different types of covering layers for repair. At the same time, reference samples were taken from the building façade in order to assess the effectiveness of the adopted method *in situ*.

3.2. Cleaning tests

In 2014, an attempt was made to clean the ceramic patterns covered by epoxy resin. Tests were carried out on a fragment of the rear building façade at a height of approx.

3.2. Próby czyszczenia

W 2014 r. przeprowadzono próby oczyszczenia kształtek szklawionych pokrytych powłoką epoksydową. Próby wykonano na fragmencie tylnej elewacji na wysokości ok. 1–2 m nad poziomem terenu. Podjęto szereg prób czyszczenia, zarówno za pomocą metod mechanicznych, jak i chemicznych. W tab. 1 i tab. 2

Tab. 1. Zestawienie metod czyszczenia i ich wyników

Nr próby	Opis metody czyszczenia	Obserwacje, uwagi
1	Roztwór acetonu i amoniaku 4:1,5	brak efektu
2	Roztwór acetonu i amoniaku 4:1,5	brak efektu
3	Ksylen	brak efektu
4	Aceton	brak efektu
5	Opalanie	dojście do warstwy szklawionej z uszkodzeniem struktury
6	Piaskowanie (ziarna > 1 mm)	uszkodzenie struktury cegieł
7	Czyszczenie pod ciśnieniem drobną frakcją szkła (kulki)	uszkodzenie struktury cegieł
8	Piaskowanie (ziarna < 0,5 mm)	uszkodzenie struktury cegieł
9	Piaskowanie (ziarna 1 ÷ 1,5 mm)	uszkodzenie struktury cegieł
10	Piaskowanie (ziarna 1,5 ÷ 2,0 mm)	uszkodzenie struktury cegieł
11	Piaskowanie (ziarna > 2 mm)	uszkodzenie struktury cegieł
12	Mechaniczne czyszczenie ostrzem stalowym	działanie skuteczne dla nowej kształtki szklawionej
13	Wolnobrotowa szlifierka z polerowaniem	brak efektu
14	Wolnobrotowa szlifierka z polerowaniem	brak efektu
15	Szlifowanie	znaczne uszkodzenie struktury
16	Suchy lód (CO ₂)	znaczne uszkodzenie struktury
17	Niealkaliczny środek chemiczny do usuwania farb i graffiti <i>AGE Remmers</i>	brak efektu
18	Alkaliczny środek chemiczny do czyszczenia i usuwania lakierów <i>Wendro Coverax</i>	brak efektu
19	Środek chemiczny czyszczący oparty na rozpuszczalnikach <i>RD Decap</i>	brak efektu
20	Środek chemiczny na bazie rozpuszczalników organicznych do usuwania powłok malarskich <i>Remosol</i>	usunięcie powłoki epoksydowej

1–2 m above ground level. Several different cleaning methods were tried out, including both mechanical and chemical methods. Table 1 and table 2 detail the number of tests, describe the technology used and the results achieved, providing a visual of the façade subjected to re-cleaning tests.

One of the testing methods involved using a granulate of dry ice (CO₂). A high pressure blasting of the

Table 1. List of cleaning methods and their results

Test no.	Description of cleaning method	Observations, comments
1	Acetone-ammonia solution 4:1.5	No effect
2	Acetone-ammonia solution 4:1.5	No effect
3	Xylene	No effect
4	Acetone	No effect
5	Searing	Reached ceramic layer but brick structure damaged
6	Sand blasting (grains > 1 mm)	Brick structure damaged
7	Cleaning with fine glass (pellets) under high pressure	Brick structure damaged
8	Sand blasting (grains < 0.5 mm)	Brick structure damaged
9	Sand blasting (grains 1 ÷ 1.5 mm)	Brick structure damaged
10	Sand blasting (grains 1.5 ÷ 2.0 mm)	Brick structure damaged
11	Sand blasting (grains > 2 mm)	Brick structure damaged
12	Mechanical cleaning with a steel blade	Effective in the case of new ceramic patterns
13	Low rotation grinder with polishing	No effect
14	Low rotation grinder with polishing	No effect
15	Polishing	Substantial structural damage
16	Dry ice (CO ₂)	Substantial structural damage
17	Non-alkaline chemical substance for removing paint and graffiti <i>AGE Remmers</i>	No effect
18	Alkaline chemical substance for cleaning and removing varnish <i>Wendro Coverax</i>	No effect
19	Chemical cleaning substance based on solvents <i>RD Decap</i>	No effect
20	Chemical cleaning substances based on organic solvents for removing paint layers <i>Remosol</i>	Epoxy layer removed

Tab. 2. Wygląd powierzchni próbek poddanych różnym metodom czyszczenia

Table 2. Appearance of the surfaces of samples subjected to different cleaning methods



zestawiono liczbę prób, opis zastosowanych technologii oraz efekty ich działania wraz z wyglądem elewacji poddanej kolejnym próbom czyszczenia.

Jedną z zastosowanych metod czyszczenia było zastosowanie granulatu suchego lodu (CO_2). Uderzenia pod ciśnieniem w warstwę zanieczyszczoną miały na celu usunięcie powłoki epoksydowej. Granulki suchego lodu są przyspieszane przez pęd sprężonego powietrza do prędkości ok. 300 m/s, co powoduje powstanie mikrotermicznego szoku spowodowanego niską temperaturą (ok. -79°C) suchego lodu i oderwanie zanieczyszczenia od podłoża. Z uwagi na rodzaj podłoża czyszczenie suchym lodem spowodowało uszkodzenie struktury warstwy powierzchniowej elewacji.

Zauważono, że większość zastosowanych metod nie dała satysfakcjonujących efektów oczyszczenia elewacji ceglanej z powłoki epoksydowej. Niektóre z metod, w szczególności czyszczenie mechaniczne poprzez piaskowanie (próby 6, 8, 9, 10, 11), szlifowanie (próba 15) czy użycie suchego lodu (próba 16), spowodowały uszkodzenie struktury powierzchni cegły.

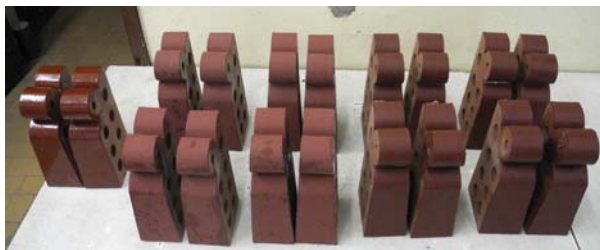
Najlepsze efekty uzyskano w miejscach, gdzie w trakcie prac remontowych uszkodzone kształtki zosta-

fouled layer aimed to remove the epoxy cover. The dry ice granules are accelerated through a stream of compressed air of approx. 300 m/s, which creates a microthermal shock caused by low temperature (approx. -79°C) of the dry ice and remove the fouling from the base. The characteristics of the base meant that cleaning with dry ice resulted in structural damage of the façade surface layer.

It was noted that most of the methods applied did not result in satisfactory results in terms of removing the epoxy cover from the brick façade. Some of the methods applied, especially the mechanical sand blasting (tests 6, 8, 9, 10, 11), polishing (test 15) resulted in structural damage of the brick surface.

The best results were achieved in places where damaged glazed patterns had been replaced with new ones during renovation work. In such cases, a satisfactory result of removing the epoxy resin was achieved when using a steel blade (test 12) and when using the *Remosol* chemical substance (test 20). The *Remosol* substance was applied to both a new pattern and to an original one. With respect to the original pattern, removal of the cover was possible but due to the damage

ły wymienione na nowe szkliwione. W takim przypadku zadowalający efekt usuwania powłoki epoksydowej osiągnięto przy użyciu ostrza stalowego (próba 12) oraz przy użyciu środka chemicznego *Remosol* (próba 20). Środek *Remosol* nałożony został na kształtkę wymienioną i oryginalną. W przypadku kształtki oryginalnej usunięcie powłoki było możliwe, jednak z uwagi na dość zniszczoną powierzchnię oryginalną elementu, nie nadaje się on do ekspozycji.



Ryc. 7. Widok próbek przed badaniem mrozoodporności
Fig. 7. View of the samples prior to freeze-thaw resistance testing

Tab. 3. Zestawienie próbek do badań mrozoodporności

Typ próbki	Opis
1.1	Cegła oczyszczona piaskiem drobnym i pokryta farbą krzemianową (ryc. 8)
1.2	Cegła oczyszczona piaskiem drobnym i pokryta warstwą gruntującą + farbą krzemianową
1.3	Cegła oczyszczona piaskiem drobnym i pokryta warstwą gruntującą + farbą krzemianową + warstwą wierzchnią (nadającą połysk)
1.4	Cegła oczyszczona piaskiem drobnym i pokryta farbą krzemianową + warstwą wierzchnią (nadającą połysk)
1.5	Cegła oczyszczona środkiem chemicznym do usuwania powłok malarskich i pokryta farbą krzemianową
1.6	Cegła oczyszczona środkiem chemicznym do usuwania powłok malarskich i pokryta warstwą gruntującą + farbą krzemianową
1.7	Cegła oczyszczona środkiem chemicznym do usuwania powłok malarskich i pokryta warstwą gruntującą + farbą krzemianową + warstwą wierzchnią (nadającą połysk)
1.8	Cegła oczyszczona środkiem chemicznym do usuwania powłok malarskich i pokryta farbą krzemianową + warstwą wierzchnią (nadającą połysk)
2	Cegła szklwiona, czyszczona piaskowaniem z wykorzystaniem rotacyjnego strumieniowania, pokryta powłokami żywicznymi przy zmienionej proporcji składników (proporcje przyjęte wg proporcji z kart technicznych)

to the surface of the original element, it is not qualify for exposition.

3.3. Freeze-thaw resistance testing

Testing of the freeze-thaw resistance of the glazed bricks was carried out towards the end of 2014. For the purposes of freeze-thaw resistance testing, a non-



Ryc. 8. Próbką 1.1A po badaniach mrozoodporności – przykład uszkodzenia

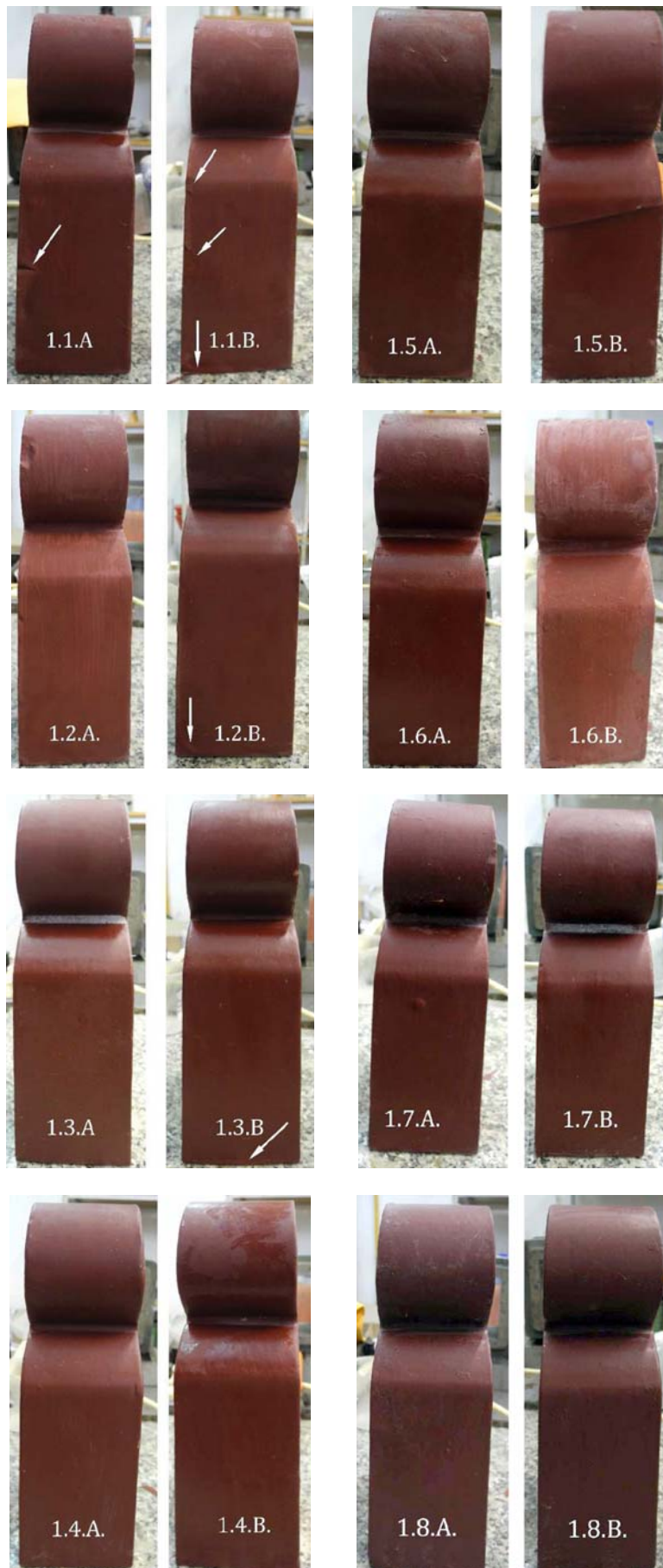
Fig. 8. Sample 1.1A following freeze-thaw resistance testing – example of damage

Table 3. Listing of samples subjected to freeze-thaw resistance testing

Sample type	Description
1.1	Bricks cleaned with fine sand and covered with silicate paint (fig. 8)
1.2	Bricks cleaned with fine sand and covered with a priming layer + silicate paint
1.3	Bricks cleaned with fine sand and covered with a priming layer + silicate paint + surface layer (providing a polish)
1.4	Bricks cleaned with fine sand and covered with silicate paint + surface layer (providing a polish)
1.5	Bricks cleaned with a chemical substance for removing paint layers and covered with silicate paint
1.6	Bricks cleaned with a chemical substance for removing paint layers and covered with a priming layer + silicate paint
1.7	Bricks cleaned with a chemical substance for removing paint layers and covered with a priming layer + silicate paint + cover layer (providing a polish)
1.8	Bricks cleaned with a chemical substance for removing paint layers and covered with silicate paint + cover layer (providing a polish)
2	Ceramic bricks, cleaned with sand blasting using rotational streaming, covered with epoxy layers with changed element composition (proportions adopted in accordance with technical parameters provided).

Tab. 4. Wygląd próbek po badaniu mrozoodporności

Tab. 4. Appearance of samples following freeze-thaw resistance testing



standard repair technology was adopted. Tests were carried out on a total of 18 samples of two types (fig. 7). Type 1 (16 tests) were glazed bricks, cleaned with sand-blasting, covered with epoxy layers. Type 2 (2 tests) were glazed bricks, cleaned in the same way, covered with epoxy layers but with a changed proportion of constituent elements. KEIM technology was used to cover the samples: a dual layer covering of pigmented binder based on an epoxy resin and a transparent polyurethane coating layer.

The samples were subjected to freeze-thaw resistance testing over 100 cycles. Each cycle was made up of 2 phases. The first phase involved cooling air temperature to -20°C and maintaining this temperature for 2 hours. Phase 2 involved raising the temperature to 20°C with the samples completely submerged and maintaining this temperature for 4 hours. Table 3 and table 4 describe the technologies used and present the appearance of the samples after testing.

After the tests, a reduction in adhesiveness of the paint layer to the brick surface was observed in the case of some samples. Peeling was mainly in places where the paint and polyurethane coating layers were thicker due to the brick shape and as a result of the technological process used to introduce the individual layers. However on the building façade, there are no patterns with deeply moulded profiles that increase significantly the thickness of the layers.

It was observed that the greatest damage occurred in samples without priming, covered only with a silicate paint layer irrespective of the cleaning method used (sample 1.1 and 1.5). As the priming layer increases adhesiveness (samples 1.2 and 1.6), it is worth taking into consideration applying such a layer under the silicate paint in façade repair work. The most stable surface covering identified involved applying a polyurethane coating layer (irrespective of whether a priming layer was used). As the priming layer plays a role in the case of samples without a polyurethane layer, it is important to consider applying it also in cases where there is a polyurethane coating layer.



Ryc. 9. Próbk kolorystyczne w kontekście elewacji budynku Sądu Rejonowego we Wrocławiu

Fig. 9. Colour samples relating to the building façade of the District Court in Wrocław

3.3. Badanie mrozoodporności

Badania mrozoodporności szklwionych cegieł wykonano pod koniec 2014 r. Dla celów badań mrozoodporności założono niestandardową technologię naprawczą. Badaniom poddano łącznie 18 próbek dwóch typów (ryc. 7). Typ 1 (16 sztuk) stanowiły cegły szklwione, czyszczone piaskowaniem, pokryte powłokami żywicznymi. Typ 2 (2 sztuki) stanowiły cegły szklwione, czyszczone w ten sam sposób, pokryte powłokami żywicznymi przy zmienionej proporcji składników. Do pokrycia przygotowanych próbek zastosowano technologię KEIM: dwuwarstwowa powłoka z pigmentowanego spoiwa na bazie żywicy epoksydowej oraz poliuretanowa przezroczysta powłoka zamykająca.

Próbki poddano badaniom mrozoodporności w 100 cyklach. Na każdy cykl składały się dwie fazy. Faza pierwsza to schładzanie w powietrzu, do temperatury -20°C i utrzymanie tej temperatury przez 2 godziny. Faza druga to podwyższanie temperatury do 20°C przy całkowitym zanurzeniu próbek i utrzymanie tej temperatury przez 4 godziny. W tab. 3 i tab. 4 zaprezentowano opis zastosowanych technologii oraz wygląd próbek po badaniach.

Po badaniach zaobserwowano lokalną utratę przyczepności powłoki malarskiej do powierzchni cegły w przypadku niektórych próbek. Łuszczenie występowało głównie w miejscu profilowania cegieł z uwagi na zwiększoną grubość powłoki malarskiej i poliuretanowej oraz w wyniku procesu technologicznego związanego z nakładaniem poszczególnych warstw. Na obiekcie nie znajdują się jednak kształtki o tak wyprofilowanych



Ryc. 10. a) Czyszczenie fragmentu elewacji metodą piaskowania z drobną frakcją, b) nanoszenie warstwy gruntującej, c) nanoszenie powłoki malarskiej, d) nanoszenie powłoki poliuretanowej (fot. Wojciech Laska)

Fig. 10. a) Cleaning a façade fragment using the sand blasting method with fine grain size, b) applying a priming layer, c) applying a paint layer, d) applying a polyurethane coating layer (photo Wojciech Laska)

zagłębieniach, w których może dochodzić do znacznego zwiększenia grubości warstw.

Zaobserwowano, że największe uszkodzenia występują na próbkach niezagruntowanych, pokrytych jedynie powłoką malarską w postaci farby krzemianowej bez względu na zastosowaną metodę czyszczenia (próbki 1.1 i 1.5). W związku z tym, że warstwa gruntująca polepsza warunki przyczepności (próbki 1.2 i 1.6), należy rozważyć jej stosowanie pod warstwę farby krzemianowej przy pracach naprawczych elewacji. Najbardziej stabilną powierzchnię uzyskano przy zastosowaniu warstwy wierzchniej z poliuretanu (bez względu na zastosowanie podkładu gruntującego). Z uwagi na fakt, że warstwa gruntująca odgrywa rolę w przypadku próbek bez warstwy poliuretanowej należy rozważyć jej stosowanie również w przypadkach z powłoką poliuretanową.

3.4 Zastosowanie rozwiązań naprawczych na elewacji

Jesienią 2014 r. i zimą 2015 r. wykonano próby referencyjne na obiekcie. Na tylnej elewacji przeprowadzono proces czyszczenia cegieł przy użyciu piaskowania z drobną frakcją. Następnie naniesiono powłoki (gruntującą, malarską i wierzchnią poliuretanową) w najbardziej zbliżonej do oryginału kolorystyce (ryc. 9) zgodnie z warstwami zastosowanymi na próbkach do badań laboratoryjnych czyszczonych metodą piaskowania (pola 1.1, 1.2, 1.3 i 1.4). Po okresie zimowym dokonano obserwacji powłok. Kolejne etapy prac na obiekcie przedstawione są na ryc. 10a–10d oraz ryc. 11.

4. PODSUMOWANIE

Badania laboratoryjne mrozoodporności próbek ceglanych pokrytych warstwami naprawczymi wykazują, iż najbardziej stabilną powierzchnię można uzyskać w przypadku zastosowania powłoki poliuretanowej na farbie krzemianowej. Zaobserwowano, że warstwa podkładowa zwiększa przyczepność warstw malarskich, a efekt jej zastosowania jest największy w przypadku próbek niepokrytych warstwą poliuretanową. Do największych uszkodzeń próbek dochodzi w miejscach występowania koncentracji naprężeń, to jest na krawędziach oraz w miejscach zagłębienia profilowanej kształtki z uwagi na zwiększoną w tym miejscu grubość powłok mineralnych.

Obserwacje próbek referencyjnych wykonanych na elewacji budynku sądu po okresie zimowym wskazują na prawdopodobną możliwość zastosowania testowanej technologii w pracach konserwatorsko-restauratorskich kształtek szklwionych. Nie zaobserwowano widocznych i znacznych uszkodzeń na żadnym z czterech pól referencyjnych zarówno w obszarze gzymsu, jak i obszaru podokiennego. Kolorystyka kształtek pokrytych poliuretanem (pola 1.3 i 1.4) jest najbardziej zbliżona do kolorystyki pierwotnych, oryginalnych kształtek glazurowanych z uwagi na głębię oraz efekt imitacji połysku.



Ryc. 11. Widok elewacji po okresie zimowym (marzec 2015 r.)

Fig. 11. View of the façade after the winter season (March 2015)

3.4. Solutions for carrying out repairs on a façade

Reference samples were taken from the building in the autumn 2014 and the winter of 2015. The bricks of the rear building façade were cleaned using a fine-grain sand blasting method. Next, (priming, paint and polyurethane) layers were applied with a colour close to the original (fig. 9) in line with the layers used in the samples taken for laboratory testing and cleaned using the sand blasting method (position 1.1, 1.2, 1.3 and 1.4). Following the winter, a visual analysis of the surface layers was completed. Further phases of renovation work on the structure are presented in figs. 10a–10d and in fig. 11.

4. CONCLUSIONS

The laboratory testing of freeze-thaw resistance of the brick samples covered with repair layers shows that the most stable surface is that of a polyurethane coating layer covering a silicate paint layer. It was observed that the priming layer increases the adhesiveness of the paint layers, and its impact was greatest in cases where the samples were not covered by a polyurethane coating layer. The greatest damage was sustained in samples where tension was most concentrated, that is edges or depressions profiled into patterns, as this is where the thickness of the mineral layers is greatest.

Observations of the reference samples taken from the façade of the court building after the winter season indicate the possibility of using the technology under testing for conservation and renovation of the glazed patterns. No visible or significant damage was observed in any of the four reference fields, both in the cornices and in areas under the windows. The colouring of the patterns covered with polyurethane (positions 1.3 and 1.4) is closest to the original colouring, original glazing of the patterns on account of their depth and the effect imitating a gloss.

BIBLIOGRAFIA / REFERENCES

- [1] Pencakowski P. Materiały ceramiczne w budownictwie i architekturze. Krótki zarys problematyki historycznej. Cz. 1. Świat Klinkieru i Dachówek 2004, 63–68.
- [2] Flis B., Wysznińska A. Zarys technologii ceramiki. Wydawnictwo Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa, 1974.
- [3] Pampuch R. Siedem wykładów o ceramice. Akademia Górniczo-Hutnicza, Uczelniane Wydawnictwo Naukowo-Dydaktyczne, Kraków, 2001.
- [4] Rudy M. Badania i konserwacja zabytkowej ceramiki szkliwionej w rzeźbie i detalu architektonicznym. *Acta Universitatis Nicolai Copernici Zabytkoznawstwo i Konserwatorstwo* 2014;45:335–362.
- [5] Płuska I. 800 lat cegielnictwa na ziemiach polskich – rozwój historyczny w aspekcie technologicznym i estetycznym. *Wiadomości Konserwatorskie* 2009;26:26–54.
- [6] Płuska I. Początki cegielnictwa na ziemiach polskich – rozwój historyczny w aspekcie technologicznym i estetycznym. *Ceramika Budowlana, Tom Wyd. Spec.*, 2009, 5–20.
- [7] Szewczyk J. Nietypowe budulce w architekturze. Tom III. *Ceramika Budowlana. Oficyna Wydawnicza Politechniki Białostockiej*, Białystok, 2015.
- [8] Feduszka J. Technika konstrukcji średniowiecznych murów ceglanych na ziemiach polskich. *Ceramika Budowlana* 2011;3:27–28.
- [9] Serafin A. Ekspresja ceglanych elewacji na przykładzie architektury niemieckiej i austriackiej, *Szkło i Ceramika* 2015;66(3):22–26.
- [10] Kirschke K. Elewacje ceramiczne wrocławskich kamienic czynszowych z przełomu XIX i XX w. Stan zachowania i problemy konserwatorskie. *Architectus* 2000;1(7):85–94.
- [11] Wasik B. Zamek w Radzynie Chełmińskim. Technika i etapy budowy siedziby krzyżackich komturów i konwentu. *Ochrona Zabytków* 2015;1:167–181.
- [12] Barnat-Hunek D., Iwanek A. Badania nad hydrofobizacją zniszczonych murów ceglanych na przykładzie Pawilonu I Szpitala Tworowskiego w Pruszkowie. *Wiadomości Konserwatorskie* 2010;28:146–154.
- [13] Rutyna H. Neogotycka cerkiew Świętych Apostołów Piotra i Pawła w Stargardzie Szczecińskim. Cz. 1. Architektura i stan zachowania. *Przestrzeń i Forma* 2012.
- [14] Baumann H. Neogotycki dwór w Bądkach. *Argumenta Historica* 2015;2.
- [15] https://fotopolska.eu/Kosciol_sw._Mikolaja_Wilno.html
- [16] https://fotopolska.eu/Walcz/b39974,Urzad_Pocztowy.html
- [17] https://polska-org.pl/586369,Wroclaw,ul_Jozefa_sw.html
- [18] https://polska-org.pl/508832,Wroclaw,Dworzec_kolejowy_Wroclaw_Glowny.html
- [19] https://fotopolska.eu/Wroclaw/b10212,Sad_Rejonowy.html
- [20] Gryglewska A., *Architektura Wrocławia XIX-XX wieku w twórczości Richarda Plüddemanna*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 1999.

Streszczenie

W artykule przedstawiono zagadnienia dotyczące szkliwionych kształtek ceramicznych na elewacji historycznego budynku w kontekście prowadzonych prac remontowych. Zaprezentowano charakterystykę ceramiki szkliwionej stosowanej w obiektach historycznych: jej właściwości fizykochemiczne, krótki rys historyczny stosowania tego typu ceramiki na ziemiach polskich oraz przykłady obiektów z ceglami szkliwionymi z różnych okresów historycznych i stron świata. Następnie opisano prace związane z remontem elewacji ceramicznej na przykładzie XIX-wiecznego budynku we Wrocławiu, w tym różne metody czyszczenia elewacji oraz badania mrozoodporności. Przedstawiono wyniki przeprowadzonych prób i badań oraz wnioski co do tego, które metody czyszczenia i renowacji przynoszą zadowalające efekty. Opisano także zastosowane na elewacji obiektu rozwiązania naprawcze.

Abstract

The paper discusses issues concerning glazed ceramic patterns on the façade of an historical building in relation to ongoing renovation work. The characteristics of glazed ceramic materials used in historical buildings are presented: its physical and chemical parameters, a brief history of the use of ceramic materials in Poland and examples of buildings with glazed bricks dating from different historical time period and different parts of the world. This is followed by a description of renovation work of a ceramic façade based on an example of a 19th century building in Wrocław. Different methods of cleaning the façade and testing freeze-thaw resistance are discussed. The results of the sampling and testing are presented, along with conclusions as to which cleaning and renovation methods bring satisfactory results. Solutions used to repair the building façade are also described.