



**UNIWERSYTET
MIKOŁAJA KOPERNIKA
W TORUNIU**

Wydział Sztuk Pięknych

Instytut Sztuk Plastycznych i Konserwacji Dzieł Sztuki

Katedra Konserwacji-Restauracji Architektury i Rzeźby

Adam Kaźmierczak

**Problematyka technologii i konserwacji witraży oraz oszkleń ozdobnych
w kamienicach toruńskich z końca XIX i początku XX wieku**

Praca doktorska w dziedzinie sztuki
w dyscyplinie sztuki plastyczne i konserwacja dzieł sztuki

Promotor: prof. dr hab. Andrzej Kałucki
Promotorka pomocnicza: dr Anna Zaręba

Toruń 2026

Spis treści

Wstęp.....	7
Stan badań nad świeckim witrażownictwem w Polsce w XIX i na początku XX wieku	10
Stan badań nad witrażownictwem w Toruniu.....	17
1. Zarys dziejów Torunia w XIX i na początku XX wieku	21
1.1. Sytuacja polityczna i gospodarcza	21
1.1.1. Okres Królestwa Pruskiego 1815–1871	21
1.1.2. Okres Cesarstwa Niemieckiego 1871–1920.....	23
1.2. Rozwój terytorialny i zabudowy przedmieść	25
2. Technika, technologia oraz stylistyka witraży i oszkleń dekoracyjnych ze szczególnym uwzględnieniem XIX i początku XX wieku.....	31
2.1. Nazewnictwo form witrażowych.....	31
2.2. Rodzaje szkła witrażowych, ozdobnych i okiennych.....	33
2.2.1. Ogólna charakterystyka budowy szkła.....	33
2.2.2. Szkło witrażowe	38
2.2.3. Szkło ornamentowe (wzorzyste)	45
2.2.4. Szkło mącone (Tiffany, opalowe).....	50
2.2.5. Szkło trawione.....	53
2.2.6. Szkło piaskowane.....	56
2.2.7. Szkło muslinowe	57
2.2.8. Szkło mrożone.....	58
2.2.9. Szkło szlifowane	60
2.2.10. Formowane szkło dekoracyjne.....	61
2.2.11. Szkło okienne	62
2.3. Techniki witrażowe	68
2.3.1. Technika klasyczna	68
2.3.2. Technika Tiffany.....	77

2.4. Oszklenia witrażowe i ozdobne w Europie i na świecie w XIX i na początku XX wieku	79
2.5. Oszklenia witrażowe i ozdobne kamienic w Polsce w XIX i na początku XX wieku	90
2.6. Zagadnienia historyczne oraz charakterystyka stylistyczna i techniczna wybranych przykładów witraży i oszkleń ozdobnych kamienic toruńskich XIX i początku XX wieku	104
3. Problematyka konserwatorsko-restauratorska witraży i oszkleń ozdobnych kamienic toruńskich XIX i początku XX wieku	170
3.1. Wytyczne konserwatorskie (zalecenia Corpus Vitrearum)	170
3.2. Badania fizyko–chemiczne szkła i listew ołowianych wybranych obiektów z Torunia	175
3.2.1. Techniki analityczne	175
3.2.2. Analiza szkieł i siatki ołowianej	182
3.2.3. Podsumowanie wyników badań	238
3.3. Stan zachowania i przyczyny zniszczeń	241
3.3.1. Oszklenia ozdobne i witraże	242
3.3.2. Stolarka okienna i drzwiowa	279
3.4. Prace konserwatorsko-restauratorskie wybranych obiektów – metodyka postępowania i propozycje rozwiązań technicznych	289
3.4.1. Projekt konserwatorski	290
3.4.2. Prace wstępne	294
3.4.3. Czyszczenie szkła i ołowiu	310
3.4.4. Klejenie szkła	324
3.4.5. Uzupełnianie ubytków szkła oraz rekonstrukcje	333
3.4.6. Wykorzystanie współczesnych technik termoformowania do uzupełniania ubytków szkła	347
3.4.6.1. Geneza i rozwój techniki szkła stapianego	347
3.4.6.2. Podstawowe zagadnienia technologiczne kształtowania form szklarskich oraz kryteria i zasady techniki szkła termoformowanego	348

3.4.6.3. Materiały ogniotrwałe stosowane do formowania szkła	357
3.4.6.4. Opracowanie metod odtwarzania faktur szkieł i elementów zdobniczych ...	358
3.4.7. Uzupełnianie ubytków warstw malarskich klasyczną techniką witrażową.....	375
3.4.8. Składanie kwater witrażowych oraz uzupełnianie ubytków profili ołowianych	377
3.4.9. Kitowanie i dodatkowe usztywnienia konstrukcyjne.....	383
3.4.10. Uzupełnianie ubytków warstw malarskich oraz scalenie kolorystyczne technikami na „zimno”.....	387
3.4.11. Problem konserwacji i restauracji stolarek okiennych	393
3.4.12. Oszklenie ochronne.....	395
3.4.13. Montaż witraży i oszklenia ozdobnego	402
3.4.14. Dokumentowanie – mapy zniszczeń oraz oznaczenia zakresu ingerencji konserwatorskich.....	408
Podsumowanie.....	420
Zakończenie.....	422
Bibliografia.....	426
Źródła internetowe.....	438
Spis ilustracji	444
Spis rysunków	470
Spis tabel	473
Aneks I – dokumentacja rysunkowa – mapy zniszczeń oraz zakresy ingerencji konserwatorskich.....	475
Aneksy II – IX – raporty badań specjalistycznych.....	Tom II

Wstęp

Witraże i ozdobne oszklenia w architekturze mieszczańskiej końca XIX i początku XX w. należą do tych elementów wyposażenia i wystroju budynków, które przez długi czas pozostawały na marginesie badań historyczno-artystycznych i konserwatorskich. Dotyczy to zwłaszcza realizacji świeckich, obecnych w kamienicach, willach i budynkach użyteczności publicznej, znacznie rzadziej obejmowanych systematycznym rozpoznaniem niż witraże sakralne. Stan ten jest widoczny zarówno w badaniach ogólnopolskich, jak i lokalnych. W odniesieniu do Torunia, mimo rosnącego zainteresowania sztuką przełomu XIX i XX w., zasób witraży oraz oszkleń ozdobnych zachowanych w kamienicach miejskich nadal nie doczekał się pełnego, syntetycznego opracowania łączącego perspektywę historyczną, technologiczną i konserwatorską. Praca ta może stanowić solidną podstawę do podjęcia takich działań.

Przedmiotem niniejszej rozprawy jest problematyka technologii oraz konserwacji witraży i oszkleń ozdobnych występujących w kamienicach toruńskich z końca XIX i początku XX w. Jako cel przyjęto częściowe rozpoznanie tej grupy zabytków jako ważnego składnika kultury materialnej i wizualnej Torunia, określenie ich cech technologicznych, stylistycznych i funkcjonalnych, a także opracowanie zasad oraz praktycznych metod postępowania konserwatorsko-restauratorskiego wobec obiektów tego typu.

Na potrzeby pracy przeanalizowano, w jaki sposób badania materiałowe oraz ocena stanu zachowania mogą wskazywać dobór właściwych rozwiązań konserwatorskich, z poszanowaniem autentyzmu substancji zabytkowej i historycznej funkcji przeszkleń. O randze tego celu świadczy także przyjęte założenie, że nadrzędnym zadaniem konserwacji i restauracji jest zachowanie, zabezpieczenie, zatrzymanie procesów niszczenia, utrwalenie oraz dokumentowanie wszystkich działań, przy jednoczesnym przywracaniu wartości artystycznych, walorów estetycznych i użytkowych obiektów.

W dysertacji starano się połączyć kilka aspektów badawczych, które dotychczas najczęściej rozpatrywano – w przypadku konserwacji witraży – oddzielnie: studiów nad historią i rozwojem miasta, analizy architektury kamienicy czynszowej, badań nad techniką i technologią szkła oraz witrażu, rozpoznania stylistycznego toruńskich realizacji, a także badań fizykochemicznych i praktyki konserwatorskiej.

Po raz pierwszy dla wyodrębnionego zespołu świeckich budynków w Toruniu, dekorowanych witrażami i ozdobnym oszkleniem okiennym, sformułowano program technologiczno-konserwatorski obejmujący praktyczne metody postępowania z tego typu obiektami. Dotyczy on grupy zabytków dotychczas słabiej rozpoznanej niż realizacje sakralne. Szczególnie istotnym i nowatorskim rozwiązaniem jest autorskie opracowanie rozwiązań wykorzystujących współczesne techniki termoformowania do uzupełniania ubytków szkła oraz odtwarzania faktur szklanych i elementów zdobniczych. Zamieszczona w tej pracy propozycja wykonania oszklenia ochronnego spełniającego odpowiednie wymogi w historycznych konstrukcjach okiennych jest ważnym elementem szczególnej ochrony witraży i wskazuje na konieczność wprowadzenia jej w praktyce. Z tych względów praca ta ma nie tylko wymiar dokumentacyjny i interpretacyjny, lecz także aplikacyjny.

Na podstawie przyjętych założeń określono następujące problemy badawcze. Po pierwsze, należało ustalić, jakie miejsce zajmowały witraże i oszklenia ozdobne w toruńskiej architekturze mieszczańskiej końca XIX i początku XX w. oraz jakie były ich funkcje estetyczne, użytkowe i społeczne. Po drugie, konieczne było rozpoznanie, jakie techniki, rodzaje szkła i rozwiązania technologiczne stosowano w toruńskich kamienicach. Po trzecie, ważnym zagadnieniem stało się określenie stanu zachowania badanych obiektów oraz głównych przyczyn ich destrukcji, obejmujących zarówno same przeszklenia, jak i powiązaną z nimi stolarkę. Po czwarte, określenie metod konserwacji i restauracji najważniejszych dla tej kategorii zabytków oraz wskazanie zakresu, w jakim możliwe i uzasadnione jest stosowanie współczesnych technologii przy uzupełnianiu ubytków i rekonstrukcji wybranych elementów. Wreszcie, ważnym problemem badawczym pozostaje także sposób dokumentowania ingerencji konserwatorskich tak, aby zapewnić przejrzystość postępowania i uczynić granicę między substancją oryginalną a uzupełnieniami.

Układ pracy podporządkowany został powyższym założeniom. We wstępnej części omówiono stan badań nad witrażownictwem XIX i początku XX w. w Polsce, ze szczególnym uwzględnieniem realizacji świeckich, a następnie przedstawiono stan badań dotyczących Torunia. Taki układ pozwolił osadzić temat w szerszym kontekście naukowym i jednocześnie wykazać istniejącą lukę badawczą, którą niniejsza rozprawa stara się częściowo wypełnić.

Rozdział pierwszy poświęcono zarysowi dziejów Torunia w XIX i na początku XX w. Przedstawiono w nim sytuację polityczną i gospodarczą miasta w okresie

panowania pruskiego i Cesarstwa Niemieckiego, a także rozwój terytorialny oraz przemiany zabudowy przedmieść. Część ta stanowi historyczne tło dla późniejszych analiz, ponieważ przemiany urbanistyczne, społeczne i ekonomiczne miały bezpośredni wpływ na rozwój kamienicy czynszowej oraz na upowszechnienie dekoracyjnych przeszkleń w architekturze miejskiej.

Rozdział drugi poświęcono technice i technologii wytwarzania szkieł oraz witraży w XIX i na początku XX w. Omówiono w nim zagadnienia nazewnictwa form witrażowych, rodzaje szkieł witrażowych, okiennych i ozdobnych, w tym szkło ornamentowe, mącone, trawione, piaskowane, mrożone, muślinowe, szlifowane i okienne, a także podstawowe techniki witrażowe, zwłaszcza technikę klasyczną i Tiffany. Rozdział ten tworzy bazę terminologiczną i materiałoznawczą niezbędną dla prawidłowej analizy obiektów toruńskich oraz dla dalszych rozważań konserwatorskich.

Dalsza część rozdziału drugiego ma charakter historyczno-stylistyczny. Obejmuje przegląd oszkleń witrażowych i ozdobnych w Europie i na świecie ze szczególnym uwzględnieniem sztuki świeckiej, omówienie analogicznych zjawisk w Polsce, a następnie analizę historyczną, stylistyczną i techniczną wybranych przykładów witraży oraz oszkleń ozdobnych w toruńskich kamienicach. Dzięki temu możliwe staje się wpisanie materiału toruńskiego w szersze zjawiska artystyczne epoki historyzmu i secesji.

Najobszerniejszą i zarazem kluczową część rozprawy zamieszczono w rozdziale trzecim, poświęconym problematyce konserwatorsko-restauratorskiej witraży i oszkleń ozdobnych kamienic toruńskich. Przedstawiono w nim wytyczne konserwatorskie, wyniki badań fizykochemicznych szkła i listew ołowianych wybranych obiektów, analizę stanu zachowania i przyczyn zniszczeń, a także metodykę postępowania konserwatorskiego. Szczegółowo omówiono między innymi projekt konserwatorski, prace wstępne, czyszczenie szkła i ołowiu, klejenie, uzupełnianie ubytków szkła, rekonstrukcje, składanie kwater, uzupełnianie profili ołowianych, kitowanie, scalenia kolorystyczne, problem konserwacji stolarki, zastosowanie oszklenia ochronnego, montaż po konserwacji oraz dokumentowanie ingerencji. Osobne miejsce zajmuje wykorzystanie współczesnych technik termoformowania oraz opracowanie metod odtwarzania faktur szkieł i elementów zdobniczych, co stanowi jeden z najbardziej oryginalnych i innowacyjnych zagadnień w pracy.

Pracę zamyka zakończenie, bibliografia oraz spisy ilustracji, rysunków i tabel. Integralną część rozprawy stanowi Aneks I, obejmujący graficzną dokumentację stanu

zachowania oraz ingerencji konserwatorskich witraży poddanych pracom w ramach niniejszej rozprawy. Drugi tom zawiera natomiast raporty z badań specjalistycznych wybranych szkielec, listew ołowianych oraz materiałów odpornych na działanie wysokiej temperatury.

Niniejsza praca jest próbą całościowego ujęcia problematyki konserwatorskiej od teorii do praktyki, od kontekstu historycznego i rozpoznania materiału, przez analizy technologiczne, po praktyczne propozycje i właściwe rozwiązania konserwatorskie. Tym samym ma ona służyć zarówno poszerzeniu wiedzy o toruńskim witrażownictwie świeckim, jak i wypracowaniu narzędzi przydatnych w ochronie tej szczególnej grupy zabytków.

Stan badań nad świeckim witrażownictwem w Polsce w XIX i na początku XX wieku

Stan badań nad witrażownictwem XIX i początku XX w. w Polsce przez długi czas rozwijał się nierównomiernie. Najwcześniej i najpełniej zainteresowanie badaczy skupiało się na witrażach średniowiecznych oraz na najwybitniejszych realizacjach sakralnych przełomu XIX i XX w., zwłaszcza związanych z twórczością Stanisława Wyspiańskiego i Józefa Mehoffera. Znacznie później zaczęto systematycznie zajmować się witrażem nowożytnym i nowoczesnym jako zjawiskiem szerszym, obejmującym nie tylko kościoły, lecz także kamienice, wille, pałace i budynki użyteczności publicznej. W efekcie badania nad witrażami świeckimi w Polsce pozostają do dziś wyraźnie mniej zaawansowane i wybiórcze niż studia nad witrażem sakralnym. Taki obraz wyłania się zarówno z przeglądu bibliografii Corpus Vitrearum Polska¹, jak i z tomu *Witraże na Śląsku*, w którym Krystyna Pawłowska² osobno omawia stan badań nad sztuką witrażową w Polsce.

Na temat witraży w architekturze świeckiej zaczęto początkowo zwracać uwagę jedynie sporadycznie. Jako jedna z pierwszych ukazała się praca Tadeusza Byczki z 1977 r.³, poświęcona witrażom w łódzkich pałacach, willach i kamienicach z przełomu XIX i XX w. Kilka lat później Krystyna Pawłowska zwróciła uwagę na witraże

¹ <https://cvp.ihs.uj.edu.pl/publikacje>, Dostęp 5.03.2026.

² Krystyna Pawłowska, „Stan badań nad sztuką witrażową w Polsce,” w *Witraże na Śląsku. Materiały sesji Górnośląskiego Oddziału Stowarzyszenia Historyków Sztuki Chorzów 2001*, red. Teresa Dudek-Bujarek (Katowice: Stowarzyszenie Historyków Sztuki – Oddział Górnośląski w Katowicach, 2002), 7–12.

³ Tadeusz Byczko, „Witraże łódzkiej architektury świeckiej na przełomie XIX i XX wieku”, w *Sztuka łódzka. Materiały Sesji Naukowej Oddziału Łódzkiego Stowarzyszenia Historyków Sztuki* (Warszawa–Łódź, 1977), 71–92.

w świeckich budowlach Krakowa w artykule opublikowanym w 1981 r.⁴ W artykule omawia witraże powstałe przed 1918 r., wymieniając jedynie zakład Stanisława Gabriela Żeleńskiego. Podkreślając ówczesny brak zainteresowania świeckimi witrażami, zauważa, że obok znanych realizacji o tematyce religijnej, obecnych w kościołach krakowskich i galicyjskich, zakład ten wykonał również znaczną liczbę mniejszych witraży zdobiących klatki schodowe i sienie krakowskich kamienic. Jak zaznacza autorka, część z nich zachowała się do dziś, pozostając jednak niemal nieznana poza gronem mieszkańców tych budynków⁵. Do problematyki krakowskich witraży secesyjnych powrócił następnie, po pięciu latach, Jan Samek⁶. Także w tej pracy jedyną wymienioną firmą pozostaje zakład S. G. Żeleńskiego, natomiast na pierwszy plan wysuwają się realizacje wykonane według kartonów Stanisława Wyspiańskiego i Józefa Mehoffera. Autor, podobnie jak wcześniej Krystyna Pawłowska, Tadeusz Byczko oraz Jan M. Maliszewski⁷ w artykule *Malowane szkłem* zwraca uwagę na brak należytej troski o witraże, zaniechanie prac konserwatorskich, a w konsekwencji na rosnącą liczbę obiektów uszkodzonych, a nawet całkowicie zniszczonych⁸.

Niezwykle istotnym dla polskich badań nad witrażownictwem nowoczesnym okazały się konferencje m.in. Stowarzyszenia Miłośników Witraży Ars Vitrea Polona i tomy zbiorowe z przełomu XX i XXI w. Szczególne znaczenie miały dwa wydawnictwa: *Dziedzictwo polskiej sztuki witrażowej*⁹ oraz *Sztuka witrażowa w Polsce*¹⁰, oba redagowane przez Krystynę Pawłowską i Joannę Budyn-Kamykowską. Pierwszy z tych tomów powstał jako rezultat konferencji „Dziedzictwo polskiej sztuki witrażowej – stan badań” z 1999 r., drugi ukazał się w 2002 r. i utrwalił najważniejsze kierunki badawcze, obejmując zarówno zagadnienia historyczne, regionalne, jak i warsztatowo-konserwatorskie. To właśnie wokół tych publikacji zaczęto porządkować wiedzę o polskich pracowniach witrażowniczych, ośrodkach regionalnych, technikach oraz związkach między witrażem a architekturą.

⁴ Krystyna Pawłowska, „Witraże w kamienicach krakowskich z przełomu wieków XIX i XX”, *Teka Komisji Urbanistyki i Architektury* 15 (1981): 59–68.

⁵ Tamże, 59.

⁶ Jan Samek, „Krakowskie witraże secesyjne”, *Spotkania z Zabytkami*, nr 1 (1986): 21–24.

⁷ Jan M. Maliszewski, „Malowane szkłem”, *Spotkania z Zabytkami*, nr 3 (1981): 24–26.

⁸ Danuta Czapczyńska, „Świeckie witraże w Krakowie. Uwagi o działalności krakowskich zakładów witrażowniczych od końca XIX wieku do roku 1939”, *Rocznik Krakowski* 53 (1987): 139.

⁹ Krystyna Pawłowska i Joanna Budyn-Kamykowska, red., *Dziedzictwo polskiej sztuki witrażowej* (Kraków: Stowarzyszenie Miłośników Witraży AVP, 2000).

¹⁰ Joanna Budyn-Kamykowska i Krystyna Pawłowska, red., *Sztuka witrażowa w Polsce* (Kraków: Stowarzyszenie Miłośników Witraży AVP, 2002).

Mimo tego postępu długo utrzymywała się przewaga badań nad obiektami sakralnymi i twórczością najwybitniejszych artystów. W bibliografii polskiego witrażownictwa stale powracają opracowania poświęcone Wyspiańskiemu, Mehofferowi oraz ich realizacjom kościelnym, a także publikacje odnoszące się do odrodzenia sztuki witrażowej w Galicji czy na Śląsku. Z tego punktu widzenia XIX-wieczne i z początku XX w. witraże świeckie przez wiele lat pozostawały rozpoznane jedynie fragmentarycznie, najczęściej w ramach lokalnych studiów nad architekturą secesyjną, kamienicą mieszczańską albo historią pojedynczych pracowni. Jest to o tyle istotne, że właśnie w budynkach świeckich — zwłaszcza w kamienicach i willach — witraż był jednym z najważniejszych elementów dekoracji wnętrza i nośnikiem aspiracji estetycznych mieszczaństwa.

Najlepiej rozpoznany ośrodek badań nad witrażami świeckimi pozostaje Kraków. Ważne znaczenie mają tu opracowania: Danuty Czapczyńskiej: *Świeckie witraże w Krakowie. Uwagi o działalności krakowskich zakładów witrażowniczych od końca XIX wieku do roku 1939*¹¹, opublikowany w „Roczniku Krakowskim” w 1987 r., *Dlaczego giną świeckie witraże w Krakowie?* z 1988 r.¹² oraz książka Krystyny Pawłowskiej, *Witraże w kamienicach krakowskich z przełomu wieków XIX i XX* z 1994 r.¹³ i wydanie poprawione *Witraże Krakowskie w kamienicach mieszkalnych i obiektach użyteczności publicznej z przełomu wieków XIX i XX*¹⁴. Obie publikacje należą do fundamentów badań nad świeckim witrażownictwem w Polsce. Danuta Czapczyńska położyła nacisk na działalność krakowskich zakładów, zwłaszcza ich rolę w obsłudze rynku miejskiego, natomiast Krystyna Pawłowska zwróciła uwagę na sam zasób kamieniczny, traktując witraże jako ważny element dekoracji mieszczańskich wnętrz. Z późniejszych publikacji wynika, że to właśnie Kraków stał się modelowym przykładem miasta, w którym badania nad witrażem świeckim połączono z analizą architektury, detalu i historii rzemiosła artystycznego.

Nie mniej ważne są późniejsze teksty rozwijające krakowski wątek warsztatowy. Na szczególną uwagę zasługuje artykuł Danuty Czapczyńskiej-Kleszczyńskiej,

¹¹ Czapczyńska, „Świeckie witraże w Krakowie”, 139–148.

¹² Danuta Czapczyńska, „Dlaczego giną świeckie witraże w Krakowie?”, *Ochrona Zabytków* 41, nr 2 (1988), 132–136.

¹³ Krystyna Pawłowska, *Witraże w kamienicach krakowskich z przełomu wieków XIX i XX* (Kraków: Księgarnia Akademicka, 1994).

¹⁴ Krystyna Pawłowska, *Witraże Krakowskie w kamienicach mieszkalnych i obiektach użyteczności publicznej z przełomu wieków XIX i XX* (Kraków–Legnica: Stowarzyszenie Miłośników Witraży AVP, 2018).

Krakowski Zakład Witrażów, Oszkleń Artystycznych i Mozaiki Szklanej S. G. Żeleński. *Uwagi na marginesie prac nad monografią*, opublikowany w tomie *Dziedzictwo polskiej sztuki witrażowej*¹⁵ oraz *Witraże w Krakowie – dzieła i twórcy*¹⁶. Dzięki niemu badania nad świeckimi witrażami krakowskimi zostały mocniej osadzone w historii przedsiębiorstw artystycznych, zaplecza wykonawczego i relacji między projektantem, warsztatem a zleceniodawcą. Uzupełnieniem tego nurtu jest też tekst Andrzeja Laskowskiego¹⁷ o roli architektów w odrodzeniu sztuki witrażowej w Galicji przełomu XIX i XX w. Te prace pokazały, że bez analizy środowiska architektów i pracowni nie sposób opisać rozwoju świeckiego witraża w polskich miastach końca XIX w.

Drugim obszarem wyjątkowo dobrze rozpoznany jest Śląsk, zwłaszcza Górny. W tym przypadku znaczenie podstawowe mają książki Elżbiety Gajewskiej-Prorok i Sławomira Oleszczuka, *Witraże na Śląsku. XIX i pierwsza połowa XX wieku*¹⁸ oraz tom *Witraże na Śląsku. Materiały sesji Górnośląskiego Oddziału Stowarzyszenia Historyków Sztuki*¹⁹. W ich obrębie znalazły się zarówno próby syntezy regionalnej, jak i teksty dotyczące projektantów, pracowni, ikonografii, konserwacji oraz konkretnych zespołów świeckich. Szczególnie ważne dla tematu witraży pozakościelnych są artykuły Barbary Klajmon o witrażach katowickich i bytomskich kamienic oraz budynków użyteczności publicznej z lat 1890–1939²⁰, Ireny Kontny o witrażach heraldycznych w pałacu myśliwskim w Promnicach²¹ oraz o witrażach myśłowickich²², tekst Ewy Chmielewskiej

¹⁵ Danuta Czapczyńska-Kleszczyńska, „Krakowski Zakład Witrażów, Oszkleń Artystycznych i Mozaiki Szklanej S. G. Żeleński. Uwagi na marginesie prac nad monografią”, w *Dziedzictwo polskiej sztuki witrażowej*, red. Krystyna Pawłowska i Joanna Budyn-Kamykowska (Kraków, 2000), 150–161.

¹⁶ Danuta Czapczyńska-Kleszczyńska, „Witraże w Krakowie – dzieła i twórcy”, *Krakowska Teka Konserwatorstwa*, tom V (Kraków: Urząd miasta Krakowa, 2005).

¹⁷ Andrzej Laskowski, „...Ku estetycznej stronie zawodu... Rola architektów w odrodzeniu sztuki witrażowej w Galicji na przełomie XIX i XX wieku”, *Rocznik Krakowski* 73 (2007): 117–145.

¹⁸ Elżbieta Gajewska-Prorok, Sławomir Oleszczuk, *Witraże na Śląsku. XIX i pierwsza połowa XX wieku. Glasmalereien in Schlesien. 19. und erste Hälfte 20. Jahrhundert* (Leipzig, 2001).

¹⁹ Elżbieta Gajewska-Prorok, „Witraże na Górnym Śląsku, 1850–1950. Zarys problematyki. Projektanci i pracownie”, w *Witraże na Śląsku. Materiały sesji Górnośląskiego Oddziału Stowarzyszenia Historyków Sztuki Chorzów 2001*, red. Teresa Dudek-Bujarek (Katowice, 2002), 43–54; Elżbieta Gajewska-Prorok, „Katalog wytwórni i projektantów czynnych na Górnym Śląsku”, w *Witraże na Śląsku. Materiały sesji Górnośląskiego Oddziału Stowarzyszenia Historyków Sztuki Chorzów 2001*, red. Teresa Dudek-Bujarek (Katowice, 2002), 155–175.

²⁰ Barbara Klajmon, „Witraże katowickich i bytomskich kamienic i budynków użyteczności publicznej w latach 1890–1939”, w *Witraże na Śląsku. Materiały sesji Górnośląskiego Oddziału Stowarzyszenia Historyków Sztuki Chorzów 2001*, red. Teresa Dudek-Bujarek (Katowice, 2002), 97–106.

²¹ Irena Kontny, „Witraże heraldyczne w pałacu myśliwskim w Promnicach”, w *Witraże na Śląsku. Materiały sesji Górnośląskiego Oddziału Stowarzyszenia Historyków Sztuki Chorzów 2001*, red. Teresa Dudek-Bujarek (Katowice, 2002), 111–120.

²² Irena Kontny, *Witraże myśłowickie* (Mysłowice: Wydawnictwo Urzędu Miasta w Mysłowicach, 2002).

o witrażach w pałacu Schoenów w Sosnowcu²³, czy też książka Jolanty Wnuk i Leszka Jodlińskiego o witrażach z końca XIX i początku XX w. w architekturze profanum Gliwic²⁴. Na tle polskiej literatury właśnie Śląsk jawi się jako region, w którym badania nad świeckim witrażem zostały najszerzej powiązane z architekturą i z przemysłowo-mieszczańskim krajobrazem epoki.

Ważnym dopełnieniem śląskiego, w tym przypadku dolnośląskiego nurtu badawczego jest książka Magdy Ławickiej, *Zapomniana pracownia. Wrocławski Instytut Witrażowy Adolpha Seilera (1846–1945)*²⁵. Publikacja ta ma duże znaczenie nie tylko regionalne. Pokazuje bowiem, że badania nad witrażownictwem świeckim można prowadzić przez pryzmat historii konkretnej pracowni i sieci jej realizacji. Wrocławski instytut Seilera, działający od połowy XIX w. do 1945 r., stanowi jeden z najlepiej opisanych przykładów przedsiębiorstwa witrażowego funkcjonującego na pograniczu rzemiosła, sztuki i przemysłu. Dzięki takim opracowaniom badania nad witrażem sakralnym, jak i świeckim w Polsce zaczęły wychodzić poza prostą inwentaryzację obiektów i obejmować także mechanizmy produkcji, zasięg działania warsztatów oraz ich współpracę z architektami.

Na tle Krakowa i Śląska nieco skromniej, ale wyraźnie w podjętej tematyce zaznacza się Łódź. Już w latach 70. XX w. wspomniany wcześniej Tadeusz Byczko opublikował tekst *Witraże łódzkiej architektury świeckiej na przełomie XIX i XX wieku*²⁶, a później także artykuł *Pierwsza inwentaryzacja witraży łódzkich*²⁷. Z kolei książka Marty Ertman, *Łódzkie witraże*²⁸ z 1990 r. miała charakter katalogowy i dokumentacyjny, koncentrując się na zachowanych obiektach secesyjnych w architekturze miasta. Ten zestaw publikacji ma duże znaczenie, bo pokazuje, że Łódź dość wcześnie została rozpoznana jako ośrodek, w którym świecki witraż był ważnym składnikiem miejskiej kultury wizualnej. Jednocześnie charakter tych opracowań sugeruje, że łódzkie badania zatrzymały się głównie na etapie dokumentacji i przeglądu zasobu, rzadziej przechodząc

²³ Ewa Chmielewska, „Witraże w pałacu Schoenów w Sosnowcu”, w *Witraże na Śląsku. Materiały sesji Górnośląskiego Oddziału Stowarzyszenia Historyków Sztuki Chorzów 2001*, red. Teresa Dudek-Bujarek (Katowice, 2002), 107–110.

²⁴ Jolanta Wnuk, Leszek Jodliński, *Gliwickie witraże* (Gliwice: Muzeum w Gliwicach, 2007).

²⁵ Magda Ławicka, *Zapomniana pracownia. Wrocławski Instytut Witrażowy Adolpha Seilera (1846–1945)* (Wrocław: Muzeum Architektury we Wrocławiu, 2002).

²⁶ Byczko, „Witraże łódzkiej architektury”, 71–92.

²⁷ Tadeusz Byczko, „Pierwsza inwentaryzacja witraży łódzkich”, w *Dziedzictwo polskiej sztuki witrażowej*, red. Krystyna Pawłowska i Joanna Budyn-Kamykowska (Kraków, 2000), 59–62.

²⁸ Marta Ertman, *Łódzkie witraże* (Łódź: Wydawnictwo Artus, 1990).

w stronę pogłębionej analizy warsztatowej czy porównawczej. To odróżnia podejście do zagadnień witrażownictwa w Łodzi od opracowań Krakowa i częściowo Śląska.

W nowszej literaturze wyraźnie widać też przesunięcie zainteresowania z pojedynczych dzieł na działania pracowni i regionalne środowiska wykonawcze. Przykładem są teksty o witrażownictwie wielkopolskim, o pracowni Stanisława Powalisza i Marii Powalisz-Bardońskiej w Poznaniu czy o projektantach i warsztatach działających na Górnym Śląsku²⁹. Anna Domańska-Biegowska przeprowadziła wstępną analizę i scharakteryzowała witraże kamienic poznańskich z przełomu XIX i XX w.³⁰. W Sopocie od kilku lat Biuro Miejskiego Konserwatora Zabytków prowadzi ewidencję witraży znajdujących się w kamienicach i willach. Ponadto w 2020 r. Maria Różańska wydała album poświęcony sopockim witrażom³¹, w którym główny nacisk położyła na budownictwo mieszkalne.

Tego rodzaju badania są szczególnie istotne dla dziejów witraży świeckich, ponieważ to właśnie budynki niesakralne często korzystały z oferty dużych, dobrze zorganizowanych zakładów obsługujących szeroki rynek mieszczański i instytucjonalny. W tym nurcie mieści się także zainteresowanie problematyką regionalną i pograniczną, widoczne w pracach o Małopolsce, Wielkopolsce czy Śląsku³².

Należy podkreślić, że badania nad polskim witrażownictwem XIX i początku XX w. kształtowały się nie tylko za sprawą tradycyjnych monografii i artykułów naukowych, lecz także dzięki publikacjom pokonferencyjnym, które odgrywały i odgrywają istotną rolę w porządkowaniu i wyznaczaniu kierunków tego obszaru badań. Oprócz wspomnianych już *Dziedzictwa polskiej sztuki witrażowej* i *Sztuki witrażowej w Polsce* ważne są także późniejsze tomy: *Witraże w obiektach zabytkowych. Między konserwacją z sztuką współczesną*³³, *Witraże secesyjne. Tendencje i motywy*³⁴, *Witraż w architekturze*.

²⁹ Gajewska-Prorok, „Witraże na Górnym Śląsku”, 43–54; Gajewska-Prorok, „Katalog wytwórni”, 155–175; Jerzy Bardoński, „Witrażownictwo w Wielkopolsce w pierwszej połowie XX wieku”, w *Sztuka witrażowa w Polsce*, red. Krystyna Pawłowska i Joanna Budyn-Kamykowska (Kraków, 2002), 147–152.

³⁰ Anna Domańska-Biegowska, „Witraże w kamienicach poznańskich z przełomu XIX i XX wieku”, w *Polska sztuka witrażowa*, red. Joanna Budyn-Kamykowska, Krystyna Pawłowska (Kraków: Stowarzyszenie Miłośników Witraży AVP, 2002), 38–51.

³¹ Maria Różańska, *Sopockie witraże* (Pelplin: Wydawnictwo Bernardinum, 2020).

³² Laskowski, „...Ku estetycznej stronie”, 117–145; Bardoński, „Witrażownictwo w Wielkopolsce”, 147–152.

³³ Joanna Budyn-Kamykowska, red., *Witraże w obiektach zabytkowych. Między konserwacją a sztuką współczesną* (Kraków–Malbork: Stowarzyszenie Miłośników Witraży AVP, 2009).

³⁴ Tomasz Szybisty, red., *Witraże secesyjne. Tendencje i motywy* (Kraków–Legnica: Stowarzyszenie Miłośników Witraży AVP, 2011).

*Architektura na witrażu*³⁵, *Nie tylko art déco. Sztuka witrażowa w okresie międzywojennym*³⁶ oraz *Witraże – dziedzictwo cenne czy niechciane?*³⁷, *Witraże – sztuka wciąż odkrywana*³⁸ oraz *Twórcy witraży – projektanci, wykonawcy i konserwatorzy*³⁹. Zakres tematów podejmowanych w tych publikacjach wskazuje, że z czasem badania nad witrażownictwem zaczęły obejmować coraz szersze spektrum zagadnień, m.in. secesję, architekturę świecką, problematykę dziedzictwa zaniedbanego, a także kwestie ochrony i konserwacji. W tym kontekście witraż świecki przestaje funkcjonować jako zagadnienie marginalne, stając się jednym z ważnych przedmiotów refleksji badawczej.

Wkład w badania nad tą problematyką wnoszą również opracowania muzealne prezentujące własne kolekcje, w tym zbiory witraży świeckich. Do tego rodzaju publikacji należą między innymi przewodnik po architektonicznym rzemiośle artystycznym od XII do XX wieku⁴⁰, wydany w 2013 r. przez Muzeum Architektury we Wrocławiu oraz katalog Muzeum Narodowego we Wrocławiu *Mistrzowie światła. Witraże i obrazy malowane pod szkłem*⁴¹ z 2014 r.

Podsumowując, badania nad witrażownictwem XIX i początku XX w. w Polsce przeszły drogę od zainteresowania pojedynczymi wybitnymi realizacjami i ośrodkami do coraz pełniejszego rozpoznawania witrażu jako elementu nowoczesnej kultury wizualnej. W odniesieniu do witraży świeckich najważniejszym osiągnięciem ostatnich dekad było uznanie ich za istotny składnik architektury mieszczańskiej i publicznej, a nie jedynie za dekoracyjny dodatek. Nadal jednak potrzebne są dalsze prace inwentaryzacyjne, studia porównawcze między regionami oraz syntetyczne ujęcie obejmujące całość zjawiska. Szczególnie wartościowe wydaje się łączenie perspektywy historyczno-artystycznej z badaniami nad rzemiosłem, przedsiębiorstwami witrażowymi, techniką wykonania i społeczną funkcją tych obiektów. Dopiero takie ujęcie pozwoliłoby w pełni opisać

³⁵ Joanna Budyn-Kamykowska, Krystyna Pawłowska, red., *Witraż w architekturze. Architektura na witrażu* (Kraków: Stowarzyszenie Miłośników Witraży AVP, 2011).

³⁶ Beata Fekecz-Tomaszewska i Magda Ławicka, red., „*Nie tylko art déco*”. *Sztuka witrażowa w okresie międzywojennym* (Kraków–Legnica: Stowarzyszenie Miłośników Witraży AVP, 2014).

³⁷ Danuta Czapczyńska-Kleszczyńska, red., *Witraże – dziedzictwo cenne czy niechciane?* (Kraków–Legnica: Stowarzyszenie Miłośników Witraży AVP, 2017).

³⁸ Beata Fekecz-Tomaszewska, Magda Ławicka, *Witraże – sztuka wciąż odkrywana* (Kraków–Legnica: Stowarzyszenie Miłośników Witraży AVP, 2020).

³⁹ Beata Fekecz-Tomaszewska, Magda Ławicka, red., *Twórcy witraży – projektanci, wykonawcy i konserwatorzy* (Kraków: Stowarzyszenie Miłośników Witraży AVP, 2025).

⁴⁰ Agnieszka Gola, Beata Fekecz-Tomaszewska, Magda Ławicka, *Architektoniczne rzemiosło artystyczne od XII do XX wieku* (Wrocław: Muzeum Architektury we Wrocławiu, 2013).

⁴¹ Elżbieta Gajewska-Prorok, *Mistrzowie Światła. Witraże i obrazy malowane pod szkłem* (Wrocław: Muzeum Narodowe we Wrocławiu, 2014).

miejsce świeckiego witrażownictwa w kulturze polskich miast końca XIX i początku XX w.

Stan badań nad witrażownictwem w Toruniu

Badania nad witrażownictwem w Toruniu także nie rozwijały się równomiernie. Najlepiej rozpoznane pozostają witraże średniowieczne, które od dawna przyciągały uwagę historyków sztuki i konserwatorów. Znacznie słabiej opracowane są natomiast realizacje z XIX i początku XX w. Przez długi czas traktowano je raczej jako element wyposażenia kościołów lub dekoracji kamienic niż jako osobny przedmiot badań. Dopiero w ostatnich latach zaczęto wyraźniej dostrzegać, że toruńskie witraże z epoki historyzmu i secesji tworzą ważną i stosunkowo bogatą grupę zabytków, która zasługuje na odrębne opracowanie.

Początkiem badań nad toruńskim witrażownictwem były przede wszystkim studia nad materiałem średniowiecznym. Już w 1933 r. Gwido Chmarzyński opublikował artykuł *Średniowieczne witraże toruńskie*⁴², który należał do pierwszych prób zwrócenia uwagi na rangę toruńskich zabytków witrażowych. W późniejszych dekadach problem ten rozwijali przede wszystkim Edward Kwiatkowski oraz Jerzy Frycz. Szczególne znaczenie miała praca Edwarda Kwiatkowskiego poświęcona gotyckim witrażom z Torunia i Chełmna w zbiorach Muzeum w Toruniu, ponieważ porządkowała materiał muzealny i tworzyła podstawę do dalszych analiz⁴³. Z kolei artykuł Jerzego Frycza i Edwarda Kwiatkowskiego o średniowiecznych witrażach warsztatów toruńskich stał się jedną z najważniejszych publikacji dla rozpoznania lokalnego środowiska witrażowego, jego zaplecza technologicznego i artystycznego⁴⁴. Kolejna wzmianka tych autorów o średniowiecznych witrażach pojawia się w ramach szerszego opracowania dotyczącego polskiego szkła do połowy XIX w.⁴⁵.

⁴² Gwido Chmarzyński, „Średniowieczne witraże toruńskie”, „Biuletyn Historii Sztuki i Kultury” 2, nr 1 (1933), 34–38.

⁴³ Edward Kwiatkowski, „Witraże gotyckie z Torunia i Chełmna w zbiorach Muzeum w Toruniu”, „Rocznik Muzeum w Toruniu” 1, z. 3 (1963), 98–133.

⁴⁴ Jerzy Frycz, Edward Kwiatkowski, „Średniowieczne witraże warsztatów toruńskich”, „Acta Universitatis Nicolai Copernici. Zabytkoznawstwo i Konserwatorstwo” 6, z. 77 (1977), 89–118.

⁴⁵ Jerzy Frycz, Edward Kwiatkowski, „Średniowieczne witraże pomorskie”, w *Polskie szkło do połowy XIX wieku*, red. Zofia Kamińska (Wrocław-Warszawa-Kraków-Gdańsk-Łódź: Wydawnictwo Zakład Narodowy imienia Ossolińskich, 1987), 167–172.

Późniejsze teksty, zwłaszcza Jerzego Grajpele, przesuwają akcent z samej historii obiektów na kwestie odkrycia, rekonstrukcji i konserwacji⁴⁶. Ważne miejsce zajmuje również informator Katarzyny Kluczwajd *Gotyckie witraże warsztatów toruńskich*, który porządkował wiedzę o toruńskim zespole i upowszechniał ją poza wąskim środowiskiem badaczy⁴⁷. Nowsze opracowania, takie jak Lecha Kalinowskiego i Heleny Małkiewiczówny⁴⁸, gdzie zostają omówione najstarsze przykłady toruńskie, Joanny Utzig o czternastowiecznych kwaterach z kościoła dominikanów w Toruniu⁴⁹, studium Alicji Graczyk o autentyczności gotyckich witraży w zbiorach Muzeum Okręgowego w Toruniu⁵⁰, artykuł Adama Kaźmierczaka o witrażu wschodniego okna prezbiterium toruńskiej katedry⁵¹ oraz opisy katalogowe dotyczące wystawy *Cud światła*⁵², pokazują, że nurt badań nad średniowieczem wciąż pozostaje żywy i rozwijany. Publikacja do wystawy z 2005 r. *Witraż w Toruniu dawny i dzisiejszy* pod redakcją Kazimierza Rocheckiego ujmuje to zjawisko przekrojowo, łącząc perspektywę historyczną i współczesną. Znalazł się w niej między innymi tekst Moniki Jakubek-Raczkowskiej i Juliusza Raczkowskiego *Witraż w Toruniu — od średniowiecza do współczesności*⁵³, porządkujący wiedzę o lokalnej tradycji witrażowej. Należy jednak podkreślić, że choć te publikacje dotyczą przede wszystkim wcześniejszych epok, są one ważne także dla badań nad XIX i początkiem XX w., ponieważ wyznaczają podstawowe narzędzia opisu, dokumentacji i interpretacji witraży toruńskich jako całości.

⁴⁶ Jerzy Grajpel, „Jak odkryłem średniowieczny witraż”, „Witraż” 1 (2000), 42–45; Jerzy Grajpel, „Średniowieczne witraże toruńskie – przygoda konserwatorska”, w *Sztuka witrażowa w Polsce*, red. Krystyna Pawłowska i Joanna Budyn-Kamykowska (Kraków: Stowarzyszenie Miłośników Witraży AVP, 2002), 9–12.

⁴⁷ Katarzyna Kluczwajd, *Gotyckie witraże warsztatów toruńskich: informator* (Toruń: Muzeum Okręgowe w Toruniu, 2004).

⁴⁸ Lech Kalinowski, Helena Małkiewiczówna, *Ars Vitrea. Collected Writings on Mediaeval Stained Glass* (Kraków: Polish Academy of Arts and Sciences, 2016).

⁴⁹ Joanna Utzig, „Wybrane problemy ikonograficzne czternastowiecznych kwater witrażowych z kościoła dominikanów w Toruniu”, w *Dzieje i skarby dominikańskiego kościoła pw. św. Mikołaja w Toruniu*, red. Błażejewska Anna, Kluczwajd Katarzyna, Pilecka Elżbieta (Toruń: Stowarzyszenie Historyków Sztuki, 2017), 181–197.

⁵⁰ Alicja Graczyk, „Zagadnienie autentyczności gotyckich witraży w zbiorach Muzeum Okręgowego w Toruniu”, w *Dziedzictwo Torunia i ziemi chełmińskiej. Odkrycia i interpretacje*, red. Monika Jakubek-Raczkowska, t. 4 (Toruń: TNOiK Toruń „Dom Organizatora”, 2021), 103–116, 304–325.

⁵¹ Adam Kaźmierczak, „Witraż wschodniego okna prezbiterium katedry pw. św. Jana Chrzciciela i św. Jana Ewangelisty w Toruniu – jego dzieje i problematyka konserwatorska”, w *Ochrona zabytków na Pomorzu i Kujawach – w 100. Rocznice organizacji urzędów konserwatorskich w Polsce*, red. Karolina Zimna-Kawecka i Maciej Prarat (Toruń: TNT, 2020), 111–134.

⁵² Dobrosława Horzela, *Cud światła. Witraże średniowieczne w Polsce* (Kraków: Muzeum Narodowe w Krakowie, 2020).

⁵³ Monika Jakubek-Raczkowska, Juliusz Raczkowski, „Od średniowiecza do współczesności”, w *Witraż w Toruniu dawny i dzisiejszy*, red. Kazimierz Rochecki (Toruń: Urząd Marszałkowski Województwa Kujawsko-Pomorskiego, 2005).

Na tle stosunkowo dobrze opracowanej problematyki średniowiecznej wyraźnie widać, jak długo niedoceniane pozostawały witraże nowożytne i nowoczesne. Jednym z nielicznych starszych tekstów sygnalizujących istnienie tego rodzaju materiału był krótki artykuł Janiny Myślińskiej z 1976 r. poświęcony nowożytnym witrażom z przedstawieniami herbowymi patrycjuszy toruńskich, przechowywanych w zbiorach Muzeum Okręgowego w Toruniu⁵⁴. Publikacja ta miała przede wszystkim charakter katalogowy i dokumentacyjny, pozostaje jednak istotna, ponieważ wskazuje, że zasób toruński obejmował nie tylko obiekty średniowieczne. Z kolei Ewa Letkiewicz w publikacji z 1995 r. omówiła problematykę nowożytnych witraży malowanych emaliami⁵⁵, przedstawiając również, w formie katalogowej, przykłady z ratusza toruńskiego. Mimo tych opracowań przez długi czas nie wykształcił się odrębny nurt badań nad witrażownictwem XIX w.

Większe zainteresowanie tym okresem pojawiło się dopiero wraz z nowszymi studiami nad sztuką i architekturą Torunia przełomu XIX i XX w. Pewne znaczenie miał tu tom *Plastyka toruńska 1793–1920*⁵⁶. *Zapomniane oblicze wielokulturowego miasta*, który po raz pierwszy tak wyraźnie skierował uwagę badaczy na mniej rozpoznane obszary toruńskiej kultury artystycznej tego czasu. Właśnie w tym tomie ukazał się artykuł Piotra Bireckiego *O toruńskich witrażach ewangelickich słów kilka*⁵⁷, który stanowi ważny głos w badaniach nad toruńskim witrażownictwem XIX i początku XX w. Znaczenie artykułu Piotra Bireckiego polega przede wszystkim na tym, że autor wyodrębnił toruńskie witraże ewangelickie jako osobny problem badawczy. Zwrócił uwagę na ich specyfikę funkcjonalną i estetyczną, odmienną od średniowiecznej tradycji witrażowej, a zarazem mocno związaną z architekturą protestancką XIX w.

Drugim, równie ważnym krokiem w rozwoju badań było zwrócenie uwagi na witraż świecki, przede wszystkim obecny w toruńskich kamienicach czynszowych. Przyczynił się do tego Adam Kaźmierczak, który w artykule *Witraże mozaikowe*

⁵⁴ Janina Myślińska, „Witraże nowożytne w zbiorach Muzeum Okręgowego w Toruniu”, w *Witraże nowożytne w zbiorach polskich. Katalog wystawy*, red. Beata Fekecz-Tomaszewska (Wrocław: Muzeum Architektury we Wrocławiu, 1976), 29–30.

⁵⁵ Ewa Letkiewicz, *Polskie witraże nowożytne malowane emaliami* (Lublin: Wydawnictwo Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej, 1995).

⁵⁶ Katarzyna Kluczajd, Michał Pszczółkowski, red., *Plastyka toruńska 1793–1920. Zapomniane oblicze wielokulturowego miasta* (Toruń: Stowarzyszenie Historyków Sztuki, 2017).

⁵⁷ Piotr Birecki, „O toruńskich witrażach ewangelickich słów kilka”, w *Plastyka toruńska 1793–1920. Zapomniane oblicze wielokulturowego miasta*, red. Katarzyna Kluczajd, Michał Pszczółkowski (Toruń: Stowarzyszenie Historyków Sztuki, 2017), 119–138.

*i oszklenia ozdobne w kamienicach dawnej dzielnicy Wilhelmstadt w Toruniu*⁵⁸ po raz pierwszy tak wyraźnie pokazał, że witraż przełomu XIX i XX w. nie był w Toruniu zjawiskiem ograniczonym jedynie do architektury sakralnej. Przeciwnie, stanowił istotny element dekoracji mieszczańskich wnętrz, zwłaszcza sieni, klatek schodowych, nadświetli drzwiowych oraz mieszkań. Autor pokazuje związek pomiędzy rozwojem historycznej dzielnicy Wilhelmstadt, przemianami toruńskiej kamienicy czynszowej a upowszechnieniem dekoracyjnych przeszkleń. Dzięki temu witraż przestaje być traktowany jako detal oderwany od budynku, a zaczyna funkcjonować jako część nowoczesnej kultury mieszczańskiej.

W tym kontekście szczególnie przydatne okazują się publikacje pomocnicze, które nie są poświęcone wyłącznie witrażom, ale tworzą konieczne tło dla ich interpretacji. Dotyczy to zwłaszcza tomu *Historyzm toruński XIX–XX wieku: architektura, miejsca i codzienność*⁵⁹, książki Michała Pszczółkowskiego *Toruńska kamienica czynszowa w latach 1850–1914*⁶⁰, tomu *Secesja w Toruniu. Architektura i plastyka, twórcy i dzieła*⁶¹ oraz publikacji Katarzyny Kluczwajd *Toruńskie Dwory Artusa: architektura, kultura i ludzie*⁶². Dzięki nim możliwe jest osadzenie toruńskich witraży w kontekście przemian estetycznych epoki, rozwoju mieszczańskiego budownictwa czynszowego i przemian kultury wnętrza.

Dalsze badania powinny iść w stronę pełniejszej inwentaryzacji materiału, szerszych porównań regionalnych oraz połączenia analizy historyczno-artystycznej z dokumentacją konserwatorską. Dopiero takie ujęcie pozwoliłoby zbudować pełny obraz rozwoju toruńskiego witrażownictwa XIX i początku XX w.

⁵⁸ Adam Kaźmierczak, „Witraże mozaikowe i oszklenia ozdobne w kamienicach dawnej dzielnicy Wilhelmstadt w Toruniu. Przyczynek do badań nad witrażownictwem Torunia przełomu XIX i XX wieku”, w *Dziedzictwo Torunia i ziemi chełmińskiej. Odkrycia i interpretacje*, t. 4, red. Monika Jakubek-Raczkowska (Toruń: TNOiK Toruń „Dom Organizatora”, 2021), 117–134, 326–337.

⁵⁹ Katarzyna Kluczwajd, Michał Pszczółkowski, red., *Historyzm toruński XIX–XX wieku: architektura, miejsca i codzienność* (Toruń: Stowarzyszenie Historyków Sztuki, 2016).

⁶⁰ Michał Pszczółkowski, *Toruńska kamienica czynszowa w latach 1850–1914* (Toruń: Towarzystwo Naukowe w Toruniu, 2021).

⁶¹ Katarzyna Kluczwajd i Michał Pszczółkowski, red., *Secesja w Toruniu. Architektura i plastyka, twórcy i dzieła* (Toruń: Stowarzyszenie Historyków Sztuki, 2021).

⁶² Katarzyna Kluczwajd, *Toruńskie Dwory Artusa: architektura, kultura i ludzie* (Toruń: Towarzystwo Naukowe w Toruniu, 2024).

1. Zarys dziejów Torunia w XIX i na początku XX wieku

1.1. Sytuacja polityczna i gospodarcza

1.1.1. Okres Królestwa Pruskiego 1815–1871

Przynależność Torunia do Prus została rozstrzygnięta traktatem z 3 maja 1815 r., na mocy którego miasto przypadło Prusom. Wojska rosyjskie opuściły jednak Toruń dopiero 17 września 1815 r., a oficjalne przekazanie miasta władzom pruskim nastąpiło kilka dni później – 22 września 1815 r.⁶³

Sytuacja gospodarcza Torunia w pierwszych latach ponownego panowania pruskiego była trudna. Wpływało na nią kilka istotnych czynników: peryferyjne położenie miasta przy granicy z Królestwem Polskim, utrata dawnych rynków zbytu, a w konsekwencji ograniczenie handlu oraz spadek dochodów z ceł i podatków. Szczególne znaczenie miała jednak nowa rola Torunia jako pruskiej twierdzy przygranicznej, co oddziaływało nie tylko na gospodarkę, lecz także na życie polityczne, społeczne i rozwój przestrzenny miasta⁶⁴.

Prowadzono wówczas także intensywne prace fortyfikacyjne, obejmujące zarówno odbudowę i modernizację istniejących obiektów, jak i wznoszenie nowych umocnień. Ograniczyło to rozwój miasta zarówno w obrębie murów, jak i na terenach podmiejskich. W konsekwencji zlikwidowano dotychczasowe przedmieścia lub odsunięto je od nowo powstałych fortyfikacji, co doprowadziło do utworzenia w 1815 r. osiedla Nowe Mokre oraz rozbudowy osiedli Bydgoskie, Nowe Chełmińskie i Nowe Jakubskie⁶⁵.

Pod koniec pierwszej połowy XIX w. istotnym czynnikiem hamującym rozwój Torunia była także sąsiednia Bydgoszcz, rozwijająca się znacznie dynamiczniej. Przyczyn takiego stanu rzeczy upatruje się w korzystniejszym położeniu miasta, jego większym oddaleniu od granicy, usytuowaniu nad Kanałem Bydgoskim łączącym Odrę z Wisłą oraz wcześniejszym, bo o dziesięć lat, włączeniu Bydgoszczy do pruskiej sieci kolejowej, co bezpośrednio sprzyjało rozwojowi handlu. Nie bez znaczenia pozostawały również znacznie wyższe niż w Toruniu dochody z ceł i podatków⁶⁶.

⁶³ Stefan Cackowski, „I okres zaboru pruskiego i Księstwa Warszawskiego”, w *Toruń dawny i dzisiejszy. Zarys dziejów*, red. Marian Biskup (Warszawa–Poznań–Toruń, 1983), 329.

⁶⁴ Tamże, 338.

⁶⁵ Antoni Czacharowski, red., *Toruń. Atlas Historyczny Miast Polskich. Prusy Królewskie i Warmia*, t. 1 (Toruń, 1995), 9.

⁶⁶ Kazimierz Wajda, „Pod ponownym pruskim panowaniem (1815–1920)”, w *Toruń dawny i dzisiejszy. Zarys dziejów*, red. Marian Biskup (Warszawa–Poznań–Toruń, 1983), 341.

Kolejnym problemem, z którym borykał się Toruń, była przeprawa przez szeroką Wisłę. Drewniany most został zniszczony w 1855 r. podczas wiosennej powodzi. Przez następnych osiem lat, aż do 1863 r., jedynym sposobem przeprawy przez rzekę pozostawał prom. Sytuacja uległa poprawie dopiero wraz z otwarciem nowego mostu⁶⁷. W 1873 r. cały most został przebudowany na żelazny, natomiast stary drewniany po zniszczeniach w 1877 r. przestał być używany.

Impulsem do przezwyciężenia stagnacji gospodarczej miasta stał się rozwój połączeń kolejowych i włączenie Torunia do sieci kolejowej. Początek tego procesu stanowiło otwarcie w 1861 r. linii kolejowej łączącej Toruń z Bydgoszczą. Rok później oddano do użytku połączenie z Warszawą przez Aleksandrów Kujawski, Włocławek i Kutno, co stworzyło warunki do rozwoju handlu tranzytowego z obszarem Cesarstwa Rosyjskiego⁶⁸. Ze względu na brak miejsca na budowę dworca towarowego oraz placów składowych w bezpośrednim sąsiedztwie linii kolejowych nie było możliwe pełne wykorzystanie tych połączeń. Ograniczenia te wynikały z rygorystycznego prawa budowlanego obowiązującego w pasie fortecznym oraz z ukształtowania brzegów Wisły⁶⁹.

Wydarzenia Wiosny Ludów w 1848 r. miały w Toruniu dość spokojny przebieg. W krzewieniu polskości w najbliższej okolicy większą rolę odgrywało natomiast pobliskie, choć mniejsze, Chełmno. Miasto to wyraźnie górowało nad innymi ośrodkami w przyciąganiu konspiratorów, patriotów i publicystów⁷⁰. W początkowym okresie Wiosny Ludów ludność polska i niemiecka dążyły do zbliżenia, łącząc się wokół postulatów społecznych i wspólnie występując z hasłami antyrosyjskimi. Z czasem jednak, wraz ze wzrostem świadomości narodowej Polaków, współpraca ta wyraźnie osłabła. W konsekwencji pogłębiały się podziały narodowościowe, zarówno w Toruniu, jak i w całej prowincji Prusy Zachodnie⁷¹.

⁶⁷ Tadeusz Cieślak, „Przekształcenie Torunia w centrum polskości Pomorza Gdańskiego w 2 poł. XIX w.”, *Rocznik Toruński* 12 (1977), 125.

⁶⁸ Kazimierz Wajda, „Życie gospodarcze miasta (1815–1914)”, w *Historia Torunia. W czasach zaboru pruskiego (1793–1920)*, red. Marian Biskup, t. 3 (Toruń, 1999), 146.

⁶⁹ Tamże, 147.

⁷⁰ Cieślak, „Przekształcenie Torunia”, 124.

⁷¹ Wajda, „Pod ponownym pruskim panowaniem”, 351.

1.1.2. Okres Cesarstwa Niemieckiego 1871–1920

Wraz ze zjednoczeniem Niemiec oraz zwycięstwem w wojnie z Francją w latach 1870–1871 rozpoczął się nowy etap rozwoju Torunia i całych Prus. Po uzyskaniu wysokich kontrybucji wojennych władze pruskie podjęły decyzję o rozbudowie systemu fortyfikacji, obejmującej zarówno miasta zachodnich Niemiec, między innymi Kolonię, Strasburg, Metz i Moguncję, jak i granicę z Cesarstwem Rosyjskim. W tym kontekście w 1871 r. Toruń otrzymał status twierdzy I stopnia⁷². Obok Gdańska, Poznania, Królewca, Głogowa i Kostrzyna stał się miastem przygotowanym do nowoczesnej walki i obrony o znaczeniu strategicznym dla Prus⁷³. Wiązało się to z budową szeregu fortów położonych zarówno na prawym, jak i na lewym brzegu Torunia, w odległości około 3 km od centrum miasta. Znaczenie strategiczne Torunia wynikało również z jego bezpośredniego położenia przy granicy oraz istnienia dużego węzła kolejowego na lewym brzegu Wisły.

Budowa nowej twierdzy wyraźnie pobudziła rozwój gospodarczy miasta. Rozkwit przeżywał przede wszystkim przemysł budowlany i produkcja materiałów budowlanych. W tym czasie powstały między innymi dwie nowe cegielnie w granicach miasta, kolejne dwie poza jego obrębem oraz liczne tartaki parowe⁷⁴.

Chociaż w 1900 r. w mieście naliczono 540 zakładów rzemieślniczych, w których zatrudnienie wraz z właścicielami znajdowało ponad 2100 osób⁷⁵. Rzemiosło w Toruniu koncentrowało się przede wszystkim na usługach, takich jak krawiectwo, szewstwo czy fryzjerstwo i zaspokajało głównie potrzeby rynku lokalnego. Przemysł chemiczny był reprezentowany przez cztery zakłady. Największym z nich była gazownia miejska, obok której funkcjonowały także zatrudniające 49 robotników zakłady Lägner & Ilgner, produkujące nawozy sztuczne i oleje, a także niewielkie fabryki wytwarzające mydło i nawozy sztuczne⁷⁶.

Pewną rolę w rozwoju gospodarki odgrywali również toruńscy kupcy. Ich działalność koncentrowała się głównie na rynku wewnętrznym, a także na pośrednictwie w spedycji towarów do Gdańska, Szczecina i Berlina. Przewożone towary pochodziły

⁷² Czacharowski, *Toruń, Atlas Historyczny*, 9.

⁷³ Krzysztof Biskup, Jerzy Stankiewicz, „Twierdza Toruń. Cz. 4. Drugi okres budowy twierdzy pruskiej – etap pierwszy”, *Zapiski Historyczne: poświęcone historii Pomorza i krajów bałtyckich* 43, nr 4 (1978), 79.

⁷⁴ Wajda, „Pod ponownym pruskim panowaniem”, 372–374.

⁷⁵ Wajda, „Życie gospodarcze miasta”, 151–152.

⁷⁶ Tamże, 150–151.

przede wszystkim z terenów Królestwa Polskiego, czyli Kraju Nadwiślańskiego. Przedmiotem handlu było głównie zboże i drewno⁷⁷. Bardzo istotna dla handlu drewnem była budowa portu drzewnego w 1904 r., dzięki czemu można było gromadzić większe ilości drewna⁷⁸.

W toruńskich księgach adresowych odnaleźć można jedynie dwa nazwiska mistrzów szklarskich (Il. 1 i 2). W wydaniu z 1897 r. figurują Julius Hell⁷⁹, prowadzący zakład przy ul. Brückenstrasse 34 (obecnie ul. Mostowa), oraz Emil Hell⁸⁰, którego warsztat mieścił się przy ul. Breitestrasse 4 (obecnie ul. Szeroka). Emil Hell pojawia się również w księdze adresowej z 1908 r.⁸¹ (Il. 3).

Julius Hell był ponadto inwestorem trzech kamienic w dzielnicy Wilhelmstadt (obecnie św. Katarzyny): przy ul. Poniatowskiego 1 i 3 oraz ul. Piastowskiej 9. Emil Hell był natomiast związany z budową jednej kamienicy, choć nie udało się ustalić, której. Jako inwestor budowlany wzmiankowany jest również inny mistrz szklarski – A. Heins⁸². Można przypuszczać, że to właśnie przede wszystkim te pracownie wykonywały oszklenia ozdobne i witrażowe do toruńskich kamienic na przełomie XIX i XX w.



Il. 1. Reklama mistrza szklarskiego Juliusa Hella z 1897 r., za: *Adreß=Buch der Stadt Thorn, Podgorz u. Mocker sowie des Landkreises Thorn für das Jahr 1897* (Thorn, 1897), 16.



Il. 2. Reklama mistrza szklarskiego Emila Hella z 1897 r., za: *Adreß=Buch der Stadt Thorn, Podgorz u. Mocker sowie des Landkreises Thorn für das Jahr 1897* (Thorn, 1897), 23.

⁷⁷ Wajda, „Pod ponownym pruskim panowaniem”, 375–376.

⁷⁸ Wajda, „Życie gospodarcze miasta”, 149.

⁷⁹ *Adreß=Buch der Stadt Thorn, Podgorz u. Mocker sowie des Landkreises Thorn für das Jahr 1897* (Thorn, 1897), 16.

⁸⁰ Tamże, 23

⁸¹ *AdressBuch für Thorn Stadt und Land* (Thorn, 1908), 28, Dostęp 13.03.2024, <https://kpbc.umk.pl/dlibra/publication/2252/edition/3710/content>.

⁸² Pszczółkowski, *Toruńska kamienica czynszowa*, 56 i 58.



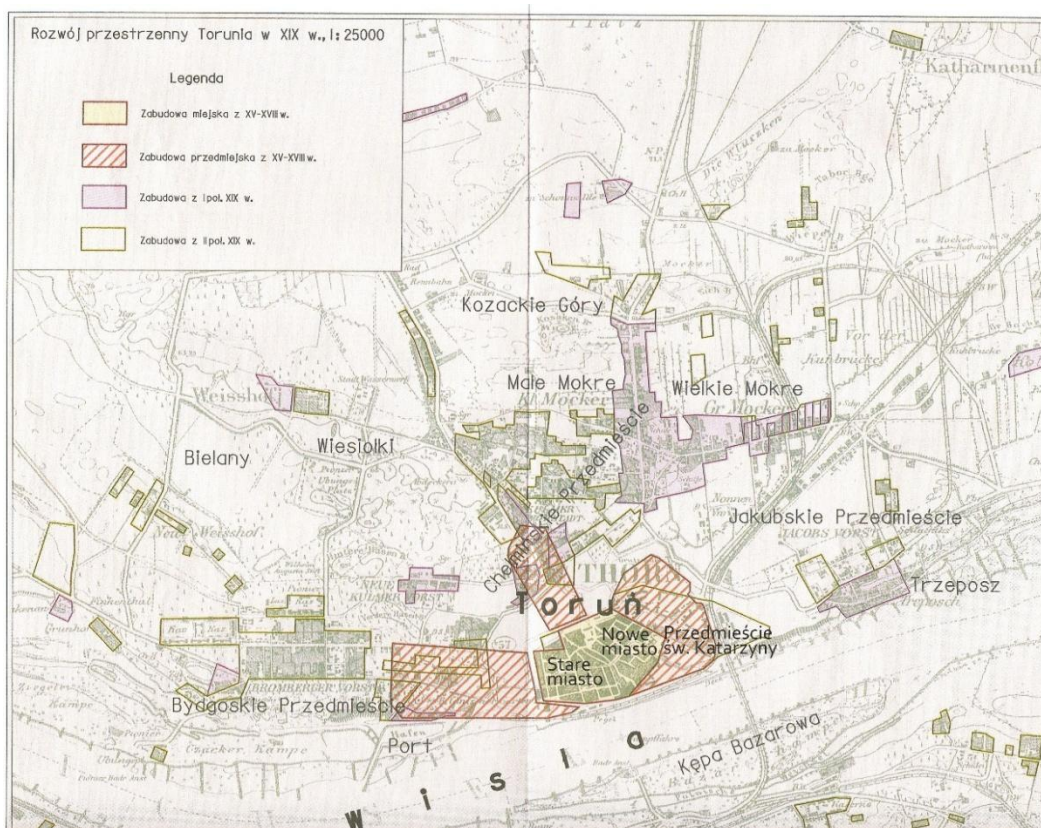
Il. 3. Reklama mistrza szklarskiego Emila Hella z 1908 r.,
za: *AdressBuch für Thorn Stadt und Land* (Thorn, 1908), 28, Dostęp 13.03.2024,
<https://kpbc.umk.pl/dlibra/publication/2252/edition/3710/content>, 28.

1.2. Rozwój terytorialny i zabudowy przedmieść

W pierwszej połowie XIX w. rozwój przedmieść Torunia był bardzo ograniczony. Główną przyczyną tego stanu rzeczy była militarna funkcja miasta, która w istotny sposób hamowała jego rozwój na wielu płaszczyznach. Szczególnie dotkliwe okazały się zaostrzone przepisy budowlane obowiązujące na przedpolu twierdzy. W pierwszym rejonie fortecznym, obejmującym obszar do 800 kroków od głównego wału, obowiązywał całkowity zakaz zabudowy. W drugim rejonie, sięgającym 1300 kroków od wału, dopuszczano budowę jedynie przy zachowaniu surowych ograniczeń⁸³. Przedmieścia rozwijały się wówczas w sposób bardzo ograniczony, a zarazem bez wyraźnych powiązań funkcjonalnych i urbanistycznych ze śródmieściem Torunia. Kształtowały się przede wszystkim wzdłuż dróg wylotowych prowadzących z miasta do innych ośrodków regionu (Il. 4). Do najważniejszych należały położone na zachód od centrum Przedmieście Bydgoskie, rozwijające się przy drodze do Bydgoszczy (obecnie Szosa Bydgoska), usytuowane na północy Przedmieście Chełmińskie, związane z trasami do Chełmna i Chełmży (dzisiejsze ulice Chełmińska i Grudziądzka), oraz położone na wschodzie Przedmieście Jakubskie, powstałe przy drodze prowadzącej do Golubia (obecnie ul. Lubicka)⁸⁴.

⁸³ *Fortyfikacja. Twierdza Toruń. Stan badań i problematyka konserwatorska*, praca zbiorowa, t. 5 (Warszawa–Kraków, 1998), 107.

⁸⁴ Bogusław Mansfeld, „Architektura w Toruniu (1815–1914)”, w *Historia Torunia. W czasach zaboru pruskiego (1793–1920)*, red. Marian Biskup, t. 3 (Toruń, 1999), 86.



Il. 4. Rozwój przestrzenny Torunia w XIX w. Za: Marian Biskup, red., *Historia Torunia. W czasach zaboru pruskiego (1793–1920)*, t. 3, cz. 1 (Toruń, 2003), mapa dołączona osobno.

Jako pierwsze zaczęło rozwijać się Przedmieście Bydgoskie, na którego obszarze już od średniowiecza powstawały różnorodne zabudowania, w tym cegielnia miejska oraz liczne folwarki rozproszone na rozległym terenie⁸⁵.

Drugim przedmieściem rozwijającym się w pierwszej połowie XIX w. było położone na północ od Torunia Mokre. Zamieszkiwane głównie przez robotników zatrudnionych przy budowie fortyfikacji, rozwijało się ono szczególnie dynamicznie w rejonie dzisiejszych ulic Kościuszki i Wybickiego⁸⁶. Na południu otwarto dwa większe zakłady przemysłowe, co miało korzystny wpływ na rozwój tej dzielnicy⁸⁷.

Znacznie wolniej rozwijało się Przedmieście Jakubskie, na co wpływała bliskość fortu św. Jakuba. Jego najstarsza część znajdowała się nad Wisłą i obejmowała osady Winnica oraz Rybaki. Bardziej na północ kształtowało się natomiast tzw. Nowe

⁸⁵ Danuta Bartz, Maria Żelska, „Ewolucja przestrzenno-funkcjonalna Bydgoskiego Przedmieścia do 1975”, *Rocznik Toruński* 12 (1977), 48–52.

⁸⁶ Sławomir Skibiński, red. *Dokumentacja naukowo-konserwatorska dzielnicy Toruń–Mokre. Cz. 1, Historia dzielnicy Toruń–Mokre* (AMKZT, Toruń, 1993), sygn. 518/1, 21.

⁸⁷ Witold Szczuczko, „Powstanie i rozwój zakładów Born & Schütze, obecnej fabryki maszyn budowlanych Bumator 1856–1939”, *Rocznik Toruński* 13 (1978), 145–155.

Jakubskie, rozwijające się wzdłuż uregulowanego w 1840 r. traktu prowadzącego do Golubia⁸⁸.

Przedmieście Chełmińskie rozwijało się przede wszystkim wzdłuż obecnej ulicy Chełmińskiej. Zamieszkiwała je głównie ludność robotnicza, zatrudniona przy budowie fortyfikacji. Do dziś widoczne są różnice architektoniczne i urbanistyczne między Chełmińskim Przedmieściem a zamożniejszym i bardziej reprezentacyjnym Przedmieściem Bydgoskim, które w XIX w. miało odmienny charakter społeczny.

Bydgoskie Przedmieście wyróżniało się na tle pozostałych dzielnic Torunia. Było zamieszkiwane przede wszystkim przez urzędników, przebiegała przez nie linia tramwajowa, a w jego sąsiedztwie znajdował się rozległy park oraz zabudowa willowa. W ówczesnym Toruniu uchodziło za dzielnicę najatrakcyjniejszą⁸⁹.

W okresie panowania pruskiego Toruń pozostawał miastem prowincjonalnym, pozbawionym wyraźnie wykształconych przedmieść, a jego charakter w dużej mierze kształtowała funkcja militarna, wynikająca z bliskości granicy. Intensywny rozwój terytorialny miasta nastąpił dopiero w czasach Cesarstwa Niemieckiego⁹⁰.

Druga połowa XIX w. przyniosła istotne zmiany w układzie przestrzennym Torunia. Duży wpływ na ten proces miało włączenie miasta do sieci kolejowej. Najpierw uruchomiono połączenie z Bydgoszczą, następnie z Warszawą, a w 1873 r. Toruń włączono do linii Warszawa–Wystruć oraz oddano do użytku most kolejowo-drogowy na Wiśle, co stało się silnym impulsem do dalszych przeobrażeń przestrzennych miasta. Główny dworzec kolejowy zlokalizowano na lewym brzegu Wisły. Wraz z osłaniającym go fortem kolejowym oraz zabudową koszarową tworzył on jednak jedynie ograniczone centrum transportowe. W prawobrzeżnej części miasta, z powodu braku odpowiedniej przestrzeni, urządzono natomiast jedynie stację osobową w pobliżu nowo wybudowanego mostu kolejowo-drogowego⁹¹. Na lewym brzegu Wisły na zachód od Torunia ulokowano Podgórz, który w XIX w. był samodzielną osadą o ulicowym rozplanowaniu.

Rok 1872 przyniósł kolejne korzystne zmiany. Uznanie Torunia za twierdzę I klasy oraz budowa nowego pasa fortyfikacji, odsuniętego od centrum miasta, stworzyły

⁸⁸ Bolesław Sądowski, *Toruń. Jakubskie Przedmieście. Studium historyczno-konserwatorskie* (AMKZT, Toruń, 1984), sygn. 86/1, 22–23.

⁸⁹ Marek Gogolin, Henryk Ratajczak, „Problematyka ochrony XIX-wiecznej mieszkalnej zabudowy szkieletowej przedmieść na przykładzie Torunia”, w *Kierunki transformacji polskich miast u progu wstąpienia do Unii Europejskiej. Materiały konferencji naukowej* (Szczecin, 2000), 73–74.

⁹⁰ Joanna Kucharzewska, *Architektura i urbanistyka Torunia w latach 1871–1920* (Warszawa: Wydawnictwo Neriton, 2004), 48.

⁹¹ Tamże, 62–64.

warunki do rozwoju zabudowy na terenach wcześniej objętych restrykcjami budowlanymi. Oprócz samych fortów, wytyczono również liczne drogi o znaczeniu zarówno militarnym, jak i cywilnym. Ostatecznie w 1909 r. całkowicie zniesiono ograniczenia rejonowe⁹². Powodem tego był, między innymi, brak możliwości utrzymania zakazów z powodu dużej migracji ludności do Torunia.

Od lat 70. XIX w. zaczęły pojawiać się koncepcje rozwoju miasta w kierunku północno-wschodnim. Wysunięto wówczas projekt utworzenia nowej dzielnicy – Wilhelmstadt, która miała zostać dobrze skomunikowana z pozostałą częścią Torunia⁹³. W 1884 r. opracowano plan zabudowy nowej dzielnicy. Zalecono w nim, aby ulice wytyczać, w miarę możliwości, w miejscach dawniej zasypanych fos. Projekt przewidywał także podział terenu na bloki o określonej powierzchni oraz ustalał szerokość ulic⁹⁴. Zabudowa mieszkaniowa obszaru dzielnicy zaplanowana pierwotnie dla rodzin wyższych rangą wojskowych (z czego ostatecznie zrezygnowano, odsprzedając działki prywatnym przedsiębiorcom)⁹⁵ została wyznaczona ulicami: Warszawską (dawniej Friedrichstr.), Piastowską (Wilhelmstr.), Kazimierza Jagiellończyka (Albrechtstr.) oraz Poniatowskiego (Bismarckstr.). Stanowi ona zwarty zespół kilkupiętrowych domów czynszowych o zróżnicowanej architekturze, wybudowany w ramach nowopowstałej dzielnicy i jako jedyny zrealizowany w całości⁹⁶.

Stosunkowo szybko została ona wyposażona w podstawową infrastrukturę miejską: oświetlenie gazowe (w latach 1897–1903), sieć wodociągowo-kanalizacyjną (do 1903 r.) oraz linię tramwaju konnego, uruchomioną w 1892 r.⁹⁷. W końcu lat 90. XIX w. rozpoczęto budowę czterokondygnacyjnych kamienic czynszowych, a w centrum dzielnicy zbudowano kościół garnizonowy pod wezwaniem św. Katarzyny⁹⁸.

Najintensywniejszy ruch budowlany można zaobserwować na Bydgoskim Przedmieściu. Zabudowie podlegały zarówno Szosa Bydgoska, jak i biegnąca równolegle do niej ulica, dzisiejsza ul. Mickiewicza. Wytyczano także przecznice oraz parcele

⁹² Tamże, 94.

⁹³ Tamże, 76.

⁹⁴ Bożena Zimnowoda-Krajewska, *Blok zabudowy mieszkaniowej przy ul. Warszawskiej w Toruniu na tle budownictwa czynszowego przełomu XIX/XX w.*, praca doktorska (Archiwum Katedry Konserwatorstwa UMK, Toruń, 2005), 181; Bożena Zimnowoda-Krajewska, „Architektura bloku zabudowy czynszowej z przełomu XIX i XX wieku przy ulicy Warszawskiej w Toruniu”, w *Historyzm toruński XIX–XX wieku: architektura, miejsca i codzienność*, red. Katarzyna Kluczajd, Michał Pszczółkowski (Toruń: Stowarzyszenie Historyków Sztuki, 2016), 51.

⁹⁵ Kucharzewska, *Architektura i urbanistyka Torunia*, 79.

⁹⁶ Zimnowoda-Krajewska, „Architektura bloku zabudowy czynszowej”, 53.

⁹⁷ Kucharzewska, *Architektura i urbanistyka Torunia*, 184.

⁹⁸ Tamże, 76–82.

przeznaczone pod kamienice czynszowe, a w północnej części dzielnicy również pod zabudowę willową⁹⁹.

Obok zabudowy cywilnej na Bydgoskim Przedmieściu powstały również koszary kawaleryjskie przy dzisiejszej ul. Reja, budynki seminariów nauczycielskich oraz zespół koszar saperów przy obecnej ul. Sienkiewicza. W 1899 r. Przedmieście Bydgoskie uzyskało połączenie tramwajowe ze Starówką i dworcem miejskim, czyli obecnym dworcem kolejowym Toruń Miasto. Zajeżdźnia tramwajowa znajdowała się wówczas w tym samym miejscu co dziś – przy ul. Sienkiewicza¹⁰⁰. W obrębie Bydgoskiego Przedmieścia swoją odrębność zachowały Rybaki, zamieszkiwane głównie przez rybaków, flisaków oraz osoby zatrudnione w pobliskim porcie drzewnym i otwartej w 1888 r. stoczni przy Porcie Zimowym¹⁰¹.

Dynamiczny rozwój Przedmieścia Chełmińskiego, podobnie jak pozostałych przedmieść z wyjątkiem Bydgoskiego, rozpoczął się w latach 70. XIX w. Wiązało się to z napływem robotników budowlanych zatrudnionych przy wznoszeniu drugiego, zewnętrznego pasa fortyfikacji¹⁰². Początek XX w. przyniósł kolejne zmiany, które stały się impulsem do rozbudowy przedmieścia. Decyzją władz pruskich wewnętrzny pas fortyfikacji, uznany za mający niewielką wartość bojową, został wyłączony z użytkowania, a obowiązujące dotąd restrykcyjne przepisy budowlane zniesiono. Powstające na tych terenach budynki były przeważnie niskie, jedno- lub dwukondygnacyjne i wznoszono je w znacznym rozproszeniu, co doprowadziło do ukształtowania nieregularnej sieci drogowej.

Dodatkowo, ze względu na wymogi militarne, zabudowa wznoszona na przedpolach fortów mogła zostać w razie zagrożenia przeznaczona do rozbiórki. Z tego powodu stosowano głównie tanie materiały budowlane, takie jak drewno i glina. Dobór tych materiałów miał istotny wpływ na wykształcenie się charakterystycznej formy zabudowy szkieletowej¹⁰³.

⁹⁹ Mansfeld, „Architektura w Toruniu”, 86–89.

¹⁰⁰ Danuta Bartz, Maria Żelska, „Ewolucja przestrzenno-funkcjonalna Bydgoskiego Przedmieścia do 1975”, *Rocznik Toruński* 12 (1977), 47.

¹⁰¹ Maria Grzęska-Janiak, Aleksandra Walczak, *Zabudowa Bydgoskiego Przedmieścia* (AUMKZT, Toruń, 1979), sygn. 13/1, 5.

¹⁰² Eugenia Kwiatkowska, „Rozwój przestrzenny Torunia”, *AUNC. Geografia. Nauki Matematyczno-Przyrodnicze* 10, z. 52 (Toruń, 1973), 187–190.

¹⁰³ Wiktor Zin, red., *Zabytki urbanistyki i architektury w Polsce. Odbudowa i konserwacja*, t. 1 (Warszawa: Arkady, 1986), 502.

Rozwój Przedmieścia Jakubskiego przebiegał znacznie wolniej niż w innych częściach Torunia. Dopiero budowa rzeźni miejskiej w latach 1883–1884 stała się impulsem do ograniczonego ożywienia tej dzielnicy.

Ostatnim istotnym etapem rozwoju przestrzennego Torunia na początku XX w. było włączenie w granice miasta gminy Mokre, zamieszkiwanej głównie przez ludność robotniczą. W 1906 r. obszar ten zajmował powierzchnię 910 ha i liczył niemal 12 tys. mieszkańców¹⁰⁴.

Na przełomie XIX i XX w. powstała koncepcja utworzenia reprezentacyjnej ulicy obiegającej śródmieście, poprowadzonej poza linią likwidowanych średniowiecznych fortyfikacji. Plan ten nawiązywał do idei tzw. ringów. W Toruniu funkcję tę miały pełnić dzisiejsze ulice Warszawska oraz Wały gen. Władysława Sikorskiego.

Wzdłuż tych arterii planowano wznoszenie reprezentacyjnych, monumentalnych gmachów, dla których brakowało miejsca w obrębie śródmieścia. Przy ul. Warszawskiej i Wałach gen. Władysława Sikorskiego powstały między innymi: kościół kalwiński (1902–1904), siedziba straży pożarnej (1901–1903), szkoła przemysłowa (1906–1907; obecnie Collegium Maius UMK), zespół sądowo-więzienny (1900–1903), gmach Banku Rzeszy (1906; obecnie Collegium Maximum), budynek teatru (1904), gmach starostwa (1901) oraz siedziba policji (1901)¹⁰⁵.

Z tego przedstawionego krótkiego i syntetycznego zarysu historycznego wynika, że rozwój Torunia w XIX i na początku XX w. pozostawał w ścisłym związku z jego funkcją militarną. W pierwszym okresie panowania pruskiego miasto rozwijało się powoli, na co wpływały zarówno niekorzystne położenie przy granicy, jak i ograniczenia gospodarcze oraz budowlane wynikające z rozbudowy twierdzy. Dopiero w drugiej połowie XIX w., wraz z rozwojem połączeń kolejowych i zmianami w systemie fortyfikacyjnym, pojawiły się warunki do wyraźniejszego ożywienia gospodarczego i przestrzennego. Wówczas zaczęły intensywniej rozwijać się przedmieścia, powstawały nowe dzielnice, a Toruń stopniowo zyskiwał cechy nowoczesnego miasta. Ostatecznie można stwierdzić, że militarna rola Torunia była z jednej strony czynnikiem hamującym jego rozwój, z drugiej zaś stała się jednym z impulsów do jego późniejszych przemian urbanistycznych i gospodarczych.

¹⁰⁴ Wajda, *Pod ponownym pruskim panowaniem*, 359.

¹⁰⁵ Mansfeld, „Architektura w Toruniu”, 90.

2. Technika, technologia oraz stylistyka witraży i oszkleń dekoracyjnych ze szczególnym uwzględnieniem XIX i początku XX wieku

Rozdział drugi poświęcono technice, technologii oraz stylistyce witraży i oszkleń dekoracyjnych, przede wszystkim XIX i początku XX w. Omówiono w nim podstawowe pojęcia i nazewnictwo form witrażowych, rodzaje stosowanych szkieleł, sposoby ich wytwarzania, a także techniki dekoracyjne. Przedstawienie tych zagadnień jest konieczne dla właściwego rozpoznania badanych obiektów, oceny ich stanu zachowania oraz określenia problemów konserwatorskich. Rozdział stanowi tym samym technologiczne i terminologiczne zaplecze dla dalszych analiz dotyczących witraży i oszkleń ozdobnych.

2.1. Nazewnictwo form witrażowych

W literaturze polskiej trudności w określeniu nazewnictwa form witrażowych spróbowali zdefiniować i uporządkować m.in.: Beata Fekecz-Tomaszewska¹⁰⁶, Magda Ławicka¹⁰⁷ oraz Tomasz Szybisty¹⁰⁸. Wszyscy badacze swoje rozważania oparli na klasyfikacji niemieckiego badacza Johannes Ralfa Beinesa, zawartej w pracy o oszkleniach w Niemczech w latach 1780–1914¹⁰⁹.

W witrażu klasycznym (niem. *musivische Glasmalerei*) szkło stanowi podobrazie, ale może też być tworzywem malarskim. Barwione w masie lub powłokowe (warstwowe) płytki szklane budują kompozycję barwną (szkła dmuchane lub walcowane). Odpowiednio przycięte fragmenty szkła według zaplanowanego wzoru, z nałożonymi warstwami malarskimi wypalonymi w piecu w ok. 600–650°C, oprawione w listwy ołowiane – tworzą kwaterę witrażową.

Malowidło witrażowe (niem. *Glasgemälde*) to nanoszenie obrazu, konturu oraz barwnych płaszczyzn w jego obrębie, na bezbarwne, gładkie szklane tafle za pomocą farb emaliowych¹¹⁰, które z kolei wypalane są w piecu w celu zespolenia farb z podłożem.

¹⁰⁶ Magda Ławicka, Beata Fekecz-Tomaszewska, „Problemy z nazewnictwem technik witrażowych”, w *Polska sztuka witrażowa*, red. Joanna Budyn-Kamykowska, Krystyna Pawłowska (Kraków: Stowarzyszenie Miłośników Witraży AVP, 2002), 221–226.

¹⁰⁷ Magda Ławicka, *Zapomniana pracownia. Wrocławski instytut witraży Adolpha Seilera (1846–1945)* (Wrocław: Wydawnictwo Matysiak–Mieczkowski, 2002), 15.

¹⁰⁸ Tomasz Szybisty, *Sztuka sakralna Krakowa w wieku XIX*, część IV, *Malarstwo witrażowe* (Kraków: Wydawnictwo Universitas, 2012).

¹⁰⁹ Johannes Ralf Beines, „Materialien zur Geschichte farbiger Verglasungen von 1780 bis 1914, vorzugsweise für das Gebiet der Bundesrepublik Deutschland“, w Waldemar Haberey, Suzanne Beeh, Johannes Ralf Beines, *Farbfenster in Bonner Wohnhäusern* (Köln: Rheinland-Verlag GmbH, 1979), 85.

¹¹⁰ Ławicka, *Zapomniana pracownia*, 15.

W tej technice ołowiane listwy mają podrzędne znaczenie, gdyż dążono do stosowania możliwie największych i regularnych tafli szkła. Ta technika cieszyła się popularnością do lat 80. XIX w. i wykluczała włączanie do kompozycji szkieł barwionych w całość swojej masy¹¹¹.

Omawiana tutaj w dużym stopniu problematyka konserwatorska dotyczy zasadniczo oszklenia mozaikowego (niem. Mosaikverglasung), zwanego też oszkleniem artystycznym (niem. Kunstverglasung), w którym przy pomocy listwy ołowianej łączy się ze sobą różne bezbarwne lub barwione szkła – gładkie, fakturowe, ornamentowe, opalowe, mącone, szkła z wtapianymi płatkami złota lub srebra itd. Szprosy ołowiane tworzą kontury rysunku. Szkiele nie maluje się ani patyną, ani emaliami. Rozkwit tej techniki nastąpił w dobie secesji¹¹². Krakowski badacz Tomasz Szybisty zaznacza jednak, że określenie Mosaikverglasung (Kunstverglasung) jako „oszklenie” czy „oszklenie” jest w języku polskim pojęciem dość ogólnym i właściwiej jest stosować termin „witraż mozaikowy”¹¹³.

Czasem listwy ołowiane zastępowano szprosami cynowo–miedzianymi. Do tego typu witrażu zalicza się także szklenie ołowiowe (niem. Bleiverglasung) wykonane z bezbarwnych kawałków szkła. Do wczesnych przykładów szklenia ołowiowego zaliczyć można jednobarwne szkła gomółkowe¹¹⁴.

W polskiej literaturze nie zdefiniowano pojęcia określającego wypełnienie okien lub drzwi szklami ornamentowymi, fakturowymi, szlifowanymi, trawionymi czy piaskowanymi bez użycia profili ołowianych, a tylko na metalowe szpile i kit szklarski. Przykładowo Jolanta Wnuk i Leszek Jodliński w publikacji poświęconej witrażom gliwickim opisują tego typu szkła jako ozdobne¹¹⁵. Anna Domańska-Biegowska szkła trawione opisuje jako artystyczne dekoracje¹¹⁶. We wprowadzeniu do wytycznych dotyczących konserwacji i restauracji witraży sporządzonych przez Corpus Vitrearum znaleźć można jedynie ogólne wyjaśnienie pojęcia „witraż”, gdzie wymienia się „przeszklenie ozdobne”, bez żadnego rozwinięcia i interpretacji¹¹⁷. Można zatem

¹¹¹ Tamże, 15.

¹¹² Tamże, 15.

¹¹³ Szybisty, *Sztuka sakralna Krakowa*, 11.

¹¹⁴ Ławicka, Fekecz-Tomaszewska, „Problemy z nazewnictwem”, 225–226.

¹¹⁵ Jolanta Wnuk, Leszek Jodliński, *Gliwickie witraże. Witraże z końca XIX i początku XX wieku w architekturze profanum Gliwic* (Gliwice, 2007).

¹¹⁶ Domańska-Biegowska, „Witraże w kamienicach poznańskich”, 42.

¹¹⁷ Sławomir Oleszczuk, Tomasz Szybisty, tłum., *Wytyczne dotyczące konserwacji i restauracji Witraży* (Corpus Vitrearum, wersja druga, Norimberga, 2004), brak paginacji, pkt 1.4, Dostęp 10.10.2025, <https://cvp.ihs.uj.edu.pl/konserwacja-witrazy/wytyczne-konserwatorskie-cvp>.

zaproponować, by ten rodzaj przeszkleń określać mianem „oszklenia ozdobnego” lub „artystycznego” – w przypadku szkieleń trawionych wielowarstwowo.

2.2. Rodzaje szkieleń witrażowych, ozdobnych i okiennych

2.2.1. Ogólna charakterystyka budowy szkieleń

Szkło jest ciałem amorficznym, pozbawionym uporządkowanej struktury krystalicznej. Jego podstawę stanowi przestrzenna sieć zbudowana przede wszystkim z tlenku krzemu SiO_2 . W niektórych rodzajach szkieleń funkcję szklotwórczą mogą pełnić także inne tlenki, m.in. B_2O_3 lub P_2O_5 , jednak w szkiele okiennym i witrażowym zasadnicze znaczenie ma krzemionka, tworząca szkieleć strukturalny szkieleń. Sama krzemionka ma jednak bardzo wysoką temperaturę topnienia, wynoszącą około 1700°C , dlatego jej praktyczne wykorzystanie wymaga wprowadzenia do zestawu szklarskiego topników. Funkcję tę pełnią przede wszystkim tlenki alkaliczne metali jednowartościowych, takie jak Na_2O lub K_2O , które obniżają temperaturę topnienia, zmniejszają lepkość masy szklanej i ułatwiają formowanie szkieleń. Ich nadmierna ilość osłabia jednak trwałość chemiczną materiału, dlatego do składu wprowadza się również tlenki stabilizujące, zwłaszcza CaO i MgO , które zwiększają odporność szkieleń na działanie wody i czynników atmosferycznych. PbO wprowadzano przede wszystkim w celu obniżenia temperatury topnienia oraz zwiększenia gęstości, połysku i współczynnika załamania światła szkieleń, dlatego jest on charakterystyczny zwłaszcza dla szkieleń ołowiowych, emalii i topników stosowanych w farbách szklanych.

W praktyce podstawowy skład szkieleń można więc sprowadzić do trzech grup: składnika szklotwórczego, topnika i stabilizatora. W wielu szkiełach obecne są ponadto niewielkie dodatki Al_2O_3 , MgO lub P_2O_5 , które modyfikują właściwości fizyczne i technologiczne materiału. Osobną grupę stanowią środki klarujące, takie jak As_2O_3 , Sb_2O_3 lub Na_2SO_4 , stosowane w celu ułatwienia usuwania pęcherzyków gazu z masy szklanej i poprawy jej jednorodności¹¹⁸.

W odniesieniu do szkieleń witrażowych, historycznie jego skład nie zawsze był taki sam. W starszych realizacjach, zwłaszcza w obszarze śródziemnomorskim, częściej

¹¹⁸ Sydney Parke, „Lecture 2. Glass Science”, *Compendium of Glass*, Society of Glass Technology (2016), Dostęp 3.02.2026, https://cdn.ymaws.com/sgt.org/resource/resmgr/compendium_of_glass/78_parke.pdf, 7–9; Wacław Nowotny, *Technologia szkieleń*, cz.1 (Warszawa: Wydawnictwo Szkolne i Pedagogiczne, 1975), 15–17.

spotyka się szkła sodowo-wapniowo-krzemianowe, natomiast w średniowiecznej Europie północnej bardzo ważną grupę stanowiły szkła potasowo-wapniowo-krzemianowe, nazywane często szklami leśnymi. Ich skład był inny niż skład szkła nowożytnego czy współczesnego: zawierały one zwykle więcej K_2O i CaO , a mniej SiO_2 , przez co ich sieć szklana była bardziej „otwarta”, a więc mniej odporna chemicznie. Źródłem jonów były związki potasu i sodu zawarte w popiele z różnych roślin. W naszej części Europy najczęściej stosowano popiół bukowy (potaż). Z punktu widzenia konserwacji ma to duże znaczenie, ponieważ właśnie takie szkła średniowieczne łatwiej ulegają korozji i zmianom powierzchniowym¹¹⁹.

W 1791 r. po raz pierwszy zastosowano w produkcji szkła sodę sztuczną otrzymywaną metodą Nicolasa Leblanca. Miało to duże znaczenie dla dalszego rozwoju hutnictwa szklanego, ponieważ pozwoliło uniezależnić produkcję od trudno dostępnych i zmiennych jakościowo surowców naturalnych, takich jak popioły roślinne czy soda pozyskiwana z roślin nadmorskich.

Wprowadzenie sody produkowanej przemysłowo przyczyniło się do stopniowej standaryzacji składu szkła sodowo-wapniowo-krzemianowego. Miało to szczególne znaczenie w XIX w., kiedy gwałtownie wzrosło zapotrzebowanie na szkło okienne, opakowaniowe i użytkowe. Stabilniejsze surowce umożliwiały prowadzenie wytopu na większą skalę, poprawę powtarzalności produkcji oraz lepszą kontrolę barwy, przejrzystości i właściwości fizykochemicznych szkła. Zastosowanie sody Leblanca wpisywało się więc w szerszy proces uprzemysłowienia produkcji szklarskiej, poprzedzający późniejsze udoskonalenia technologiczne, takie jak rozwój pieców wannowych, mechanizacja formowania szkła oraz wprowadzenie metod ciągłej produkcji szkła płaskiego¹²⁰.

W budowie chemicznej szkła tlenki alkaliczne, takie jak Na_2O i K_2O , nie tylko obniżają temperaturę topienia, ale też rozluźniają sieć krzemianową, czyli wprowadzają do struktury miejsca, które osłabiają ciągłość układu zbudowanego z tetraedrów krzemowo-tlenowych. To z jednej strony pomaga w topieniu i formowaniu szkła, ale z drugiej może pogarszać jego trwałość. Wapń działa odwrotnie: porządkuje i wzmacnia

¹¹⁹ Teresa Palomar, Paula Redol, Isabel C. Alves, Elsa Pereira da Silva, „The Influence of Environment in the Alteration of Historical Stained-Glass Windows in Portuguese Monuments”, *Heritage* 1 (2018), 365–373; Laura W. Adlington, Ian C. Freestone, Jerzy J. Kunicki-Goldfinger, Tim Ayers, Heather Gilderdale-Scott, Anna Eavis, „Regional Patterns in Medieval European Glass Composition as a Provenancing Tool”, *Journal of Archaeological Science* 110 (2019), brak paginacji.

¹²⁰ Nowotny, *Technologia szkła*, cz. 1, 9.

układ, dlatego szkło wapniowe jest trwalsze niż proste szkło sodowo-krzemianowe. Dodatek Al_2O_3 także zwykle poprawia odporność chemiczną, choć nadmiar glinu utrudnia topienie. W praktyce technologia szkła zawsze polega na szukaniu równowagi między łatwością wytopu, podatnością na obróbkę, przejrzystością, kolorem i trwałością¹²¹.

Barwa szkła bierze się z obecności jonów metali lub związków metali przejściowych. To one pochłaniają część światła widzialnego, a resztę przepuszczają. W efekcie oko widzi określony kolor. Jednym z najsilniejszych klasycznych barwników jest kobalt, zwykle w postaci Co^{2+} , który daje intensywny błękit nawet przy bardzo małym stężeniu. Żelazo jest bardziej złożone, ponieważ może występować w różnych stopniach utlenienia. Fe^{3+} daje odcienie bardziej żółtawe lub żółtozielone, natomiast Fe^{2+} przesuwą barwę ku zieleni i niebieskozieleni. Gdy w szkłe obecne są obie formy żelaza równocześnie, kolor zależy od ich wzajemnej proporcji. Chrom również jest bardzo ważnym barwnikiem: Cr^{3+} daje zieleń szmaragdową, natomiast większy udział chromu sześciowartościowego prowadzi do bardziej żółtozielonych tonów. Mangan w postaci Mn^{3+} barwi szkło na fioletowo lub purpurowo. Miedź może dawać barwy niebieskie i zielone, ale w określonych warunkach może też uczestniczyć w tworzeniu barw czerwonych¹²².

W technologii szkła obowiązuje przy tym ważna zasada: kolor zależy nie tylko od tego, jaki pierwiastek dodano, lecz także od tego, w jakim stanie utlenienia ten pierwiastek znajduje się w szkłe. To właśnie dlatego tak ważne są warunki utleniające i redukujące. W przypadku żelaza warunki bardziej utleniające sprzyjają przewadze Fe^{3+} , a bardziej redukujące zwiększają udział Fe^{2+} . Podobnie w przypadku chromu: silne utlenienie zwiększa udział form sześciowartościowych i prowadzi do mniej przyjemnych, żółtawych zieleni, podczas gdy redukcja sprzyja formie Cr^{3+} i bardziej nasyconej zieleni. Również mangan, miedź, cyna czy antymon zmieniają swoje zachowanie zależnie od warunków redoks oraz temperatury topienia. W praktyce piecowej oznacza to, że kolor szkła nie zależy tylko od receptury, ale także od atmosfery pieca, składu zestawu szklarskiego, rodzaju topników i dodatków utleniających albo redukujących¹²³.

¹²¹ Parke, „Lecture 2. Glass Science”, 7–9.

¹²² James E. Shelby, „Color in Commercial Glasses”, w *IMI-NFG Course on Processing of Glass* (Lehigh University, 2015), 12–15, 19, 26; Por. Waław Nowotny, *Szkła barwne* (Warszawa: Arkady, 1969).

¹²³ Roy D. Wright, „Lecture 5. Optical Properties: Colour,” *Compendium of Glass*, Society of Glass Technology (2016), 1–2; Shelby, „Color in Commercial Glasses”, 14–15, 19.

Dobrze widać to na przykładzie żelaza w szkłe średniowiecznym. Związki żelaza mogą dawać barwę niebieską, żółtą, zieloną, brązową albo mieszaną, zależnie od składu szkła i warunków topienia. W warunkach silnie redukcyjnych żelazo barwi bardziej na niebiesko, natomiast w warunkach utleniających — bardziej na żółto. Jeśli dodatkowo w zestawie obecna jest siarka, może powstać barwnik cząsteczkowy FeS, odpowiedzialny za pomarańczowobrunatne lub bursztynowe zabarwienie szkła¹²⁴. To ważne także dla witraży, bo pokazuje, że średniowieczny kolor nie zawsze był jednorodny: często był wynikiem bardzo delikatnej równowagi między składem surowców a atmosferą pieca.

Oprócz barw jonowych istnieją też barwy koloidalne i półprzewodnikowe. W takich przypadkach nie sam jon odpowiada za kolor, lecz bardzo drobne cząstki rozproszone w szkłe. Dotyczy to przede wszystkim złota, srebra i miedzi. Złoto w szkłe może prowadzić do powstania charakterystycznej czerwieni rubinowej, ale nie dzieje się to od razu w czasie topienia. Najpierw złoto musi się rozpuścić, a potem podczas odpowiedniego wygrzewania wytrącają się bardzo drobne cząstki koloidalne, które powodują pojawienie się barwy. Podobny mechanizm dotyczy srebra i częściowo miedzi. W literaturze technologicznej proces ten nazywa się często „wywoływaniem” albo „gęstnieniem” barwy. Właśnie dlatego niektóre szkła po wytopie są jeszcze prawie bezbarwne, a właściwy kolor pojawia się dopiero po dodatkowej obróbce cieplnej¹²⁵.

W przypadku szkła czerwonego bardzo dobrym przykładem jest szkło złote, znane także z tradycji witrażowej. Szkła barwione złotem były stosowane od starożytności, a w średniowieczu wykorzystywano je także w witrażach. Autorzy podkreślają, że topienie szkła barwionego złotem należy prowadzić w mocno utleniającej atmosferze, ponieważ w warunkach redukcyjnych złoto wytrąca się z masy szklanej i opada na dno tygla. Sam kolor pojawia się dopiero przy ponownym ogrzewaniu, kiedy rozpuszczone złoto przechodzi w postać bardzo drobnych cząstek odpowiedzialnych za czerwoną barwę¹²⁶.

W szklach żółtych i czerwonych szczególne znaczenie mają też srebro, kadm i selen. Srebro może dawać barwy żółte, ale zwykle nie jako prosty barwnik masowy w takim sensie jak kobalt czy chrom. W praktyce witrażowej ogromną rolę odegrała lazura srebrowa, czyli barwienie powierzchni szkła związkami srebra podczas wypalania.

¹²⁴ Jarosław Michalek, „Zróżnicowanie składu chemicznego materiałów do wytopu szkła średniowiecznego wg Teofila Prezbitera”, *Szkło i Ceramika* 69, nr 1 (2018), 24.

¹²⁵ Shelby, „Color in Commercial Glasses”, 35, 39–41; Nowotny, *Szkła barwne*, 139–146.

¹²⁶ Magdalena Woźniak, Marek Nocuń, Paweł Pichniarczyk, „Otrzymywanie szkła czerwonego przy użyciu purpury Kasjusza”, *Szkło i Ceramika* 67, nr 6 (2016), 11–13.

Dzięki temu można było na bezbarwnym albo lekko zabarwionym szkłe uzyskać tony od żółci po bursztyn. W nowożytnej i współczesnej technologii szkła znane są także układy kadmowo-siarkowe i kadmowo-selenowe: CdS daje żółć, natomiast mieszaniny z selenem przesuwają barwę ku pomarańczowi i czerwieni. Takie barwy również wymagają starannej kontroli procesu, bo łatwo zmieniają odcień zależnie od temperatury, czasu wygrzewania i warunków redoks¹²⁷.

Z konserwatorskiego punktu widzenia ważna jest jeszcze jedna zasada. To samo szkło może wyglądać inaczej nie tylko z powodu składu, lecz także z powodu grubości tafli, pęcherzyków, wtrąceń, niejednorodności i stopnia korozji. Średniowieczne szkło witrażowe bywało grubsze, mniej jednorodne i pełne drobnych zanieczyszczeń, ale właśnie to często nadawało mu głębię optyczną. Kolor jest wynikiem współdziałania składu chemicznego, struktury szkła, stopnia utlenienia barwiących jonów, atmosfery pieca oraz późniejszej obróbki cieplnej¹²⁸.

Podsumowując, budowa i właściwości szkła są wynikiem wzajemnego oddziaływania jego składu chemicznego, struktury wewnętrznej oraz warunków technologicznych wytopu. W odniesieniu do szkieł witrażowych szczególne znaczenie ma zróżnicowanie historycznych receptur, zwłaszcza odmienność szkieł sodowych i potasowych, a także rola dodatków barwiących, stabilizujących i klarujących. Skład szkła decydował nie tylko o jego barwie, przejrzystości i możliwościach obróbki, lecz również o trwałości oraz podatności na procesy korozyjne. Z tego względu rozpoznanie technologii i chemicznej budowy szkła stanowi istotny punkt wyjścia zarówno do analizy historycznych witraży, jak i do oceny ich stanu zachowania oraz planowania działań konserwatorskich.

¹²⁷ Adam Włodarczyk, „Średniowieczna technologia witrażowa we współczesnym rzemiośle artystycznym, na podstawie pracy mnicha Teofila”, *Szkło i Ceramika*, nr 2 (2022), 45–46; Roy D. Wright, „Lecture 5. Optical Properties: Colour”, 2; Tove Bring, *Red Glass Coloration – A Colorimetric and Structural Study* (Lund: Lund University, 2006), 8.

¹²⁸ Włodarczyk, „Średniowieczna technologia witrażowa”, 46.

2.2.2. Szkło witrażowe

Szkło dmuchane (antyczne). Nazwa szkła antycznego wywodzi się z ponownego odtworzenia tego rodzaju szkła, którego wygląd nawiązuje do wyrobów średniowiecznych. Charakteryzuje się ono licznymi nierównościami, obecnością pęcherzyków powietrza, silnym załamaniem światła oraz niejednorodnością optyczną. Produkcję szkła antycznego zapoczątkowano w Anglii w 1855 r.¹²⁹ (Il. 5).



Il. 5. Przykład dmuchanego szkła antycznego z charakterystycznymi pęcherzykami powietrza (Fot. Adam Kaźmierczak).

W procesie produkcji antycznego szkła witrażowego uczestniczą następujący pracownicy: kulkarz, nabieracz, dmuchacz, paclarz oraz walcarz. Prace związane z formowaniem cylindrów rozpoczynają kulkarz i nabieracz. Do obowiązków kulkarza należy przygotowanie puszczeli z odpowiednią końcówką (zgrubieniem) zwaną gałą (przez hutników nazywaną potocznie „gałą”) oraz wyłożenie kształtowników drewnianych specjalnym gatunkiem tektury papierowej, wcześniej namoczonej w wodzie. Po wykonaniu czynności przygotowawczych kulkarz rozgrzewa w piecu, zwanym drumlą, końcówkę puszczeli (tzw. nabel), a następnie nabiera z donicy pierwszą porcję szkła.

¹²⁹ Gajewska-Prorok *Mistrzowie światła*, 39, 41. W Polsce szkło antyczne wytwarzane było w hucie Jasło do 2020 r.

Nabrane szkło jest studzone i formowane w kulę przy użyciu kształtownika. Na przestudzoną kulę nabiera się drugą porcję szkła, po czym piszczel ze szkłem zostaje przekazana nabieraczowi. Ten ponownie studzi masę szklaną i nadaje jej kształt kuli. Następnie nabieracz jeszcze dwukrotnie pobiera kolejne porcje szkła. Gdy na piszczeli znajduje się odpowiednia ilość masy szklanej, umieszcza ją w odpowiednio przygotowanym metalowym kłocu. Wspólnie z dmuchaczem rozpoczyna wtedy formowanie szklanego cylindra. Po ukształtowaniu początkowej części cylindra, tzw. kapy, nabieracz przenosi go do oddzielnego pieca w celu ponownego podgrzania przestudzonej masy szklanej.

Następnie dmuchacz przejmuje piszczel i w drumli nagrzewa masę szklaną do temperatury, w której staje się ona plastyczna i nadaje się do rozpoczęcia procesu wyciągania cylindra. Po nagrzeniu dmuchacz przenosi piszczel z rozgrzanym szkłem nad kanał wymachowy i za pomocą odpowiednich ruchów – obrotowego i wahadłowego – powoduje wyciąganie cylindra. W celu zachowania odpowiedniej średnicy cylindra, wynoszącej około 32–35 cm, dmuchacz musi stale wdmuchiwać ustami powietrze do formowanego cylindra, jednocześnie kontrolując utrzymanie właściwego wymiaru.

Proces formowania trwa do momentu uzyskania cylindra o odpowiedniej długości, uzależnionej od ilości szkła nabrałego na piszczel. Wówczas paclarz przylepia do kopuły cylindra niewielką porcję gorącej masy szklanej o średnicy około 5 cm. Po odłączeniu pręta z pozostałą masą szklaną od czaszy dmuchacz ponownie wdmuchuje ustami powietrze do cylindra, zamyka dłonią jego dopływ, a następnie podgrzewa cylinder w drumli. Pod wpływem temperatury powietrze wewnątrz cylindra rozszerza się, zwiększa ciśnienie i znajduje ujście, tworząc otwór w miejscu wcześniejszego przylepienia porcji szkła.

Po zakończeniu tego etapu dmuchacz kieruje cylinder z otworem w stronę paclarza, który przy użyciu specjalnych nożyc stalowych powiększa otwór, dbając o zachowanie jego symetrii względem osi cylindra. Następnie dmuchacz ponownie umieszcza cylinder w drumli i silnie nagrzewa okolice wykonanego otworu. Gdy masa szklana osiąga stan plastyczny, wyjmuje cylinder z pieca, ustawia go pionowo w kanale wymachowym i poprzez obrót piszczeli wokół własnej osi, wykorzystując siłę odśrodkową, doprowadza do wyrównania końcówki cylindra do wymiarów jego średnicy.

Tak uformowany cylinder dmuchacz przenosi na specjalny stojak i układa w pozycji poziomej. W tym czasie paclarz nabiera większą porcję gorącej masy szklanej

na metalowy pręt i formuje z niej laskę, którą przynosi do cylindra leżącego na stojaku. Dmuchacz wyciąga z laski nitkę szklaną o średnicy około 1 cm i opasuje nią cylinder przy puszczeli. Po kilku sekundach, w miejscu styku gorącej nitki z przestudzonym szkłem cylindra, powstają naprężenia termiczne. Wówczas wystarczy dotknąć cylinder zimnym kawałkiem metalu, aby nastąpiło pęknięcie wzdłuż linii styku nitki z cylindrem. W ten sposób uformowany cylinder zostaje odłączony od puszczeli i przekazany do procesu prostowania.

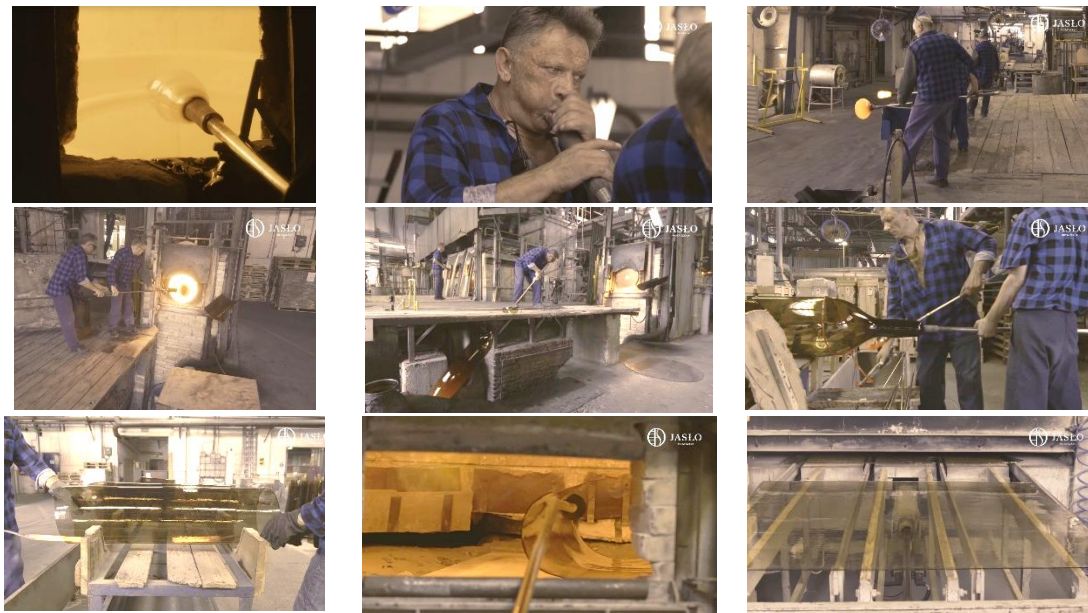
We Francji stosuje się również zmechanizowaną metodę dmuchania cylindrów. Polega ona na tym, że po wydmuchaniu ustami niewielkiej kulki szklanej puszczel ze szkłem umieszcza się na specjalnych uchwytach ustawionych pod kątem, a następnie uruchamia się dmuchanie poprzez wtłaczanie sprężonego powietrza do obracającej się kuli. Przy odpowiednim nachyleniu puszczeli oraz obrocie na wałkach o ostrych zarysowaniach następuje z jednej strony wydłużanie cylindra, a z drugiej — rysowanie powierzchni szkła. Uzyskany w ten sposób cylinder osiąga długość około 1,3–1,4 m.

Proces prostowania cylindra do postaci tafli szklanej rozpoczyna się od jego przecięcia wzdłuż. W tym celu walcarz przenosi przestudzony cylinder na inny stojak, gdzie wspólnie z dmuchaczem dokonuje jego rozcięcia. Można to wykonać na dwa sposoby. Pierwszy polega na nacięciu cylindra diamentem i spowodowaniu pęknięcia poprzez uderzenie w miejscu nacięcia. Drugi sposób opiera się na wytworzeniu naprężeń przy pomocy gorących metalowych prętów przykładanych do powierzchni cylindra, co prowadzi do jego podłużnego pęknięcia.

Rozcięty cylinder przekazywany jest następnie innej ekipie hutniczej w celu rozprostowania go na tafłę szklaną. Proces ten odbywa się w specjalnym piecu. Najpierw zimny cylinder jest stopniowo podgrzewany w specjalnym tunelu do temperatury około 450–470°C. Następnie prostowacz przenosi cylinder na płytę szamotową do tej części pieca, w której temperatura wynosi od 650 do 750°C. Tak duża rozpiętość temperatur wynika z koloru szkła oraz stopnia nasycenia jego barwy. Cylinder pozostaje w piecu do momentu osiągnięcia odpowiedniej plastyczności. Wówczas prostowacz rozkłada go na zewnątrz, dbając o to, aby żadna część nie zawinęła się do środka i nie zetknęła z inną częścią cylindra.

Po całkowitym rozłożeniu cylindra prostowacz, za pomocą drewnianego klocka, wyrównuje tafłę szklaną, dociskając ją do płyty szamotowej. Rozprostowany cylinder, już w postaci tafli, jest następnie w innej części pieca przestudzany do temperatury umożliwiającej jego przesunięcie do kanału odprężania i studzenia. W kanale tym

następuje najpierw wyrównanie temperatury w całej masie tafli szklanej, a następnie jej powolne i równomierne schładzanie aż do temperatury około 50°C. Na końcu kanału tafla szklana jest odbierana ręcznie i przenoszona na stojaki¹³⁰ (Il. 6).



Il. 6. Etapy formowania szkła antycznego: nabieranie porcji szkła na piszczel, rozdmuchiwanie, tworzenie bańki, ogrzewanie w drumli, tworzenie cholewy nad kanałem, odcinanie końcówki cylindra, cięcia cylindra, prostowanie w piecu, gotowa tafla po odprężaniu.

Kadry za: <https://www.youtube.com/watch?v=9bzJBTGVzkk>, Dostęp 23.02.2026.

Szkło powłokowe (powlekane, warstwowe), znane już od XII w., jest typem szkła dmuchanego bezbarwnego, powlekanego cieńszą warstwą szkła o intensywnym kolorze. Na piszczel nabiera się porcję szkła bezbarwnego. Po delikatnym rozdmuchaniu tworzy się bańka, na którą nakłada się barwkę, czyli porcję szkła kolorowego, otrzymanego z innej donicy, w której topiono szkło barwne lub z prefabrykatu, czyli sztabki barwnego szkła. Po rozgrzaniu bańki szkło kolorowe pokrywało jej powierzchnię. W następnej kolejności szkło jest dalej rozdmuchiwane i tworzy się z niego formę cylindra, który następnie jest rozcinany i wygładzany drewnianym kłosem na wysięgniku¹³¹. W terminologii szklarskiej rozróżnia się szkło powłokowe oraz szkło warstwowe. Szkło powłokowe (Il. 7) ma postać tafli bazowej, najczęściej bezbarwnej lub jasnej, pokrytej cienką warstwą szkła barwnego, najczęściej o grubości poniżej 1 mm. Z kolei szkło

¹³⁰ Maria Chrzęszcz, „Antyczne szkło witrażowe”, *Świat szkła*, nr 12 (2003), Dostęp 25.03.2026, <https://swiat-szkla.pl/article/2275-antyczne-szklo-witrazowe>.

¹³¹ Wacław Nowotny, *Technologia. Zdobienie szkła* (Warszawa: Wydawnictwo Szkolne i Pedagogiczne, 1987), 201–208; Wacław Nowotny, *Technologia szkła*, cz. 2 (Warszawa: Wydawnictwo Szkolne i Pedagogiczne, 1986), 93–98; Elżbieta Gajewska-Prorok, *Mistrzowie światła. Witraże i obrazy malowane pod szkłem* (Wrocław: Muzeum Narodowe we Wrocławiu, 2014), 39.

warstwowe (Il. 8) powstaje przez trwałe połączenie dwóch lub większej liczby warstw szkła o różnej barwie. Warstwa barwna jest w tym przypadku wyraźnie grubsza niż w szkłe powłokowym i może stanowić znaczną część przekroju materiału.



Il. 7. Mikroskopowe zdjęcie przełomu rubinowego szkła powłokowego (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 8. Przykład czerwonego szkła warstwowego, zdjęcie powierzchni i przełomu (Fot. Adam Kaźmierczak).

Szkło katedralne (Il. 9, 10) zostało opracowane w latach 60. XIX w. w Anglii i stosowano je już od 4 ćw. XIX w. w całej Europie, nieprzerwanie do dziś. To odmiana szkła lanego, szybko przewalcowanego i wyrównanego z jednej strony, o nierównomiernej powierzchni i zróżnicowanej grubości oraz niepełnej przejrzystości¹³². Płynna masa szklana wylewana jest czerpakiem na stalowy stół walcowniczy i rozwalcowywana. Ani stół, ani wałek nie posiadają struktury, charakterystyczna faktura szkła powstaje w wyniku różnicy temperatur stołu i masy, a także dzięki odpowiedniej konsystencji gorącego szkła. Niewielka struktura po jednej stronie sprawia, że szkło nie jest całkowicie przezroczyste. Jego druga strona jest gładka¹³³.

¹³² Gajewska–Prorok, *Mistrzowie światła*, 39.

¹³³ Edmund Januszewski, Ignacy Płóński, red., *Podstawy szklarstwa*, praca zbiorowa, tom II (Warszawa: Budownictwo i architektura, 1955), 226–227.



Il. 9. Etapy tworzenia szkła katedralnego: nabieranie porcji szkła czerpakiem, wylanie masy szklanej na stalowy stół, przewalcowanie szkła i odprężanie tafli.

Kadry za: <https://www.youtube.com/watch?v=gOeHpqNGrq4&t=20s>, Dostęp 23.02.2026.

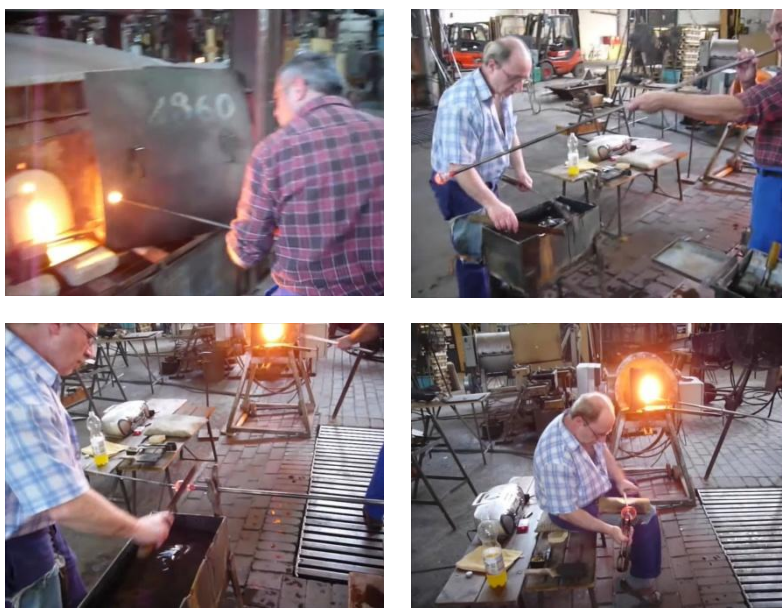


Il. 10. Przykładowe szkła katedralne z oferty firmy Provetro. Od lewej: bezbarwne PV1000, żółte PV4112, zielone PV1800, błękitne PV1201, u dołu dwa inne przykłady (Fot. Adam Kaźmierczak).

Gomółki to niewielkie, okrągłe tafle szklane o nierównej, pofałdowanej powierzchni, z charakterystycznym wybrzuszeniem w części środkowej, określanym jako tzw. pępek oraz widocznymi koncentrycznymi liniami. Ich nazwa wywodzi się od gomółki sera – małej bryłki o zbliżonym kształcie i rozmiarze. Znane od średniowiecza, gomółki o średnicy około 10–12 cm, a w XVIII w. osiągające około 15 cm i więcej, wykorzystywano do szklenia okien. Wyrabiano je najczęściej ze szkła o zabarwieniu żółtawym lub zielonkawym. W Europie Zachodniej szklane krążki tego typu stosowano już od wczesnego średniowiecza, natomiast na ziemiach polskich upowszechniły się one w drugiej połowie XV oraz w XVI w. W budownictwie ludowym pozostawały w użyciu jeszcze w XVIII stuleciu. W okresie historyzmu i secesji te charakterystyczne elementy

szklane, występujące już w bogatszej gamie barwnej, ponownie zyskały popularność i były chętnie wykorzystywane w dekoracyjnych oszkleniach.

Każda gomółka wytwarzana jest indywidualnie (Il. 11, 12), co sprawia, że proces jej powstawania wymaga dużej precyzji oraz doświadczenia rzemieślnika. Najpierw hutnik nabiera na puszczel odpowiednią ilość masy szklanej i przez rozdmuchiwanie formuje z niej niewielki, kulisty pęcherz szklany. Następnie pomocnik hutnika przymocowuje do przeciwległego końca pęcherza przylepiak, czyli żelazny pręt, po czym odłamuje puszczel. W miejscu jej oddzielenia powstaje otwór, który przy jednoczesnym obracaniu przylepiaka jest stopniowo poszerzany za pomocą metalowego rozwieraka, przypominającego kształtem nożyce. W wyniku tego działania oraz siły odśrodkowej przy nieustannym obracaniu, szklany pęcherz rozchyla się i przybiera formę płaskiej, okrągłej gomółki o charakterystycznie pogrubionej krawędzi. Po odłamaniu przylepiaka w centralnej części wyrobu pozostaje niewielkie zgrubienie, wspomniany wcześniej pępek, będący śladem technologii wykonania. Istotnym elementem całego procesu jest właściwe dobranie wielkości początkowego pęcherza szklanego, tak aby uzyskane gomółki miały możliwie jednakową średnicę i zbliżone proporcje¹³⁴.



Il. 11. Etapy wytwarzania gomółki: nabieranie porcji szkła na puszczel, rozdmuchiwanie małej bańki, przejmowanie bańki metalowym przylepiakiem, formowanie gomółki rozwierakiem.

Kadry za: <https://www.youtube.com/watch?v=TuDl27MZDnY>, Dostęp 23.04.2026.

¹³⁴ Jan Tajchman, *Słownik terminologiczny architektury. Stolarka okienna* (Warszawa: Ośrodek Dokumentacji Zabytków, 1993), 2; https://archirama.muratorplus.pl/encyklopedia-architektury/gomolki-szklane,62_606.html?cat=, Dostęp 25.06.2020; Adam Kaźmierczak, „Witraże mozaikowe i oszklenia ozdobne w kamienicach dawnej dzielnicy Wilhelmstadt jako przyczynek do badań nad witrażownictwem Torunia przełomu XIX i XX wieku”, w *Dziedzictwo Torunia i Ziemi Chełmińskiej – odkrycia i reinterpretacje*, Studia i materiały z dziedzictwa kulturowego Torunia i regionu, tom 4, red. Monika Jakubek-Raczkowska (Toruń: TNOiK – „Dom Organizatora”, 2021), 126–130.



Il. 12. Jasnożółta gomółka (Fot. Adam Kaźmierczak).

2.2.3. Szkło ornamentowe (wzorzyste)

Wytwarzanie szkła wzorzystego rozwinęło się jako odpowiedź na ograniczenia tradycyjnego walcowania szkła płaskiego, które dawało powierzchnie lekko pofalowane i nie pozwalało na uzyskanie obustronnej politurę ogniowej. Celem produkcji szkła wzorzystego było przede wszystkim nadanie mu właściwości rozpraszających światło poprzez wytworzenie na powierzchni drobnych nierówności o charakterze pryzmatycznym lub soczewkowym. W praktyce technologicznej szkło wzorzyste dzieli się na odmiany liniowe, dekoracyjne oraz specjalne.

Do głównych metod produkcji szkła wzorzystego zaliczano wylewanie masy szklanej na stół oraz walcowanie półciągle, określane jako metoda Chance. Pierwsza z nich, będąca odmianą metody de Nehou, polegała na porcjowym wylewaniu szkła na stół z wyżłobionym negatywnym wzorem, jednak została całkowicie zarzucona. Większe znaczenie miała metoda Chance, wykorzystująca dwie pary walców: pierwsza formowała płytę o określonej grubości, a druga tłoczyła odpowiedni wzór. Uformowana płyta była następnie przesuwana na ruchomym stole zsynchronizowanym z prędkością walców. W produkcji masowej stosowano także metodę bawarską, w której masa szklana pobierana była z wanny i kierowana do maszyny, a gotowe płyty przesuwano do odprężarki tunelowej. Charakterystyczną cechą tego rozwiązania była duża szerokość odprężarek, dostosowana do długości płyt dochodzącej do 6 m.¹³⁵

¹³⁵ Aleksander Dobrzański, red., *Technologia szkła* (Warszawa: Arkady, 1972), 715; Nowotny, *Technologia szkła*, cz. 2, 19–21.

Z innych źródeł można się dowiedzieć też, że początki produkcji szkła wzorzystego sięgają lat 30. XIX w. i wiążą się z działalnością Jamesa Hartleya z brytyjskiej firmy Hartley & Co. Opracował on technologię znaną jako *Hartley Rolled Plate*, polegającą na wylewaniu płynnej masy szklanej na żeliwne łoże i formowaniu arkuszy za pomocą dużego metalowego walca. Ze względu na sposób produkcji wyrób ten bywał określany jako „szkło stołowe”. Początkowo urządzenia napędzano ręcznie, później zaś z wykorzystaniem energii parowej. Hartley odkrył również, że wygrawerowanie wzoru w żeliwnym stole pozwala na jego odcisnięcie w tafli szkła. Już w 1847 r. jego fabryka wytwarzała znaczne ilości szkła żebrowanego, przeznaczonego między innymi do przeszkleń dachowych w fabrykach i oranżeriach. Wczesne wyroby były jednak stosunkowo grube, mało przejrzyste i określane jako *rough rolled*. Technologia ta ograniczała ponadto różnorodność dekorów, ponieważ każdy wzór wymagał wykonania oddzielnego, ciężkiego stołu żeliwnego. W efekcie dominowały motywy proste, takie jak podłużne żłobienia i wzory rombów.

Dalszy rozwój tej technologii nastąpił dzięki firmom Pilkington Brothers oraz Chance Brothers, które uzyskały licencję na wykorzystanie rozwiązań Hartleya i stopniowo je udoskonalały. Szczególne znaczenie miała firma Chance Brothers, która opracowała produkt określany jako *Rolled Cathedral*, a następnie w 1888 r. wprowadziła serię *Double-Rolled Cathedral*. W tej ulepszonej metodzie szkło przechodziło pomiędzy wieloma walcami, co umożliwiało uzyskanie gładziej i bardziej jednolitej powierzchni po obu stronach. W przypadku szkła wzorzystego stosowano drugi zestaw walców, z których górny posiadał negatyw wzoru, dzięki czemu uzyskiwano głęboki i wyraźny ornament. Jedna strona tafli pozostawała jednak płaska, co umożliwiało docinanie szkła diamentem¹³⁶. Przy użyciu maszyny walcowniczej masę szklaną wylewano, w trakcie ruchu urządzenia, do przestrzeni utworzonej przez rynnę oraz pierwszą parę walców. Przepływająca między walcami masa była następnie rozwałcowywana do postaci płyty o odpowiedniej grubości. Tak uformowana taśma przesuwana była dalej pomiędzy drugą parą walców, gdzie górny walec odciskał na jej powierzchni wzór. Obie pary walców chłodzono od wewnątrz wodą. W rezultacie górna powierzchnia płyty uzyskiwała dekoracyjny relief, natomiast dolna, na skutek kontaktu z chłodniejszymi elementami maszyny pozostawała nieco zmatowiona¹³⁷.

¹³⁶ <https://www.househistories.org/rolled-figured-glass>, Dostęp 20.04.2026.

¹³⁷ Januszewski, Płoński, red., *Podstawy szklarstwa*, 226.

Na przełomie XIX i XX w. szkło walcowane wzorzyste było ważnym elementem rynku materiałów budowlanych. W Australii aż do około 1930 r. niemal całe szkło okienne pochodziło z importu, głównie z Wielkiej Brytanii, przede wszystkim z zakładów Chance Brothers w Smethwick oraz Pilkington Brothers w St Helens. Dotyczyło to również szkła walcowanego i wzorzystego. Źródła prasowe z XIX w. potwierdzają obecność tych wyrobów na rynku australijskim już od połowy stulecia. Można zatem przyjąć, że do lat 70. XIX w. szkło walcowane, a prawdopodobnie także wzorzyste, stało się powszechnie stosowanym materiałem budowlanym. Wiedza o najwcześniejszych wzorach jest jednak ograniczona, gdyż katalogi handlowe i reklamy rzadko zawierały ilustracje, a nazwy wzorów pojawiały się sporadycznie.

Znacznie pełniejsze informacje dotyczą okresu od około 1890 r. Wówczas w ofercie brytyjskich producentów znajdowały się liczne wzory o zróżnicowanym charakterze formalnym. Reklamy Chance Brothers z lat 1898–1905 dokumentują szeroką gamę wyrobów (Il. 13), obejmującą między innymi serie *Rolled Plate*, *Figured*, *Rolled Cathedral* oraz *Double Rolled Cathedral*, uporządkowane prawdopodobnie według jakości. W obrębie szkła wzorzystego funkcjonowało co najmniej piętnaście wzorów, w tym projekty oznaczane literami od A do M oraz wzory nazwane, takie jak *Imperial* i *Flannel Flower*. Wzornictwo końca epoki wiktoriańskiej charakteryzowało się zazwyczaj dużym zagęszczeniem motywów oraz dekoracyjnością o często roślinnym charakterze. Z kolei projekty z początku XX w. stawały się bardziej oszczędne formalnie i bardziej naturalistyczne.

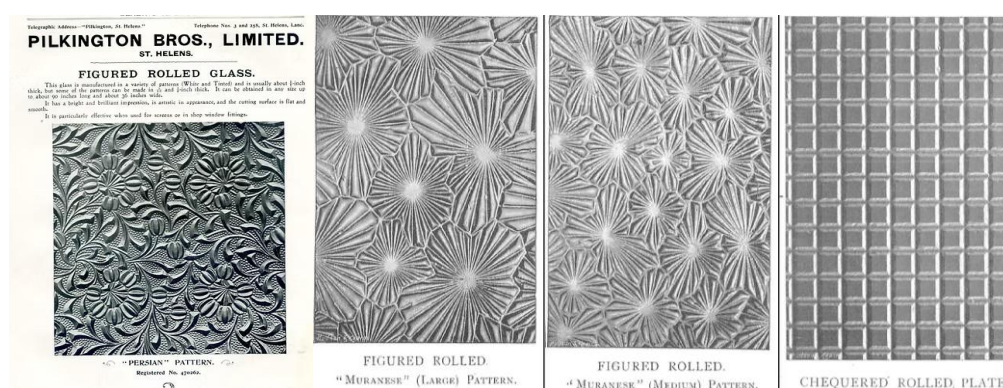


Il. 13. Wzory szkieł Chance Brothers & Co z lat 1898–1905.

Za: <https://www.househistories.org/rolled-figured-glass>, Dostęp 15.02.2026.

Równie bogatą ofertę rozwijała firma Pilkington Brothers. Katalogi z początku XX w. (Il. 14) wymieniają wzory takie jak *Muranese*, *Indian*, *Arabesque*, *Morocco*, *Persian*, *Japanese* czy *Kaleidoscope*, odzwierciedlające charakterystyczne dla epoki

zainteresowanie egzotyką i ornamentem inspirowanym odległymi kulturami. W latach 20. XX w. Pilkington oferował zarówno mniej skomplikowane serie szkła katedralnego, jak i rozbudowaną linię *Tinted Figured Rolled Glass*, obejmującą czternaście wzorów w wielu rozmiarach i około stu odcieniach barwnych. Producent rekomendował te wyroby do budynków publicznych oraz wszędzie tam, gdzie pożądanego maksymalnego dopływu światła przy jednoczesnym zachowaniu prywatności. Katalogi z lat 30. pokazują zarazem kontynuację dawnych, popularnych wzorów, jak i pojawienie się bardziej nowoczesnych projektów, odpowiadających zmieniającym się tendencjom estetycznym, w tym wpływom stylu art déco.



Il. 14. Oferty na szkło ornamentowe firmy Pilkington Brothers z początku XX w.

Za: <https://www.househistories.org/rolled-figured-glass>, Dostęp 15.02.2026.

Współcześnie szkło ornamentowe jest nadal produkowane, a dla części historycznych wzorów dostępne są wyroby reprodukcyjne. Dzisiejsze produkty najczęściej mają postać szkła bezbarwnego, a kolor uzyskuje się przez zastosowanie dodatkowej warstwy laminowanej ze szkła barwionego. Nowoczesna technologia pozwala osiągnąć bardzo wysoki poziom przejrzystości i jednorodności, jednak równocześnie eliminuje część cech, które decydowały o wyjątkowym charakterze dawnych wyrobów, takich jak subtelne nieregularności powierzchni, głębia faktury oraz wyraźny materiałny, niemal rzemieślniczy wyraz¹³⁸.

W witrażach secesyjnych stosowano też bardzo często walcowane ornamentowe szkło przemysłowe, które charakteryzowało się dużym zróżnicowaniem faktury, np. szkło z pionowymi falującymi smugami, z gwiazdami, z wzorem plaster miodu,

¹³⁸ <https://www.househistories.org/rolled-figured-glass>, Dostęp 20.04.2026.

z poprzecznymi falami, z wytłaczanymi granulkami, słonecznikami, zygzakami, spiralami, cekinami itd.¹³⁹ (Il. 15–17).



Il. 15. Walce do tłoczenia wzoru w szkło. Za: <https://www.classesdupatrimoine.brussels/wp-content/uploads/2020/04/Technique-synth%C3%A8se.pdf>, Dostęp 17.04.2026.

Newest Art Glass!

In selecting art glass be careful to choose a shape and design of the same proportion as the opening.

10-B-702. Double strength Florentine or Colonial white glass per square foot **25c**

10-B-704. Double strength, chipped design white glass per square foot **45c**

1548

10-B-1548. Leaded clear sheet crystal glass per square foot **95c**

1541

10-B-1541. Leaded clear sheet crystal glass per square foot **81.05**

Three square feet is the minimum order that we can handle to advantage for you. For sizes under 3 square feet, a minimum of 3 square feet will be charged. A small charge for boxing will be made on all orders for glass.

1550

10-B-1550. Beautiful leaded crystal beveled plate glass per square foot **82.80**

No. 3681 W. - SMALL MURANO.

No. 3682 W. - LARGE MURANO.

No. 3683 W. - LUSTRE.

Prices, see page 1110.

Il. 16. Inne oferty firm amerykańskich na szkło ornamentowe na początku XX w. Za: <https://sashwindowspecialist.com/blog/category/articles/>, Dostęp 10.10.2025.

¹³⁹ Ławicka, *Zapomniana pracownia*, 28.



Il. 17. Współczesne przykładowe szkła ornamentowe ze wzornika firmy Paul Wissmach Glass. Od lewej próbki: Granite 01, Matrix 01, Moss 01, Stream-X 01, Florentine 01, Ripple 01, Cube 01 (Fot. Adam Kaźmierczak).

2.2.4. Szkło mącone (Tiffany, opalowe)

Około 1880 r. w Stanach Zjednoczonych wykształcił się nowy typ szkła artystycznego, określany jako szkło opalowe (*opalescent glass*), nazywane również szkłem amerykańskim, mąconym. Jego rozwój wiąże się przede wszystkim z eksperymentami Johna La Farge’a oraz Louisa Comforta Tiffany’ego, którzy niemal równolegle opracowali technologie pozwalające uzyskać szkło o mlecznej, półprzejrystej strukturze, zróżnicowanej tonacji barwnej oraz szczególnych efektach świetlnych. John La Farge uzyskał patent na wytwarzanie szkła opalowego w 1880 r., natomiast Tiffany niedługo po tym rozwinął własne warianty technologiczne, które odegrały kluczową rolę w popularyzacji tego materiału w sztuce witrażowej i dekoracyjnej¹⁴⁰.

Szkło opalowe różniło się zasadniczo od tradycyjnego szkła barwionego w masie, stosowanego wcześniej w witrażownictwie europejskim. Jego cechą charakterystyczną była niejednorodność zabarwienia: tafla mogła zawierać zarówno różne odcienie tej samej barwy, jak i zestawienia wielobarwne, przenikające się w obrębie jednego elementu. Efekt ten uzyskiwano przez odpowiednie łączenie i mieszanie stopionej masy szklanej z dodatkami barwiącymi, przede wszystkim związkami metali, a także przez kontrolowanie stopnia zmętnienia i mlecznej opalizacji szkła. W rezultacie powstawał materiał o dużych walorach malarskich, w którym przejścia tonalne, smugi, żyłkowania i zróżnicowane gęstości mogły zastępować część tradycyjnego modelunku malarskiego¹⁴¹ (Il. 18–20).

¹⁴⁰ The Charles Hosmer Morse Museum of American Art, „Hollyhocks Window”, Dostęp 15.02.2026, <https://morsemuseum.org/collection-highlights/windows/hollyhocks-window>.

¹⁴¹ The Metropolitan Museum of Art, „Louis Comfort Tiffany (1848–1933)”, Dostęp 15.02.2026, <https://www.metmuseum.org/essays/louis-comfort-tiffany-1848-1933>; The Charles Hosmer Morse

W odróżnieniu od średniowiecznego i nowożytnego witrażu, opartego w dużej mierze na jednolitych taflach i warstwie malarskiej wypalanej, szkło opalowe samo w sobie stawało się nośnikiem efektu obrazowego. Dzięki wewnętrznemu zróżnicowaniu koloru i faktury możliwe było uzyskanie np. sugestii chmur, mgły, pni drzew, liści, fal, tkanin czy ptasiego upierzenia już na poziomie samego materiału. Znaczenie miał przy tym nie tylko dobór tafli, lecz również sposób i kierunek cięcia, który pozwalał wydobywać naturalny układ smug, pasm i przejść tonalnych. Z tego względu szkło opalowe doskonale odpowiadało estetyce secesji, dążącej do organiczności form, płynności linii oraz zatarcia granicy między sztuką dekoracyjną a naturą¹⁴².

Technologicznie szkło Tiffany'ego i jego współpracowników wytwarzano na kilka sposobów. Część elementów była formowana w odlewach lub prasach, lecz istotna część produkcji polegała na walcowaniu gorącej masy szklanej. W zakładach Tiffany Studios rozwinięto również liczne odmiany tego materiału, między innymi szkło smugowe (*streaky glass*), szkło konfetti, szkło fałdowane (*drapery glass*) czy szkło o powierzchni falistej. Szczególnie szkło fałdowane, modelowane narzędziami jeszcze w stanie gorącym, umożliwiało uzyskiwanie efektów przypominających tkaninę, pióra lub płynącą wodę¹⁴³.

Popularność szkła opalowego gwałtownie wzrosła w epoce secesji, zwłaszcza w architekturze i rzemiośle artystycznym około 1890–1915 r. Materiał ten był chętnie stosowany nie tylko w witrażach okiennych, lecz także w elementach oświetleniowych, przede wszystkim w abażurach lamp, plafonach i dekoracyjnych oprawach świetlnych. Wynikało to z jego zdolności do miękkiego rozpraszania światła oraz do wytwarzania subtelnych przejść między przejrzystością a mlecznym zamgleniem. Po podświetleniu szkło opalowe ujawniało pełnię swoich walorów kolorystycznych i strukturalnych, przez co stało się jednym z najbardziej charakterystycznych materiałów artystycznych amerykańskiej odmiany secesji¹⁴⁴.

Museum of American Art, „Secrets of Tiffany Glassmaking”, Dostęp 15.02.2026, <https://morsemuseum.org/on-exhibit/secrets-of-tiffany-glassmaking>.

¹⁴² The Metropolitan Museum of Art, „Louis Comfort Tiffany (1848–1933)”, Dostęp 15.02.2026, <https://www.metmuseum.org/essays/louis-comfort-tiffany-1848-1933>; Stained Glass Association of America, „History of Stained Glass”, Dostęp 15.02.2026, <https://stainedglass.org/about-stained-glass/history-stained-glass>.

¹⁴³ The Charles Hosmer Morse Museum of American Art, „Secrets of Tiffany Glassmaking”, Dostęp 16.02.2026, <https://morsemuseum.org/on-exhibit/secrets-of-tiffany-glassmaking>; International Council on Monuments and Sites, *Conservation and Restoration of Stained Glass*, Dostęp 16.02.2026, <https://www.icomos.org/public/publications/93stain13.pdf>.

¹⁴⁴ The Metropolitan Museum of Art, „Louis Comfort Tiffany (1848–1933)”; The Metropolitan Museum of Art, „Tiffany Glass”.

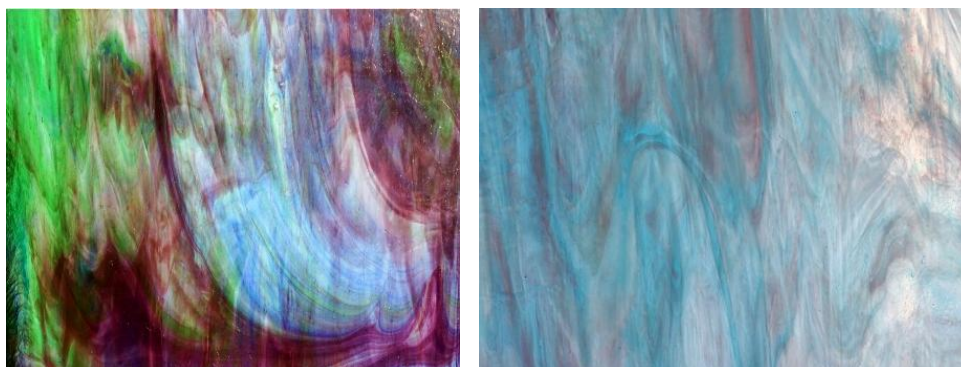
Szkło opalowe należy uznać za jedno z najważniejszych osiągnięć nowoczesnej sztuki szklarskiej przełomu XIX i XX w. Jego znaczenie polegało nie tylko na wprowadzeniu nowych efektów wizualnych, lecz również na przesunięciu akcentu z dekoracji nanoszonej na szkło na estetyczny potencjał samej materii. W twórczości Tiffany’ego i jego kręgu szkło przestało być jedynie przezroczystym nośnikiem światła, a stało się tworzywem obrazowym o własnej ekspresji, strukturze i niemal organicznym charakterze.



Il. 18. Etapy tworzenia szkła mąconego: nabieranie porcji szkła nabierakiem, wlewanie kolejnych porcji szkła na stalowy blat, mącenie szkła widłami, walcowanie szkła, odprężanie szkła, gotowa tafla szkła po odprężaniu. Kadry za: <https://www.youtube.com/watch?v=tDyeiePort0>, Dostęp 23.04.2026.



Il. 19. Współczesne przykładowe szkła mącone (opalowe) ze wzornika firmy Paul Wissmach Glass. Od lewej próbki: Corella Classic 300, Opalescent 238 D, Opalescent 101 D, Wisspy WO 140, Wisspy WO 325, Streaky 112 LL, Streaky 503 LL (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 20. Inne przykłady szkła mąconego (opalowego) (Fot. Adam Kaźmierczak).

2.2.5. Szkło trawione

Technika matowania chemicznego polega na korozyjnym działaniu na szkło 40% kwasem fluorowodorowym, na którym w konsekwencji powstają liczne nierównomiernie rozmieszczone mikro-wgłębienia. By uzyskać różny stopień zmatowienia gładkiej powierzchni szkła, do roztworu kwasu fluorowodorowego dodaje się odpowiednie fluorki. Fluorek amonowy nadaje mat gruboziarnisty i szorstki, fluorek sodowy – mat średnioziarnisty, natomiast fluorek potasowy daje efekt matu drobnoziarnistego, jedwabistego, zwykłego lub satynowego¹⁴⁵. Ten ostatni był zazwyczaj używany do prostych jednoplanowych ornamentów. Matowanie chemiczne przeprowadza się na kilka możliwych sposobów: poprzez kąpiel w roztworach matujących, nanoszenie na szkła past matujących, nanoszenie pudrów matujących i matowanie gazami. Do tworzenia ornamentów stosowano zazwyczaj kąpiele matujące. W tej technice stosuje się różne roztwory soli fluorowodorowych zakwaszonych kwasami: fluorowodorowym, siarkowym, azotowym lub solnym¹⁴⁶.

W celu uzyskania odpowiedniego wzoru na szkłe, powłoką ochronną zabezpieczano przed zmatowaniem miejsca, które miały pozostać przezroczyste. Dobór i rodzaj powłok w formie past zależał od sposobu nanoszenia ich na szkła i sposobu wykonywania na nich dekoracji do wytrawiania. Najczęściej stosowano powłoki woskowo-parafinowe, miniowe i asfaltowe¹⁴⁷. Do powtarzalnych jednowarstwowych wzorów najlepiej sprawdzały się dwa ostatnie sposoby. Pasty te mogły być наносzone pędzlem, rozpylaczem (przez wcześniej przygotowany szablon) lub w technice sitodruku¹⁴⁸. Stosowano różne receptury past miniowych. Najbardziej popularna była mieszanina minii ołowiowej, kalafonii i werniksu lub pokostu. Po procesie trawienia powłokę usuwano poprzez zanurzenie na moment tafli szkła w nafcie z dodatkiem terpentyny. W skład powłoki asfaltowej wchodził przede wszystkim asfalt syryjski oraz terpentyna zwykła z dodatkiem kalafonii i terpentyny weneckiej. Wysychała ona szybciej od miniowej. Po trawieniu zmywano ją także naftą lub terpentyną¹⁴⁹.

¹⁴⁵ Wacław Nowotny, *Technologia. Zdobienie szkła*, 278.

¹⁴⁶ Tamże, 279–280.

¹⁴⁷ Tamże, 263.

¹⁴⁸ Technikę sitodruku wykorzystywano często w XIX w. do malowania klasycznych witraży z powtarzalnym ornamentem w układzie dywanowym. Nadrukowana farba witrażowa była wypalana w piecu w temperaturze ok. 600°C. Takie przykłady można znaleźć choćby w kościele św. Katarzyny Aleksandryjskiej w Toruniu.

¹⁴⁹ Nowotny, *Technologia. Zdobienie szkła*, 265–266.

Roztwór HF ma wyjątkową właściwość rozpuszczania krzemionki: $\text{SiO}_2 + 4\text{HF} \rightarrow \text{SiF}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$. Efekt tego procesu w dużej mierze zależy od stężenia kwasu oraz od obecności kwasu siarkowego, ponieważ niektóre mieszaniny kwasowe powodują polerowanie szkła zamiast tworzenia chropowatej, wytrawionej powierzchni. Kwas fluorowodorowy jest zarówno trudny do przygotowania, jak i niezwykle niebezpieczny w użyciu z punktu widzenia wykonującego pracę. Uważa się, że pierwszym, który wykonał trawienie kwasem był Heinrich Schwanhardt w Norymberdze w 1670 r. Przypadek ten był przez długi czas przedmiotem spekulacji, ponieważ kwas fluorowodorowy został odkryty przez Carla Wilhelma Scheelego dopiero w 1771 r. Wydaje się jednak, że norymberski przedmiot poddano działaniu mieszaniny fluorku wapnia i kwasu siarkowego, która wytwarzała kwas fluorowodorowy. Szkło można także polerować mieszaniną wody demineralizowanej, kwasu siarkowego i kwasu fluorowodorowego¹⁵⁰.

Techniki trawienia szkła płaskiego rozwinęły się szczególnie intensywnie w XIX i na początku XX w., kiedy ornamentalne szyby trawione stały się istotnym elementem wystroju wnętrz oraz architektury mieszkaniowej i użytkowej. Ich popularność wynikała zarówno z walorów estetycznych, jak i funkcjonalnych: umożliwiały przesłanianie widoku, kształtowanie przegród, dekorowanie witryn, drzwi, nadświetli, klatek schodowych, werand i ganków.

Za prekursora dekoracyjnego trawienia szkła kwasem fluorowodorowym uznaje się Antoniego Hanna, który w latach 20. XIX w. opisał sposób wykonywania wzoru przez pokrycie szkła warstwą ochronną, wyrycie rysunku i miejscowe nanoszenie rozcieńczonego kwasu. Metoda ta miała jednak charakter rzemieślniczy, wymagała dużych umiejętności manualnych, była niebezpieczna i kosztowna, przez co nie nadawała się do produkcji masowej. Przełom nastąpił wraz z poszukiwaniem metod bardziej wydajnych i powtarzalnych, opartych na szablonach, powłokach bitumicznych oraz drukach transferowych. Ważną rolę odegrały tu eksperymenty Louisa-Napoléona Gugnona, który w połowie XIX w. zastosował ażurowe szablony i bitumiczne powłoki ochronne, rozwijając podstawy przemysłowego trawienia szkła ornamentowego, w tym tzw. szkła muślinowego.

Kolejnym etapem rozwoju było udoskonalenie samych środków trawiących oraz kontrolowanie efektu dekoracyjnego. Louis Kessler i Cyprian Tessié du Motay

¹⁵⁰ Susan Davison, *Conservation and Restoration of Glass* (Oxford, 2006), 101.

dopracowali aparaturę do bezpieczniejszego i wydajniejszego otrzymywania kwasu fluorowodorowego, a także rozwijali receptury cieczy trawiących. Szczególne znaczenie miało mieszanie kwasu fluorowodorowego z innymi kwasami i solami, co pozwalało uzyskiwać zróżnicowane efekty powierzchniowe — od delikatnych, świetlistych matów po faktury gruboziarniste i szorstkie. Dzięki temu trawienie szkła przestało służyć jedynie prostemu ornamentowi konturowemu, a zaczęło umożliwiać modelowanie światła i osiągnięcie bardziej plastycznych efektów dekoracyjnych.

Istotnym czynnikiem przemian technologicznych było przejmowanie rozwiązań z grafiki, drukarstwa i fotografii. W drugiej połowie XIX w. zaczęto stosować druk szablonowy, papier transferowy, substancje światłoczułe, a także techniki wywodzące się z heliografii, heliograviury, światłodruku i prób druku półtonowego. Rozwiązania te umożliwiały szybsze przenoszenie wzorów na szkło, ograniczały zależność od indywidualnych zdolności rysunkowych wykonawcy i zwiększały powtarzalność produkcji. W końcu XIX w. pojawiły się również eksperymenty z wykorzystaniem substancji fotowrażliwych do uzyskiwania półtonów, co pozwalało tworzyć dekoracje o wyraznie bardziej malarskim i światłocieniowym charakterze.

Rozwój technik trawienia szkła należy łączyć z szerszymi przemianami przemysłowymi XIX w., obejmującymi zarówno hutnictwo szkła, jak i przemysł naftowy. Wzrost dostępności produktów ropopochodnych, takich jak asfalt ponaftowy, parafina czy cerezyna, sprzyjał ulepszaniu powłok ochronnych, natomiast postęp w produkcji szkła płaskiego zwiększał skalę zastosowań dekoracyjnych. Celem wynalazców i producentów było stopniowe przekształcenie szkła trawionego z wyrobu luksusowego, wykonywanego na zamówienie, w produkt szerzej dostępny, możliwy do stosowania w architekturze seryjnej. Ostatecznie XIX w. przyniósł nie tylko rozwój samej technologii trawienia, lecz także jej częściową mechanizację i standaryzację, co ugruntowało trwałą obecność szyb trawionych w kulturze materialnej końca XIX i początku XX stulecia¹⁵¹.

Technika ta była w Toruniu popularna już co najmniej od lat 80. XIX w. (Il. 107–108), o czym szczegółowo informowała lokalna prasa: „Wczoraj mieliśmy okazję przekonać się w pracowni mistrza szklarskiego, pana Hella, że do zamożniejszych

¹⁵¹ Małgorzata Maksymiuk, „Techniki trawienia szkła płaskiego w XIX i na początku XX wieku” w *Dziedzictwo rzemiosła artystycznego – tradycyjne techniki oraz nowoczesna konserwacja i restauracja*, red. Piotr Niemcewicz, Hanna Rubnikowicz-Gózdź (Toruń: Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, 2022), 77–108.

kręgów powróciło zainteresowanie przedmiotami o wartości artystycznej. W podobny sposób, jak zrobiono latarnię przed winiarnią Gelhorna (choć ta jest skromniejsza), stworzył pan Hell cały zestaw oszkleń okiennych, przeznaczonych do mieszkania kupca, pana Spiessa, na Bydgoskim Przedmieściu. Szkła te zaopatrzył w niezwykle gustowne ornamenty, wykonane w technice trawienia. Figury i sceny, oddane w najlepszy i najczystszy sposób, działają tym silniej, że szkło ze względu na matowe wykończenie nie przepuszcza światła, ale samo tworzy świetlistą powierzchnię. Technika trawiona ma tę wspaniałą przewagę nad niegdysiejszym witrażem, że przedstawienia są widoczne nie tylko dzięki transparencji, ale wyróżnia się szczególnie pięknie także wtedy, gdy światło pada na nie od przodu. Jak nas objaśnił pan Hell, obraz rysowany jest lakiem gutaperkowym, a następnie po wyschnięciu laku zanurza się w kwasie fluorowodorowym, co nadaje obrazowi podstawowy ton. Proces ten jest kontynuowany, aż malowidło osiągnie około dziesięciu tonów, wystarczająco do odzwierciedlenia wszystkich stopni cieniowania. W taki właśnie sposób pan Hell wyczarował na szkle rzeczy absolutnie piękne. Wszystkim koneserom i miłośnikom sztuki radzimy obejrzeć w jego warsztacie te wszystkie cuda, wśród których szczególną uwagę wzbudza urocza hinduska tancerka”¹⁵².

2.2.6. Szkło piaskowane

Matowanie metodą mechaniczną polegało na usuwaniu drobnych cząstek szkła z jego powierzchni za pomocą strumienia materiału ściernego, najczęściej ziaren piasku, wyrzucanych pod ciśnieniem. W wyniku tego procesu powierzchnia szkła stawała się chropowata, szorstka i silnie rozpraszająca światło. Do wykonywania tego rodzaju obróbki stosowano urządzenia pneumatyczne, określane jako matownice. Stopień zmatowienia zależał przede wszystkim od ziarnistości użytego ścierniwa, takiego jak piasek, pokruszony krzemień czy sproszkowane żelazo oraz od siły, z jaką materiał ten uderzał o powierzchnię szkła. Nadmierną szorstkość można było częściowo złagodzić przez krótkotrwale zanurzenie tafli w kąpeli z 10% roztworu kwasu fluorowodorowego. W przypadku szkieł wzorzystych stosowano ponadto warstwy ochronne, analogicznie jak przy matowaniu chemicznym. W tym celu nakładano odpowiednio przygotowane lakiery, sporządzane m.in. z roztworów gum, tworzyw sztucznych oraz klejów, na

¹⁵² Tłumaczenie za: Pszczółkowski, *Toruńska kamienica czynszowa*, 230–232; tekst źródłowy: „Lokales. Kunsthandwerk”, *Thorner Presse*, nr 35 (1884), 3.

przykład kleju stolarskiego z dodatkiem gliceryny i szlamowanej kredy¹⁵³. Stosowano też stalowe szablony.

Technika zdobienia szkła metodą piaskowania została wynaleziona w 1870 r. przez Amerykanina Benjamina C. Tilghmana. Niektóre z pierwszych urządzeń do piaskowania były napędzane parą, jednak wkrótce zastąpiono je zasilaniem sprężonym powietrzem¹⁵⁴.

2.2.7. Szkło muślinowe

Szkła muślinowe (Il. 65–68) to dekoracyjne szkła ornamentowe o drobnych, gęsto rozmieszczonych motywach rozetowych, geometrycznych i sieciowych, komponowanych zazwyczaj w układzie raportowym. Efekt ten uzyskiwano przez powierzchniowe matowienie tafli, wykonywane najczęściej metodą trawienia chemicznego, rzadziej przez piaskowanie mechaniczne. Czasem stosowano też matowienie emaliami szklawymi. Istotą tego typu dekoracji było zestawienie partii matowych i przezroczystych, co dawało wrażenie lekkości, delikatności i koronowego efektu wzoru. W literaturze podkreśla się, że termin szkło muślinowe odnosi się przede wszystkim do charakteru ornamentu, a nie do jednej, ściśle określonej techniki wykonania, ponieważ analogiczne wzory mogły być powielane w różnych warsztatach z zastosowaniem odmiennych metod dekoracji szkła. Już w 1837 r. Charles Duval opatentował rozwiązanie odnoszone do tego typu przeszkleń, oparte na użyciu druku szablonowego, a w połowie XIX w. Louis-Napoléon Gugnion rozwijał techniki nanoszenia wzorów przy użyciu ażurowych szablonów i powłok bitumicznych, co przyczyniło się do upowszechnienia tego rodzaju ornamentyki w produkcji szkła dekoracyjnego¹⁵⁵.

Nazwa tego rodzaju szkła nawiązuje do muślinu (muszlyn, muślinett; ang. *muslin*, fr. *mousseline*) – cienkiej, delikatnej i luźno tkanej tkaniny bawełnianej o splocie płóciennym, której etymologię tradycyjnie łączy się z miastem Mosul w Iraku. Najczęściej była gładka, rzadziej wykonywana w paski lub kratę, a także drukowana bądź

¹⁵³ Wacław Nowotny, *Technologia szkła*, cz. 2, 284–285.

¹⁵⁴ Davison, *Conservation and Restoration*, 101.

¹⁵⁵ Maksymiuk, „Techniki trawienia szkła”, 85, 100–101; <https://499c.ru/pl/what-is-muslin-muslin-fabric-a-description-of-the-material-properties-advantages-and-disadvantages/>, Dostęp: 25.06.2020. Odróżnienie wizualne tych technik jest bardzo trudne ze względu na uzyskiwanie podobnych efektów końcowych szczególnie na przełomie XIX i XX w.

haftowana. Od drugiej połowy XVII w. sprowadzano ją do Europy ze Wschodu, natomiast w XVIII stuleciu zaczęto wytwarzać ją również w Europie Zachodniej, nie tylko z bawełny, lecz także z lnu, mieszanek półbawełnianych oraz jedwabiu. W drugiej połowie XVIII w. muślin produkowano także w grodzieńskiej manufakturze lnianej, a na początku XIX w. również w ramach dworskiego płóciennictwa wileńskiego. Tkanina ta znajdowała zastosowanie przede wszystkim w wyrobie lekkiej odzieży i dodatków, a szczególną popularnością cieszyła się w modzie lat 1780–1808. Używano jej również do wyrobu firanek¹⁵⁶.

2.2.8. Szkło mrożone

Szkło mrożone (Il. 76) należy do dekoracyjnych odmian szkła matowanego, w których efekt zdobniczy uzyskuje się nie przez barwienie masy szklanej ani nanoszenie trwałej warstwy malarskiej, lecz przez odpowiednie naruszenie i zróżnicowanie powierzchni szkła. Jego charakterystyczną cechą jest nieregularny, krystaliczny rysunek przypominający zamrożone wzory lodowe na szybach – kwiaty mrozu. Z tego względu w literaturze technicznej metoda ta określana była jako „mrożenie szkła”, a uzyskany efekt jako „gruby wzór” lub „gruby mróz”. Powierzchnia szkła mrożonego nie jest jednolicie matowa, lecz wykazuje zróżnicowaną strukturę: obok partii drobniej zmatowionych pojawiają się większe, ostro odspojone płatki i zagłębienia, które rozpraszają światło i tworzą dekoracyjny rysunek.

Pod względem technologicznym szkło mrożone powstaje z wykorzystaniem zjawiska kurczenia się schnącej warstwy kleju na uprzednio zmatowionej powierzchni szkła. Technika ta wiąże się z obróbką chemiczną i mechaniczną szkła. Punktem wyjścia jest zwykle szkło płaskie, którego powierzchnię najpierw matuje się mechanicznie albo chemicznie, najczęściej przez trawienie lub piaskowanie. Następnie na tak przygotowaną powierzchnię nakłada się warstwę kleju, który podczas wysychania kurczy się, silnie przywierając do szkła. W wyniku naprężeń powstających w czasie schnięcia klej odrywa od powierzchni drobne płatki szkła. Właśnie ten proces mechanicznego odspajania cienkich fragmentów powierzchni tworzy właściwy wzór mrożony.

Metoda ta była ceniona przede wszystkim dlatego, że pozwalała uzyskać dekoracyjne, a zarazem funkcjonalne oszklenie. Szkła mrożone przepuszczały światło,

¹⁵⁶ Irena Turnau, *Słownik ubiorów. Tkaniny, wyroby pozatkackie, skóry, broń i klejnoty oraz barwy znane w Polsce od średniowiecza do początku XIX w.* (Warszawa: Semper, 1999), 189.

lecz jednocześnie ograniczały przezierność, dlatego nadawały się do stosowania tam, gdzie pożądane było doświetlenie wnętrza przy równoczesnym zasłonięciu widoku. Z tego powodu wykorzystywano je między innymi do szklenia okien, drzwi i mebli, a także do wyrobu szkieł oświetleniowych oraz gospodarczych. W praktyce dekoracyjnej szkło mrożone mogło być stosowane samodzielnie lub łączone z innymi sposobami zdobienia szkła, zwłaszcza z rzeźbieniem, matowaniem i trawieniem.

Proces wykonania szkła mrożonego rozpoczynał się od dokładnego oczyszczenia powierzchni. Przedmioty szklane, wcześniej zmatowione mechanicznie, myto w ciepłej wodzie z mydłem, a następnie starannie suszono. Czystość powierzchni miała duże znaczenie, ponieważ zanieczyszczenia, tłuszcz lub resztki pyłu mogły osłabiać przyczepność kleju, a tym samym zaburzać równomierne tworzenie wzoru. Po wysuszeniu szkło pokrywano na całej powierzchni albo tylko w wybranych miejscach specjalnie przygotowaną warstwą kleju. Nakładano ją pędzlem lub za pomocą rozpylaczy, w zależności od zamierzonego efektu i wielkości dekorowanej powierzchni. Do wykonania tej techniki używano zwykle kleju stolarskiego, odpowiednio spreparowanego. Różne dodatki zmieniały właściwości powłoki klejowej, np. gliceryna wpływała na jej elastyczność i przebieg wysychania, natomiast boraks modyfikował właściwości kleju oraz jego zachowanie podczas schnięcia.

Efekt końcowy zależał od kilku czynników. Pierwszym była ostrość i ziarnistość matu na powierzchni szkła. Im ostrzejszy i grubszy był mat, tym większe płatki szkła były wyłupywane podczas kurczenia się kleju, a więc tym grubszy stawał się wzór. Drugim czynnikiem była grubość warstwy kleju. Im była ona większa, tym silniejsze naprężenia powstawały podczas schnięcia i tym grubszy oraz bardziej wyrazisty efekt można było uzyskać. Znaczenie miały również czas, temperatura i wilgotność otoczenia podczas pierwszego, powolnego schnięcia. Ostatnim ważnym elementem były temperatura i suchość powietrza w czasie drugiego, szybkiego suszenia. W zależności od tego, czy chciano otrzymać wzór drobny, czy gruby, regulowano właśnie te parametry¹⁵⁷.

¹⁵⁷ Aleksandra i Stefan Sękowscy, *Amatorskie zdobienie szkła* (Warszawa: Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, 1988), 31–33; Nowotny, *Technologia szkła*, cz. 2, 285–286.

2.2.9. Szkło szlifowane

Szkło szlifowane, zwane też szlifem brylantowym stanowi jedną z technik mechanicznej obróbki szkła dekoracyjnego, której rozwój przypada na połowę XIX w. W tym okresie udoskonalono metody szlifowania szkła płaskiego o dużych, jak i małych powierzchniach, wprowadzając koła grawerskie wykonywane z piaskowca karbońskiego, o średnicy od kilku do 100 cm. Dobór narzędzia uzależniony był od charakteru opracowywanego wzoru oraz oczekiwanego efektu formalnego. Koła o większych średnicach stosowano przede wszystkim do wykonywania linii prostych oraz łagodnych krzywizn, natomiast narzędzia mniejsze wykorzystywano przy opracowywaniu łuków o większym stopniu załamania. Istotne znaczenie miało również zróżnicowanie profili krawędzi tnących, które mogły przyjmować formę okrągłą, kwadratową lub klinową. Pozwalało to na uzyskiwanie zróżnicowanych efektów dekoracyjnych, takich jak linie pryzmatyczne, szerokie i miękkie żłobienia oraz reliefowe modelowanie powierzchni.

Proces wykonywania szlif brylantowego, podobnie jak innych metod mechanicznej obróbki szkła, wymaga intensywnego chłodzenia wodą, co zapobiega przegrzewaniu materiału i ogranicza ryzyko jego uszkodzenia. Obróbka przebiega dwuetapowo. W pierwszej fazie następuje usunięcie warstwy szkła do założonej głębokości, zgodnie z projektem dekoracji. W drugim etapie powierzchnia poddawana jest polerowaniu, wykonywanemu przy użyciu specjalistycznych tarcz z włókny oraz past polerskich, co umożliwia uzyskanie odpowiedniej gładkości i połysku (Il. 21)¹⁵⁸.

Szlif brylantowy jest techniką wysoce pracochłonną, wymagającą znacznej precyzji wykonawczej, doświadczenia oraz wysokich kwalifikacji zawodowych. Z tego względu realizacja tego rodzaju dekoracji powierzana była wyspecjalizowanym rzemieślnikom.

W technice tej wykonywano też małe rozetki w szkłe powłokowym, nazywane często dekorami, które zdobiły zazwyczaj narożniki bordiur okiennych i drzwiowych, utworzone przez odziały drewnianych szprosów. W elementach tych przeważnie główny motyw był szlifowany na mat, a tylko pewne akcenty polerowano na połysk¹⁵⁹ (Il. 22).

¹⁵⁸ Kazimierz Stawiarski, „Zdobienie szkła”, *Barwy Szkła* (2012), Dostęp 31.03.2026, <https://barwyszkla.pl/zdobienie-szkla/>.

¹⁵⁹ Tamże; Nowotny, *Technologia zdobienia szkła*, 35–48.



Il. 21. Przykład szlifów brylantowych na szklach powlekanych. Za: Stawiarski, „Zdobienie szkła”.



Il. 22. Przykład szlifowanego dekoru na rubinowym szkłe powłokowym z okna klatki schodowej przy ul. Jagiellończyka 4 w Toruniu. (Fot. Adam Kaźmierczak).

2.2.10. Formowane szkło dekoracyjne

Dekoracyjne szkło tłoczone, stosowane m.in. w oszkleniach witrażowych w postaci rozetek, kaboszonów i rautów (Il. 23), powstawało przez mechaniczne kształtowanie uplastycznionej masy szklanej w formie. Technika ta pozwalała na szybkie i powtarzalne uzyskiwanie drobnych elementów o wyraźnie modelowanej, reliefowej powierzchni, dlatego szczególnie dobrze nadawała się do produkcji niewielkich form dekoracyjnych. W zależności od stopnia rozwoju technologicznego stosowano prasowanie ręczne, mechaniczne oraz automatyczne, przy czym rozwój urządzeń prasujących w XIX i na początku XX w. sprzyjał zwiększeniu wydajności oraz ujednoliceniu wyrobów. Istotną cechą szkła tłoczonego była możliwość otrzymywania zróżnicowanych kształtów i efektów plastycznych, trudniejszych do uzyskania w tradycyjnym szkłe płaskim. Jednocześnie powierzchnia takich elementów po wyjęciu z formy bywała mniej gładka i wymagała dodatkowego wykończenia, zwłaszcza przez ogrzewanie lub tzw. ogniowe wygładzanie. W kontekście oszkleń witrażowych rozetki, kaboszony i rauty pełniły nie tylko funkcję dekoracyjną, lecz także kształtującą światło: dzięki wypukłościom, załamaniom i zróżnicowanej grubości szkła wzbogacały grę światła, kompozycję i nadawały przeszkleniom bardziej fakturalny, ornamentalny charakter¹⁶⁰.

¹⁶⁰ Aleksander Dobrzański, Janusz Jabłkowski, Stefan Kinel, Wacław Nowotny, Stanisław Sosnowski, *Podstawy szklarstwa*, praca zbiorowa, tom I (Warszawa: Państwowe Wydawnictwa Techniczne, 1954), 428–433; Nowotny, *Zdobienie szkła*, 187–191.



Il. 23. Przykłady różnych szkieł formowanych.

Za: Pere Valldeperez, *Witraż. Projektowanie i realizacja* (Warszawa: Arkady, 2001), 28.

2.2.11. Szkło okienne

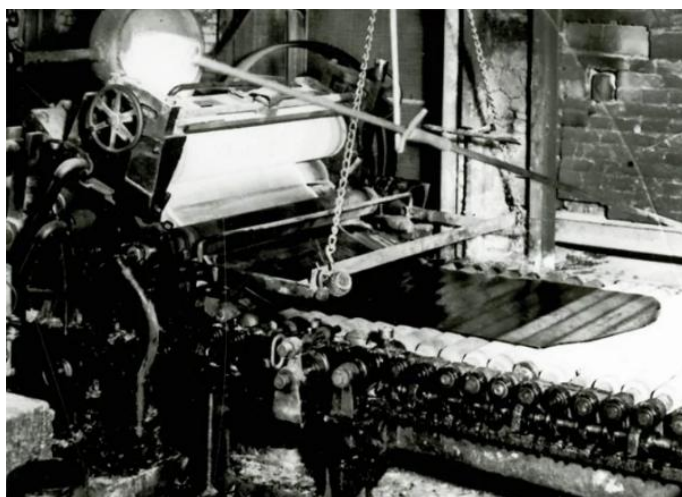
Walcowanie szkła jest jedną z metod formowania szkła płaskiego okiennego, polegającą na nadawaniu masie szklanej odpowiedniego kształtu za pomocą obracających się walców. Metoda ta rozwijała się stopniowo na przestrzeni wieków. Walcowanie na stole zostało opracowane już w 1688 r. we Francji przez Bernarda Perrota, a następnie udoskonalona przez Louisa Lucasa de Néhou, od którego nazwiska bywa określana ta metoda. Był to starszy sposób formowania płyt szklanych, stosowany później coraz rzadziej¹⁶¹.

W XIX w. gwałtowny wzrost zapotrzebowania na szkło okienne, związany z rozwojem budownictwa mieszkaniowego, przemysłowego i użyteczności publicznej, wymusił stopniowe odejście od dawnych metod ręcznych na rzecz technik zmechanizowanych i ciągłych. Wcześniejsze sposoby formowania tafli, takie jak metoda cylindrowa czy koronowa, nie były już w stanie zaspokoić rosnących potrzeb rynku ani zapewnić odpowiedniej powtarzalności wyrobu. Kolejny etap rozwoju tej technologii nastąpił w 1890 r., kiedy w firmie Chance Brothers po raz pierwszy zastosowano walcarkę mechaniczną do walcowania szkła (Il. 24). Rozwiązanie to zostało następnie udoskonalone i dało początek metodom okresowego walcowania z użyciem walcarek. Wśród nich szczególne znaczenie miały metody Chance'a oraz Bicheroux.

¹⁶¹ Bolesław Ziemia, kier. zespołu, *Technologia szkła*, 1 (Warszawa: Wydawnictwo Arkady, 1987), 295.

Duży przełom nastąpił w 1920 r., kiedy Max Bicheroux rozpowszechnił na świecie sposób walcowania szkła płaskiego znany jako metoda Bicheroux. Umożliwiała ona uzyskiwanie większych płyt szklanych i przyczyniła się do szerszego zastosowania walcowania w przemyśle szklarskim.

W rozwoju tej technologii wykształciły się dwa podstawowe sposoby produkcji: walcowanie okresowe i walcowanie ciągłe. Walcowanie okresowe polegało na wylewaniu porcji masy szklanej na stół lub do walcarki, a następnie rozprowadzaniu jej za pomocą walca. Z czasem została wyparta przez walcowanie ciągłe, które stało się metodą dominującą w produkcji szkła walcowanego. W metodzie ciągłej masa szklana przepływała między obracającymi się walcami, po czym uformowana taśma szklana kierowana była do odprężania¹⁶².



Il. 24. Walcarka do szkła z końca XIX w. firmy Chance Brothers.

Przełomem w uprzemysłowieniu produkcji szkła płaskiego stała się metoda Fourcaulta, opatentowana w 1913 r. przez belgijskiego technologa Émile’a Fourcaulta (Il. 25). Polegała ona na pionowym wyciąganiu cienkiej wstęgi szkła bezpośrednio z wanny szklarskiej. Tak powstało szkło ciągnięte. W procesie tym z powierzchni lub z odpowiednio uformowanej strefy masy szklanej pobierano wstęgę, która była następnie unoszona ku górze, chłodzona, stabilizowana i prowadzona przez system rolek.

¹⁶² Sophie Wolf i Laura Hindelang, „Introduction: The Production and Use of Glass in Architecture. A Brief History”, w *Glass in Architecture from the Pre-to the Post-industrial Era: Production, Use and Conservation*, red. Sophie Wolf, Laura Hindelang, Francine Giese i Anne Krauter (Berlin i Boston: De Gruyter, 2024), 7–12; Bolesław Stelmach, „Rozwój technologii szkła a struktura nauki”, *Szkło i Ceramika* 58, nr 4 (2007), 3–7; Ziemia, kier. zespołu, *Technologia szkła*, 1, 295–297; Nowotny, *Technologia szkła*, cz. 2, 21–22.

Rozwiązanie to umożliwiło rzeczywiście ciągłą produkcję szyb o znacznie większych wymiarach niż wcześniej, a zarazem istotnie obniżyło koszty wytwarzania¹⁶³.

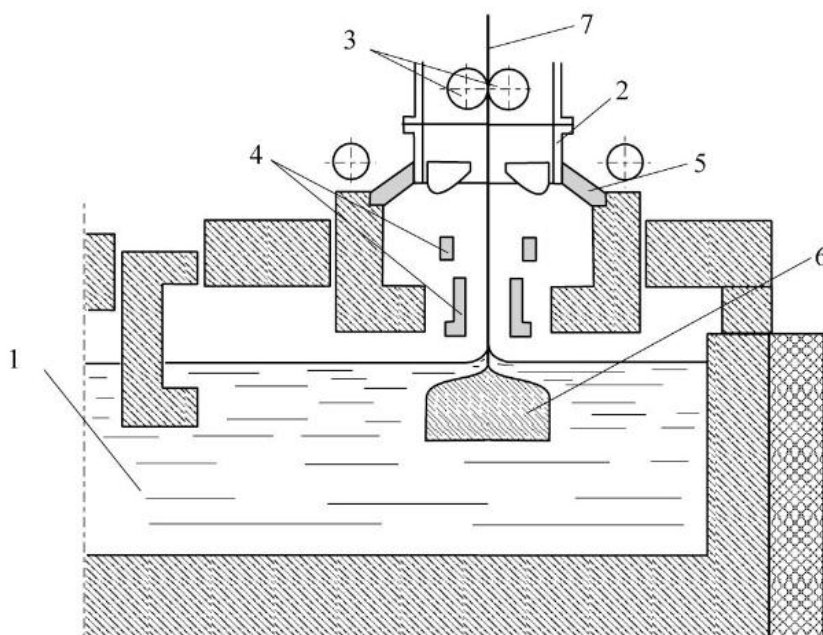


Il. 25. Belgijska technologia Émile’a Fourcaulta
– wyciąganie cienkiej wstęgi szkła bezpośrednio z wanny szklarskiej. Za: <https://www.period-homes.com/hollander-historic-glass>, Dostęp 23.04.2026.

Wkrótce opracowano kolejne odmiany procesu ciągłego, w tym metodę Pittsburgh (Il. 26), określaną w literaturze jako bezdyszowa odmiana ciągnięcia szkła płaskiego. W polskiej literaturze technicznej i branżowej jej upowszechnienie wiąże się z okresem około 1916 r. W odróżnieniu od rozwiązania Fourcaulta, w metodzie tej nie stosowano klasycznej ceramicznej dyszy, lecz odpowiednio ukształtowany blok formujący, dzięki któremu możliwe było wyciąganie wstęgi szkła w sposób bardziej stabilny technologicznie. Metody ciągłe stały się w XX w. podstawą masowej

¹⁶³ „Fourcault Process”, *Encyclopaedia Britannica*, Dostęp 21.04.2026, <https://www.britannica.com/technology/Fourcault-process>; „Flat Drawn Process”, Pilkington, Dostęp 21.04.2026, <https://www.pilkington.com/en-gb/uk/about/heritage/flat-drawn-process>; Piotr Laskowski, „Szyby w elementach o określonej odporności ogniowej”, *Świat Szkła* 12 (2015), Dostęp 21.04.2026, <https://swiat-szkla.pl/article/11216-szyby-w-elementach-o-okreslonej-odpornosci-ogniowej>.

produkcji szyb okiennych i przez dziesięciolecia dominowały w budownictwie mieszkaniowym oraz użytkowym¹⁶⁴.



Il. 26. Schemat produkcji szkła płaskiego metodą Pittsburgh: 1 – kanał maszynowy, 2 – szyb pionowy, 3 – wałce ciągnące, 4 – chłodnice wodne, 5 – chłodnice szybu, 6 – blok formujący, 7 – taśma szkła.

Za: <https://winntbg.bg.agh.edu.pl/skrypty2/0063/R08.pdf>, Dostęp 23.04.2026.

Proces technologiczny szkła ciągnionego wymagał bardzo precyzyjnej kontroli temperatury i lepkości masy szklanej. W wannie z roztopionym szkłem zanurzano element formujący, przez którego szczelinę lub strefę roboczą masa szklana wydostawała się ku górze i była przechwytywana przez układ chłodzonych rolek. Podczas ciągnięcia tworzyła się pionowa wstęga szkła, która stopniowo ulegała schładzaniu. Kluczowym etapem tego procesu było odprężanie, czyli powolne studzenie szkła mające na celu usunięcie naprężeń wewnętrznych powstałych podczas formowania. Dopiero po zakończeniu chłodzenia i ustabilizowaniu struktury materiału tafłę cięto na arkusze o wymaganych wymiarach¹⁶⁵.

¹⁶⁴ Piotr Laskowski, „Szyby w elementach o określonej odporności ogniowej”; „Updraw Machine”, *Encyclopaedia Britannica*, Dostęp 21.04.2026, <https://www.britannica.com/technology/updraw-machine>; „The Colburn Process (Continuous Sheet Draw Process)”, NSG Group, Dostęp 21.04.2026, <https://100th.nsg.com/story>.

¹⁶⁵ Piotr Laskowski, „Szyby w elementach o określonej odporności ogniowej”; „Industrial Glass: Glass Treating”, *Encyclopaedia Britannica*, Dostęp 21.04.2026, <https://www.britannica.com/science/industrial-glass/Glass-treating>.

Choć metoda Fourcaulta i Pittsburgh umożliwiały ciągłą, wydajną i relatywnie taną produkcję szkła płaskiego, posiadały istotne ograniczenia jakościowe. Najpoważniejszą wadą szyb ciągnionych była ich falistość, czyli występowanie łagodnych wgłębień, wybrzuszeń i zniekształceń powierzchni, skutkujących deformacją obrazu widzianego przez szybę. Zjawisko to wynikało z samej natury procesu wyciągania i prowadzenia gorącej wstęgi szkła przez układ rolek. Z tego względu szkło ciągnięte, mimo niewątpliwych zalet ekonomicznych, nie mogło zapewnić tak wysokiej jakości optycznej jak późniejsze wyroby nowoczesne¹⁶⁶.

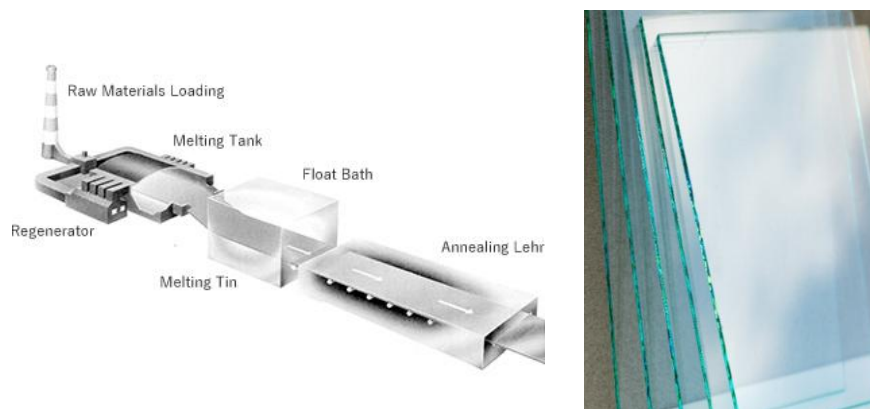
Mimo tych wad szkło ciągnięte było jeszcze przez większą część XX w. materiałem powszechnie stosowanym do szklenia okien i drzwi. W praktyce budowlanej pozostawało standardowym wyrobem masowym aż do czasu rozpowszechnienia technologii float, która stopniowo zdominowała rynek dopiero w drugiej połowie XX w. W końcu stulecia produkcja szkła ciągniętego została w dużej mierze zarzucona, a dawne tafle tego rodzaju zaczęły być postrzegane nie tylko jako materiał użytkowy, lecz również jako świadectwo historycznych technologii przemysłowych i ważny element autentyzmu zabytkowej stolarki¹⁶⁷.

Zasadniczy przełom w dziejach szkła płaskiego nastąpił wraz z opracowaniem metody float, związanej z pracami Sir Alastaira Pilkingtona i zespołu badawczego firmy Pilkington Brothers (Il. 27). Sama idea procesu pojawiła się w 1952 r., natomiast po kilku latach badań i prób przemysłowych technologia została ogłoszona światu w 1959 r. i bardzo szybko doprowadziła do całkowitej zmiany standardów produkcji szkła. W metodzie tej wstęga stopionego szkła jest wprowadzana na powierzchnię kąpieli z ciekłego metalu, przede wszystkim cyny, po której swobodnie się rozplywa. Dzięki działaniu grawitacji i napięcia powierzchniowego uzyskuje się tafle o niemal idealnie równej powierzchni i bardzo dobrych parametrach optycznych, bez konieczności kosztownego szlifowania i polerowania obu stron¹⁶⁸.

¹⁶⁶ „Industrial Glass: Glass Treating”, *Encyclopaedia Britannica*; „Flat Drawn Process”, Pilkington; Piotr Laskowski, „Szyby w elementach o określonej odporności ogniowej”.

¹⁶⁷ Piotr Laskowski, „Szyby w elementach o określonej odporności ogniowej”; „Brief History of the Flat Glass Patent – Sixty Years of the Float Process”, *World Patent Information* 38 (2014), 72–78.

¹⁶⁸ „The Inventor of Float Glass”, Pilkington, Dostęp 21 kwietnia 2026, <https://www.pilkington.com/en/gbl/about-us/pilkington-history/the-inventor-of-float-glass>; „Invention of Float Glass”, Pilkington, Dostęp 21.04.2026, <https://www.pilkington.com/en-gb/uk/about/heritage/invention-of-float-glass>; *US2911759A, Manufacture of Flat Glass*, Google Patents, Dostęp 21.04.2026, <https://patents.google.com/patent/US2911759A/en>.



Il. 27. Schemat linii produkcyjnej szkła float. Za: <https://100th.nsg.com/story/02/>, Dostęp 23.04.2026.

To właśnie wyjątkowa płaskość, jednorodność i jakość optyczna szkła float sprawiły, że technologia ta wyparła wcześniejsze metody walcowania i ciągnięcia. Wynalazek Pilkingtona należy uznać za jeden z najważniejszych przełomów w nowoczesnej technologii materiałów budowlanych, ponieważ umożliwił masową produkcję szkła wysokiej jakości przy jednoczesnym obniżeniu kosztów jednostkowych. Od drugiej połowy XX w. szkło float stało się podstawowym półproduktem dla większości nowoczesnych zastosowań architektonicznych, w tym szyb zespolonych, szkła powlekanego, hartowanego czy laminowanego¹⁶⁹.

Jednocześnie należy podkreślić, że obok produkcji przemysłowej nadal istnieją nieliczne huty specjalizujące się w wytwarzaniu szkła metodami tradycyjnymi, przede wszystkim na potrzeby konserwacji zabytków i realizacji artystycznych. Do najbardziej znanych należy Glashütte Lamberts w Waldsassen, działająca od 1906 roku przy granicy niemiecko-czeskiej. Zakład ten wytwarza ręcznie formowane szkło płaskie, w tym szkło dmuchane i szkło walcowane, przeznaczone między innymi do rekonstrukcji historycznych przeszkleń. Trwałość tego typu manufaktur dowodzi, że dawne technologie produkcji szkła nie znikły całkowicie, lecz zmieniły swój status: z metod powszechnego przemysłu stały się technikami wyspecjalizowanymi, istotnymi dla konserwacji dziedzictwa i współczesnych realizacji unikatowych¹⁷⁰.

¹⁶⁹ „Brief History of the Flat Glass Patent – Sixty Years of the Float Process”, *World Patent Information* 38 (2014), 72–78; „Invention of Float Glass”, Pilkington.

¹⁷⁰ „History”, Lamberts Glass, Dostęp 21.04.2026, <https://lamberts.de/history>; „Historical Preservation”, Lamberts Glass, Dostęp 21.04.2026, <https://lamberts.de/history>; „Welcome to Lamberts Waldsassen Glassworks”, Lamberts Glass, Dostęp 21.04.2026, <https://lamberts.de/home>.

2.3. Techniki witrażowe

2.3.1. Technika klasyczna

Klasyczny witraż, pomimo wielowiekowych przemian technologicznych i materiałowych, zachował swoje najważniejsze składniki: szkło, warstwę malarską, ołów i światło. Mimo współczesnych udogodnień podstawowe składniki witrażu pozostają takie same, a opisane przez mnicha Teofila zasady pracy w dużym stopniu nadal są aktualne¹⁷¹.

Historia klasycznego witrażu jest długa, ale jego dojrzała postać wykształciła się w średniowieczu. W technice witrażu szkło pełni podwójną funkcję: jest zarówno podobrazem, jak i tworzywem malarskim. Płytką szklaną, barwioną w masie lub złożoną z warstw szkła o różnych kolorach, stanowi integralny składnik kompozycji barwnej, podobnie jak kostka w mozaice.

Odpowiednio przycięte według wzoru kawałki szkła, opatrzone rysunkiem wykonanym czarną farbą konturową i oprawione w listwy ołowiane, tworzą kwaterę witrażową. Technika ta, ukształtowana we wczesnym średniowieczu, była stosowana na obszarze całej Europy i przez stulecia zachowała swoje podstawowe założenia. Informacje dotyczące metod barwienia szkła w masie zostały zawarte w traktatach dwóch duchownych: Herakliusza, działającego prawdopodobnie w VII/VIII w., którego tekst uzupełniono w XII stuleciu, oraz Mnicha Teofila¹⁷², żyjącego na przełomie XI i XII w.

Benedyktyn Teofil był utożsamiany przez część badaczy z Rogerusem z klasztoru w Helmershausen w Westfalii. Traktat ten składa się z trzech ksiąg: pierwsza dotyczy malarstwa ściennego, druga technologii szkła i sporządzania witraży, trzecia zaś sztuki złotniczej. Wskazówki zawarte w tym dziele miały służyć braciom zakonnym specjalizującym się w różnych rzemiosłach artystycznych. Warsztaty klasztorne odgrywały istotną rolę w upiększaniu kościołów, natomiast od końca XIII w. wraz z rozwojem miast, coraz większe znaczenie zaczęły zyskiwać warsztaty świeckich rzemieślników, które z czasem organizowały się w cechy.

Herakliusz w dziele *De coloribus et artibus Romanorum* wspomina o sposobach uzyskiwania szkła żółtego, czerwonego, zielonego i purpurowego, natomiast Teofil

¹⁷¹ Włodarczyk, „Średniowieczna technologia witrażowa”, 45–47.

¹⁷² Teofil Prezbiter, *Diversarum Artium Schedula i inne średniowieczne zbiory przepisów o sztukach rozmaitych*, przekład i opracowanie Stanisław Kobiela (Kraków: Tyniec Wydawnictwo Benedyktynów, 2009).

wymienia szkło szafranowożółte, purpurowe, chłodnozielone, czerwone oraz niebieskie. Z obu przekazów wynika, że w ich czasach szkło barwne otrzymywano z bańki szklanej, którą następnie spłaszczano lub rozcinano, a nie odlewano, jak miało to miejsce w późnym antyku. Taka modyfikacja technologii pozwalała uzyskiwać większe tafle szkła płaskiego¹⁷³.

Szczególne znaczenie dla poznania średniowiecznej technologii witrażowej ma druga księga traktatu Teofila *Diversarum Artium Schedula*¹⁷⁴, zawierająca zarówno przepisy dotyczące sporządzania witraży, jak i informacje o barwieniu szkła. Przekaz ten stanowi jedno z najcenniejszych źródeł do badań nad techniką witrażową XII w. i epok późniejszych. Wynika z niego, że przez długi czas nie zachodziły zasadnicze zmiany ani w sposobie zestawiania elementów szklanych i łączenia ich listwami ołowianymi, ani w przygotowaniu farb konturowych i patynowych czy też w metodzie wypalania malatury na szkło¹⁷⁵.

Istotna zmiana nastąpiła dopiero na początku XVI w., kiedy wynaleziono ostrze diamentowe do cięcia szyb, używane także do wykonywania dekoracji rytych na szkło płaskim i naczyniowym. Współcześnie szkło wycina się przede wszystkim nożami wyposażonymi w kółko widiowe lub stalowe. Wcześniej szkło dzielono przez dotykanie jego powierzchni rozżarzonym żelaznym prętem. Powstały w ten sposób szok termiczny wywoływał pęknięcie w pożądanym miejscu, jednak uzyskane fragmenty nie zawsze odpowiadały zamierzonemu kształtowi, a ich krawędzie wymagały dalszego wyrównania, najczęściej przez obłamywanie specjalnymi szczypcami.

Prace w warsztacie witrażowniczym przebiegały według ustalonego porządku technologicznego. Obejmowały one: opracowanie projektu i rysunku roboczego, przycinanie szkieł, nakładanie warstw malarskich, oprawę poszczególnych elementów w listwy ołowiane i zestawianie ich w kwatery, a następnie montaż gotowych witraży w ramach okiennych. Mistrz prowadzący warsztat zazwyczaj sam projektował kompozycje, korzystając z wzorów graficznych, rzadziej zaś z malarskich przedstawień

¹⁷³ Gajewska-Prorok, *Mistrzowie światła*, 16

¹⁷⁴ Teofil Prezbiter, *Diversarum Artium Schedula*, 31–51.

¹⁷⁵ Paweł Karaszkiewicz, „Badania średniowiecznych witraży kościoła mariackiego w Krakowie” w *Studia i Materiały Wydziału Konserwacji i Restauracji Dzieł Sztuki Akademii Sztuk Pięknych w Krakowie*, tom VII, Lech Kalinowski, Helena Małkiewiczówna, Lesław Heine, Paweł Karaszkiewicz, *Średniowieczne witraże kościoła Mariackiego w Krakowie. Historia i konserwacja* (Kraków: Akademia Sztuk Pięknych w Krakowie, 1997), 101.

w iluminowanych kodeksach. Programy ikonograficzne były z reguły określane przez fundatorów, którzy podporządkowywali się wskazaniom teologów¹⁷⁶.

Do wydobywania rysunku, detalu i modelunku światłocieniowego stosowano kreskę graficzną oraz lawowanie przy użyciu brunatnoczarnej farby, określanej mianem konturówki. Była ona mieszaniną łatwo topliwego, mielonego szkła, zazwyczaj o dużej zawartości tlenku ołowiu oraz barwnika, którym najczęściej był tlenek miedzi lub żelaza.

Mnich Teofil szczegółowo opisał kolejne etapy powstawania witrażu. Proces rozpoczynał się od przygotowania projektu, zwykle w skali 1:10 lub 1:20 względem planowanego dzieła. Taki szkic, barwny lub czarno-biały, dawał ogólne wyobrażenie o przyszłej kompozycji, lecz już na tym etapie uwzględniano właściwości szkła oraz zasady konstrukcyjne związane z połączeniem i montażem poszczególnych części. Po zaakceptowaniu projektu przez fundatora sporządzano karton, czyli rysunek w skali 1:1, odpowiadający dokładnym wymiarom otworu okiennego. Karton zawierał szczegółowe informacje dotyczące przebiegu listew ołowianych, kształtu i wielkości kawałków szkła oraz ich kolorystyki. Był on podstawą realizacji zarówno od strony technicznej, jak i estetycznej, gdyż wyznaczał przyszłe oddziaływanie świetlne i barwne całej kompozycji.

W średniowieczu, z uwagi na wysoki koszt pergaminu i ograniczoną dostępność papieru, kartony sporządzano często na drewnianych tablicach pokrytych białą zaprawą kredowo-klejową. Zachowało się jedynie kilka takich przykładów (Il. 28). Na podstawie kartonu wykonywano następnie szablony z grubego papieru, które służyły do wycinania pojedynczych szkieł. Ich wymiary uwzględniały miejsce przeznaczone na tzw. duszę listwy ołowianej, czyli rdzeń dwuteownika łączącego sąsiednie elementy. Po zestawieniu szybek i doborze odpowiednich odcieni ustalano ostateczną kolorystykę dzieła¹⁷⁷.

¹⁷⁶ Gajewska-Prorok, *Mistrzowie światła*, 18.

¹⁷⁷ Karaszkiewicz, „Badania średniowiecznych witraży”, 101–102.



Il. 28. Przykłady średniowiecznych kartonów sporządzonych na drewnianych tablicach pokrytych białą zaprawą kredowo-klejową. XIV w. Muzeum Sztuki w Gironie, Hiszpania.

Kolejny etap obejmował przycinanie barwnych tafli zgodnie z kształtami wskazanymi na kartonie. Już w trakcie tego procesu uwzględniano efekty światłocieniowe: do partii jaśniejszych wybierano szkło cieńsze i jaśniejsze, natomiast do stref cienia szkło grubsze i ciemniejsze. Do połowy XVI w. szkło cięto metodą opisaną przez mnicha Teofila, polegającą na miejscowym ogrzewaniu tafli rozżarzonym żelazem. Po uzyskaniu pożądaných form nanoszono warstwy malarskie wykonane czarnobrazową farbą w postaci konturówki i patyny. W okresie nowożytnym zaczęto również stosować barwne emalie szklawne.

W klasycznej technice witrażowej (Il. 29) podstawowe znaczenie miały dwie grupy warstw malarskich: czarna konturówka z patyną, znana od starożytności oraz żółta lazura srebrwa, wynaleziona pod koniec XIII w. Konturówka służyła do wykonywania rysunku konturowego i opracowania szczegółów, takich jak twarze, dłonie, draperie czy ornamenty. Mogła być stosowana kryjąco, półkryjąco lub laserunkowo, w zależności od składu chemicznego, rodzaju szkła i zamierzonego efektu artystycznego. Sporządzano ją z tlenków metali, łatwo topliwego sproszkowanego szkła oraz spoiwa, którym mogły być między innymi guma arabska, miód, gliceryna lub ocet. Kluczowym warunkiem było użycie szkła o temperaturze topnienia niższej niż temperatura mięknięcia tafli podobrazia. Najlepiej nadawało się do tego szkło ołowiowe. Teofil zalecał jako spoiwo

wino lub urynę, Herakliusz natomiast olejek terpentynowy z dodatkiem zagęszczonego oleju, zaś w XV-wiecznych recepturach pojawia się woda gumowa¹⁷⁸.



Il. 29. Witraż ze sceną Hołdu Trzech Króli, pochodzący z kościoła farnego pw. Wniebowzięcia NMP w Chełmnie, 1370–1380 r. Obecnie eksponowany w Muzeum Okręgowym w Toruniu (Fot. Adam Kaźmierczak).

Czerń konturową наносzono miękkim pędzlem z włosia ogonów zwierząt: wiewiórki, małpy, kota, borsuka, kuny. Malatury wypalano w temperaturze około 600°C w piecu muflowym, doprowadzając do zespolenia warstwy malarskiej z powierzchnią szkła. Teofil wymienia różne sposoby użycia tej farby: od gęstej, wyraźnie rysującej kontur, po bardziej rozrzedzoną patynę nakładaną w kilku tonach zależnych od grubości warstwy. W zachowanych średniowiecznych witrażach spotyka się zarówno układ, w którym najpierw nakładano kontur, a następnie patynę, jak i odwrotną kolejność działań.

Przed malowaniem szkło należało starannie oczyścić, zazwyczaj przy użyciu tkaniny nasączonej alkoholem. Rozcieńczoną patynę nakładano delikatnie na partie cienia, rozprowadzając ją zgodnie z rysunkiem widocznym pod taflą. Po wyschnięciu jednej warstwy można było nanosić kolejną, modyfikując spoiwo w taki sposób, aby nie naruszyć wcześniejszej warstwy. Konturówkę stosowano najczęściej metodą szrafowania

¹⁷⁸ Gajewska-Prorok, *Mistrzowie światła*, 18–26.

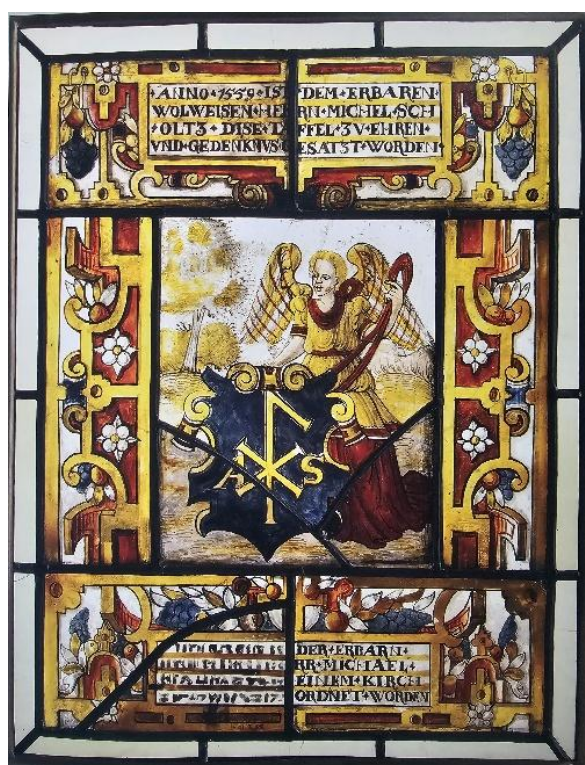
lub topowania. Już w XIII w. półkryjącą konturówkę i patynę zaczęto mieszać z dodatkowymi pigmentami, uzyskując odcienie szarozielonkawe lub szarobrazowe, pozwalające na kształtowanie chłodniejszej bądź cieplejszej tonacji malatur. Efekty świetlne wydobywano przez częściowe usuwanie jeszcze wilgotnej lub już suchej patyny. We wczesnych witrażach światło traktowano raczej linearnie niż plastycznie. Dopiero w XIV w. zaczęto modelować formę z większym zróżnicowaniem światłocienia, a w XV i XVI w. dążono do bardziej realistycznego opracowania kształtów. W średniowieczu konturówkę i patynę наносzono najczęściej na awersie szkła, czyli od strony wnętrza budowli, natomiast rewers wykorzystywano jedynie sporadycznie do lekkich cieni¹⁷⁹.

Od końca XIII w. we Francji, a od XIV w. również na obszarze krajów niemieckich, obok czarnej konturówki stosowano także przejrzystą żółtą lazurę srebrową, otrzymywaną z soli srebra, przede wszystkim chlorku lub siarczku (Il. 30). W przeciwieństwie do konturówki, która tworzy warstwę na powierzchni szkła, lazura srebrowa działa poprzez zabarwienie warstw podpowierzchniowych. W procesie wypału jony srebra migrują w głąb struktury szkła, co daje trwały efekt barwny, od cytrynowożółtego po ciemnobursztynowy i brązowy. Dzięki dużej świetlistości lazura ta wywołuje w świetle przechodzącym efekt zbliżony do złocenia, dlatego wykorzystywano ją do malowania nimbów, koron, detali szat, ornamentów i elementów architektonicznych. Nałożona na szkło niebieskie dawała w prześwicie wrażenie koloru zielonego.

Efekt kolorystyczny lazury srebrowej zależał od wielu czynników, przede wszystkim od składu chemicznego szkła, rodzaju użytej soli srebra, temperatury i czasu wypału, a także od ilości pigmentu i liczby nałożonych warstw. Istotne znaczenie miała zawartość takich składników, jak arszenik, antymon, żelazo, cyna czy tlenek sodu. Wysoka zawartość sodu sprzyjała szybszej migracji jonów srebra, podczas gdy szkło potasowe było trudniejsze do zabarwienia tą metodą. Oprócz lazury srebrowej stosowano także lazuruowanie miedzią, wykorzystując pastę zawierającą siarczan miedzi. Pod wpływem temperatury powstawała koloidalna zawiesina miedzi, która nadawała szkle czerwoną barwę widoczną w świetle przechodzącym¹⁸⁰.

¹⁷⁹ Tamże, 26–28; Karaszkiewicz, „Badania średniowiecznych witraży”, 102.

¹⁸⁰ Gajewska-Prorok, *Mistrzowie światła*, 28–29; Maria Kisiel, „Trwałe malowanie na szkłe ze szczególnym uwzględnieniem techniki lazuruowania srebrem na przykładzie neogotyckiego witraża z Wijnegem”, w *Studia i Materiały Konferencji Naukowej Studentów Konserwacji i Restauracji Dzieł Sztuki*, Kraków, 12–13 kwietnia 2013, tom II, red. Izabela Michalik (Kraków: Wydawnictwo Akademii Sztuk Pięknych im. Jana Matejki w Krakowie, 2013), 12–15.



Il. 30. Witraż wotywny Michaela Scholtza, Śląsk, 1559.
Za: Gajewska-Prorok, *Mistrzowie światła*, 161.

Pod koniec XIV w. pojawiła się nowa półprzejrzysta farba witrażowa, określana między innymi jako *rouge ponctué*, *jean cousin*, umbra lub czerwień żelazowa. Miała ona odcień ceglastoczerwony lub brązowoczerwony i stosowana była przede wszystkim do modelunku karnacji. Nakładano ją bardzo cienką warstwą. W szerszym znaczeniu emalią określa się barwne glazury ceramiczne, jednak w późniejszych wiekach termin ten zaczęto odnosić także do farb używanych do zdobienia szkła. Były one wytwarzane ze sproszkowanego szkła zabarwionego tlenkami metali i po wypaleniu tworzyły gładką, szklistą powłokę.

Gotowe malatury utrwalano przez ich przytopienie do powierzchni szkła w temperaturze około 500–600°C. Proces ten odbywał się w piecach muflowych, w których tafle ogrzewały się równomiernie i były chronione przed osadzaniem się popiołu. Szkło układano na metalowych płytach pokrytych cienką warstwą popiołu lub niegaszonego wapna; możliwe było także wypalanie kilku warstw jednocześnie, rozdzielonych tym materiałem. W trakcie wypału tafle miękły, a zawarte w farbie niskotopliwe szkło stapiało się z podłożem. O powodzeniu procesu decydowały właściwe proporcje składników farby, dobór temperatury i kontrolowane studzenie, czyli odprężanie. Zbyt wysoka temperatura mogła wywołać naprężenia, deformacje i pękanie

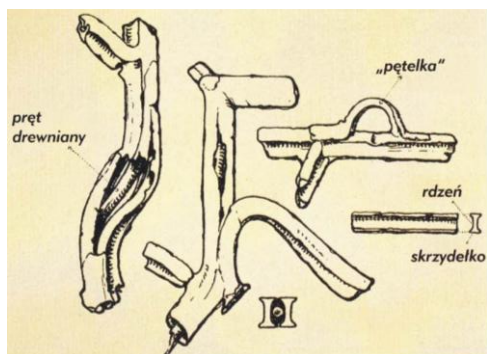
szkła, a także doprowadzić do zagotowania malatury i powstania pęcherzy. Trwałość wypału sprawdzano przez zarysowanie powierzchni. W razie potrzeby szkła mogły być wypalane kilkakrotnie.

Oprócz malowania stosowano również dekoracje rytowane na szkłe warstwowym. Ornamenty i światła uzyskiwano przez mechaniczne usuwanie cienkiej, najczęściej czerwonej warstwy powierzchniowej, co pozwalało na zestawienie dwóch kolorów w obrębie jednej tafli. Technika ta była stosowana od XIV w.¹⁸¹

Po wypaleniu malatur poszczególne elementy łączono za pomocą listew ołowianych o przekroju dwuteowym. Nie wiadomo dokładnie, kiedy zaczęto ich używać. Wcześniej pojedyncze szybki osadzano w drewnie lub metalowych ramkach. Najstarsza wzmianka o oknach z szybami łączonymi ołowiem i wzmocnianymi żelaznymi sztabami pochodzi z opisu kościoła klasztornego św. Benedykta na Monte Cassino z 1066 r., sporządzonego przez Leona z Ostii. Od końca XI w. informacje o tego rodzaju konstrukcjach pojawiają się coraz częściej.

W średniowieczu listwy ołowiane były odlewane, a następnie wygładzane i opracowywane ręcznie (Il. 31). Dopiero w czasach nowożytnych rozpowszechniły się listwy walcowane, określane również jako ciągnione (Il. 32). Teofil opisał zarówno sposób odlewania listew, jak i wykonywania form do ich produkcji. Stosowano czysty ołów lub stop zawierający około 80% cyny i 20% ołowiu. Średniowieczna listwa miała stosunkowo masywny rdzeń oraz skrzydła o zróżnicowanej szerokości. W XII w. ich szerokość wynosiła zazwyczaj około 1 cm, a wysokość rdzenia około 4 mm. Na przełomie XII i XIII w. pojawiły się listwy węższe, o wyższym rdzeniu, później zaś ich parametry dostosowywano do rodzaju szkła i potrzeb kompozycji. W XVI w. skonstruowano urządzenie walcownicze do formowania listew ołowianych, dzięki któremu uzyskiwano profile o regularnej szerokości, wysokości i większej długości. Projekt takiej maszyny znajduje się m.in. w *Kodeksie Atlantyckim* Leonarda da Vinci około 1500 r. Ślady pozostawione przez koła zębate walcarki na rdzeniu listwy mogą być dziś pomocne w datowaniu nowożytnych opraw.

¹⁸¹ Gajewska-Prorok, *Mistrzowie światła*, 29–34.



Il. 31. Rodzaje średniowiecznych listew ołowianych, w tym z rdzeniem z prętów drewnianych. Za: Gajewska-Prorok, *Mistrzowie światła*, 34.



Il. 32. Współczesne walcowane (ciągnione) listwy ołowiane (Fot. Adam Kaźmierczak).

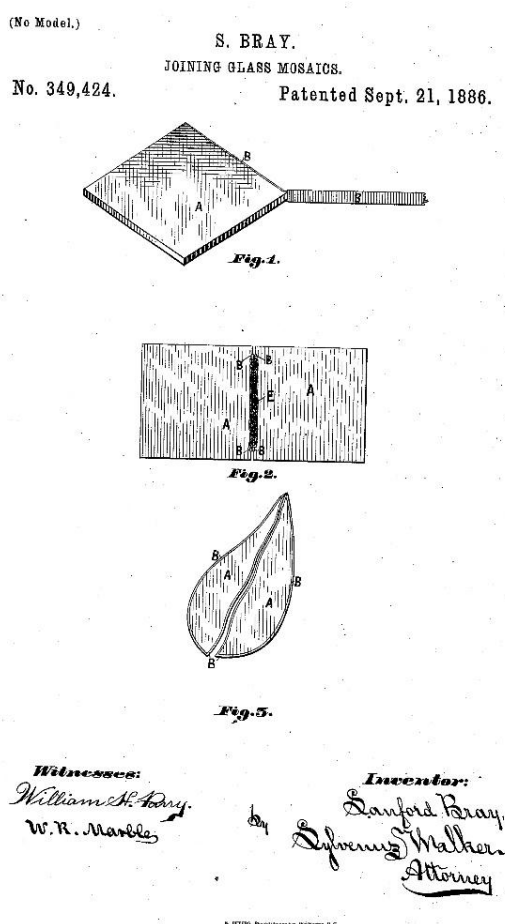
Miejsca łączenia listew spajano cyną lub lutem o składzie dwóch części cyny i jednej części ołowiu. W czasach nowożytnych powierzchnie listew często cynowano, co poprawiało ich wygląd i zwiększało odporność na korozję. Szczeliny między szkłem a ołowiem wypełniano płynnym kitem szklarskim, sporządzanym najczęściej z oleju lnianego i kredy, po czym powierzchnię czyszczono trocinami.

Listwy ołowiane pełniły nie tylko funkcję konstrukcyjną, lecz także estetyczną i optyczną. Wyznaczały rytm kompozycji, podkreślały kierunek rysunku i wzmacniały oddziaływanie barwnych plam. Przy projektowaniu kwater uwzględniano ciężar szkła, jego niewielką elastyczność, miękkość ołowiu oraz napór wiatru. Tworzono zatem pola o ograniczonych rozmiarach, najczęściej kwadratowe lub prostokątne, zwykle o powierzchni około 350 cm², nieprzekraczające około 100 cm wysokości i 60 cm szerokości. Z takich kwater zestawiano całe przeszklenia. Gotowe partie montowano w otworach okiennych, osadzając je w pionowym laskowaniu żelaznym lub kamiennym oraz wzmacniając poziomymi płaskownikami metalowymi, tzw. wiatrownicami, rozmieszczonymi zazwyczaj co 25–35 cm. Elementy te usztywniały konstrukcję, stabilizowały kwatery i kompensowały podatność listew ołowianych na odkształcenia¹⁸².

¹⁸² Tamże, 34–37; Włodarczyk, „Średniowieczna technologia witrażowa”, 45–49; Karaszkiewicz, „Badania średniowiecznych witraży”, 102–104; Władysław Ślesieński, *Techniki malarskie. Spoiwa mineralne* (Warszawa: Arkady, 1983), 186–198.

2.3.2. Technika Tiffany

Tak zwana technika Tiffany’ego, określana też jako technika folii miedzianej albo jest jedną z najważniejszych innowacji w nowoczesnym witrażownictwie końca XIX w. Jej nazwa wiąże się z działalnością Louisa Comforta Tiffany’ego – amerykańskiego artysty, projektanta i przedsiębiorcy działającego w dziedzinie sztuk dekoracyjnych, jednak samo rozwiązanie techniczne zostało opatentowane wcześniej przez Sanforda Braya z Bostonu. Patent Braya, zatytułowany *Joining Glass Mosaics*, został zgłoszony 23 grudnia 1885 r. i opatentowany 21 września 1886 r. (Il. 33) Opisywał sposób łączenia kawałków szkła za pomocą cienkich pasków metalu, przede wszystkim miedzi lub folii miedzianej, zawijanych na krawędzie szkła i następnie lutowanych¹⁸³.



Il. 33. Rysunki do opisu patentu Braya, zatytułowany *Joining Glass Mosaics*, opatentowany 21 września 1886 r. Sposób łączenia kawałków szkła za pomocą cienkich pasków metalu, przede wszystkim miedzi lub folii miedzianej, zawijanych na krawędzie szkła i następnie lutowanych.

Za: <https://patents.google.com/patent/US349424A/en>, Dostęp 24.04.2026.

¹⁸³ Sanford Bray, *Joining Glass Mosaics*, U.S. Patent No. 349,424, filed December 23, 1885, issued September 21, 1886, Dostęp 24.04.2026, <https://patents.google.com/patent/US349424A/en>.

Technika ta różniła się od tradycyjnego witrażu ołowiowego. W metodzie folii miedzianej każdy element szkła najpierw wycinano według projektu, następnie jego krawędzie owijano cienką folią miedzianą, po czym elementy układano obok siebie i lutowano cyną (Il. 35, 36). Dzięki temu możliwe było uzyskiwanie cieńszych, delikatniejszych spoin oraz bardziej skomplikowanych, drobnych i giętkich układów formalnych niż przy użyciu szerokich profili ołowianych. Sam patent Braya podkreślał, że nowy sposób pozwalał zbliżać krawędzie szkła do siebie, tworząc spoinę mniej widoczną niż w klasycznym systemie ołowiowym, a także ułatwiał wykonywanie form nieregularnych, cylindrycznych, stożkowych i kulistych¹⁸⁴.

Z tego powodu technika ta okazała się szczególnie przydatna nie tylko w płaskich przeszkleniach, lecz także w formach przestrzennych, zwłaszcza w słynnych kloszach lamp Tiffany'ego. W pracowniach Tiffany Studios kawałki szkła dobierano kolorystycznie, owijano folią miedzianą, układano na formie, na przykład drewnianym lub gipsowym modelu klosza i lutowano, tworząc stabilną, trójwymiarową konstrukcję (Il. 34). Opisy muzealne dotyczące produkcji lamp Tiffany'ego wskazują, że proces zaczynał się od szkicu barwnego, następnie projekt przenoszono na formę, wykonywano szablony dla poszczególnych kawałków szkła, a potem montowano i lutowano całość na modelu klosza¹⁸⁵.



Il. 34. Pracownicy Tiffany Studios w trakcie wykonywania kloszy lamp w technice taśmy miedzianej, kon. XIX w. Za: https://www.copper.org/consumers/arts/2008/july/Shedding_Light%20_Legacy_Tiffany.html.

¹⁸⁴ Bray, *Joining Glass Mosaics*, opis techniczny, zwłaszcza fragmenty dotyczące owijania krawędzi szkła paskami miedzi – folii miedzianej i lutowania spoin, Dostęp 24.04.2026, <https://patents.google.com/patent/US349424A/en>.

¹⁸⁵ The Charles Hosmer Morse Museum of American Art, *Secrets of Tiffany Glassmaking: Glassmaking*, Winter Park, FL: The Charles Hosmer Morse Museum of American Art, (2019), Dostęp 24.04.2026, https://www.morsemuseum.org/assets/uploads/pdfs/Glassmaking_2019-WEB.pdf, 2–3.

W szerszym kontekście artystycznym metoda ta odpowiadała estetyce secesji i sztuki dekoracyjnej przełomu XIX i XX w. Ułatwiała tworzenie motywów roślinnych, organicznych, asymetrycznych i dekoracyjnych, a więc takich, które wymagały drobnego podziału szklanych elementów oraz miękkiego prowadzenia linii¹⁸⁶.



Il. 35. Technika Tiffany. Oklejanie kawałka szkła taśmą miedzianą. Za: <https://www.stainedglassyourway.com/blog/stained-glassconstruction-methods>, Dostęp 23.04.2026.



Il. 36. Lutowanie taśmy miedzianej w technice Tiffany. Za: https://www.domestika.org/pl/courses/2773-witraze-z-elementami-roslinnymi-metoda-tiffany-ego/final_project_lessons, Dostęp 23.04.2026.

2.4. Oszklenia witrażowe i ozdobne w Europie i na świecie w XIX i na początku XX wieku

Odrodzenie witrażownictwa w pierwszej połowie XIX w. było częścią szerszego zwrotu ku średniowieczu, charakterystycznego dla kultury romantycznej i rodzącego się historyzmu. Po długim okresie marginalizacji tej sztuki, trwającym od epoki baroku i rokoka, ponowne zainteresowanie witrażem wynikało zarówno z fascynacji gotykiem, jak i z praktycznych potrzeb restauracji dawnych budowli sakralnych i rezydencjonalnych. Witraż zaczął być postrzegany nie tylko jako element dekoracyjny, lecz także jako integralna część średniowiecznego wnętrza, współtworząca jego metafizyczny i symboliczny charakter.

Początki tego procesu wiązały się z kolekcjonowaniem dawnych oszkleń, zwłaszcza w Anglii, gdzie już w XVIII w. nabywano i przemieszczano witraże pochodzące z opuszczonych lub niszczących kościołów. Zjawisko to miało początkowo charakter antykwaryczny, lecz z czasem stało się impulsem do odtworzenia dawnych

¹⁸⁶ „Witraż,” Zachęta — Narodowa Galeria Sztuki, Mediateka, na podstawie: *Słownik terminologiczny sztuk pięknych*, Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN (2007), Dostęp 24.04.2026, <https://zacheta.art.pl/pl/mediateka-i-publikacje/witraz>.

technik produkcji. Podobne zainteresowania pojawiły się następnie we Francji i w krajach niemieckich, gdzie rozwój witrażownictwa wspierały zarówno środowiska artystyczne, jak i władcy oraz instytucje państwowe.

Jednym z podstawowych problemów technicznych odradzającego się witrażownictwa był brak odpowiedniego szkła barwionego w masie, którego kolorystyka, struktura i świetlistość odpowiadałyby średniowiecznym wzorom. W XVIII i na początku XIX w. posługiwano się często tzw. szkłem francuskim, produkowanym w jednolitych, jaskrawych barwach, jednak nie dawało ono efektów zbliżonych do dawnych witraży. Próbowano więc zastępować utracone technologie malowidłem na szkłe, emaliami oraz różnymi odmianami technik mieszanych. Działania te prowadziły do licznych eksperymentów z barwieniem szkła, wypalaniem farb, stosowaniem patyny i odtwarzaniem receptur dawnych emalii.

W krajach niemieckich ważną rolę odegrali pierwsi eksperymentatorzy, m.in. Michael Sigismund Frank, Samuel i Samuel Gottlob Mohnowie, Wilhelm Vörtel, Carl Scheinert, Heinrich Müller, Albert Höcker oraz bracia Helmle. Wielu z nich wywodziło się ze środowisk malarzy porcelany, emalierów, złotników lub rzemieślników znających techniki wypału. Ich doświadczenia przyczyniły się do stopniowego odtworzenia warsztatu witrażowego, choć proces ten miał początkowo charakter indywidualnych prób, często niezależnych od siebie i pozbawionych jednolitej metody.

Szczególne znaczenie dla rozwoju witrażownictwa w pierwszej połowie XIX w. miały realizacje w Laxenburgu i Malborku. W obu przypadkach witraże wpisywano w programy romantycznej restauracji architektury, jednak cele ideowe były odmienne. W Laxenburgu służyły one przede wszystkim gloryfikacji dynastii Habsburgów i stylizacji rezydencji na neogotycką siedzibę o historycznym charakterze. W Malborku natomiast odrodzenie witraży wiązało się z pruskim zainteresowaniem dziedzictwem średniowiecznym, zwłaszcza krzyżackim oraz z budowaniem narracji narodowo-historycznej. Prace te ujawniły jednak również trudności techniczne i stylistyczne, ponieważ ówczesne realizacje często łączyły elementy gotyckie, renesansowe, biedermeierowskie i historyzujące.

Przełomowym momentem było założenie w 1827 r. Królewskiego Instytutu Witrażowego w Monachium, z inicjatywy Ludwika I Bawarskiego. Instytut ten stworzył nowoczesny model organizacji pracy, oparty na podziale zadań między projektantów, rysowników kartonów, malarzy na szkłe i wykonawców technicznych. Monachijskie witraże, realizowane m.in. dla katedry w Ratyzbonie oraz kościoła Au w Monachium,

charakteryzowały się monumentalnością, silnym związkiem z malarstwem historycznym oraz inspiracją sztuką włoskiego Quattrocenta. Jednocześnie pozostawały technicznie zależne od malowidła na szkłe i szerokiego użycia emalii, co odróżniało je od średniowiecznego sposobu komponowania witrażu z barwnych tafli szkła.

Równolegle rozwijały się pracownie w Berlinie i innych ośrodkach niemieckich, m.in. w Kolonii, Wrocławiu i Linnich. Instytut berliński, założony w 1843 r. przez Fryderyka Wilhelma IV, podobnie jak monachijski opierał się na pracy zespołowej i specjalizacji warsztatowej. W praktyce jednak technika malowidła witrażowego nadal dominowała nad klasyczną techniką mozaikową, a wiele realizacji pozostawało bliższych malarstwu historycznemu niż średniowiecznemu witrażowi.

We Francji odrodzenie witrażownictwa wiązało się z restauracją zabytków i działalnością środowisk konserwatorskich. Szczególną rolę odegrały badania nad sztuką XIII w. oraz prace związane z renowacją dawnych oszkleń. Z kolei w Anglii tradycja malowania emaliami na szkłe nie została całkowicie przerwana, co umożliwiło wcześniejsze podjęcie produkcji nowych witraży¹⁸⁷. Szczególną rolę odegrał Charles Winston, prawnik i antykwariusz, który postulował powrót do zasad klasycznego witrażownictwa średniowiecznego i prowadził badania nad dawnym szkłem witrażowym oraz współpracował z londyńskimi szklarzami. Dzięki wsparciu technicznemu firmy James Powell and Sons przyczynił się on do istotnej poprawy jakości szkła barwionego używanego w XIX-wiecznych witrażach. W 1847 r. opublikował pracę *An Inquiry into the Difference of Style Observable in Ancient Glass Painting*¹⁸⁸, uznawaną za pierwsze kompleksowe opracowanie poświęcone temu medium. Dalsze eksperymenty nad jakością szkła prowadził W. E. Chance, który w 1863 r. jako pierwszy z powodzeniem wyprodukował szkło „antyczne”, nawiązujące swoimi właściwościami do szkła średniowiecznego¹⁸⁹.

W drugiej połowie XIX w. coraz wyraźniej krytykowano nadmierną zależność witrażu od malarstwa sztalugowego. Za punkt zwrotny uznawano postulaty Komisji Sztuki sformułowane podczas wystawy światowej w Wiedniu w 1873 r. Zalecano

¹⁸⁷ Ławicka, *Zapomniana pracownia*, 19; *Encyclopaedia Britannica*, „Stained Glass”, Dostęp 21.04.2026, <https://www.britannica.com/art/stained-glass/Early-14th-century>.

¹⁸⁸ Charles Winston, *An Inquiry into the Difference of Style Observable in Ancient Glass Paintings: especially in England: with hints on glass painting* (Oxford: John Henry Parker, 1847).

¹⁸⁹ Ławicka, *Zapomniana pracownia*, 19–25; *Encyclopaedia Britannica*, „Stained Glass”; Victoria and Albert Museum, „Stained Glass: the Gothic Revival and Beyond”, Dostęp 21.04.2026, https://www.vam.ac.uk/articles/stained-glass-gothic-revival-and-beyond?srsltid=AfmBOopt942VqkEc5G9k2IHucaUs_r3KudjsxRSAiZBqs5-XYDA04K5e&.

wówczas unikanie dużych jednolitych płaszczyzn barwnych, równouprawienie ornamentu i figury, stosowanie mocniejszego konturu, uwzględnianie właściwości szkła już na etapie projektu oraz solidniejsze ołowienie. Był to wyraźny zwrot ku zasadom średniowiecznego witrażownictwa, choć w praktyce nadal wykonywano wiele dzieł w technikach mieszanych¹⁹⁰.

W Angli szczególne znaczenie w tym czasie zyskali Edward Burne-Jones i William Morris. Burne-Jones opracowywał projekty kompozycyjne, natomiast Morris i jego pracownia odpowiadali za ich wykonanie. W ich realizacjach linia ołowiana ponownie stała się integralnym elementem kompozycji, zamiast pełnić wyłącznie funkcję konstrukcyjną. Tego rodzaju podejście widoczne jest w realizacjach np. dla Christ Church w Oksfordzie z lat 70. XIX w., w oknie dla katedry w Salisbury z 1879 r. (Il. 37) oraz w cyklu okien dla katedry św. Filipa w Birmingham, instalowanych w latach 1885–1897¹⁹¹.



Il. 37. Dwa okna w katedrze w Salisbury: „Angeli Ministrantes” i „Angeli Laudantes” autorstwa Williama Morrisa i Edwarda Burne-Jonesa z 1879 r. Za:

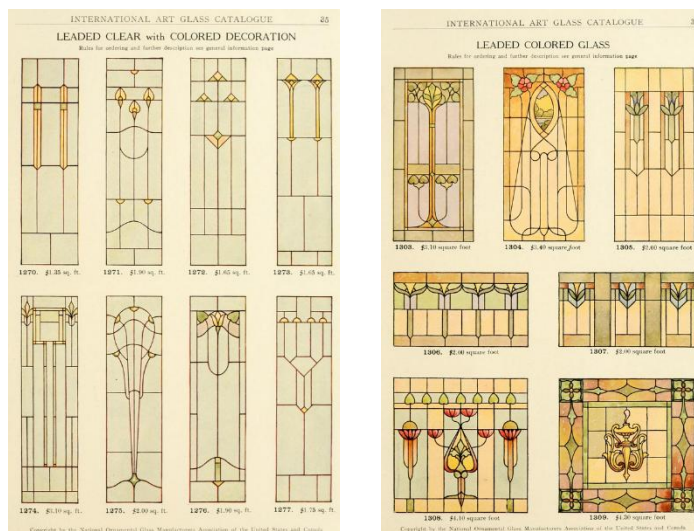
<https://www.salisburycathedral.org.uk/discover/conservation-and-restoration/burne-jones>.

Około 1900 r. sztuka szklarska znajdowała się w szczególnej sytuacji. Z jednej strony korzystała z rosnącego zainteresowania rzemiosłem artystycznym, dekoracyjnością i dawnymi technikami. Z drugiej strony była poddana presji industrializacji, produkcji seryjnej oraz standaryzacji wzorów. Rozwój techniczny umożliwiał szybsze i tańsze wytwarzanie przeszkleń, lecz równocześnie prowadził do obniżenia poziomu artystycznego części realizacji. Wiele projektów powstawało na

¹⁹⁰ Ławicka, *Zapomniana pracownia*, 26.

¹⁹¹ <https://www.salisburycathedral.org.uk/discover/conservation-and-restoration/burne-jones>, Dostęp 21.04.2026.

podstawie katalogów, wzorników i gotowych kompozycji, które można było dostosować do potrzeb konkretnego wnętrza. Tego rodzaju praktyka sprawiała, że granica między dziełem rzemieślniczym a produktem seryjnym stawała się płynna¹⁹² (Il. 38).



Il. 38. Przykładowy katalog oszkleń witrażowych z 1914 r., *International Art Glass Catalogue. Art and Beveled Glass in all its branches* (Chicago: Shattock & McKAY Company, 1914), 35, 39.

Na przełomie XIX i XX w. witraż wszedł w nową fazę rozwoju wraz z pojawieniem się secesji. Projektanci tego okresu wykorzystywali szkło barwne nie tylko w architekturze sakralnej, lecz także w dekoracji wnętrz i sztuce użytkowej, między innymi przy projektowaniu lamp, świetlików, drzwi oraz paneli dekoracyjnych. Architekci epoki coraz częściej traktowali witraż jako integralny składnik nowoczesnego wnętrza. Tendencja ta widoczna jest w twórczości Victora Horta, Antoniego Gaudiego oraz Charlesa Renniego Mackintosha, których realizacje podporządkowywały szkło całościowej, ornamentальной koncepcji przestrzeni. W tym sensie secesja wyznaczyła początek autentycznie nowoczesnego witrażu, związanego nie tyle z historycznym naśladownictwem, ile z ideą jedności architektury, dekoracji i rzemiosła artystycznego¹⁹³.

Odrodzenie sztuki witrażowej w tym czasie należy rozpatrywać w ścisłym związku z przemianami estetycznymi, ideowymi i technologicznymi epoki. Witraż, choć zakorzeniony w tradycji średniowiecznej, odzyskał znaczenie nie jako proste powtórzenie

¹⁹² Waldemar Haberey, Suzanne Beeh, „Farbenster in Bonner Wohnhäusern”, w Haberey, Beeh, Beines, *Farbfenster in Bonner*, 11.

¹⁹³ *Encyclopaedia Britannica*, „Stained Glass”.

dawnych wzorów, lecz jako medium szczególnie odpowiadające nowym koncepcjom sztuki, rzemiosła i dekoracji wnętrza¹⁹⁴.

Sama secesja była zjawiskiem trudnym do jednoznacznego zdefiniowania, o czym świadczy wielość jej nazw: francuskie – Art Nouveau, niemieckie – Jugendstil czy austriackie – Sezession. W polskiej historii sztuki przyjęło się przede wszystkim określenie Secesja, odnoszone głównie do sztuki światowej przełomu XIX i XX w. Styl ten wyrastał z buntu przeciw akademizmowi, eklektyzmowi i skostniałym kanonom sztuki historyzującej. Jego twórcy dążyli do stworzenia sztuki nowej, młodej, odłączonej od dawnych schematów, a zarazem poszukiwali inspiracji w zjawiskach dotąd marginalizowanych: sztuce ludowej, egzotycznej, gotyku oraz narodowych odmianach dawnych stylów¹⁹⁵.

Jedną z najważniejszych cech secesji była fascynacja naturą. Nie ograniczała się ona do dekoracyjnego wykorzystywania motywów roślinnych i zwierzęcych, lecz wynikała z głębszej filozofii życia. Roślina, kwiat, pęd czy wijąca się linia były postrzegane jako formy organiczne, dynamiczne i pełne wewnętrznej energii. Z tego powodu secesyjna linia, nawet jeśli nie naśladowała bezpośrednio konkretnego kształtu przyrodniczego, sprawiała wrażenie żywej, ruchliwej i niespokojnej. Ta organiczność stała się jednym z najważniejszych wyróżników stylu, a zarazem znalazła wyjątkowo dogodne medium w technice witrażowej, opartej na konturze, barwnej płaszczyźnie i świetle¹⁹⁶.

Secesja przyniosła także nową filozofię sztuki, podważającą hierarchiczny podział na sztukę wysoką i rzemiosło. W XIX w. malarstwo, rzeźba i architektura funkcjonowały jako dziedziny prestiżowe, podczas gdy rzemiosło artystyczne miało niższy status i było stopniowo wypierane przez produkcję fabryczną. Ideolodzy secesji sprzeciwiali się tej degradacji codziennego otoczenia człowieka. Ich celem było odrodzenie rzemiosła oraz nadanie przedmiotom użytkowym wartości artystycznej. W tym kontekście witraż stał się jedną z dziedzin sztuki stosowanej, w której mogły spotkać się projekt artystyczny, warsztat rzemieślniczy i funkcja użytkowa¹⁹⁷.

Rozpoczęcie produkcji witraży w stylu secesji na początku XX w. nie wiązało się z zaprzestaniem wytwarzania witraży w stylach historycznych. Witraże secesyjne

¹⁹⁴ Pawłowska, *Witraże krakowskie*, 31.

¹⁹⁵ Tamże, 31.

¹⁹⁶ Tamże, 32.

¹⁹⁷ Tamże, 32–33.

początkowo wzbudziły zainteresowanie przede wszystkim środowisk mieszczańskich¹⁹⁸. Za prekursora twórców typowo secesyjnych witraży uchodzi Amerykanin Louis Comfort Tiffany, zajmujący się opracowywaniem i produkcją nowych typów szkła i projektowaniem witraży. Jego witraże (Il. 39) były formalnie zasadniczo bliskie stylowi wczesnej secesji (niem. *Florale Jugendstil*), której głównym środkiem wyrazu była linia falista. Popularne motywy ikonograficzne to: strzeliste lub wijące się kwiaty, ptaki o dekoracyjnej linii lub wielobarwnym upierzeniu (np. łabędzie, pawie, papugi), krajobrazy z łagodnymi wzgórzami i wodą, sylwetki smukłych kobiet¹⁹⁹, stylizowane kwiaty lilii, maków, tulipanów, niezapominajek, dzwonków, liści kasztanowca. Występują też liczne formy liściaste o lancetowatym lub sercowatym kształcie²⁰⁰.



Il. 39. Widok na zatokę Oyster, witraż L. C. Tiffany'ego w Metropolitan Museum w Nowym Jorku. Za:

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b8/Louis_c._tiffany%2C_veduta_di_osyster_bay%2C_1908.JPG, Dostęp 24.04.2026.

Istotnym elementem secesyjnego programu była integracja sztuk. Artyści tego okresu nie ograniczali się do jednej dziedziny twórczości, lecz projektowali architekturę, wnętrza, meble, lampy, naczynia, tkaniny, plakaty i witraże. Modelowym przykładem takiej postawy był William Morris, postrzegany jako filozof, poeta, projektant, dekorator

¹⁹⁸ Ławicka, *Zapomniana pracownia*, 28.

¹⁹⁹ Tamże, 28; Carla Cerutti, Attilia Dorigato, *Szkło XV – XX wieki* (Warszawa: Wydawnictwo Amber, 1998), 170–171; Ada Polak, *Szkło i jego historia* (Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Naukowe, 1981), 324–328.

²⁰⁰ Domańska-Biegowska, „Witraże w kamienicach poznańskich”, 47.

wnętrz, wydawca i organizator produkcji artystycznej. Jego działalność ukazywała, że sztuka może obejmować całe środowisko życia człowieka. Witraż wpisywał się w ten ideał jako element łączący architekturę, malarstwo, światło i rzemiosło²⁰¹.

Rozwój secesji przypadł na czas gwałtownych przemian technicznych. Nowe materiały oraz udoskonalone technologie otwierały przed artystami możliwości eksperymentu. Nie odrzucała ona techniki, lecz starała się wydobyć z niej nowe wartości estetyczne. W tym sensie odrodzenie witrażu było częścią szerszego procesu, w którym dawne rzemiosła zyskiwały nowe znaczenie dzięki nowoczesnym metodom produkcji i projektowania. Artyści tego czasu poszukiwali efektów wynikających z właściwości materiału: barwy szkła, jego przezroczystości, połysku, faktury i zdolności współdziałania ze światłem²⁰².

W kategoriach formalnych secesję określały przede wszystkim: falista, energetyczna linia, płaska i wyraźnie obwiedziona plama barwna, asymetria, równouprawnienie przestrzeni wypełnionej i pustej oraz zamiłowanie do finezji i wyrafinowania. Cechy te szczególnie dobrze odpowiadały technice witrażowej, w której ołowiący kontur organizuje kompozycję, a barwne szkło tworzy płaszczyzny koloru. Secesja była stylem wewnętrznie złożonym, pełnym paradoksów: odrzucała historyzm, a zarazem czerpała z gotyku i sztuki Dalekiego Wschodu. Głosiła kult życia, lecz niekiedy łączyła go z dekadentyzmem. Operowała linią krzywą, ale w późnej fazie zwracała się także ku geometrii i linii prostej²⁰³.

Historia secesji światowej była stosunkowo krótka. Jej pierwsze przejawy pojawiły się w latach siedemdziesiątych XIX w., okres największego rozkwitu przypadł na lata 1892–1902, a ostatnie zastosowania trwały jeszcze w latach dwudziestych XX w. Początkowo styl ten po upadku bywał oceniany negatywnie, jednak już od lat trzydziestych XX w. zaczęto podejmować próby jego rehabilitacji. Szczególne ożywienie zainteresowania secesją nastąpiło w drugiej połowie XX w., kiedy zaczęto ją postrzegać jako ważny etap rozwoju nowoczesnej sztuki i architektury²⁰⁴.

Secesja przyniosła nowe, inne odrodzenie witrażu, zwłaszcza w jego świeckiej odmianie. W przeciwieństwie do średniowiecza, kiedy dominowały realizacje kościelne, przełom XIX i XX w. wprowadził witraż do domów prywatnych, hoteli, restauracji,

²⁰¹ Pawłowska, *Witraże krakowskie*, 33.

²⁰² Tamże, 34.

²⁰³ Tamże, 34–35.

²⁰⁴ Tamże, 35.

sklepów, banków, kin, kabaretów i obiektów użyteczności publicznej. Wynikało to z jednego z głównych haseł secesji: upiększania codziennego otoczenia człowieka. Witraż przestał być zatem wyłącznie nośnikiem treści religijnej i stał się elementem nowoczesnej dekoracji wnętrza²⁰⁵.

Wśród artystów europejskich witraż nie zawsze stanowił główną dziedzinę twórczości, ale wielu najważniejszych przedstawicieli secesji projektowało go lub wykorzystywało w kompozycjach wnętrzarskich. Można wymienić tu prerafaelitów angielskich, nabistów francuskich, Victora Hortę, Henry'ego van de Velde, Eugène'a Grasseta oraz środowisko Glasgow z Charlesem Rennie Mackintoshem. Szczególnym przykładem był Eugène Grasset, który w dziedzinie witrażu osiągnął jeden z najwyższych poziomów artystycznych. W ten sposób witraż stał się nie tyle osobną specjalnością, ile jednym z podstawowych narzędzi secesyjnego kształtowania przestrzeni²⁰⁶.

Znaczącym ośrodkiem rozwoju secesyjnej sztuki stosowanej była szkoła Nancy. Działające tam środowisko skupiało architektów, rzeźbiarzy, ebenistów, szklarzy, witrażystów i twórców kowalstwa artystycznego. Budowane przez nich wille, kamienice i obiekty użyteczności publicznej stanowiły całościowe realizacje nowego stylu, zarówno w fasadach, jak i we wnętrzach. Witraże pojawiały się w nadświetlach, kłatkach schodowych, wykuszach, kopułach, plafonach i galeriach, a wiele z nich wykonywał Jacques Gruber. Szczególnie oryginalnym przykładem była restauracja La Cure d'Air Trianon w Malzeville (Il. 40), gdzie witraże tworzyły integralny element konstrukcji i atmosfery miejsca²⁰⁷.



Il. 40. Witraże restauracji La Cure d'Air Trianon w Malzeville wg projektu Henri Bergé z 1902 r.

Za: <https://www.facebook.com/photo/?fbid=1280437397416186&set=pcb.1280437817416144>,

Dostęp 24.04.2026.

²⁰⁵ Tamże, 38–39.

²⁰⁶ Tamże, 39–40.

²⁰⁷ Tamże, 40–41.

Ważną rolę odegrał również Émile Gallé, znany przede wszystkim jako twórca szkła artystycznego. Jego znaczenie dla witrażownictwa polegało nie tyle na projektowaniu monumentalnych okien, ile na eksperymentach technicznych: rysowaniu, szlifowaniu, malowaniu, trawieniu szkła warstwowego oraz zatapianiu w nim innych materiałów. Techniki te wpłynęły na rozwój nowoczesnego myślenia o szkłe jako materiale artystycznym, a część z nich znalazła zastosowanie także w witrażu²⁰⁸.

Odrodzenie witrażownictwa dokonywało się nie tylko dzięki wybitnym artystom, lecz także dzięki wyspecjalizowanym warsztatom i firmom, m.in. Zettlera, Gaudina, Oidtmanna, Kirscha i Flecknera, Hertla, de Bouchégo, van Treecka, Baudriego czy Derixa. Warsztaty te wykonywały zarówno projekty indywidualne, jak i prace według wzorników, posługując się różnymi technikami: malowaniem na szkłe, techniką mieszaną oraz czystą techniką witrażową. O skali popularności tej dziedziny świadczy fakt, że około 1900 roku na terenie Niemiec działało ponad 220 warsztatów witrażowych²⁰⁹ (Il. 41).

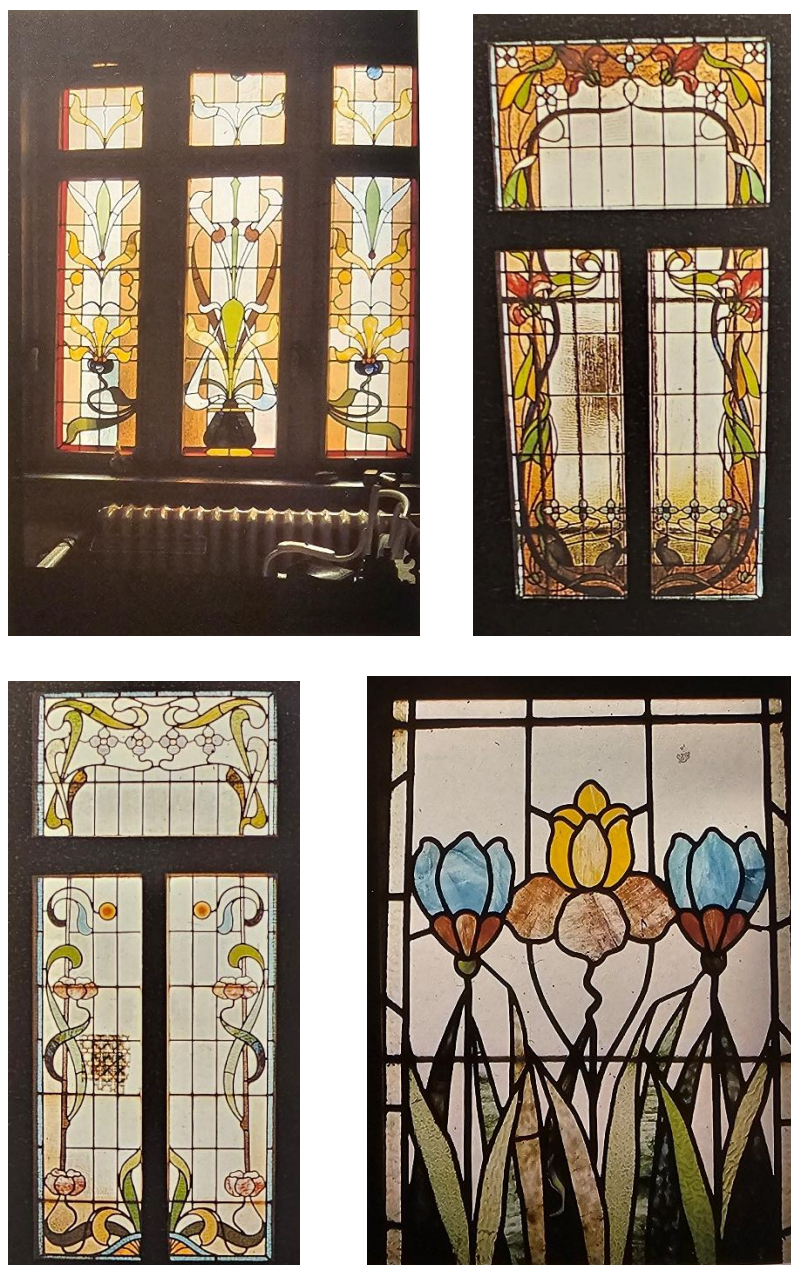


Il. 41. Ulotka reklamowa firmy Grimme & Hempel z Lipska z ok. 1900 r.
Za: Haberey, Beeh, Beines, *Farbfenster in Bonner*, 113.

²⁰⁸ Tamże, 41.

²⁰⁹ Tamże, 41.

Popularność witraży w Europie objęła szeroki zakres tematów i technik. Na przykład w Bonn (Il. 42), Godesbergu i Honnef zachowały się liczne realizacje ukazujące różnorodność stylową od historyzmu po secesję: ornamenty, pejzaże, iluzjonistyczne obrazy architektury, symbole funkcji budynku, motywy roślinne, postacie kobiece, ptaki czy medaliony²¹⁰.



Il. 42. Przykłady witraży secesyjnych z klatek schodowych kamienic w Bonn, Niemcy: Kronprinzenstrasse 54, Rheinallee 35, Rüngsdorfer Strasse 19 i Hohenzollernstrasse 12. Za: Haberey, Beeh, Beines, *Farbfenster in Bonner*, 22, 26, 28.

²¹⁰ Tamże, 46–47

2.5. Oszklenia witrażowe i ozdobne kamienic w Polsce w XIX i na początku XX wieku

Rozwój witraży świeckich w architekturze mieszkaniowej na ziemiach polskich u schyłku XIX i na początku XX w. był częścią szerszych przemian kultury miejskiej, rzemiosła artystycznego i sposobu projektowania domu czynszowego. Witraż, kojarzony przez wcześniejsze stulecia przede wszystkim z architekturą sakralną, został w tym czasie wprowadzony do przestrzeni codziennych. W kamienicy czynszowej zajmował miejsce szczególne, ponieważ znajdował się zwykle nie w prywatnym mieszkaniu, lecz w przestrzeni pośredniej, dostępnej mieszkańcom, gościom i osobom przechodzącym przez sień. Dzięki temu stawał się widocznym znakiem prestiżu domu, upodobań właściciela oraz aspiracji estetycznych mieszczaństwa²¹¹.

Wśród licznych walorów estetycznych kamienicy czynszowej na szczególną uwagę zasługuje indywidualizm formy. Każdy obiekt projektowano bowiem jako odrębne dzieło architektoniczne, posiadające własny charakter i wyraz artystyczny. To właśnie takie podejście sprawiało, że zabudowa miejska nie była jednolita ani schematyczna, lecz tworzyła zróżnicowaną i bogatą przestrzeń wizualną. Istotną rolę w kształtowaniu tego wyrazu odgrywał detal architektoniczny, którego znaczenie nie ograniczało się jedynie do funkcji użytkowej czy konstrukcyjnej. Pełnił on również ważną funkcję estetyczną, podnosząc rangę budynku i wzbogacając jego odbiór wizualny. Nie podważano zasadności stosowania dekoracji, nawet jeśli nie była ona niezbędna z praktycznego punktu widzenia, ponieważ dostrzegano jej znaczenie w zaspokajaniu naturalnej ludzkiej potrzeby obcowania z pięknem. W tym kontekście witraże oraz oszklenia ozdobne można uznać za szczególnie interesujący przykład dekoracji pozornie „zbędnej”, która nie tylko uatrakcyjniła architekturę, lecz także współtworzyła atmosferę wnętrz i podkreślała reprezentacyjny charakter kamienicy²¹². Zdobią one nadświetla frontowych bram, drzwi do mieszkań oraz sporadycznie drzwi i okna we wnętrzach mieszkalnych. Większość z nich znajduje się jednak w otworach okiennych klatek schodowych na każdym półpiętrze.

Wygląd sieni i klatki schodowej był zazwyczaj tak samo ważny, jak dekoracja zewnętrzna kamienicy. Do ich wystroju przywiązywano dużą wagę, ponieważ zaraz po

²¹¹ Domańska-Biegowska, „Witraże w kamienicach poznańskich”, 40; Pawłowska, *Witraże krakowskie*, 10–15.

²¹² Pawłowska, *Witraże krakowskie*, 10.

fasadzie, stanowiły one kolejny element spełniający funkcje reprezentacyjne i to właśnie tutaj powstawało pierwsze wrażenie jakości budynku. Wielu właścicieli nie szczędziło środków na nadanie sieniom i klatkom schodowym stosownej oprawy²¹³.

Rola witraży w koncepcji architektonicznej kamienicy nie ograniczała się wyłącznie do funkcji dekoracyjnej, choć niewątpliwie aspekt estetyczny pozostawał w tym przypadku najważniejszy. Kolorowe przeszklenia stanowiły istotny element kształtowania wyrazu artystycznego budynku oraz jego wnętrza, wzbogacając je pod względem formalnym i wizualnym. Jednocześnie doceniano także ich walory praktyczne. Podobnie jak tradycyjne okna, witraże zabezpieczały wnętrza przed działaniem niekorzystnych czynników atmosferycznych oraz umożliwiały dopływ światła dziennego. Ich specyfika polegała jednak na tym, że światło to ulegało rozproszeniu i zmiękczeniu, co wpływało na jakość odbioru przestrzeni wewnętrznej.

Często nie w pełni przezroczyste, a zarazem wielobarwne, witraże sprzyjały tworzeniu atmosfery intymności i odosobnienia. Stawały się swoistą przegrodą pomiędzy wnętrzem a światem zewnętrznym – nie zamykały dostępu światłu, lecz jednocześnie ograniczały bezpośredni wgląd do środka. Dzięki temu mogły skutecznie przesłaniać widok na mało estetyczne podwórza–studnie, charakterystyczne dla zwartej zabudowy miejskiej, a także oddzielać mieszkańców frontowej części kamienicy od sąsiadów zamieszkujących oficyny. W ten sposób witraże pełniły funkcję nie tylko ozdobną, lecz również użytkową i psychologiczną, wpływając na komfort życia codziennego oraz sposób postrzegania przestrzeni mieszkalnej. Można zatem uznać, że były one elementem łączącym wartości artystyczne z praktycznymi potrzebami mieszkańców, a ich obecność w kamienicy stanowiła ważny składnik przemyślanej kompozycji architektonicznej²¹⁴.

Witraże świeckie w kamienicach nie tworzą jednorodnego zespołu pod względem technicznym. Obok klasycznych witraży ołowiowych pojawiały się szklenia ornamentalne, gomółkowe, trawione, malowane i mozaikowe, a także kompozycje łączące szkło barwne z fakturowym lub bezbarwnym. Granica między witrażem a ozdobnym oszkleniem bywa w tym materiale płynna, ponieważ w praktyce warsztatowej przełomu wieków stosowano rozwiązania pośrednie, podporządkowane przede wszystkim efektowi świetlnemu i dekoracyjnemu²¹⁵. W odniesieniu do kamienic istotne jest więc nie tylko rozpoznanie techniki, lecz także funkcji przeszklenia

²¹³ Domańska-Biegowska, „Witraże w kamienicach poznańskich”, 40.

²¹⁴ Tamże, 40–41.

²¹⁵ Pawłowska, *Witraże krakowskie*, 10.

w strukturze budynku. Kolorowe okno mogło pełnić rolę obrazu, zasłony, znaku reprezentacji i elementu organizującego nastrój wnętrza.

Najlepiej rozpoznany zespół tego rodzaju w Polsce pozostają witraże krakowskie. Kraków był ośrodkiem, w którym dokonało się odrodzenie witrażownictwa na ziemiach polskich. Najwcześniejsze, znane realizacje pojawiły się po połowie XIX w. i były związane z odbudową kościołów, zniszczonych w wyniku wielkiego pożaru miasta w lipcu 1850 r. Wśród nich był kościół franciszkanów i dominikanów²¹⁶.

W Krakowie zachowało się kilkaset kolorowych okien związanych z architekturą świecką przełomu XIX i XX w. Obejmują one 281 realizacji umieszczonych w sieniach i klatkach schodowych kamienic mieszkalnych, w świeckich obiektach użyteczności publicznej oraz w willach i domach jednorodzinnych²¹⁷. O włączeniu obiektu do tego zespołu decyduje funkcja architektury, nie zaś sama ikonografia przedstawienia. Dlatego w obrębie świeckiej architektury mogły pojawiać się również pojedyncze motywy religijne, natomiast poza tym zakresem pozostawały witraże kościelne i kapliczne²¹⁸.

Rozmieszczenie krakowskich witraży pozostaje ściśle związane z rozwojem miasta w okresie autonomii galicyjskiej. Najwięcej przykładów znajduje się w śródmieściu, zwłaszcza w pierścieniu zabudowy powstałej między Plantami a obecnymi Alejami Trzech Wieszców. Witraże montowano zarówno w nowych kamienicach z początku XX w., jak i w budynkach starszych, modernizowanych w duchu ówczesnych upodobań dekoracyjnych. Nie należy więc automatycznie utożsamiać daty budowy kamienicy z datą powstania witraża. Secesyjne przeszklenia pojawiały się często w domach o fasadach eklektycznych lub historyzujących, ponieważ modernizacja obejmowała przede wszystkim sień, klatkę schodową, stolarkę, posadzki, polichromie i dekoracyjne szklenia²¹⁹.

Najczęstszym miejscem dla witraża w krakowskiej kamienicy była klatka schodowa. Barwne okna rozmieszczano na kolejnych piętrach, niekiedy tworząc serie tematyczne. Największy i najbardziej efektowny witraż umieszczano często na najwyższej kondygnacji, gdzie otwór okienny mógł obejmować wysokość większą niż standardowe piętro²²⁰. Takie rozwiązanie wzmocniało wertykalny charakter klatki schodowej i czyniło z niej przestrzeń reprezentacyjną. Drugim ważnym miejscem była

²¹⁶ Czapczyńska-Kleszczyńska, *Witraże w Krakowie*, 30.

²¹⁷ Pawłowska, *Witraże krakowskie*, 10.

²¹⁸ Tamże, 10–11.

²¹⁹ Tamże, 12–13.

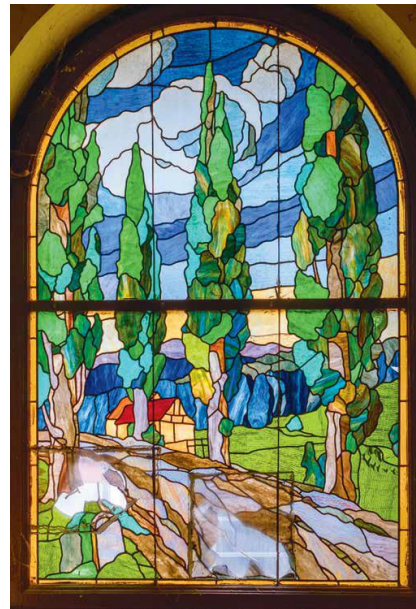
²²⁰ Tamże, 13–14.

sień, zwłaszcza nadświetle bramy frontowej, skrzydła drzwi wejściowych oraz brama prowadząca na podwórze. Witraż frontowy stawał się wizytówką domu, widoczną również od strony ulicy, szczególnie po zmroku, gdy światło z wnętrza przenikało przez kolorowe szkło²²¹.

Motywy krakowskich witraży kamienicznych wyrastają z estetyki secesji, ale nie ograniczają się do jednego wariantu stylowego. Obok kompozycji o płynnej, roślinnej linii pojawiają się układy geometryczne, historyzujące, eklektyczne i wczesnomodernistyczne. Najczęściej wykorzystywano florę: irysy, maki, lilie, słoneczniki, winorośl, liście kasztanowca, powoje, pnącza i stylizowane rośliny fantastyczne. Ważne miejsce zajmował także pejzaż – droga wśród pól, staw z trzcinami, rzeka, wiejska chata, widok ogrodu lub panorama miasta. Witraż w klatce schodowej kamienicy przy ul. Józefa Sarego 10 (Il. 43), z motywem natury i ptaka nad wodą, należy do przykładów, w których miejska klatka schodowa została przekształcona w świetlistą, niemal ogrodową przestrzeń²²². Podobny efekt uzyskano w nadświetlu bramy kamienicy przy ul. Topolowej 46 (Il. 44), gdzie pejzaż wiejski z drogą, drzewami i otwartą przestrzenią działa jak przeciwieństwo zamkniętego układu miejskiej parceli²²³.



Il. 43. Natura na witrażu z klatki schodowej kamienicy przy ul. J. Sarego 10 w Krakowie.
Za: Pawłowska, *Witraże krakowskie*, 29.



Il. 44. Krajobraz wiejski na witrażu w nadświetlu bramy kamienicy przy ul. Topolowej 46 w Krakowie. Za: Pawłowska, *Witraże krakowskie*, 26.

²²¹ Tamże, 14–15.

²²² Tamże, 11, 29; Czapczyńska-Kleszczyńska, *Witraże w Krakowie*, 71–73.

²²³ Pawłowska, *Witraże krakowskie*, 26.

Do ważnych krakowskich przykładów należą również witraże przy ul. Ariańskiej 5, ul. Józefa Piłsudskiego 9 (Il. 45), ul. M. Lelewela-Borelowskiego 6 (Il. 46), ul. Karmelickiej 29, ul. św. Jana 18 oraz w Grand Hotelu przy ul. Sławkowskiej 7. W kamienicy przy ul. Ariańskiej 5 (Il. 47) pojawia się typ kompozycji z medalionami i dekoracją roślinną, osadzony jeszcze w tradycji ornamentalnego okna klatkowego. Witraż przy ul. Józefa Piłsudskiego 9 wykorzystuje motyw maków, jeden z najbardziej charakterystycznych dla secesyjnej ikonografii roślinnej. Przy ul. Karmelickiej 29 (Il. 48) zachowały się kompozycje o bardziej symetrycznym, ornamentalnym charakterze, natomiast przy ul. św. Jana 18 (Il. 49) przykład późniejszy, bliższy modernizującej stylizacji. Grand Hotel (Il. 50), choć nie jest kamienicą mieszkalną, pokazuje szersze zastosowanie witrażu świeckiego w reprezentacyjnych wnętrzach miejskich. Witrażowa galeria hotelu operuje barwnym szkłem jako elementem luksusowego wystroju, a zarazem potwierdza, że język dekoracyjny wypracowany dla klatek schodowych i sieni funkcjonował również w architekturze usługowej²²⁴.



Il. 45. Kwiatowy motyw witrażu z klatki schodowej kamienicy przy ul. J. Piłsudskiego 9 w Krakowie. Za: Pawłowska, *Witraże krakowskie*, 22.

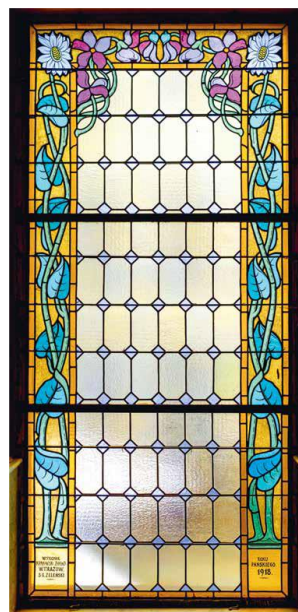


Il. 46. Motyw roślinny witrażu z klatki schodowej kamienicy przy ul. M. Lelewela-Borelowskiego 6 w Krakowie. Za: Pawłowska, *Witraże krakowskie*, 24.

²²⁴ Tamże, 15–16.



Il. 47. Powtarzalny motyw z medalionami na witrażu w nadświetlu bramy kamienicy przy ul. Ariańskiej 5 w Krakowie. Za: Pawłowska, *Witraże krakowskie*, 23.



Il. 48. Jeden z witraży z klatki schodowej kamienicy przy ul. Karmelickiej 29 w Krakowie. Za: Pawłowska, *Witraże krakowskie*, 19.



Il. 49. Modernistyczny witraż z klatki schodowej oficyny przy ul. Św. Jana 18 w Krakowie. Za: Pawłowska, *Witraże krakowskie*, 18.



Il. 50. Oszklenie galerii w Grand Hotelu (fragment), ul. Sławkowska 7 w Krakowie. Za: Pawłowska, *Witraże krakowskie*, 16.

Szczególne znaczenie dla Krakowa miał rozwój miejscowego zaplecza warsztatowego. Krakowski Zakład Witrażów powstał w 1902 r., początkowo pod firmą Władysława Ekielskiego i Antoniego Tucha, a od 1904 r. po przystąpieniu architekta Stanisława Gabriela Żeleńskiego do działalności, działał jako Krakowski Zakład Witrażów, Oszkleń Artystycznych i Fabryka Mozaiki Szklanej S. G. Żeleński.

Stanisławowi Żeleńskiemu udało się zatrudnić Jana Bukowskiego na stanowisko kierownika artystycznego zakładu, a następnie Henryka Uziembłę. Zakład zaczął korzystać tylko z projektów polskich artystów. Tu zostały między innymi wykonane kartony Stanisława Wyspiańskiego dla Towarzystwa Lekarskiego i kościoła oo. Franciszkanów w Krakowie. Właśnie od tego momentu można mówić o największym rozkwicie krakowskich witraży świeckich. Moda trwała kilkanaście lat, a jej najpełniejszy okres przypadł na dwie pierwsze dekady XX w. Po I wojnie światowej witraże nadal pojawiały się w architekturze świeckiej, ale zmieniła się ich stylistyka, technika i skala występowania²²⁵.

Łódź stanowi odmienny model rozwoju witrażu świeckiego. W Krakowie kolorowe przeszklenia wiązały się z kulturą Młodej Polski, środowiskiem artystycznym i modernizacją miasta o silnej tradycji historycznej. W Łodzi były częścią kultury przemysłowej metropolii, w której reprezentacja mieszczańska i fabrykancka odgrywała zasadniczą rolę. Witraże pojawiały się w pałacach, willach, kamienicach i obiektach usługowych, tworząc element dekoracji wnętrz związanych z nowym bogactwem przemysłowej burżuazji²²⁶.

Najbardziej znanym łódzkim przykładem jest willa Leopolda Kindermanna przy ul. Wólczańskiej 31/33, wzniesiona w latach 1902–1903 według projektu Gustawa Landau-Gutentegera. Jej witraże (Il. 51) należą do najważniejszych świeckich realizacji secesyjnych w Polsce. Szczególnie istotny jest witraż w saloniku muzycznym, przedstawiający pejzaż z samotną żaglówką i widokiem zamku Chillon nad Jeziorem Lemańskim. Inny witraż w tej willi przedstawia boginię poranka: bosą kobietę w zielonej tunice, z kwiatami we włosach i gwiazdą zaranną jaśniejącą nad głową. To Jutrzenka (Il. 52) – bogini poranków, utożsamiana także z Florą, boginią kwiatów²²⁷.

²²⁵ Tamże, 11–12; Czapczyńska-Kleszczyńska, *Witraże w Krakowie*, 51–52; Ślesiński, *Techniki malarskie. Spoiwa mineralne*, 185.

²²⁶ Byczko, „Witraże Łódzkiej architektury”, 71–92; Ertman, *Łódzkie witraże*, brak paginacji.

²²⁷ <https://barwyszkla.pl/witraze-willi-leopolda-kindermanna-w-lodzi/>, Dostęp 25.04.2026.



Il. 51. Witraż „Widok zamku de Chillon” w willi Kindermanna w Łodzi. Za: <https://barwyszkla.pl/witraze-willi-leopolda-kindermanna-w-lodzi/>, Dostęp 25.04.2026.



Il. 52. Witraż „Jutrzenka” w willi Kindermanna w Łodzi. Za: <https://barwyszkla.pl/witraze-willi-leopolda-kindermanna-w-lodzi/>, Dostęp 25.04.2026.

Innymi przykładami mogą być znakomite wcześniejsze dekoracje utrzymane w duchu neorenesansowej groteski, znajdujące się w pałacu przemysłowca Maurycego Poznańskiego przy ul. Więckowskiego 36 (Il. 53), wzniesionym w 1896 r.²²⁸



Il. 53. Witraże w pałacu przemysłowca Maurycego Poznańskiego przy ul. Więckowskiego 36 w Łodzi. Za: Ertman, *Łódzkie witraże*, brak paginacji.

²²⁸ Ertman, *Łódzkie witraże*, brak paginacji.

W przeciwieństwie do skromniejszych przeszkleń klatkowych mamy tu do czynienia z kompozycją niemal malarską, podporządkowaną atmosferze prywatnego wnętrza, pamięci podróży, wyobrażeniu odpoczynku i potrzebie estetycznej indywidualizacji domu²²⁹. Łódzka willa przemysłowca przesuwając problem witrażu świeckiego w stronę rezydencji miejskiej, lecz nie wyłącza go z szerszej historii kamienicznych dekoracji. Wspólny pozostaje język secesji: asymetria, płynna linia, natura, światło, kolor i traktowanie wnętrza jako całościowego dzieła sztuki.

W Łodzi znajdują się także witraże ocalone z obiektów przebudowywanych, zniszczonych lub zmieniających funkcję. Zbiory Muzeum Miasta Łodzi dokumentują część tego dziedzictwa, pokazując, że witraż świecki bywał szczególnie narażony na utratę kontekstu architektonicznego²³⁰. Oderwanie witraża od pierwotnego miejsca osłabia jego funkcję, ale pozwala zachować sam obiekt jako świadectwo kultury wnętrza. W przypadku Łodzi ma to znaczenie szczególne, ponieważ wiele realizacji było związanych z domami prywatnymi, pałacami fabrykanckimi i kamienicami podlegającymi intensywnym przekształceniom.

Ważnym ośrodkiem badań nad świeckim witrażem mieszczańskim są Gliwice. Zachowane witraże obejmują kamienice, wille oraz budynki użyteczności publicznej z końca XIX i początku XX w.²³¹ Górnośląski kontekst różni się od krakowskiego i łódzkiego zarówno pod względem kulturowym, jak i warsztatowym. Gliwice funkcjonowały w silnym związku z niemieckim obiegiem artystycznym, a dekoracyjne przeszklenia były częścią architektury mieszczańskiej rozwijającego się miasta przemysłowego. Witraże pojawiały się w budynkach reprezentacyjnych, ale również w zabudowie czynszowej, gdzie pełniły funkcję analogiczną do przykładów krakowskich i poznańskich: upiększały klatki schodowe, filtrowały światło i wzmacniały prestiż domu²³².

Witraże w architekturze Gliwic przełomu XIX i XX w. pełniły przede wszystkim funkcję dekoracyjną, ale jednocześnie wzmacniały ideowe, symboliczne i programowe znaczenie budynków. W obiektach użyteczności publicznej ich rola była szczególnie istotna, ponieważ pomagały podkreślać rangę instytucji oraz nadawać wnętrsom

²²⁹ Grzegorz Sztwiertnia, „W brzuchu architekta. Willa Leopolda Kindermanna”, *Eruditio et Ars* 1, nr 4 (2022). 16–17.

²³⁰ Łukasz Grzejszczak, „Witraże ze zbiorów Muzeum Miasta Łodzi. Ocalone dziedzictwo architektury łódzkiej,” w *Witraże secesyjne. Tendencje i motywy*, red. Tomasz Szybisty (Kraków–Legnica: Stowarzyszenie Miłośników Witraży AVP, EDYTOR, 2011), 205–211.

²³¹ Wnuk, Jodliński, *Gliwickie witraże*, 15.

²³² Tamże, 15.

odpowiedni charakter. W architekturze mieszczańskiej witraże zdobiły okna, klatki schodowe, korytarze i nadproża drzwi, często pozostając w ścisłym związku ze stylem całego budynku.

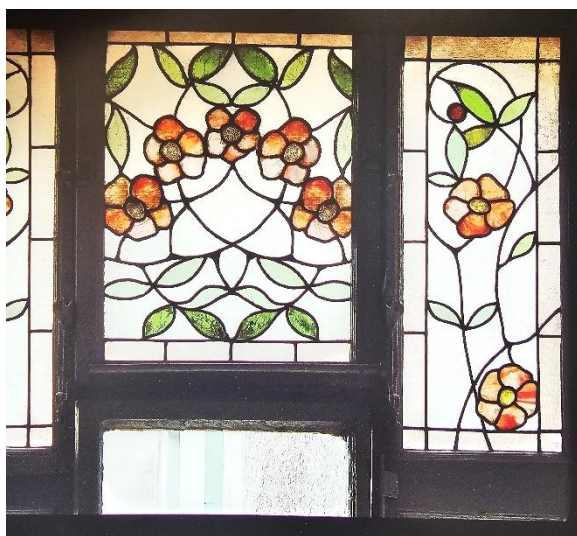
Gliwickie witraże nie wykraczały zwykle poza tradycyjne funkcje dekoracyjne, jednak cechowała je duża różnorodność stylistyczna. W okresie secesji dominowały motywy roślinne, płynne linie, dekoracyjność oraz odwołania do natury (Il. 54–56). W niektórych realizacjach pojawiały się także formy bardziej nowoczesne, abstrakcyjne lub inspirowane art déco. W prostszych przykładach stosowano szkło prasowane i barwione, służące głównie ozdobie przestrzeni.



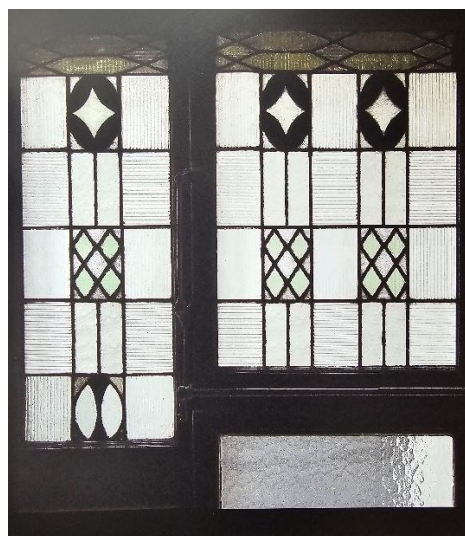
Il. 54. Witraż okna dawnej willi Maxa Kleczewskiego przy ul. Bankowej 12 w Gliwicach, ok. 1905 r. Za: Wnuk, Jodliński, *Gliwickie witraże*, 42.



Il. 55. Witraż okna klatki schodowej kamienicy przy ul. Częstochowskiej w Gliwicach, 1910-1911 r. Za: Wnuk, Jodliński, *Gliwickie witraże*, 62.



Il. 56. Witraże okien klatki schodowej w kamienicy przy ul. Zwycięstwa 8 w Gliwicach, 1900-1910 r. Za: Wnuk, Jodliński, *Gliwickie witraże*, 88, 89.



Rozwój witrażownictwa w Gliwicach wiązał się z popularnością tej dekoracji na Śląsku oraz działalnością licznych hut szkła i zakładów witrażowniczych. Na zachowane realizacje wpływały różne ośrodki artystyczne, przede wszystkim Berlin, Wrocław, Racibórz i Wiedeń. Szczególnie istotne były wpływy wiedeńskiej secesji, widoczne w motywach roślinnych i ornamentalnych. Dzięki temu witraże gliwickie tworzą dziś ważny obraz mieszczańskiej kultury artystycznej miasta oraz pokazują bogactwo gustów, aspiracji i stylowych upodobań jego dawnych mieszkańców²³³.

Poznańskie witraże kamieniczne rozwijały się w innym układzie urbanistycznym i kulturowym. Szczególne znaczenie miały dzielnice intensywnej zabudowy przełomu wieków, zwłaszcza Jeżyce i Łazarz, gdzie reprezentacyjna kamienica czynszowa otrzymywała rozbudowany wystrój sieni i klatki schodowej. Zespół przeszkleń witrażowych występuje tu jako odrębne zjawisko lokalne, pozostające w związku z secesją, rzemiosłem budowlanym i estetyką zaboru pruskiego²³⁴.

W Wielkopolsce nie istniała wcześniejsza silna tradycja witrażownicza, dlatego początkowo większe zamówienia realizowano poza Poznaniem, m.in. w Czechach, Niemczech, Krakowie czy Wrocławiu. Dopiero w 1911 r. powstał w Poznaniu pierwszy profesjonalny zakład witrażowniczy Polychromia. Wcześniej kolorowe przeszklenia wykonywały głównie lokalne warsztaty szklarskie, które z czasem zaczęły oferować ozdobne szyby do okien, drzwi i mebli. Do ważniejszych poznańskich zakładów należały m.in. firmy Hell & Kallmann, M. Nowicki & R. Grunastel, Oskar Schmidt, David Bley, Benkel & Brose oraz Kurdelski & Co. Bardzo trudno przypisać konkretne witraże określonym twórcom, ponieważ większość z nich nie była sygnowana. Jednym z nielicznych znanych przykładów jest sygnatura Hugona Hella na oknie przy ul. Matejki 55. Niektóre realizacje można mu przypisać na podstawie cech stylistycznych, m.in. witraże z kamienicy przy ul. Matejki 52.

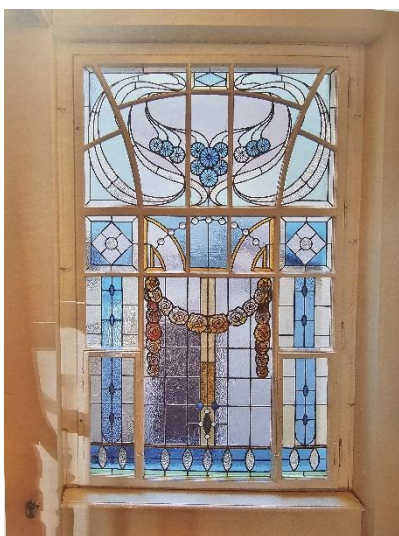
Witraże secesyjne pełniły nie tylko funkcję dekoracyjną, ale także użytkową. W klatkach schodowych rozpraszają światło, ocieplały wnętrza i nadawały im elegancki charakter. Ich kompozycje najczęściej opierały się na motywach roślinnych, geometrycznych i falistych liniach typowych dla secesji. Stosowano ornamenty kwiatowe, liście, łodygi, pąki, owoce, a także motywy zwierzęce, np. ptaki czy ważki.

²³³ Tamże, 11–15.

²³⁴ Domańska-Biegowska, „Witraże w kamienicach poznańskich”, 39–50.

Barwy były zwykle spokojne i dostosowane do półmroku klatek schodowych – dominowały odcienie zieleni, brązu, żółci, błękitu i czerwieni²³⁵.

Wśród przykładów wymienić można kamienice przy ul. Zacisze 4a oraz ul. Słowackiego 20, których przeszklenia pokazują typową dla Poznania rolę witraża jako części dekoracji części wspólnych budynku²³⁶ (Il. 57–60).



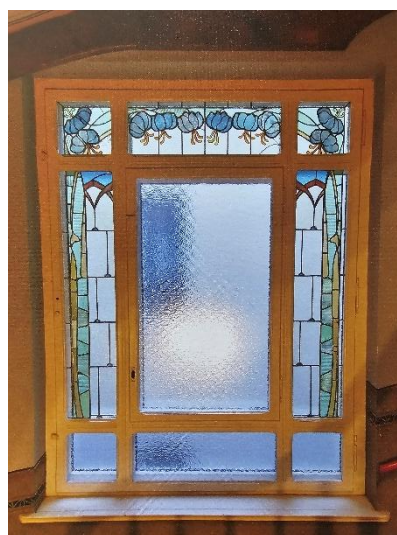
Il. 57. Witraż okna klatki schodowej kamienicy przy ul. Słowackiego w Poznaniu, ok. 1910 r. Za: Zachariasik, *Klatki schodowe w Poznaniu*, 108.



Il. 58. Witraż klatki schodowej kamienicy przy ul. Zacisze 4a w Poznaniu, 1905 r. Za: Domańska-Biegowska, „Witraże w kamienicach poznańskich”, 38.



Il. 59. Witraż w oknie klatki schodowej kamienicy przy ul. Bukowskiej 33 w Poznaniu. Za: Skuratowicz, Adamczewska, Walichnowski, *Secesja w Poznaniu*, 238.



Il. 60. Witraż w oknie klatki schodowej kamienicy przy ul. Grottgera 3 w Poznaniu. Za: Zachariasik, *Klatki schodowe w Poznaniu*, 133.

²³⁵ Tamże, 43–50.

²³⁶ Tamże, 39–50.

Poznańskie realizacje należy odczytywać w ścisłym związku z innymi elementami wyposażenia kamienicy: stolarką drzwiową, balustradami, posadzkami, sztukaterią, polichromią i okuciami. Witraż nie był tu autonomicznym obrazem zawieszonym w architekturze, lecz jednym z elementów całościowego wystroju. Takie ujęcie zbliża Poznań do Krakowa, ale różnice wynikają z lokalnego języka formalnego, kontaktów z niemieckim rzemiosłem oraz odmiennego charakteru rozwoju miasta. W poznańskich kamienicach częściej niż monumentalna narracja pojawia się dekoracja ornamentalna, geometryczna lub roślinna, podporządkowana rytmowi klatki schodowej i porządkowi elewacji wewnętrznej²³⁷.

Sopot i miasta Pomorza wprowadzają do problematyki witrażu świeckiego kolejny wariant: architekturę kurortu, pensjonatu, willi i kamienicy letniskowej. W Sopocie dekoracyjne przeszklenia z przełomu XIX i XX w. pojawiały się w budynkach mieszkalnych i pensjonatowych, gdzie miały współtworzyć atmosferę eleganckiego wypoczynku.

Popularność witraży wiąże się z gwałtownym rozwojem miasta na przełomie XIX i XX w., kiedy Sopot stawał się modnym kurortem. Powstawały wtedy wille, pensjonaty i kamienice utrzymane w stylu secesyjnym oraz eklektycznym. Właśnie w tych budynkach zaczęto umieszczać dekoracyjne przeszklenia, które podkreślały elegancję wnętrza i prestiż nieruchomości.

Najwięcej zabytkowych sopockich witraży zachowało się na klatkach schodowych domów mieszkalnych, choć spotkać je można także w mieszkaniach, na balkonowych balustradach, w budynkach użyteczności publicznej oraz w kościołach. Dzięki nim klatka schodowa zyskiwała wyjątkowy nastrój, a światło przechodzące przez kolorowe szkło tworzyło na ścianach, schodach i podłogach barwne refleksy.

Sopockie witraże (Il. 61–64) miały bardzo różnorodne formy. W wielu z nich pojawiały się motywy roślinne, przede wszystkim kwiaty, liście i owoce. Często były również elementy geometryczne typowe dla secesji wiedeńskiej: prostokąty, romby, trójkąty czy szklane gomółki. Niektóre okna witrażowe były prostsze, wypełnione płytkami szkła katedralnego lub ornamentowego, inne tworzyły bogate, starannie skomponowane obrazy. Zdarzały się witraże figuralne, przedstawiające zwierzęta, postacie, sceny religijne lub fantastyczne motywy²³⁸.

²³⁷ Jan Skuratowicz, Magdalena Adamczewska, Piotr Walichnowski, *Secesja w Poznaniu* (Poznań: Media Rodzina, 2016), 5–14.

²³⁸ Różańska, *Sopockie witraże*, 5–10.



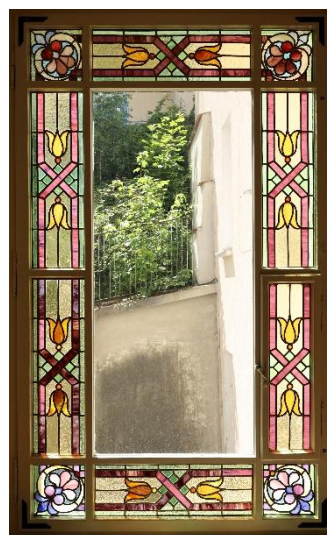
Il. 61. Witraż okna klatki schodowej kamienicy przy ul. Grunwaldzkiej 31 w Sopocie (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 62. Witraż okna klatki schodowej kamienicy przy ul. Grunwaldzkiej 68 w Sopocie (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 63. Witraż okna klatki schodowej kamienicy przy ul. Powstańców Warszawy 71 w Sopocie (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 64. Witraż okna klatki schodowej kamienicy przy ul. Winieckiego 23 w Sopocie (Fot. Adam Kaźmierczak).

Wspólną cechą realizacji krakowskich, łódzkich, gliwickich, poznańskich i sopockich jest przeniesienie natury do wnętrza miejskiego domu. Rośliny, ptaki, owady, pejzaże, woda, światło i fantastyczne zwierzęta łagodziły doświadczenie kamienicy czynszowej, której codzienność wiązała się z ograniczoną przestrzenią, oficynami, podwórzami i intensywnym użytkowaniem. Witraż pozwalał zamienić okno wychodzące na mało atrakcyjny widok w obraz. Jednocześnie nie zamykał całkowicie dostępu światła, lecz przekształcał je w barwną poświatę. W tym sensie był jednym z najbardziej skutecznych środków estetyzacji części wspólnych budynku.

2.6. Zagadnienia historyczne oraz charakterystyka stylistyczna i techniczna wybranych przykładów witraży i oszkleń ozdobnych kamienic toruńskich XIX i początku XX wieku

Ponowne zainteresowanie witrażem zaznaczyło się również w Toruniu. Przełom XIX i XX w. pozostawił w mieście liczne realizacje witrażowe, zarówno o charakterze sakralnym, jak i świeckim, obecne m.in. w willach, budynkach użyteczności publicznej oraz kamienicach mieszkalnych.

Celem niniejszego podrozdziału jest przedstawienie i omówienie wybranych, popularnych wówczas rozwiązań dekoracyjnych i technicznych stosowanych w przeszkleniach witrażowych okien i drzwi zabudowy czynszowej dawnej dzielnicy Wilhelmstadt (obecnie Przedmieście św. Katarzyny, obejmujące teren na północny wschód od Starego Miasta), a także Starego Miasta, Nowego Miasta oraz Bydgoskiego Przedmieścia, położonego na zachód od Starego Miasta w Toruniu.

Dotychczas nie odnaleziono źródeł, które pozwalałyby jednoznacznie ustalić pochodzenie projektów dekoracji witrażowych. Można jednak przypuszczać, że ich autorami byli sami mistrzowie szklarscy, odpowiedzialni nie tylko za wykonanie, lecz być może również za opracowanie kompozycji. Hipotezę tę wzmacnia fakt powszechnego wówczas obiegu wzorów za pośrednictwem prasy fachowej oraz specjalistycznych katalogów zawierających motywy ornamentalne i projekty całych przeszkleń. Materiały tego rodzaju były rozpowszechniane między innymi przez duże niemieckie pracownie witrażowe, które mogły stanowić ważne źródło inspiracji dla lokalnych twórców. Należy zatem założyć, że projektowanie dekoracji witrażowych odbywało się w ramach szerszego obiegu wzorców artystycznych, charakterystycznego dla ówczesnej kultury rzemieślniczej i dekoracyjnej²³⁹. Publikacje te docierały do wielu odległych miast, promując najnowsze tendencje i technologie, a tym samym przyczyniając się do popularyzacji sztuki witrażowej²⁴⁰.

Spśród zachowanych witraży i oszkleń ozdobnych, pochodzących z toruńskich kamienic, większość pozbawiona jest jakichkolwiek dat, podpisów czy sygnatur, które mogłyby pomóc w ustaleniu autorstwa witrażysty lub pracowni szklarskiej. Datowanie omawianych obiektów łączy się zasadniczo z czasem powstawania samych kamienic.

²³⁹ Przykładami takich czasopism i wydań były: „Architektonische Rundschau”, „Deutsche Kunst und Dekoration”, „Zeitschrift für alte und neue Glasmalerei”, „Innen Dekoration” czy „Dekorative Kunst”.

²⁴⁰ Domańska-Biegowska, „Witraże w kamienicach poznańskich”, 45.

Przemawiają za tym badania odkrywkowe warstw malarskich przeprowadzone na stolارce okiennej oraz kitach szklarskich, na które są osadzone kwatery i szkła. Pozwala to na porównanie warstw malarskich²⁴¹.

Z 31 przedstawionych tu oszkleń ozdobnych oraz witraży najstarsze pochodzą z ok. 1885 r. i znajdują się przy ul. Sienkiewicza 11, z 1887 r. – ul. Piernikarskiej 1, 1889 r. – ul. Sienkiewicza 22, Sukienniczej 4, 1890 r. – ul. Klonowica 24, 1896 r. – ul. Kazimierza Jagiellończyka 4 i 6, 1897 r. – ul. Piastowskiej 5, ul. Mostowej 9, 1898 r. – ul. Poniatowskiego 5²⁴², ul. Warszawskiej 2, 6, 8²⁴³ i 14, Placu św. Katarzyny 4, a z 1899 r. – Bydgoskiej 50-52.

Z końca XIX w. pochodzą również oszklenia ozdobne i witraże z klatki schodowej przy ul. Łaziennej 7, ul. Mickiewicza 57, z nadświetla drzwi wejściowych Rynku Nowomiejskiego 17, 1900 r. – ul. Szerokiej 26-28, 1901 r. – ul. Poniatowskiego 3, 1902 r. – ul. Mickiewicza 86, Kopernika 42, 1903 r. – ul. Poniatowskiego 1, ul. Most Pauliński 12, Rynku Nowomiejskiego 18, 1904 r. – Mickiewicza 52, 1906 r. – Placu Rapackiego 1 (w dawnym Banku Rzeszy), 1910 r. – ul. Piastowskiej 9, a z 1912 r. przy ul. Mickiewicza 1/3 i 20²⁴⁴.

Najpopularniejszymi miejscami, w których umieszczano witraże i oszklenia ozdobne, są okna klatek schodowych, ulokowane głównie w traktach tylnych. Wyjątek stanowią wille przy ul. Bydgoskiej 50-52, ul. Mickiewicza 1-3 i 20 oraz kamienice przy Placu św. Katarzyny 4, ul. Klonowica 24, gdzie schody ulokowano w przednim trakcie. Przeszklenia dekoracyjne zdobią również nadświetla i skrzydła drzwi, bramy frontowe, sienie oraz wnętrza mieszkań. Przykładem są dwa mieszkania w kamienicach przy ul. Poniatowskiego 1 i 3, w których zachowały się witraże w oknach pokoju dziennego oraz w drzwiach wewnętrznych.

Otwory okienne i drzwiowe mają nieskomplikowane kształty: prostokątne oraz prostokątne zamknięte łukiem odcinkowym lub pełnym. Na klatce schodowej przy ul. Kazimierza Jagiellończyka 6 (Il. 102) znajdują się skrzydła okienne od góry zamknięte

²⁴¹ W większości kamienic z witrażami i przeoszkleniami zachowała się oryginalna stolarka.

²⁴² Zimnowoda-Krajewska, *Architektura bloku zabudowy*, 56.

²⁴³ Krzysztof Milanowski, Kamienica czynszowa, ul. Warszawska 8, Toruń. Karta Ewidencji Zabytków Architektury i Budownictwa, [mps], Toruń 2005 (Archiwum WKZ, Toruń), pkt 12.

²⁴⁴ Datowanie Za: Zimnowoda-Krajewska, *Architektura bloku zabudowy*, 56; Michał Pszczółkowski, *Toruńska kamienica czynszowa w latach 1850 – 1914* (Toruń: Towarzystwo Naukowe w Toruniu, 2021), 56–60; Białe Karty zabytków dostępne na stronie <https://zabytek.pl/pl>. Analogiczne prace inwentaryzacyjne prowadzone są równolegle w Warszawie z inicjatywy Fundacji Hereditas oraz warsawianistycznych czasopism „Stolica” i „Skarpa”. Warto w tym miejscu również wspomnieć o pionierskich opracowaniach badawczych, m.in. Małgorzaty Maksymiuk (Warszawa, NID).

łukiem odcinkowym, a od dołu skosem. Wynika to z ukształtowania trójbiegowych schodów powrotnych z małymi spocznikami w narożnikach klatki schodowej. Okna większości kamienic obejmują wysokość jednego półpiętra. Jedynie przy ul. Piastowskiej 5 najwyższe okno zajmuje dwa półpiętra, ale niestety część zwieńczoną łukiem pełnym przysłania podest schodów prowadzących na ostatnią kondygnację.

Omawiane witraże i oszklenia ozdobne są odzwierciedleniem schyłkowej fazy historyzmu i odnoszą się bezpośrednio do form dekoracyjnych stosowanych na elewacjach oraz we wnętrzach kamienic. W architekturze europejskiej okres 1880–1914 przez badaczy nazywany jest późnym historyzmem, cechującym się różnorodnością form stylowych²⁴⁵. Ożywają m.in. formy renesansowe, barokowe, manierystyczno-barokowe oraz rokokowe.

Zasadniczą cechą witraży i oszkleń dekoracyjnych w Toruniu są symetryczne układy kompozycyjne, w których bordiura – przede wszystkim we wcześniejszych oknach – obejmuje pustą część środkową lub – w okresie secesji – wypełnioną swobodnym ornamentem krzywoliniowym. W tworzeniu dekoracji otworów okiennych i drzwiowych wykorzystywano najbardziej popularne w tym czasie szkła typu: katedralnego, antycznego, powłokowego, opalowego (mąconego), ornamentowego, trawionego oraz zwykłe płaskie, walcowane szkła okienne. Z chęcią używano także elementy gotowe, takie jak: gomółki, wytłaczane rozetki²⁴⁶, kaboszony czy szlifowane i polerowane rozety oraz rauty.

W kamienicach przy ul. Łaziennej 7, ul. Klonowica 24, ul. Kazimierza Jagiellończyka 4, ul. Mickiewicza 57, 86, ul. Piernikarskiej 1, ul. Poniatowskiego 5, ul. Sienkiewicza 11, 22, ul. Sukienniczej 4, ul. Warszawskiej 2, 6, 8, 14 (Il. 96) znaleźć można proste i popularne przeszklenia ozdobne ze szkła piaskowanego i trawionego w jednej warstwie (kompozycje jednoplanowe).

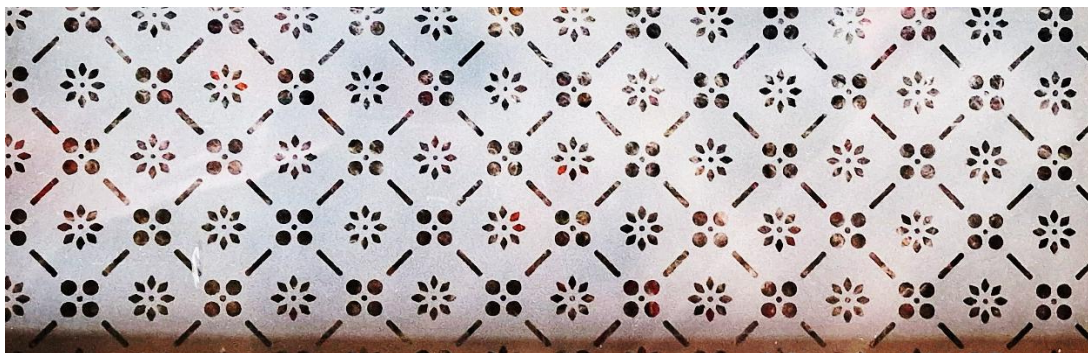
Szkła muślinowe tworzą zazwyczaj bordiury dla pustych, pozbawionych dekoracji matowych, przezroczystych lub ornamentowych tafli środkowych (ul. Klonowica 24 i 25, ul. Jagiellończyka 4, ul. Poniatowskiego 5, ul. Warszawska 14). Wśród „muślinów” wyróżniają się klasyczne wytrawiane wzory:

- Wzór romboidalny – przezroczysty motyw na matowym tle, złożony z czterolistnych kwiatów o okrągłych płatkach i odchodzących od nich kreskach,

²⁴⁵ Zimnowoda-Krajewska, „Architektura bloku zabudowy czynszowej”, 62.

²⁴⁶ Domańska-Biegowska, „Witraże w kamienicach poznańskich”, 46–47.

których pola wypełniają ośmiolistne kwiaty o zaostrzonych płatkach (ul. Jagiellończyka 4, ul. Mickiewicza 86) (Il. 65).



Il. 65. Przykład szkła muślinowego z okna klatki schodowej kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4 w Toruniu (Fot. Adam Kaźmierczak).

- Wzór romboidalny – przezroczysty motyw na matowym tle, złożony z rozetek zbudowanych z czterech trójlści przypominających koniczynę, z niewielkim kółkiem w centrum, od którego odchodzą krótkie kreski (ul. Jagiellończyka 4, ul. Mickiewicza 57, ul. Poniatowskiego 5, ul. Warszawska 6) (Il. 66).



Il. 66. Przykład szkła muślinowego z okna klatki schodowej kamienicy przy ul. Poniatowskiego 5 w Toruniu (Fot. Adam Kaźmierczak).

- Wzór romboidalny – przezroczysty motyw na matowym tle, w którym ukośne linie tworzą drobne szeregi kwiatów o sześciu owalnych płatkach i okrągłym środku, natomiast pola między nimi wypełniają rozetki o ośmiu sercowatych płatkach z okrągłym środkiem (ul. Klonowica 24, ul. Mickiewicza 86, ul. Piernikarska 1, ul. Sienkiewicza 11) (Il. 67).



Il. 67. Przykład szkła muślinowego z okna klatki schodowej kamienicy przy ul. Klonowica 24 w Toruniu (Fot. Adam Kaźmierczak).

- Wzór drobnych, przezroczystych gwiazdek na matowym tle, rozmieszczonych w układzie tworzącym optyczną siatkę rombów. Każda z gwiazdek składa się z sześciu wąskich, odrębnych ramion, kształtujących w centrum sześciobok (ul. Sukiennicza 4, ul. Warszawska 2 – wypełnienie głównego pola nadświetła drzwi do mieszkania) (Il. 68).



Il. 68. Przykład szkła muślinowego z motywem gwiazdkowym w drzwiach do mieszkania kamienicy przy ul. Warszawskiej 2 w Toruniu (Fot. Adam Kaźmierczak).

Bordiury dla otworów okiennych i drzwiowych tworzą często również różne warianty trawionego, powtarzalnego ornamentu winnej latorośli:

- Przezroczysty ornament na matowym tle. Delikatna kompozycja oparta na esowato wygiętej łodydze, od której odchodzą kolejno dwa stylizowane liście dzielone żyłkami, grona utworzone z drobnych kuleczek oraz spiralnie skręcone wąsy czepne. Ornamenty te różnią się czasem trochę proporcjami i detalem (ul. Klonowica 24, ul. Mickiewicza 86, ul. Warszawska 2) (Il. 69).



Il. 69. Przykłady przezroczystej winnej latorośli na matowym tle w drzwiach do mieszkania w kamienicy przy ul. Klonowica 24 (u góry) oraz przy ul. Warszawskiej 2 (u dołu) w Toruniu (Fot. Adam Kaźmierczak).

- Matowy ornament na przezroczystym tle. Zwarta, masywna kompozycja oparta jest na esowato wygiętej, grubej łodydze, od której odchodzą stylizowane liście z wyraźnie zaznaczonym użyłkowaniem, liczne spiralne wąsy czepne oraz drobne skupiska gronowe złożone z kulek, zaakcentowanych przezroczystym konturem i blikiem. Całość od góry i dołu ujmują matowa lamówka (ul. Sienkiewicza 11, 22) (Il. 70).



Il. 70. Matowana winna latorośl na przezroczystym tle z drzwi do mieszkania kamienicy przy ul. Sienkiewicza 11 w Toruniu (Fot. Adam Kaźmierczak).

Dodatkowo narożniki i pola środkowe bordiur zdobią zmatowione kwadratowe, symetryczne rozety – przezroczysty motyw na matowym tle:

- Motyw z powtarzalnym, uproszczonym ornamentem liliowym i palmetowym w układzie krzyżowym, któremu towarzyszy drobniejszy, podobny wzór biegnący diagonalnie z węższymi lilijkami – warianty o różnych proporcjach

poszczególnych elementów (ul. Klonowica 24, ul. Mickiewicza 86, ul. Warszawska 14, ul. Poniatowskiego 5, ul. Sienkiewicza 11, ul. Warszawska 2, 6, 8, 14) (Il. 71).



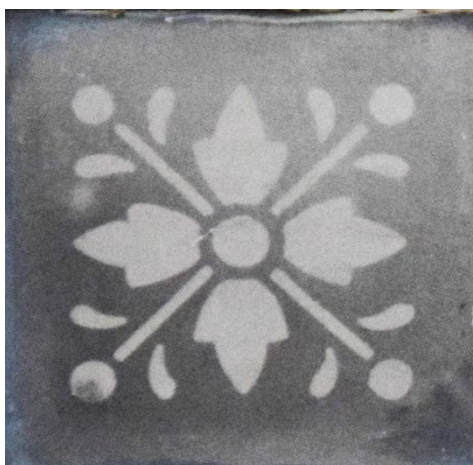
Il. 71. Warianty trawionej narożnej rozetki z okna klatki schodowej kamienicy przy ul. Warszawskiej 14 (po lewej) oraz drzwi wejściowych do mieszkania przy ul. Mickiewicza 86 (po prawej) (Fot. Adam Kaźmierczak).

- Motyw rocaillowy – kompozycja z centralnym kwiatem o czterech potrójnych, płomienistych płatkach i okrągłym środku, otoczonym czterema uproszczonymi rocaillami z łukiem przerywanym kółeczkiem u podstawy. Z narożników odchodzą esowate linie z czterema owalnymi płatkami, a całość zamyka przerywana ramka o łagodnie zaokrąglonych końcach (ul. Warszawska 8) (Il 72).



Il. 72. Przykład trawionej narożnej rozetki z okna klatki schodowej kamienicy przy ul. Warszawskiej 8 w Toruniu (Fot. Adam Kaźmierczak).

- Motyw z centralnym kwiatem o czterech potrójnych, zaokrąglonych płatkach i okrągłym środku, z narożników którego ukośnie wyprowadzone są kreski zakończone kółkiem oraz dwiema łezkowatymi formami (ul. Piernikarska 1) (Il. 73).



Il. 73. Przykład trawionej narożnej rozetki z okna klatki schodowej kamienicy przy ul. Piernikarskiej 1 w Toruniu (Fot. Adam Kaźmierczak).

- Motyw ośmioramiennej gwiazdy podzielonej kreskami i z drobnymi kółeczkami rozmieszczonymi pomiędzy jej ramionami (ul. Szeroka 26-28) (Il. 74).



Il. 74. Rozeta narożna z motywem gwiazdy z drzwi wejściowych do mieszkania kamienicy przy ul. Szerokiej 26-28 w Toruniu (Fot. Adam Kaźmierczak).

Innymi popularnymi narożnymi ozdobnikami są rozetki – dekory wykonane techniką szlifowania i częściowego polerowania szkła powłokowego: kobaltowego, rubinowego i oranżowego:

- Rozetka zbudowana jest z koła, od którego odchodzą cztery trójliscie i potrójne wąskie palmetki (ul. Klonowica 24, Jagiellończyka 4, ul. Sukiennicza 4, ul. Szeroka 26-28) (Il. 75).



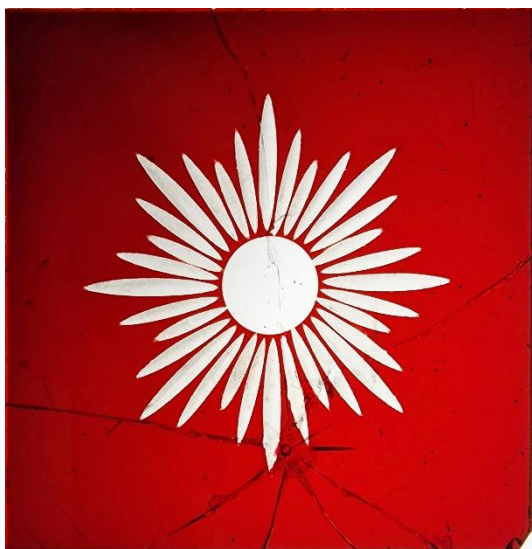
Il. 75. Przykładowe szlifowane i częściowo polerowane rozety na szkłe powłokowym: kobaltowym, rubinowym i oranżowym. Od lewej: ul. Klonowica 24, ul. Sukiennicza 4, ul. Jagiellończyka 4 w Toruniu (Fot. Adam Kaźmierczak).

- Rozeta z rombem o wklęsłych bokach, w który wpisano ośmioramienną gwiazdę o smukłych ramionach. Z wierzchołków rombu wyrastają cztery kielichowate formy przypominające tulipany, a z jego boków rozchodzą się poczwórne palmety, podkreślone cienką linią, owalem oraz motywem żółędzia na zakończeniu (ul. Szeroka 26-28, Rynek Nowomiejski 17) (Il. 76).



Il. 76. Szlifowane rozetki w nadświetlu drzwi wejściowych do kamienicy przy Rynku Nowomiejskim 17 w Toruniu: rubinowa i kobaltowa. W górnych narożnikach oraz w dwóch dolnych polach znajduje się szkło mrożone (Fot. Adam Kaźmierczak).

- Motyw promienistej glorii, złożonej z centralnie umieszczonego dużego, wypolerowanego kółka, od którego odchodzą gęsto rozmieszczone, wąskie promienie o zróżnicowanej długości (ul. Jagiellończyka 4) (Il. 77).



Il. 77. Promienista rubinowa rosetka z okna klatki schodowej kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4 w Toruniu (Fot. Adam Kaźmierczak).

W kamienicach toruńskich znaleźć można również rosetki wykonane techniką piaskowania na szkłe powłokowym: kobaltowe, rubinowe i oranżowe:

- Podwójna ramka z węższą ramką wewnętrzną, w którą wpisano koło, od którego odchodzą na krzyż wydłużone formy latawca. Przestrzenie między ramionami wypełniają cztery potrójne stylizowane liście, przypominające liście dębu (ul. Sienkiewicza 22) (Il. 78).



Il. 78. Przykłady piaskowanych rosetek na szkłe powłokowym kobaltowym i oranżowym z okna klatki schodowej (po lewej) oraz drzwi wahadłowych sieni (po prawej) kamienicy przy ul. Sienkiewicza 22 w Toruniu (Fot. Adam Kaźmierczak).

- Podwójna ramka z węższą ramką wewnętrzną, w którą wpisano ośmioramienną gwiazdę podzieloną kreskami z centralnie umieszczonym kółkiem (ul. Sienkiewicza 22) (Il. 79)



Il. 79. Piaskowana rubinowa rozetka z okna klatki schodowej kamienicy przy ul. Sienkiewicza 22 w Toruniu (Fot. Adam Kaźmierczak).

- Motyw na szkłe rubinowym z powtarzalnym, uproszczonym ornamentem liliowym i palmetowym w układzie krzyżowym, któremu towarzyszy drobniejszy, podobny wzór biegnący diagonalnie z węższymi lilijkami (ul. Mickiewicza 57) (Il. 80).



Il. 80. Nieistniejąca już piaskowana rozetka na rubinowym szkłe powłokowym w drzwiach sieni w kamienicy przy ul. Mickiewicza 57 (Fot. Adam Kaźmierczak).

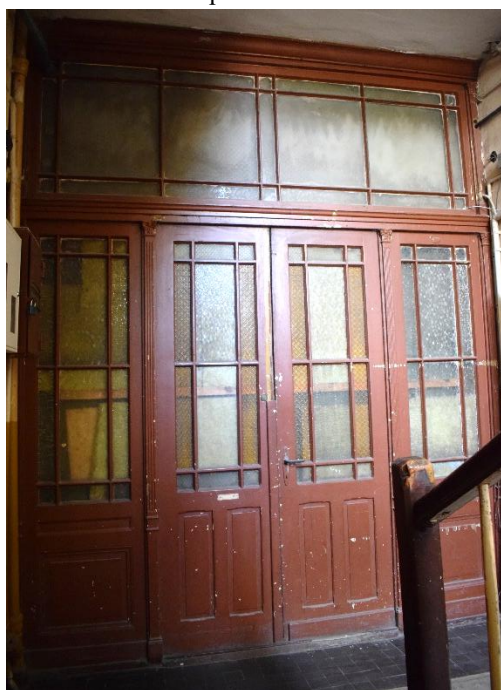
Prostokątne, dwupoziomowe i dwudzielne okna z krzyżem środkowym, znajdujące się na klatce schodowej przy ul. Sienkiewicza 11 (Il. 81), podzielone są

szprosami tworzącymi w obrębie każdego skrzydła bordiurę z kwadratowymi narożnikami. Pole każdego skrzydła wypełnia gęsta kratownica. W kilku narożnikach bordiur zachowały się jedynie trawione rozetki.

Drzwi do mieszkań mają formę prostokątną i zwieńczone są dużym nadświetłem. Każde skrzydło oraz nadświetle podzielono szprosami, wyznaczającymi bordiury. W bordiurach nadświetli zachowały się trawione motywy winnej latorośli oraz rozetki w narożnikach. Pola główne wypełniają szkła muślinowe dekorowane krzyżowymi trójlściami z kreskami (Il. 82).



Il. 81. Toruń, ul. Sienkiewicza 11. Jedno z okien klatki schodowej kamienicy zdobione pozostałościami oszklenia ozdobnego (Fot. Adam Kaźmierczak).



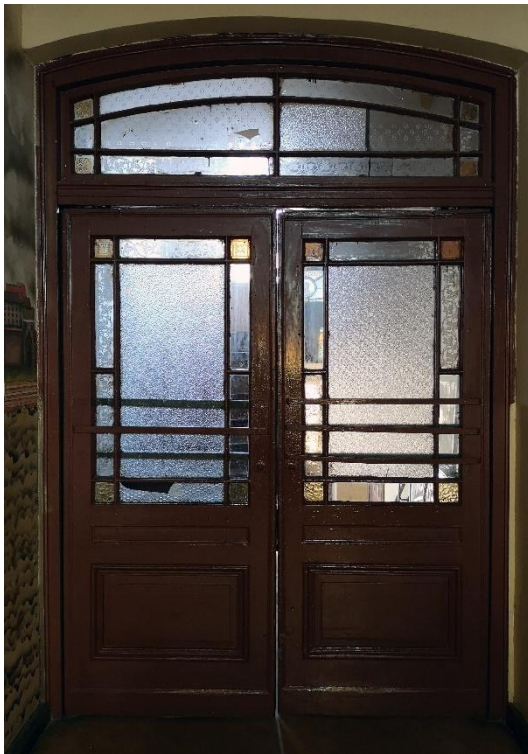
Il. 82. Toruń, ul. Sienkiewicza 11. Jedno z drzwi do mieszkania z nadświetłem zdobionym oszkleniem ozdobnym (Fot. Adam Kaźmierczak).

Okna klatki schodowej w kamienicy przy ul. Sienkiewicza 22 (Il. 83) mają formę prostokątną i zamknięte są łukiem odcinkowym. Każde skrzydło ujęto w bordiurę, którą wypełniają pozostałości oszklenia z trawionymi ornamentami winnej latorośli. Narożniki zdobią piaskowane rozetki: na pierwszym półpiętrze kobaltowe, z motywem stylizowanych liści dębowych, na drugim rubinowe, z gwiazdą przerywaną kreskami. Główne pola wypełnia bezbarwne szkło ornamentowe o nieregularnych drobnych gruzełkach.

Bordiury wahadłowych drzwi z nadświetłem w sieni (Il. 84) również dekorowane są trawioną winną latoroślą oraz piaskowanymi rozetkami z motywem liści, utrzymanymi w kolorze oranżowym.



Il. 83. Toruń, ul. Sienkiewicza 22. Okna klatki schodowej zdobione trawionymi motywami winnej latorośli i piaskowanymi rozetkami (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 84. Toruń, ul. Sienkiewicza 22. Wahadłowe drzwi sieni zdobione trawionymi motywami winnej latorośli i piaskowanymi rozetkami (Fot. Adam Kaźmierczak).

Prostokątne okna z krzyżem okiennym na klatce schodowej przy ul. Sukienniczej 4 (na trzecim półpiętrze ujęte w podwójny krzyż i tworzące okno dwudzielne, trójpoziomowe) zdobione są w bordiurach szkłem trawionym z motywem winnej latorośli oraz szkłem muślinowym z rozetkami gwiazdkowymi. Narożniki dekorują szlifowane rozetki trójlistno-palmetkowe: na pierwszym półpiętrze oranżowe, na drugim rubinowe, z pojedynczymi elementami kobaltowymi i oranżowymi (Il. 85), natomiast na trzecim półpiętrze kobaltowe (Il. 86). Pola skrzydeł wypełniają częściowo zachowane tafle bezbarwnego szkła walcowanego.



Il. 85. Toruń, ul. Sukiennicza 4. Okna pierwszego i drugiego półpiętra klatki schodowej zdobione szklami z trawionymi ornamentami winnej latorośli i szlifowanymi rozetkami (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 86. Toruń, ul. Sukiennicza 4. Okna trzeciego półpiętra klatki schodowej zdobione szklami muślinowymi z motywem rozetek gwiazdkowych i szlifowanymi kobaltowymi rozetkami (Fot. Adam Kaźmierczak).

Przy ul. Klonowica 24 (Il. 87, 88) okno pierwszego półpiętra klatki schodowej zamknięte jest łukiem prostym. Zachowały się w nim fragmenty oszklenia ozdobnego, oprawionego w listwy ołowiane. Każde skrzydło zostało podzielone profilowanymi szprosami tworząc dla nich bordiurę, którą zdobią wytłaczane rozetki: na przemian szmaragdowe i żółte na tle słomkowego szkła katedralnego. W polu środkowym nadświetlenia znajduje się forma wachlarza. Podstawę stanowi szmaragdowe półkole obwiedzione żółtym pasem szkła. Większość pól wachlarza wypełniają zachowane fragmentarycznie szkła muślinowe z motywem drobnych kwiatków.

Rozetki bordiur mają wklęsło-wypukłą formę: szmaragdowe składają się z ośmiopłatkowego kwiatka z wklęsłymi meniskami pośrodku oraz na zakończeniach płatków; żółte (miodowe) są mniejsze i mają formę pięciopłatkowego kwiatka z wydłużonymi trójkątnymi wypustkami pomiędzy nimi.

Prostokątne okno drugiego półpiętra (Il. 89) klatki schodowej ma zachowane fragmenty oszklenia ozdobnego. W górnych narożnikach bordiur zachowały się szlifowane rozetki na szkłe powłokowym: kobaltowe, rubinowe i oranżowe. Pozostałe części bordiur wypełniają szkła muślinowe (zachowane w górnych skrzydłach).

Drzwi wejściowe do mieszkania (Il. 90) zamknięte są łukiem odcinkowym. Bordiury skrzydeł i nadświetla zdobią szkła muślinowe: w dolnych skrzydłach jest to winna latorośl; w nadświetlu powtarzalne formy ornamentalno-geometryczne. Pola środkowe wypełniają szkła matowane.



Il. 87. Toruń, ul. Klonowica 24. Okno pierwszego półpiętra klatki schodowej ze oszkleniem witrażowym (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 88. Toruń, ul. Klonowica 24. Detal okna pierwszego półpiętra klatki schodowej ze szmaragdową i miodową rozetką na tle słomkowego szkła katedralnego (Fot. Adam Kaźmierczak).

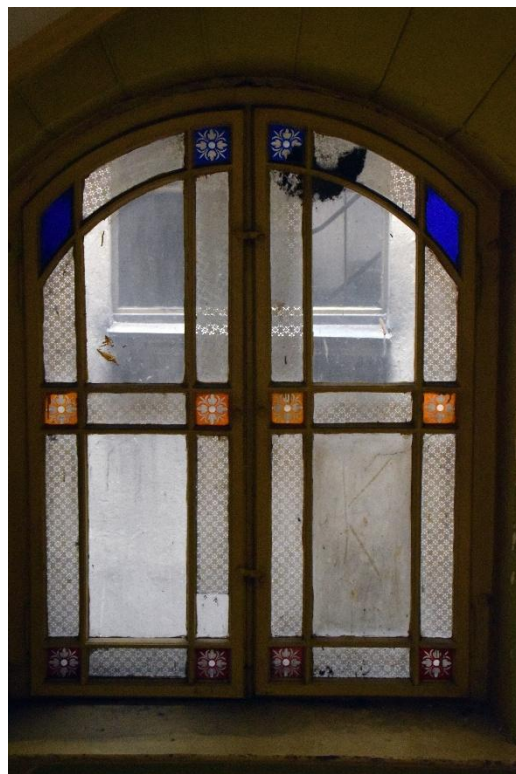


Il. 89. Toruń, ul. Klonowica 24. Okno drugiego półpiętra klatki schodowej z oszkleniem ozdobnym zachowanym w górnej części: szkła muślinowe i szlifowane rozety na szkłe powłokowym (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 90. Toruń, ul. Klonowica 24. Przykładowe drzwi wejściowe do mieszkania zdobione szkłem muślinowym, trawionymi motywami winnej latorośli oraz narożnymi rozetkami (Fot. Adam Kaźmierczak).

W kamienicy przy ul. Kazimierza Jagiellończyka 4 (Il. 91–92) każde skrzydło okna ze słupkiem środkowym klatki schodowej zamkniętego łukiem odcinkowym zostało podzielone profilowanymi szprosami, tworzącymi bordiurę oraz poziomy pas pośrodku. Duże pola wypełniono bezbarwnym szkłem matowym (walcowanym, zachowanym fragmentarycznie). Bordiurę na pierwszym półpiętrze tworzy szkło muślinowe z czterolistnymi i ośmiolistnymi kwiatkami z kreskami, a na drugim i trzecim z krzyżowymi trójlisciami z kreskami. Narożniki zdobią rzędy rubinowych, oranżowych i kobaltowych szlifowanych rozetek trójlistno-palmetkowych. W pierwszym oknie jedna rubinowa rozetka ma motyw promienistej glorii.



Il. 91. Toruń, ul. Jagiellończyka 4. Okna pierwszego i drugiego półpiętra klatki schodowej zdobione szkłem muślinowym i szlifowanymi rozetkami (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 92. Toruń, ul. Jagiellończyka 4. Okno trzeciego półpiętra klatki schodowej zdobione szkłem muślinowym i szlifowanymi rozetkami (Fot. Adam Kaźmierczak).

Na klatce schodowej przy ul. Poniatowskiego 5 (Il. 93) znajdują się prostokątne okna z krzyżem środkowym. Skrzydła obwiedziono bordiurą utworzoną przez szprosy, przy czym w dolnych partiach wprowadzono dodatkowy podział poziomy. Bordiury wypełnia szkło muślinowe dekorowane krzyżowymi trójlisciami z kreskami oraz w narożnikach trawione rozetki. Główne pola zajmuje częściowo zachowane bezbarwne szkło ornamentowe o nieregularnych formach gwiazdkowych – Florentine. Takie same szkła zastosowano także w otworach drzwiowych do mieszkań oraz w drzwiach sieni.



Il. 93. Toruń, ul. Poniatowskiego 5. Oszklenia ozdobne przykładowego okna klatki schodowej oraz drzwi sieni (w prawym górnym rogu) (Fot. Adam Kaźmierczak).

Drzwi wejściowe do mieszkań przy ul. Warszawskiej 2 (Il. 94) mają rozbudowaną, dekoracyjną formę snycerki i ozdobnego oszklenia. W bordiurach nadświetla zachowały się szkła z trawionym motywem winnej latorośli, w narożnikach trawione rozetki, natomiast główne pola wypełnia szkło muślinowe z motywem rozetek gwiazdkowych. W bocznych, stałych dolnych skrzydłach znajdują się ornamenty trawione trójwarstwowo. Wąski panel szklany, obwiedziony szeroką lamówką, zdobi od góry i dołu plecionka układająca się w kształt ósemki. Dekorację tę uzupełniają ceowniki oraz centralnie umieszczony romb o wklęsłych bokach, zakończony kółkami. Motyw zamyka skierowana do wnętrza szkła lilia z delikatnie wyprowadzoną łodyżką i zaokrąglonymi listkami. Skrajne motywy łączą się ze sobą za pomocą bocznej taśmy.



Il. 94. Toruń, ul. Warszawska 2. Przykładowe drzwi do mieszkania dekorowane szkłem ozdobnym, w tym wielowarstwowo trawionym ornamentem (Fot. Adam Kaźmierczak).

W drzwiach wejściowych do mieszkań przy ul. Warszawskiej 6 (Il. 95) zachowały się fragmentarycznie szkła muślinowe z motywem krzyżowych trójlści i kresek oraz trawione rozetki. W kilku głównych polach znajdują się szkła matowe, które pierwotnie najpewniej wypełniały te partie.



Il. 95. Toruń, ul. Warszawska 6. Przykładowe drzwi do mieszkania zdobione szkłem muślinowym i trawionymi rozetkami (Fot. Adam Kaźmierczak).

Ciekawym przykładem jest klatka schodowa kamienicy przy ul. Warszawskiej 8 (Il. 96), w której dekoracji zastosowano szerokie spektrum różnych przezroczystych wzorów i ornamentów na szkłe zmatowionym. Cechą tego typu ornamentów jest spora umowność, uproszczenie i abstrakcyjność form, inspirowanych przede wszystkim roślinnością. Motyw budowany jest przy pomocy płaszczyzn, kropek i kresek przerywanych fragmentami matowego tła dla odróżnienia poszczególnych elementów kompozycji. Ozdobne szkła wypełniają drzwi wahadłowe, oddzielające się od klatki schodowej, okna na klatce oraz drzwi do mieszkań.

Znaleźć tu można, oprócz wcześniej wspomnianych wzorów i rozet, m.in. wie z winnej latorośli w esowatych układach, umieszczoną w drzwiach wahadłowych. Środkowe pola drzwi zdobią panele w układzie symetrycznym. Od dołu rozchodzi się na boki listowie wzorowane na akancie, obejmując środkowy bukiet z drobnych łodyżek oraz podłużnych listków, przechodzi wyżej przeplatając się z innymi liśćmi akantu, zdobnych linii i drobnych łodyżek z listkami na zwieńczeniu. Po bokach podwójna cienka i gruba linia łączy się z takim samym motywem.

Pole środkowe okien klatki schodowej zdobi bogato zdobiona abstrakcyjna forma wazonu zamknięta podwójną ramką z narożnikami o fazie wypukłej na usko. Wazon zdobią liczne formy palmet, kół, linii, pierścieni, torusów, trochillusów i kimationu. Znajduje się w nim bukiet z wydłużonymi sercowymi liśćmi i zastrzonymi formami trawiaszymi. Boki wazonu przyozdabia bogata wie akantowa w układach ceownikowych i esowatych. Okna te zdobią również kwadratowe rozetki ujęte w ramkę, w polu których znajduje się czteropłatkowy kwiat o postrzępionych końcach. Po bokach są kolejne cztery płatki przypominające rokokowe kogucie grzebienie, podkreślone subtelną kreską z kropką pośrodku. Narożniki zaakcentowano delikatnymi łodyżkami z owalnymi listkami.

Ornament nadświetla drzwi (Il. 97) do mieszkania pierwszego piętra ma charakter bogatej, osiowo komponowanej dekoracji o wyrażnie ornamentalnym, linearnym rysunku. W dolnej partii tafli rozciąga się szeroko prowadzona kompozycja złożona z formy muszlowej oraz wijącej się, silnie stylizowanej wici roślinnej, budowanej z miętko prowadzonych, płynnych linii, spiralnych esownic i ceowników, palmetowych form i drobnych motywów kwiatowych. Kompozycja rozwija się symetrycznie względem osi pionowej, a jej centrum akcentują smukłe, sterczynowe motywy, przypominające stylizowane kwiatony. Całość łączy ornamentalna swoboda neobaroku z elementami rokoka z pewnym uporządkowaniem formy.

Dekorację ujmują delikatna, wielokrotnie prowadzona bordiura, obiegająca obwód szyby i załamująca się wklęsło w narożach. W samych narożnikach umieszczono drobne, ażurowe motywy ornamentalne, stanowiące rodzaj plecionkowo-rozetowo-wiciowych akcentów dopełniających ramę kompozycji.



Il. 96. Toruń, ul. Warszawska 8. Oszklenie dekoracyjne drzwi oddzielających sień od klatki schodowej oraz oszklenie okna klatki schodowej (szkło muślinowe, ornamenty matowane)
(Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 97. Toruń, ul. Warszawska 8. Drzwi wejściowe do mieszkania na pierwszym piętrze zdobione trawionymi ornamentami (Fot. Adam Kaźmierczak).

Nadświetle drzwi wejściowych do mieszkania przy ul. Łaziennej 7 (Il. 98) zdobi również trawiony w jednej płaszczyźnie ornament o kompozycji osiowej, symetrycznej, rozciągniętej horyzontalnie w polu zamkniętym łukiem odcinkowym. Oś wyznacza centralnie ujęty motyw kandelabrowy, złożony z smukłej łodygi wyrastającej z niewielkiej podstawy z pierścieniem i zwieńczonej stylizowanym kielichem przypominającym szyszkę chmielu (symbolizującą m.in. obfitość, naturę oraz płodność). O dolny pierścień zakotwiczą się też dwa rogi obfitości zakończone listną rozetą. Po obu stronach osi rozwijają się szerokie, esowato wygięte wici, przechodzące w woluty i spiralne odnogi, z których wyrastają stylizowane liście o charakterze akantowym oraz drobniejsze formy palmetowe i kwiatowe. Partie boczne wypełniają duże motywy szyszki chmielu, ujęte ornamentalnie i flankowane liśćmi oraz wijącymi się pędami. Elementy te włączone są w ciągłą wic ornamentalną, która spaja całość kompozycji i nadaje jej charakter dekoracyjnego fryzu. Całość zamyka podwójna lamówka brzegowa.



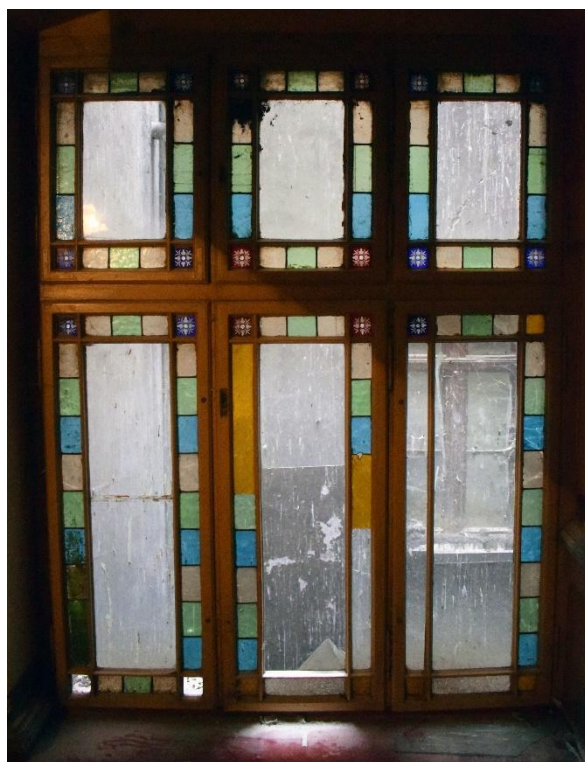
Il. 98. Toruń, ul. Łazienna 7. Nadświetle drzwi wejściowych do mieszkania zdobione trawionym ornamentem na matowym tle (Fot. Adam Kaźmierczak).

Wszystkie oszklenia ozdobne stolarek drzwiowych i okiennych w domu przy ul. Mickiewicza 57 już nie istnieją. Zostały usunięte w trakcie ostatnich szeroko zakrojonych prac remontowo-konserwatorskich (Il. 99). W bordiurach stolarek drzwiowych znajdowały się szkła muślinowe z motywem krzyżowych trójlisci z kreskami, a narożniki zdobiły piaskowane rozetki na rubinowym szkłe powłokowym. Główne pola wypełniało przezroczyste szkło walcowane i zmatowione.



Il. 99. Toruń, ul. Mickiewicza 57. Przykładowe drzwi wewnętrzne z nieistniejącym oszkleniem ozdobnym (Fot. Andrzej Kałucki).

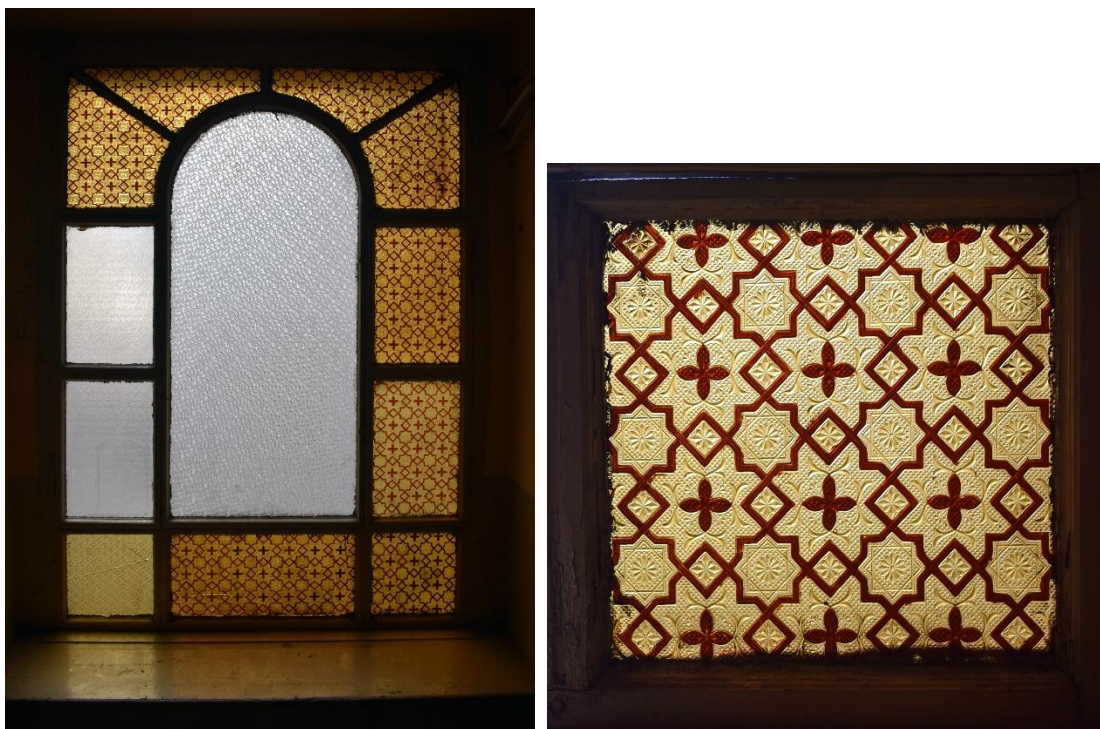
W bordiurach okien klatki schodowej przy ul. Szerokiej 26–28 (Il. 100) zachowały się narożne, szlifowane rozetki wykonane ze szkła powłokowego w kolorze kobaltowym i rubinowym. Ramy wypełniają powtarzalne układy prostokątów z błękitnego, jasnozielonego oraz jasnego oranżoworóżowego szkła katedralnego, oprawionego w listwy ołowiane. Główne pola przeszklono przezroczystym szkłem walcowanym. W drzwiach wejściowych do mieszkań zachowały się pozostałości szkła muślinowego z rozetkami kwiatowymi, a także szlifowane dekory.



Il. 100. Toruń, ul. Szeroka 26-28. Przykładowe okno klatki schodowej zdobione szlifowanymi rozetami i szkłem katedralnym (Fot. Adam Kaźmierczak).

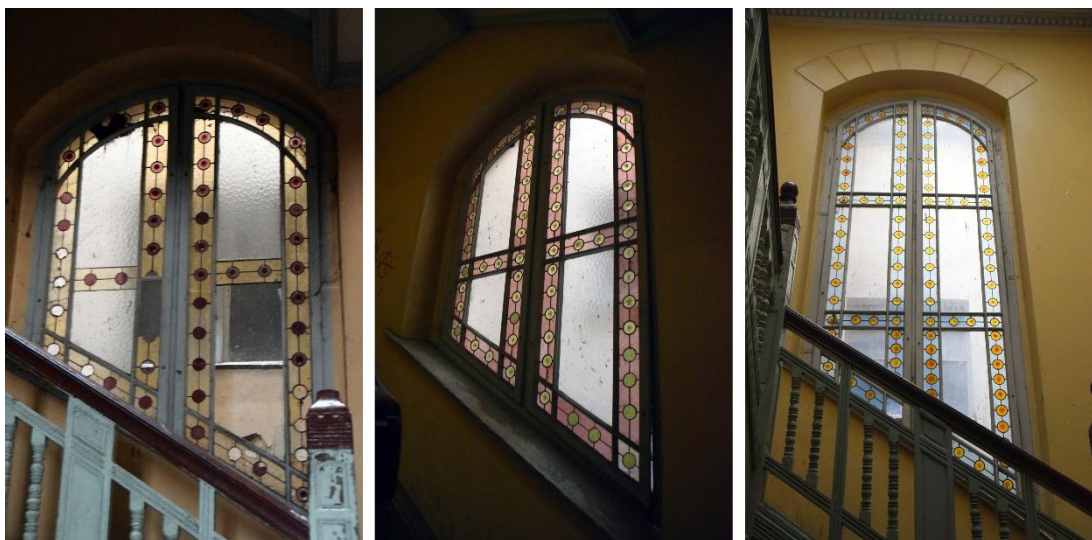
W oknach klatki schodowej przy Rynku Nowomiejskim 18 (Il. 101) zachowało się (niekompletne) wyjątkowe szkło ornamentowe. W każdy prostokątny otwór okienny wpisana jest pojedyncza arkada, zbudowana ze szprosów, którą otaczają proste podziały (jak klince łuku). Ornament jasnożółtego szkła zbudowany jest z powtarzalnego układu kilku podstawowych motywów geometryczno-roślinnych. Jego zasadniczy rytm tworzy ukośnie prowadzona, ciemnooranżowa taśma, wyznaczająca sieć stykających się ośmioramiennych gwiazd i rombów. Większe pola zajmują ośmioramienne gwiazdy o schodkowo ukształtowanym obrysie, w które wpisano wieloboki i centralne rozety o promienistym rysunku. Pomiedzy nimi rozmieszczono mniejsze romby, również z wpisanymi gwiazdkowatymi lub rozetowymi formami.

Przestrzenie pomiędzy układem geometrycznym wypełniają czterolistne kwiaty o owalnych płatkach w kolorze ciemnoorańczowym oraz esowato wygięte formy roślinne przypominające uproszczone liście. Tło pokrywa drobna, regularna faktura diamentowa, która spaja całość i wzmacnia dekoracyjny efekt szkła. Kolor ciemnoorańczowy został uzyskany przez nałożenie i wypalenie transparentnej emalii szklanej. Arkady wypełnia bezbarwne szkło ornamentowe Florentine.



Il. 101. Toruń, Rynek Nowomiejski 18. Jedno z okien klatki schodowej ze szkłem ornamentowym (Fot. Adam Kaźmierczak).

Kolejny typ zdobień bordiur okiennych otwiera przykład trzech okien kamienicy przy ul. Kazimierza Jagiellończyka 6 (Il. 102). Wypełniają je proste szeregi gomólek o średnicy od 6 do 6,5 cm (fioletowych, jasnozielonych, „miodowych”) na tle szkła katedralnego (jasnożółtego – „słomkowego”, fioletowego, błękitnego), oprawione w listwy ołowiane. Pola środkowe wypełnia szkło ornamentowe w postaci nieregularnych wypukłych krakelur.



Il. 102. Toruń, ul. Jagiellończyka 6. Okna klatki schodowej ze oszkleniem witrażowym przed pracami konserwatorskimi i restauratorskimi (Fot. Adam Kaźmierczak).

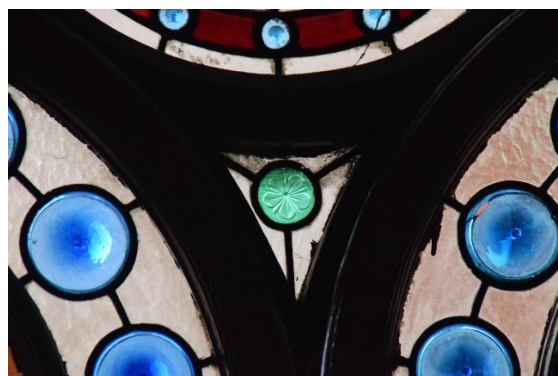
Innymi przykładami, jeszcze XIX-wiecznymi, są klatki schodowe przy Placu św. Katarzyny 4, ul. Piastowskiej 5, Mostowej 9 oraz ul. Bydgoskiej 50-52. Są to formy witrażu mozaikowego, oprawione w listwy ołowiane.

W oknach klatki schodowej na Placu św. Katarzyny 4 (Il. 103–105), zachowały się fragmenty witraży z podziałami geometrycznymi. Biforialny układ dwóch okien, zamknięty łukiem pełnym, wieńczy okrągła rozeta z żagielkami po bokach i małym trójkątem o wklęsłych bokach poniżej. Rozwiązanie kompozycyjne otworów nawiązuje do maswerków gotyckich. Okna zdobi słomkowa bordiura ze szkła katedralnego z niebieskimi gomółkami. Półkoliste pole środkowej części skrzydła okiennego wypełnia forma przypominająca pajęczynę lub skrzydło nietoperza z jasnofioletowego szkła katedralnego na błękitnym tle. Zdobia je niebieskie kaboszony oraz połówka żółtej gomółki z czerwoną lamówką. Całość ujmuje dodatkowo brązowo-oranżowa ramka. Okrągła rozeta okna składa się ze słomkowej formy wachlarzowej z niebieskimi zakończeniami. W jej środku znajduje się niebieska gomółka z czerwoną ramką. Rozetę ujmuje szeroka czerwona bordiura o słomkowych brzegach, z błękitnymi kaboszonami rozstawionymi po okręgu. Podobna bordiura zdobi boczne żagielki z błękitnym polem środkowym. Trójkącik poniżej rozety wypełnia zielona odlewana (wyciskana na gorąco w formie) rozetka. Kompozycja dolnego okna jest identyczna, różni się ona jedynie kolorystycznie.

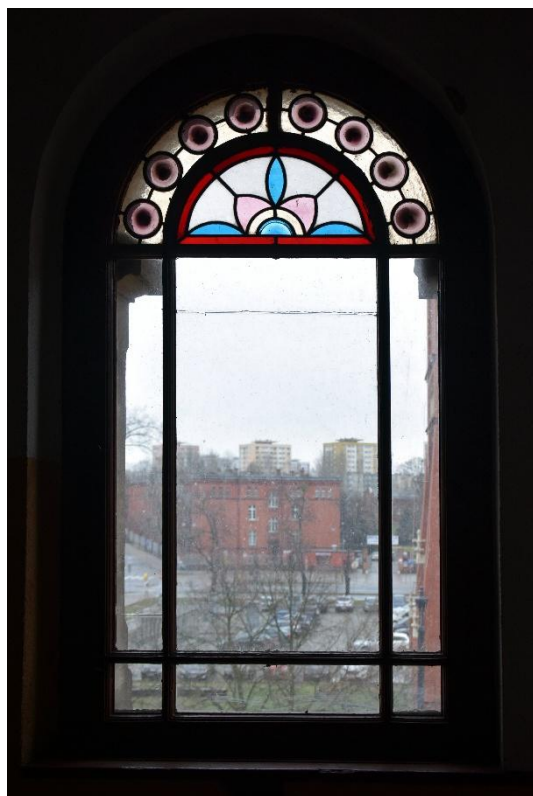
W nadświetlu drzwi wejściowych do kamienicy znajduje się również szereg jasnożółtych gomółek na jasnofioletowym tle szkła katedralnego.



Il. 103. Toruń, Plac św. Katarzyny 4. Okno klatki schodowej pierwszego półpiętra z witrażem mozaikowym (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 104. Toruń, Plac św. Katarzyny 4. Okno klatki schodowej drugiego półpiętra z witrażem mozaikowym. Po prawej zbliżenie na zieloną wytłaczaną rozetkę, błękitne kaboszony oraz gomółki (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 105. Toruń, Plac św. Katarzyny 4. Okno klatki schodowej trzeciego półpiętra z witrażem mozaikowym (Fot. Adam Kaźmierczak).

Okna klatki schodowej przy ul. Piastowskiej 5 również zdobią witraże mozaikowe podobne w formie do okien kamienicy przy Placu św. Katarzyny 4, tworzące wokół części centralnej wielobarwną, zgeometryzowaną bordiurę ze szkła katedralnego, antycznego, gomólek, szlifowanych i polerowanych rautów oraz odlewanych kaboszonów. W półkoliście zamkniętym oknie pierwszego półpiętra (Il. 106) zachowała się jedynie górna część z motywem wachlarzowym, bordiurą z gomólek oraz alternacją gomólek i dwukolorowych rombów. Boczna i dolna bordiura oraz trawione szkło (pochodzące z końca XIX w.) z motywem balustrady z bukietem kwiatów w wazonie zostały zaaranżowane w trakcie ostatnich prac konserwatorsko-restauratorskich.

Okno drugiego półpiętra (Il. 107) zamkniętego łukiem odcinkowym wypełniają fragmenty rombowej plecionki z czerwonego antycznego, błękitnego i jasnożółtego szkła katedralnego z żółtymi kaboszonami pośrodku, otoczone podwójną ramką z jasnofioletowe i jasnozielonkawego szkła katedralnego. Nad ślemieniem znajduje się romboidalna siatka z bezbarwnego szkła, w narożnikach których ulokowano kontrastujące czerwone kaboszony. Oryginalnymi elementami są witraże nadślemienia i część prawej bordiury. Reszta została zrekonstruowana w trakcie ostatnich prac konserwatorsko-restauratorskich.

Okno ostatniego półpiętra (Il. 108) zdobi również częściowo zachowana, geometryczna bordiura z żółtych gomółek i dwukolorowych rombów – błękitnych z żółtymi rautami na tle jasnofioletowego, jasnożółtego i jasnozielonkawego szkła katedralnego (w górnej i prawej bordiurze, pozostałe zrekonstruowano). Półkoliste zwieńczenie okna (Il. 109) zamyka liściasta zielona rozeta na tle skośnej kratownicy z gomółkową bordiurą (żółte gomółki na błękitnym tle ujętym w czerwone pasy szkła antycznego).

W środkowych polach dwóch okien zachowały się wyjątkowe na skalę Torunia, figuralno-ornamentalne przedstawienia wykonane w technice wielowarstwowego trawienia szkła. Jedno z nich to tzw. Łyżwiarka (Il. 107), którą ujmuje bordiura w formie wici i pędów listno-kwiatowych oraz rocailli. Postać kobieca ubrana jest w spódnicę i kożuch. Na głowie ma chustę, jej dłonie skrywają się pod mufką, a na nogach znajdują się łyżwy. W tle widoczne są pojedyncze gałązki drzew pozbawione liści. Cała kompozycja ujęta została w formę roślinno-rocaillowej pergoli. Od dołu i góry zdobią ją poprzęplatanie ceowniki z rocaillami, stylizowane liście akantu oraz drobne kwiatki z listnymi łodyżkami. Po bokach proste łodygi oplecione są gałązkami z listowiem i pojedynczymi kwiatami oraz wypustkami.

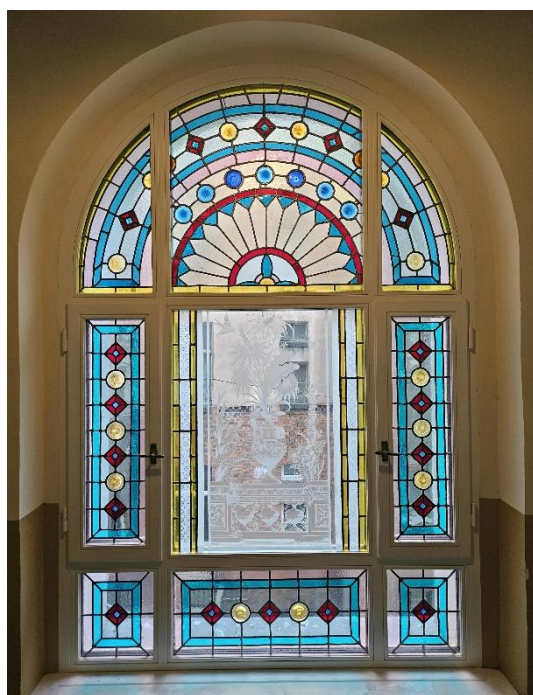
Piętro wyżej w centralnym kartuszu ujęto męską głowę z profilu (Il. 108). Mężczyzna ma krótką brodę oraz wąsy, a na głowie nosi kapelusz z piórami. Całość ujęto w finezyjnej kompozycji groteskowej, w której przeplatają się motywy rogów obfitości, karbowanych taśm ze spływami wolutowymi, przewieszonych draperii, akantów, pąków kwiatnych czy gałązek laurowych (po pracach konserwatorsko-restauratorskich oba przedstawienia zostały wstawione odwrotnie – stroną trawioną do wnętrza).

Pozostaje jeszcze pytanie, kto został przedstawiony na obu oknach? Ulica Piastowska, dawniej Wilhelmstrasse, była niegdyś główną arterią przedmieścia, łączącą dworzec kolejowy Toruń-Miasto z głównym placem – Wilhelmsplatz (obecnie Plac św. Katarzyny). Oddzielała ona część mieszkalną od zabudowań koszarowych. Była pomyślana jako obsadzona drzewami, szeroka promenada do jazdy konnej, wojskowych parad i spacerów mieszkańców dzielnicy. Reprezentacyjność arterii wzrosła, gdy na jej końcu powstał wspaniały, monumentalny kościół garnizonowy²⁴⁷. Zdaje się, iż można chyba wysunąć hipotezę, że osoby przedstawione na szkle, to sam cesarz Prus – Wilhelm II Hohenzollern, a „łyżwiarką” jest żona cesarza – Augusta Wiktoria (Il. 110). Michał

²⁴⁷ Kucharzewska, *Architektura i urbanistyka*, 81.

Pszczółkowski sceny te interpretuje jako alegorię historii i współczesności. Historię odzwierciedlałby portret mężczyzny w stroju historycznym, współczesność łyżwiarka, której postać można uznać za symboliczne przedstawienie nowego wówczas zjawiska sportu kobiecego²⁴⁸.

Przedstawienia te od strony technicznej zostały wytrawione w trzech etapach (wielopoziomowa dekoracja reliefowa). Pierwszym było równomierne zmatowienie całej tafli szkła na mleczno-szary jasny odcień. Następnie założono powłokę ochronną w miejsca, które nie miały zostać wytrawione. W tym przypadku są to wszystkie cienkie linie obrysów, budujące kompozycję i detale w formie blików najwyższych światel oraz cały pas zewnętrzny. Po tym następowała pierwsza kąpiel trawiąca. Po odpowiednio głębokim wytrawieniu szkła, w miejsca wytrawione nakładano nowe powłoki ochronne, pozostawiając oczywiście te wcześniej założone lub nawet dokładając kolejne²⁴⁹. Efektem tego etapu są jasnoszare wypełnienia ornamentów, postaci, czy pewne szczegóły tła. Po drugiej kąpeli otrzymano najciemniejsze płaszczyzny, stanowiące tło dla przedstawień. Dzięki tym zabiegom uzyskano niesamowite efekty rysunkowe i graficzne, w których obrazy zmieniają się wraz z punktem widzenia i zmianą oświetlenia.



Il. 106. Toruń, ul. Piastowska 5. Zachowany fragment witrażu mozaikowego w nadświetleniu okna pierwszego półpiętra klatki schodowej. Partie pod ślaniem pochodzą z ostatnich prac konserwatorskich i restauratorskich (Fot. Adam Kaźmierczak).

²⁴⁸ Pszczółkowski, *Toruńska kamienica*, 232.

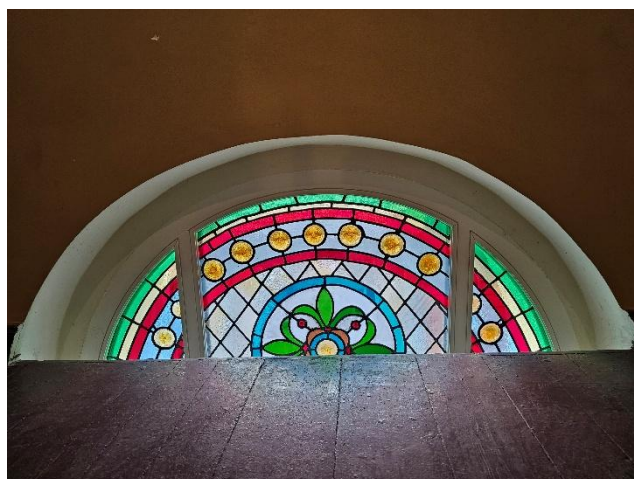
²⁴⁹ Nowotny, *Technologia zdobienia szkła*, 273–274.



Il. 107. Toruń, ul. Piastowska 5. Zachowany fragment witrażu mozaikowego w nadświetleniu i fragmencie prawej bordiury oraz trawione przedstawienie łyżwiarki w oknie drugiego półpiętra klatki schodowej. Pozostałe partie bordiury pochodzą z ostatnich prac konserwatorskich i restauratorskich (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 108. Toruń, ul. Piastowska 5. Zachowany fragment witrażu mozaikowego w górnej i prawej bordiurze oraz trawione przedstawienie popiersia mężczyzny w oknie trzeciego półpiętra klatki schodowej. Pozostałe partie bordiury pochodzą z ostatnich prac konserwatorskich i restauratorskich (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 109. Toruń, ul. Piastowska 5. Witraż mozaikowy łuku okna trzeciego półpiętra klatki schodowej (Fot. Adam Kaźmierczak).

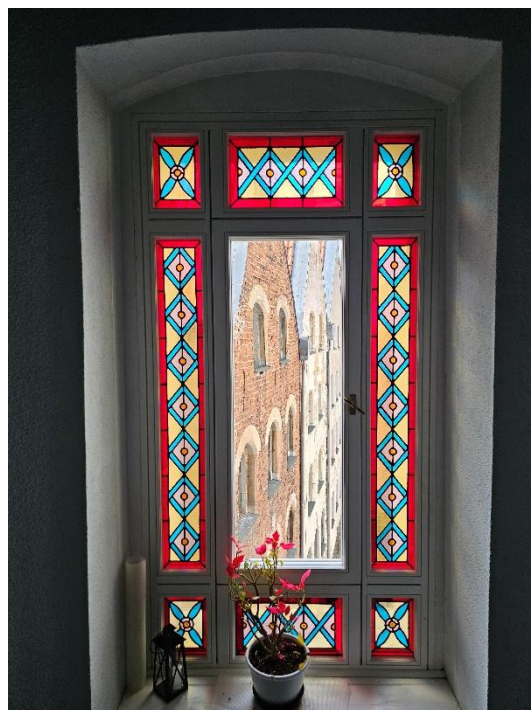
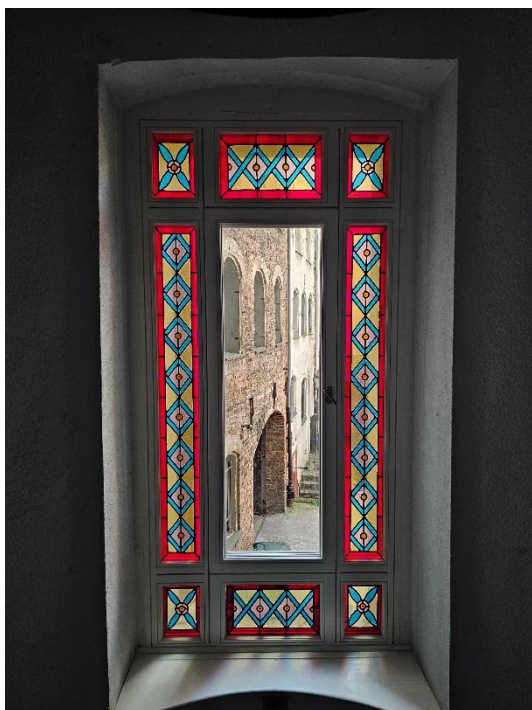


Il. 110. Porównanie: „Łyżwiarka” i Augusta Wiktorja ze Szlezwika–Holsztynu–Sonderburga–Augustenburga, królowa Prus i cesarzowa niemiecka jako żona Wilhelma II oraz popiersie z medalionu i Wilhelm II Hohenzollern, niemiecki cesarz i król Prus.

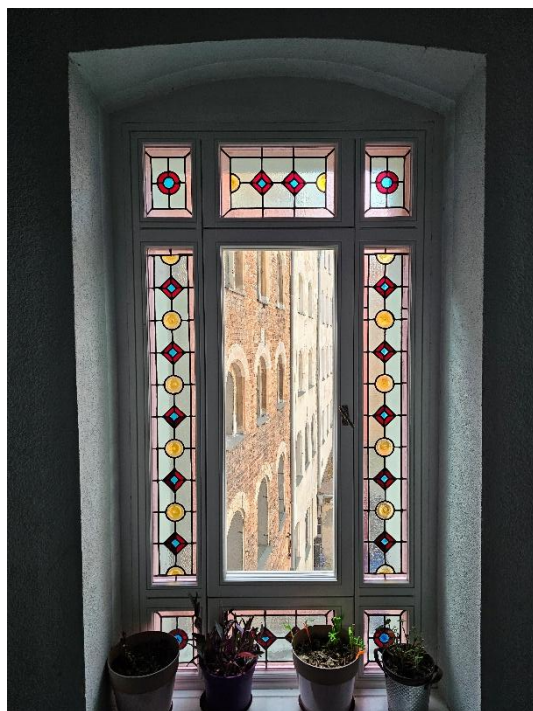
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/26/Kaiserin_augusta_Victoria350.jpg;
<https://www.wykop.pl/wpis/12671911/cesarz-wilhelm-ii-hohenzollern-historia-fotohistor/>, Dostęp 14.03.2019 (Fot. Adam Kaźmierczak).

Bordiury trzech smukłych prostokątnych okien klatki schodowej przy ul. Mostowej 9 (Il. 111) (w dużej mierze rekonstruowane) są podobnie dekorowane układami geometrycznymi jak przy ul. Piastowskiej 5. W pierwszym i trzecim oknie boczne partie wypełnia rytm niebieskich rombów z jasnofioletowymi środami ze szkła katedralnego i żółtymi kaboszonami. Tło stanowi jasnożółte szkło katedralne. W górnej i dolnej bordiurze romby wzajemnie się przenikają, tworząc plecionkę. W narożnikach znajdują się niebieskie czteroliście o zaokrąglonych płatkach z żółtym kaboszonem i jasnofioletową lamówką ze szkła katedralnego. Każde pole bordiury zamyka czerwona lamówka ze szkła dmuchanego powłokowego.

Na drugim półpiętrze (Il. 112) bordiurę tworzy alternacja żółtej gomółki z czerwonym rombem ze szkła powłokowego z błękitnym rautem na jasnozielonkawym tle z jasnoróżową lamówką ze szkła katedralnego. Narożniki akcentuje niebieska gomółka z czerwoną lamówką.



Il. 111. Toruń, ul. Mostowa 9. Okna pierwszego i trzeciego półpiętra klatki schodowej z witrażami mozaikowymi (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 112. Toruń, ul. Mostowa 9. Okna drugiego półpiętra klatki schodowej z witrażami mozaikowymi (Fot. Adam Kaźmierczak).

Geometryczne i gomółkowe bordiury znajdują się również w willi przy ul. Bydgoskiej 50-52 (w dużej mierze zrekonstruowane). Na parterze i drugim piętrze (Il. 113, 115), w czterech pomieszczeniach traktu przedniego znajdują się takie same rozwiązania z tym, że na parterze witraże znajdują się w każdym z sześciu skrzydeł okien w typie angielskim, otwieranymi przesuwnie w górę (okna zrekonstruowane). Bordiurę stanowią ciemnoniebieskie gomółki na tle jasnożółtego szkła katedralnego. Narożniki akcentują żółte gomółki z zieloną lamówką na jasnofioletowym tle ze szkła katedralnego.

Na pierwszym piętrze w dwóch pomieszczeniach (Il. 114) znajdują się po trzy kwatery witrażowe. W bocznych bordiurę tworzą ciemnożółte gomółki na błękitnym tle szkła katedralnego, a w środkowej ciemnoniebieskie gomółki na jasnożółtym tle. Narożniki zdobią ciemnożółte gomółki z czerwoną lamówką szkła powłokowego na jasnofioletowym tle szkła katedralnego.

Najbardziej rozbudowane geometrycznie są trzy kwatery w oknie klatki schodowej po stronie wschodniej obiektu (Il. 116). Boczne kwatery (pierwotnie stanowiące prostokątne pole środkowe obwiedzione bordiurą ze szprosów, jak w pozostałych oknach) zdobione obramieniem z ciemnożółtych gomółek na szarofioletowym tle ze szkła katedralnego. Całość ujmują z dwóch stron lamówki z ciemnoniebieskiego szkła katedralnego. Środkowe pole wypełniają szeroko

rozstawione rzędy jasnozielonych gomółek rozdzielone jasnobłękitnymi szklami, zakończonymi od góry i doły trójkątnie. Tło stanowi jasnożółte szkło katedralne.

W kwaterze środkowej ramę buduje ciemnozielona plecionka na jasnofioletowym tle szkła katedralnego. W narożnikach ulokowano żółte gomółki zamknięte ciemnozieloną lamówką. Pole środkowe budują zasadniczo rzędy żółtych sześciokątów w alternacji: układy pionowe przerywane jasnoszarymi prostokątami w jednym rzędzie z sześciokątami w układzie poziomym w drugim rzędzie.

W płycinie jednych drzwi zachowało się przedstawienie ornamentowe na matowym tle szkła, trawione w jednej płaszczyźnie (Il. 117). Ornament ma kompozycję osiową, symetryczną, rozwiniętą pionowo w obrębie wysokiego pola zamkniętego łukiem odcinkowym. Dekoracja została skupiona w dwóch strefach: górnej, lżejszej i bardziej ażurowej, oraz dolnej, znacznie bogatszej, o charakterze kartuszowo-floralnym.

W partii górnej widoczny jest rodzaj ornamentalnego zwieńczenia ukształtowanego z kwiatów, esownic i stylizowanych liści. W centrum umieszczono palmetowo-liściasty motyw wyrastający ku górze, poniżej zaś biegnie girlanda z drobnych, paciorkowatych kółeczek. Po bokach, w spływach łuku, znajdują się pola z uproszczonymi rozetkami kwiatowymi, a w narożach dodatkowo drobna kratka muślinowa z krzyżowymi trójliściami z kreskami.

Dolna partia ma bardziej zwartą i skomplikowaną formę. Jej trzon stanowi stylizowany wazon, z którego wyrasta bujny bukiet złożony z liści, pąków i drobnych kwiatów. Całość otaczają szeroko rozbudowane esownicowe zawinięcia i miętko modelowane motywy roślinne, tworzące rodzaj ornamentalnego kartusza. W dolnych narożach ponownie pojawiają się muślinowe pola.



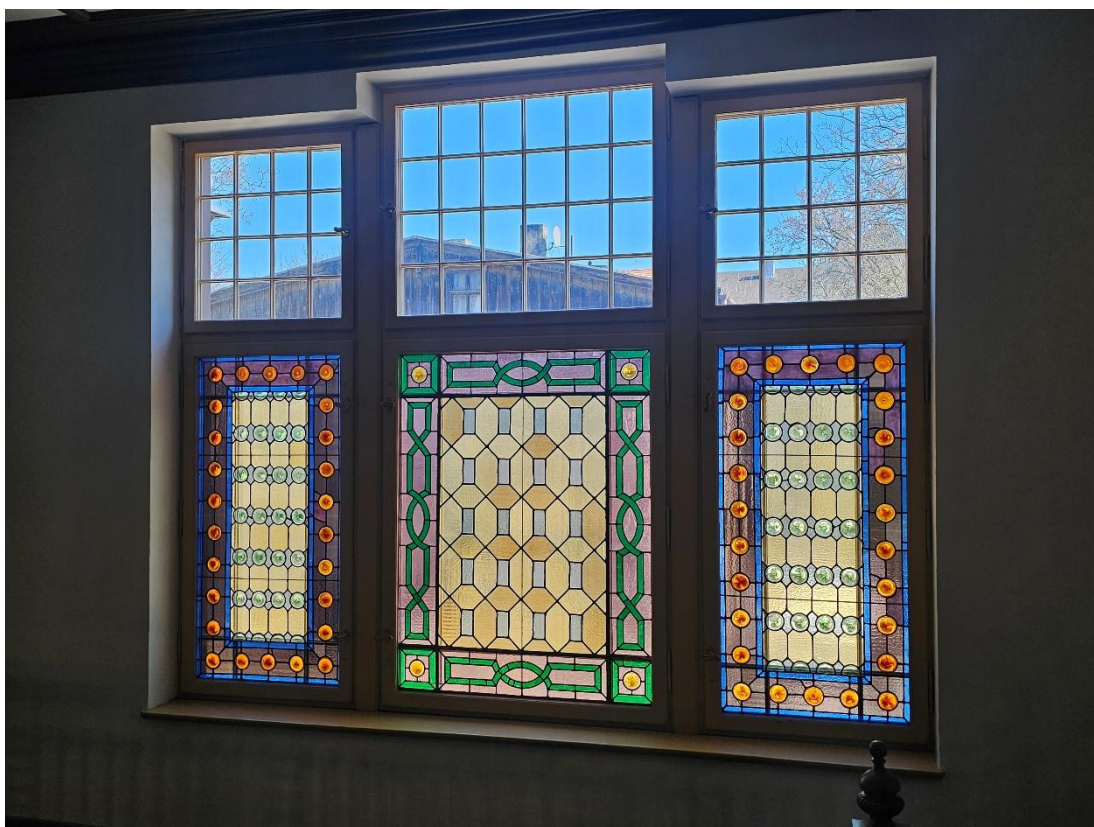
Il. 113. Toruń, ul. Bydgoska 50-52. Przykład okna parteru z bordiurą gomółkową
(Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 114. Toruń, ul. Bydgoska 50-52. Przykład okna pierwszego piętra z bordiurą gomółkową
(Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 115. Toruń, ul. Bydgoska 50-52. Przykład okna drugiego piętra z bordiurą gomółkową (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 116. Toruń, ul. Bydgoska 50-52. Okno klatki schodowej po stronie wschodniej z witrażami geometrycznymi (Fot. Adam Kaźmierczak).



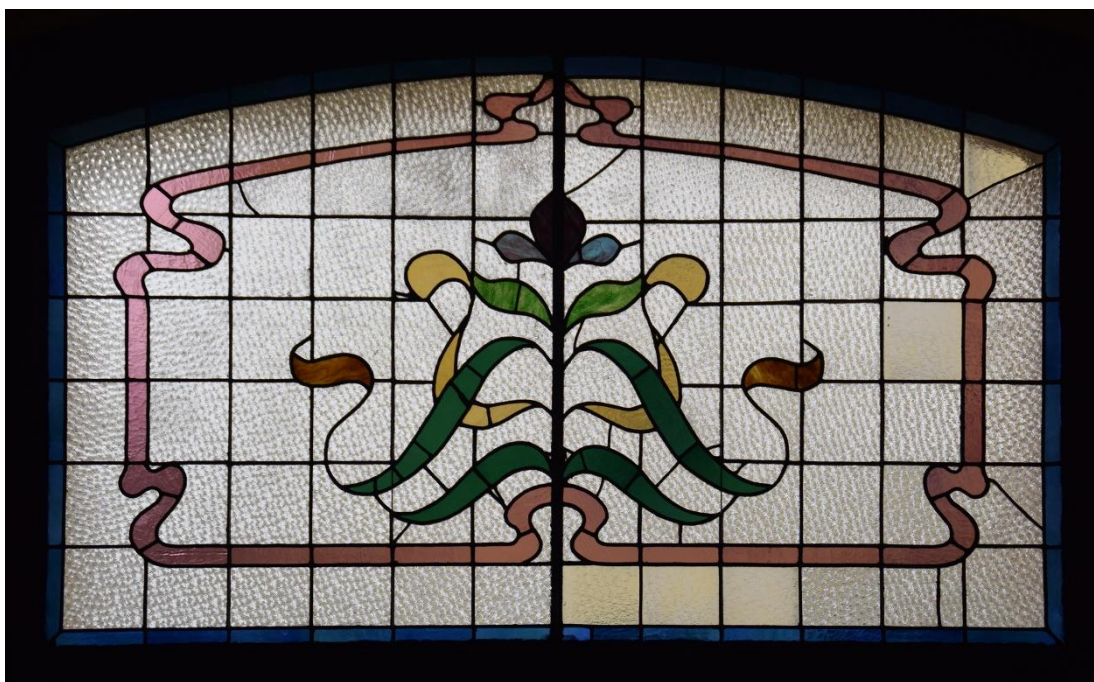
Il. 117. Toruń, ul. Bydgoska 50-52. Zachowany trawiony ornament w płycinie drzwi
(Fot. Adam Kaźmierczak).

Przykłady secesyjnych witraży mozaikowych w kamienicach ograniczają się do motywów abstrakcyjno-floralnych. Wykorzystano tu całe spektrum dostępnych szkielek: katedralne, opalowe, antyczne, ornamentowe i walcowane bezbarwne okienne. W kamienicy przy ul. Poniatowskiego 3 witraże wypełniają nadświetle głównego wejścia, drzwi oddzielające sień o klatki schodowej oraz cztery okna półpięter samej klatki.

Nadświetle drzwi wejściowych (Il. 118) zdobi abstrakcyjna forma falujących taśm i liści w różnych odcieniach zieleni i żółci. Całość zamyka różowofioletowa taśma z pofalowanymi wklęsło-wypukłymi narożnikami i częściami środkowymi. Okno pierwszego półpiętra (Il. 119) zdobi bordiura z niebieską krzywoliniową łodygą, od której odchodzą zielone zastrzone liście i fioletowe wielopłatkowe kwiaty. W części centralnej dominuje wachlarz błękitno-żółty z gomółkami na brzegach oraz purpurowe kwiaty i stylizowany w odcieniach fioletu kwiat lotosu na zwieńczeniu.

Drugie półpiętro (Il. 119) tworzy delikatna więc poprowadzona linią ołowiu z zielonymi liśćmi i niebiesko-fioletowymi kielichowymi spłaszczonymi kwiatami. Pośrodku znajduje się rozbudowana muszla z białego szkła katedralnego, ornamentowego oraz niebiesko-fioletowego szkła opalowego. Zaakcentowano ją zielonymi falującymi liśćmi oraz fioletowym kwiatem tulipana w centrum. Kolejne okno (Il. 120) przedstawia formy abstrakcyjne z białego, żółtego, oranżowego i zielonego

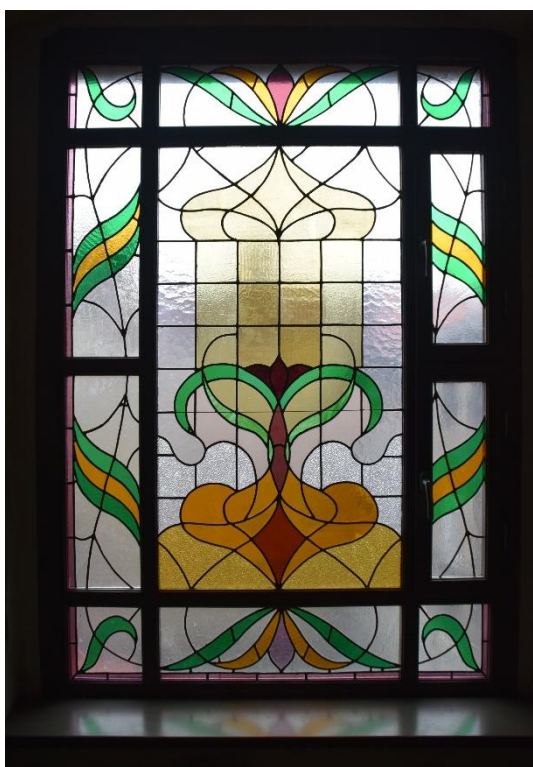
szkła. Bordiurę buduje wiodąca linia ołowiu z pojedynczymi i potrójnymi falującymi zaostrozonymi liśćmi. Pośrodku dominuje kształt sercowy od którego odchodzą zielone falujące taśmy, a zamyka ją żółtawe prostokątne pole zwieńczone łukiem w ośli grzbiet. Okno czwartego półpiętra (Il. 120) po bokach wypełniają zielone nieregularne gałązki z fioletowymi okrągłymi pąkami. W środku znajduje się geometryczna kombinacja błękitnych wklęsło-wypukłych deltoid oraz żółtych i oranżowych gomólek na białym tle szkła katedralnego.



Il. 118. Toruń, ul. Poniatowskiego 3. Secesyjny witraż nadświetla drzwi wejściowych (szkło opalowe, katedralne, ornamentowe, listwy ołowiane) (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 119. Toruń, ul. Poniatowskiego 3. Secesyjne witraże okien pierwszego i drugiego półpiętra klatki schodowej po częściowej rekonstrukcji (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 120. Toruń, ul. Poniatowskiego 3. Secesyjne witraże okien trzeciego i czwartego półpiętra klatki schodowej po częściowej rekonstrukcji (Fot. Adam Kaźmierczak).

Przy ul. Kopernika 42, w prostokątnym, jednopoziomym, trójdzielnym i trzyskrzydłowym oknie na pierwszym półpiętrze, każde skrzydło podzielono poziomym szprosem na około 1/3 wysokości oraz dwoma pionowymi szprosami, tworząc rytm smukłych podziałów pionowych (Il. 121). Każde z wyodrębnionych pól wypełnia witraż przedstawiający splecione, grube żdźbła trawy, zbudowane ze szkieł mączonych w odcieniach żółto-oranżowo-zielonych, biało-zielonych, żółto-błękitnych i żółto-zielonych. Tło stanowi jasnożółte szkło ornamentowe o fakturze skóry węża, lokalnie uzupełnione szkłem katedralnym.

Na drugim półpiętrze (Il. 122), w dwupoziomym i trójdzielnym oknie, zachowały się witraże w bocznych skrzydłach. Są to proste, floralne motywy kandelabrowe, wykonane ze szkła mączonego, katedralnego i ornamentowego. Podstawę kompozycji tworzy zaokrąglony element z oranżowego szkła katedralnego, z którego wyrasta esowato wygięta łodyżka z żółto-oranżowego szkła katedralnego. Wieńczy ją trzyczłonowy, kielichowaty pąk o fioletowym, wtórnym środku i żółtych bokach ze szkła katedralnego. Ponad nim umieszczono biało-zielony owal oraz biało-niebieską lilię heraldyczną, której boczne płatki są wtórne i wykonane ze szkła antycznego malowanego farbami szklivnymi. Wyżej cienka linia ołowiana łączy się z dwoma białymi, krzywoliniowymi, zastrzonymi listkami, przechodzącymi następnie w dwa wydłużone, kielichowate, biało-żółte liście z przecikami z ołowiu, zakończonymi biało-błękitnymi kółkami. Całość wieńczy kwiat o czerwonym środku i biało-różowych płatkach. Tło wypełnia prosta, duża kratownica z bezbarwnego szkła ornamentowego o motywie żaluzji, ułożonego naprzemiennie pionowo i poziomo. Kwatery z trzech stron ujmuje błękitna lamówka ze szkła katedralnego, co sugeruje, że pośrodku znajdowała się pierwotnie kontynuacja całej kompozycji.

W podobnym charakterze utrzymane są witraże na trzecim półpiętrze (Il. 123), zachowane w dwóch lewych bocznych skrzydłach oraz w jednym górnym skrzydle bocznym. Tutaj podstawę stanowi jasnozielone szkło ornamentowe Florentine, powyżej znajdują się dwa esowato wygięte, zastrzone, biało-zielone liście ze szkła mączonego. Łodyżka z żółto-zielono-brązowego szkła mączonego, o wyrazistej, falującej i nieregularnej fakturze, łączy się z żółto-oranżowym, wklęsło-wypukłym pąkiem z trzema kulkami. Z niego wyrasta heraldyczna lilia z biało-błękitnym płatkami środkowym i jasnożółto-zielonymi płatkami bocznymi. Od niej odchodzą dwie ślimacznice uformowane z ołowiu, zakończone ciemnoczerwonymi kołami. Powyżej dwa krzywoliniowe, zastrzone, żółtawozielone liście łączą się z wydłużonym, liściastym

kielichem oranżowo-zielonym, flankowanym pręcikami zakończonymi złocistymi, fakturalnymi kołami ze szkła iryzowanego. Całość zamyka kwiat analogiczny do tego z kondygnacji niższej, o czerwonym środku i biało-oranżowych płatkach. Tło powtarza schemat kwater z niższego piętra.

Na czwartym półpiętrze (Il. 124) zachowały się witraże w bocznych skrzydłach, przy czym prawe skrzydło zabito płytą pilśniową. Łodyżka z zielonkawo-czerwonego szkła mąconego, o wyrazistej, falującej i nieregularnej fakturze, z wtórnym, ceownikowym liściem w odcieniach niebiesko-zielonych, łączy się z biało-błękitno-fioletowym, wklęsło-wypukłym pąkiem z trzema kulkami. Z niego wyrasta heraldyczna lilia z błękitno-fioletowym płatkami środkowymi oraz niebieskimi płatkami bocznymi, wykonanymi wtórnie ze szkła antycznych malowanych farbami szklarnymi. Tło stanowi szkło ornamentowe z motywem żaluzji, a kwatery ujmuje jaskrawo zielonkawożółta lamówka.



Il. 121. Toruń, ul. Kopernika 42. Witraże pierwszego półpiętra klatki schodowej
(Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 122. Toruń, ul. Kopernika 42. Witraże drugiego półpiętra klatki schodowej
(Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 123. Toruń, ul. Kopernika 42. Witraże trzeciego półpiętra klatki schodowej
(Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 124. Toruń, ul. Kopernika 42. Witraże czwartego półpiętra klatki schodowej
(Fot. Adam Kaźmierczak).

Niekompletne witraże kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 odnaleziono na strychu budynku w stanie daleko posuniętej destrukcji. Po kilkutygodniowym porządkowaniu fragmentów kwater udało ustalić się pierwotną ich lokalizację. Witraże okna pierwszego półpiętra klatki schodowej (Il. 125) przedstawiają kandelabrową wic liściasto-kwietną. Z cienkiej łodygi utworzonej z listwy ołowianej rozchodzą się na boki zielone falujące i zastrzone liści ze szkła ornamentowego w formie wklęsłych nieregularnych gruzełek. Kompozycję zamykają dwa rzędy żółtych bukietów z czerwonymi środkami z kaboszonów, uformowane na kształt wianka. Tło stanowi jasnobłękitne subtelne szkło katedralne. Znaleziono również prosty kartusz herbowy dzielony w skos z błękitno-filetowego szkła mąconego na piaskowanym tle i z czerwoną bordiurą ze szkła powłokowego. Najprawdopodobniej znajdował się w centrum środkowego skrzydła okiennego.



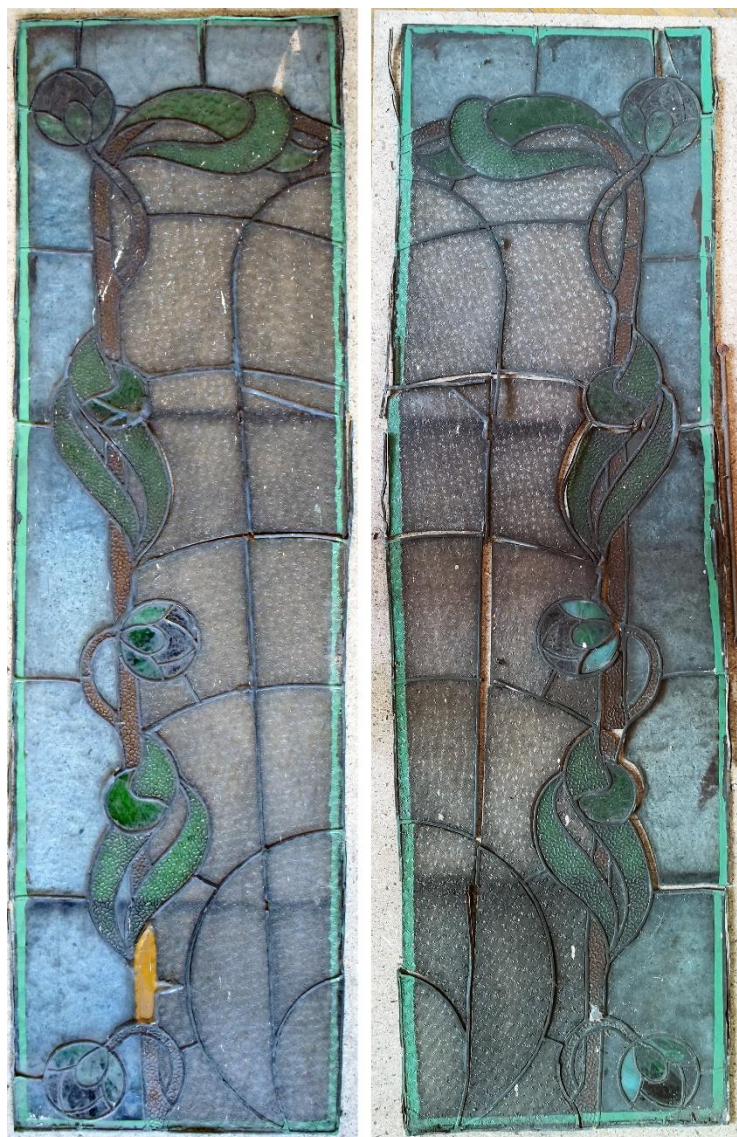
Il. 125. Toruń, ul. Poniatowskiego 1. Znalezione fragmenty secesyjnych witraży z okien pierwszego półpiętra klatki schodowej kamienicy po dopasowaniu poszczególnych elementów kompozycji (Fot. Adam Kaźmierczak).

Witraż okna drugiego półpiętra (Il. 126) zdobi abstrakcyjna więc roślinna w układzie kandelabrowym (zachowana jedna kwatera skrzydła). W czterech rzędach znajdują się fioletowo-żółte pąki kwiatowe ze szkła katedralnego i ornamentowego od których odchodzą esownicowe zaostrome zielone liście. Kompozycję przeplata czerwona taśma ze szkła powłokowego, od dołu tworząc łuk w osi grzbiet, a od góry wypukło-wklęsły. Wewnątrz ornamentu znajduje się bezbarwne szkło ornamentowe Florentine (nieregularne drobne formy gwiazdkowe), a boki zamyka jasnoblękitne szkło katedralne.



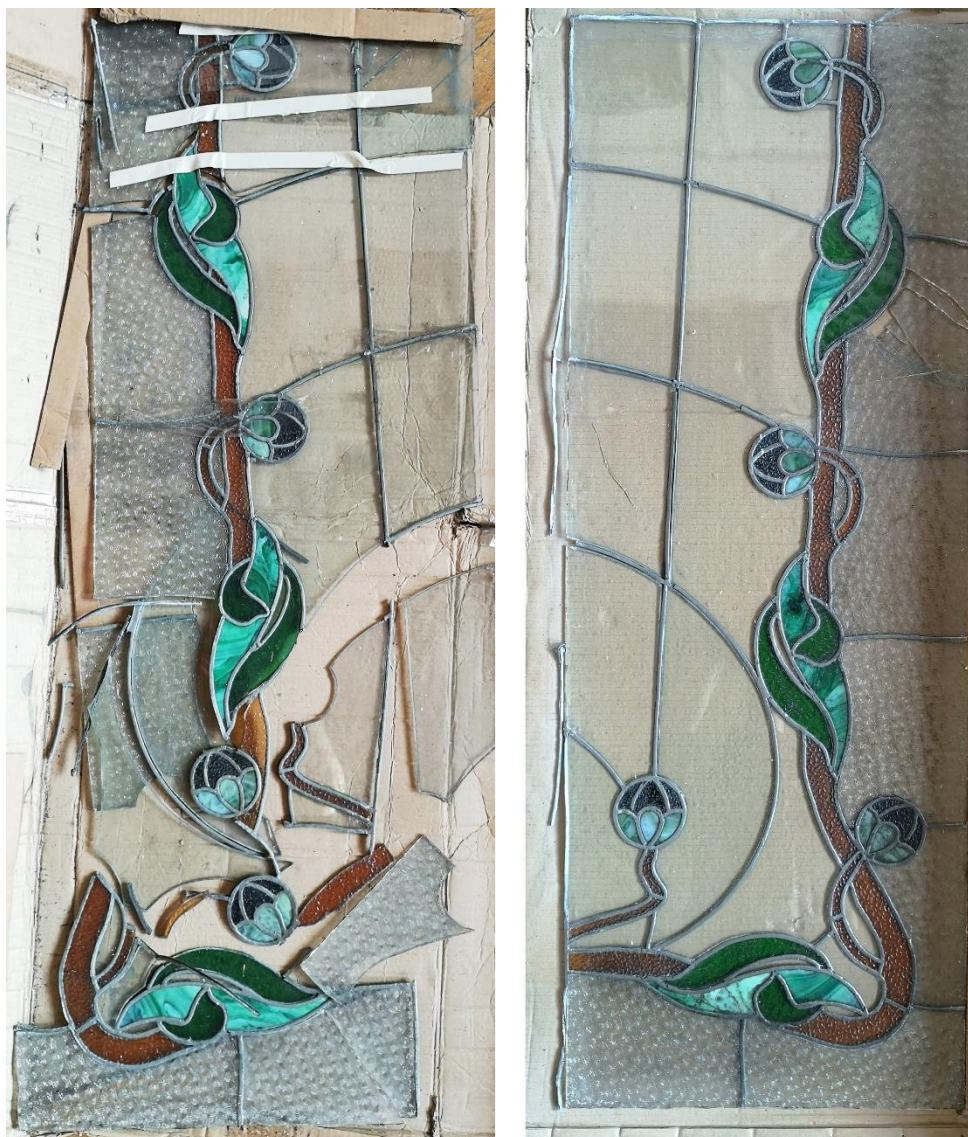
Il. 126. Toruń, ul. Poniatowskiego 1. Kwatera witrażowa okna drugiego półpiętra klatki schodowej kamienicy przed pracami konserwatorskimi i restauratorskimi (Fot. Adam Kaźmierczak).

W oknie trzeciego półpiętra zachowały się dwie skrajne kwatery (Il. 127). Tworzą one część roślinnej bordiury w formie wici w układzie symetrycznym. Od krzywoliniowej żółtej taśmy ze szkła ornamentowego w nieregularne gruzełki, imitującej łodygę, odchodzą w trzech rzędach na zawiniętych kolejnych łodyżkach, okrągłe zamknięte pąki kwiatowe ze szkła mąconego: zielono-białe u dołu i oraz żółto-brązowe u góry. Cała więc przeplatana jest zielonym listowiem ze szkła katedralnego i ornamentowego w nieregularne wklęsłe gruzełki, wychodzącym z głównej taśmy. Każda para liści o zaokrąglonych kształtach jest ze sobą spleciona. Na obwodzie kompozycji znajduje się jasnobłękitne szkło katedralne, a od strony wewnętrznej bezbarwne szkło ornamentowe Florentine.



Il. 127. Toruń, ul. Poniatowskiego 1. Kwatery witrażowe okna trzeciego półpiętra klatki schodowej kamienicy przed pracami konserwatorskimi i restauratorskimi (Fot. Adam Kaźmierczak).

W oknie czwartego półpiętra (Il. 128) znajdują się wkomponowane po pracach konserwatorskich i restauratorskich dwie kwatery, które pierwotnie znajdowały się w jednym z mieszkań kamienicy. Układ kompozycyjny nawiązuje do witraży trzeciego półpiętra. Tutaj zielone liście są ze szkła mąconego i katedralnego, na obwodzie znajduje się bezbarwne szkło ornamentowe Florentine, a wewnątrz bezbarwne szkło okienne walcowane.



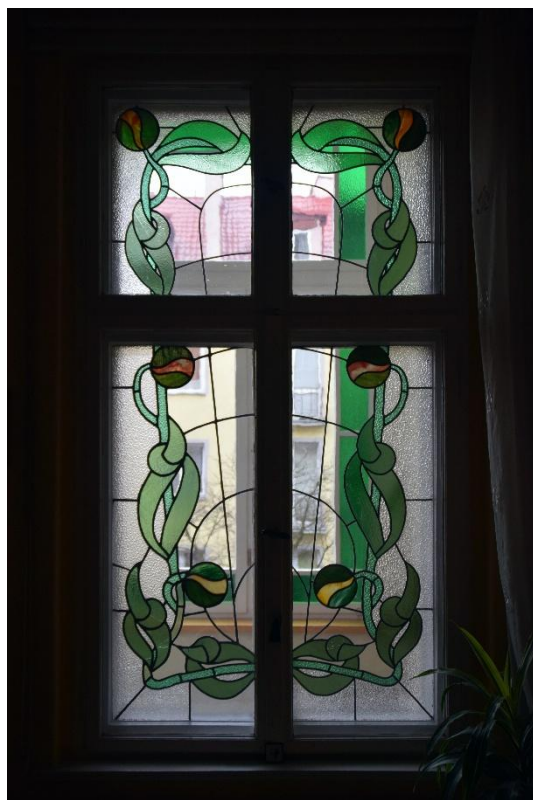
Il. 128. Toruń, ul. Poniatowskiego 1. Kwatery witrażowe pochodzące pierwotnie z jednego z mieszkań kamienicy, które zostały zaaranżowane w oknie czwartego półpiętra klatki schodowej kamienicy. Stan przed pracami konserwatorskimi i restauratorskimi (Fot. Adam Kaźmierczak).

W zachowanych witrażach dwóch mieszkań przy ul. Poniatowskiego 1 (Il. 129) i Poniatowskiego 3 centralną bezbarwną część okna, z podziałem przypominającym motyw muszli, ujmują bogata wic roślinna w układzie symetrycznym. Od krzywoliniowej zielonej i żółtej taśmy imitującej łąkę roślinną odchodzą na zawiniętych kolejnych łodyżkach, okrągłe zamknięte pąki kwiatowe ze szkła mąconego: zielono-żółte i żółto-oranżowe. Cała wic przeplatana jest zielonym listowiem ze szkła katedralnego i mąconego, wychodzącym z głównej taśmy. Na obwodzie kompozycji znajduje się bezbarwne szkło ornamentowe. Dekoracja ornamentalna została sprowadzona na boki skrzydeł okiennych, by do wnętrza mogła wpadać większa ilość światła.



Il. 129. Toruń, ul. Poniatowskiego 1. Secesyjne witraże okien mieszkania (Fot. Adam Kaźmierczak).

Podobne okno zachowało się w jednym z mieszkań przy ul. Poniatowskiego 3 (Il. 130). Zastosowano tu szkło bezbarwne okienne walcowane, szkło ornamentowe przezroczyste oraz zielone o nieregularnej, gruzelkowej fakturze, a także szkło katedralne zielone i szkła mącone w odcieniach zielono-żółtych oraz żółto-oranżowo-czerwonych. Centralną, bezbarwną część okna, o podziale przywodzącym na myśl motyw muszli, ujmują bogata, symetrycznie skomponowana wiec roślinna. Od krzywoliniowej zielonej taśmy, imitującej łodygę roślinną, odchodzą w trzech rzędach, na kolejnych zawiniętych odnogach, okrągłe, zamknięte pąki kwiatowe ze szkła mąconego: zielono-żółte po bokach i żółto-oranżowe pośrodku w rzędzie dolnym oraz żółto-oranżowo-czerwone w dwóch rzędach górnych. Całą więc przeplata zielone listowie ze szkła katedralnego i mąconego, wyrastające z głównej taśmy. Każda para zaokrąglonych liści jest ze sobą spleciona. Partie obwodowe kompozycji wypełnia bezbarwne szkło ornamentowe.



Il. 130. Toruń, ul. Poniatowskiego 3. Witraż secesyjny w oknie jednego z mieszkań (Fot. Adam Kaźmierczak).

Delikatniejsze formy zachowały się częściowo w oficynie kamienicy przy ul. Poniatowskiego 3. W pierwszym oknie klatki schodowej (Il. 131) zastosowano szkła ornamentowe: bezbarwne z motywem pozwijanych palmetek oraz barwione w masie szkła o nieregularnej, gruzelkowej fakturze w kolorze zielonym, żółtym i fioletoworóżowym. Zachowały się fragmenty bordiury oraz kompozycji centralnej, na tle bezbarwnego szkła ornamentowego, stanowiącego tło całej dekoracji. Bordiurę tworzy finezyjna, krzywoliniowa, pojedyncza wiec budowana linią ołowiu, z której wyrastają potrójne, zaostrzone kępki liści. W górnej partii wiec schodzi się w kielichowaty pąk kwiatowy ze szkieł żółtych i fioletoworóżowych, natomiast u dołu dwa długie, wysmukłe liście odchodzą od łezkowatej formy żółtego płatka. Całość ujmują żółta lamówka. W centrum zachowała się częściowo kompozycja z czteropłatkowym kwiatem oraz symetryczną wicią liściastą, tworzącą półkola i układy krzywoliniowe.

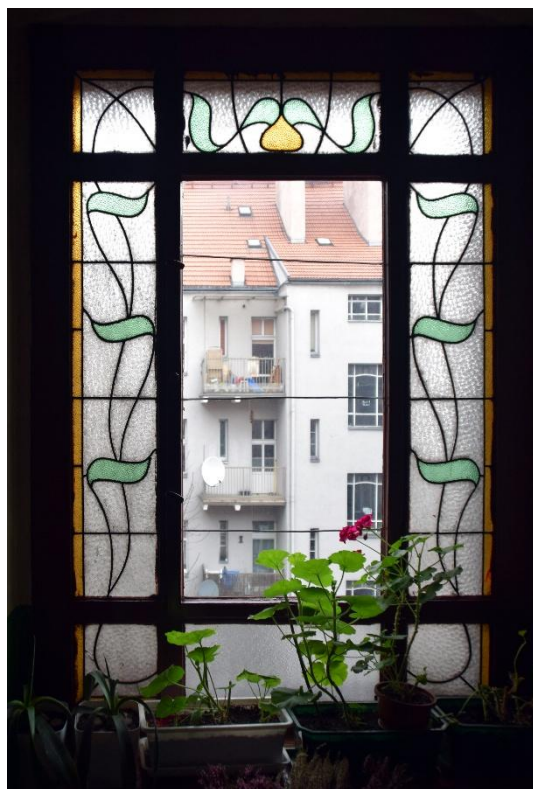
W oknie drugiego półpiętra zachowały się fragmenty bordiury (Il. 131). Zastosowano szkło ornamentowe: bezbarwne z motywem pozwijanych palmetek oraz barwione w masie szkła o nieregularnej, gruzelkowej fakturze w kolorze zielonym i żółtym, oprawione w listwy ołowiane. Bordiurę tworzy podwójna, linearna wiec, której dolną partię zamykają dwa rzędy podwójnych, esowato wygiętych i zaostrzonych liści,

podczas gdy w górnej występują liście pojedyncze, silnie zawijające się i przechodzące w symetryczny układ przeplecionej wstęgi.

W oknie trzeciego półpiętra (Il. 132) zachowały się fragmenty bordiury. Zastosowano szkło ornamentowe z motywem gwiazdek Florentine oraz szkła barwione w masie o nieregularnej, gruzełkowej fakturze, w kolorze zielonym i żółtym, oprawione w listwy ołowiane. Linearna więc bordiury przyjmuje naprzemienny układ rozdwojonych łodyżek z zielonymi liśćmi. W górnej partii linie przechodzą w esownice zakończone liśćmi, pomiędzy którymi umieszczono żółty, łezkowaty pąk.



Il. 131. Toruń, ul. Poniatowskiego 3. Secesyjne witraże okien pierwszego i drugiego półpiętra klatki schodowej oficyny (Fot. Adam Kaźmierczak).



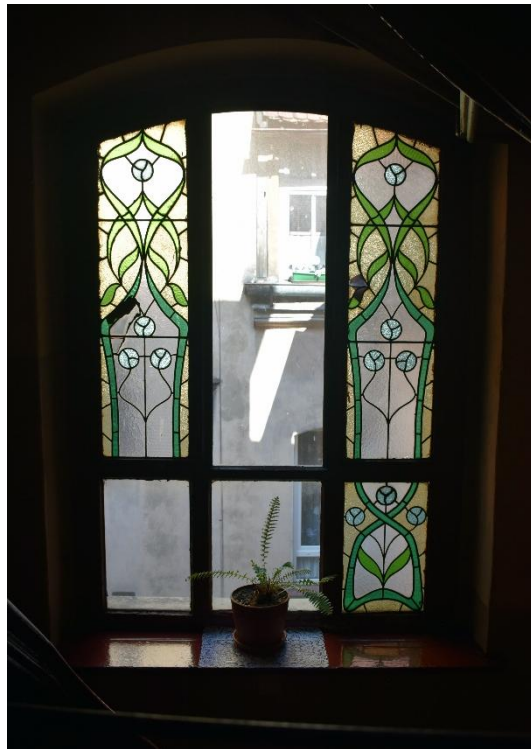
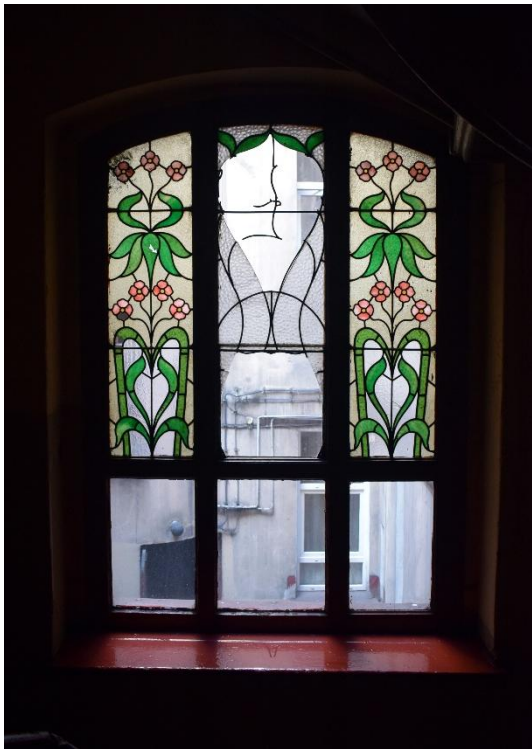
Il. 132. Toruń, ul. Poniatowskiego 3. Secesyjny witraż okna trzeciego półpiętra klatki schodowej oficyny (Fot. Adam Kaźmierczak).

Podobne rozwiązania formalne jak przy ul. Poniatowskiego 1, można znaleźć przy ul. Most Pauliński 12. Okna klatki schodowej są prostokątne zamknięte łukiem odcinkowym, trójdzielne, dwupoziomowe (dolny poziom stanowi 1/3 wysokości górnego). W pierwszym oknie półpiętra (Il. 133) zastosowano szkło ornamentowe: bezbarwne gwiazdki (Florentine – kwatera środkowa), jasnożółte gruzelki (tło kwater bocznych) i żółte gruzelki (środkie kwiatów), jasnozielone nieregularne gruzelki (taśma); szkło katedralne: bezbarwne (pola dolnych części bocznych kwater), zielone (liście środkowej kwatery); szkło mącone: zielono-białe (liście) i różowo-białe (płatki kwiatów). Zachowane częściowo witraże górnego poziomu. Po bokach znajdują się analogiczne układy ornamentu liściasto-kwiatowego w układzie kandelabrowym. Od prostej łodygi z listwy ołowianej odchodzą dwa rzędy zaokrąglonych esowatych liści zielono-białych na bezbarwnym tle szkła katedralnego, które zamyka zielona taśma na kształt litery „M”. Powyżej cztery kwiatki o czterech biało-różowych płatkach i żółtym środku. Na zwieńczeniu układ zielonych i zielono-białych liści: pięć spływających esowato ku dołowi (środkowa w formie łezki) i dwie ceownikowo skierowane ku górze. Całość zamykają trzy kwiaty, analogiczne do dolnych. Tło stanowi jasnożółte szkło ornamentowe. W środkowej kwaterze zachowała się częściowo kompozycja z czterema

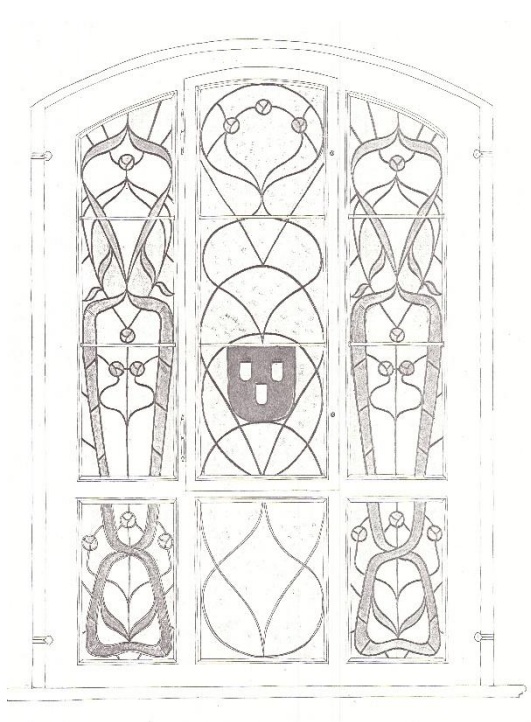
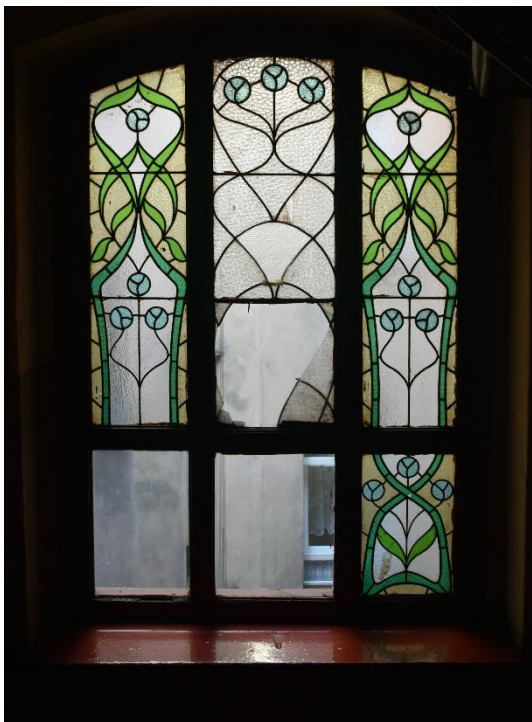
zaostrzonymi zielonymi liśćmi na zwieńczeniu i symetryczny układ krzywoliniowy przełamany łukowymi podziałami z listew ołowianych ornamentowego szkła bezbarwnego.

W oknie drugiego półpiętra (Il. 134) użyto szkło ornamentowe: bezbarwne gwiazdki (Florentine – środkowa kwatera), jasnożółte gruzelki (tło kwater bocznych), błękitne gruzelki (pąki kwiatowe); szkło katedralne: bezbarwne (pola środkowe części bocznych kwater), zielone (liście i taśmy), zielonoturkusowe (taśmy). Zachowane częściowo witraże górnego poziomu i jednej kwatery dolnego. Ornament liściasto-taśmowy z pąkami kwiatowymi w układzie kandelabrowym. Od prostej łądygi z listwy ołowianej odchodzą dwa zaostrzone liście, które ujmują przeplecioną, krzywoliniową zielonoturkusową taśmę, mającą swoją kontynuację w górnej kwaterze. Między taśmą u dołu znajdują się jeszcze trzy błękitne pąki (w układzie łukowym) dzielone na trzy płatki. W górnej kwaterze bezbarwne pole zamknięte taśmą w ostrołuk wypełniają trzy podobne błękitne pąki (w układzie krzyżowym) na krzywoliniowych łądyżkach. Powyżej całość zamykają zdwojone zielone wydłużone liście oraz podwójne układy zaostrzonych i przeplecionych ze sobą liści z błękitnym pąkiem. Boki stanowi jasnożółte ornamentowe szkło. W środkowej kwaterze zachowała się częściowo kompozycja z trzema błękitnymi pąkami na zwieńczeniu i symetryczny układ z listew ołowianych, tworzący krzywoliniowe podziały bezbarwnego szkła ornamentowego: w łuki odcinkowe i w ośli grzbiet. Na rysunku inwentaryzacyjnym (Il. 134) odnalezionym w archiwum Katedry Konserwatorstwa UMK można zauważyć, że w środkowej kwaterze znajdował się również herb, prawdopodobnie z trawionego rubinowego szkła powłokowego. Na tarczy późnogotyckiej, w polu czerwonym, trzy srebrne tarcze w układzie dwa i jeden.

Okno trzeciego półpiętra (Il. 133) jest analogiczne do drugiego. Tutaj zachowały się częściowo boczne witraże górnego poziomu i jednej kwatery dolnego.



Il. 133. Toruń, ul. Most Pauliński 12. Secesyjne witraże okna pierwszego i trzeciego półpiętra klatki schodowej (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 134. Toruń, ul. Most Pauliński 12. Secesyjny witraż okna drugiego półpiętra klatki schodowej (Fot. Adam Kaźmierczak) oraz fragment rysunku inwentaryzacyjnego okna z lat 70. XX w. autorstwa E. Kolasinskiej (Archiwum Katedry Konserwatorstwa, Wydział Sztuk Pięknych UMK).

Na klatce schodowej willi przy ul. Mickiewicza 20 (Il. 135) zachował się silnie zniszczony witraż wraz ze stolarką okienną o finezyjnie poprowadzonych, krzywoliniowych szprosach, wydzielających dekoracyjną bordiurę dla partii środkowej oraz nadświetlenia. Po bokach, na fioletowym tle, biegną cienkie, falujące linie ołowiu z pojedynczymi, esowato wygiętymi, ostro zakończonymi liśćmi. Pole środkowe wypełnia bezbarwne szkło ornamentowe Florentine.



Il. 135. Toruń, ul. Mickiewicza 20. Pozostałości secesyjnego witrażu klatki schodowej willi (Fot. Adam Kaźmierczak).

Wraz z upowszechnianiem się geometryczno-linearnej odmiany secesji dawne bogactwo kolorystyczne i upodobanie do falującej linii witraży zaczęło tracić na aktualności. Coraz częściej ustępowało ono miejsca kompozycjom bardziej zdyscyplinowanym, opartym na uproszczonym rysunku i oszczędniejszej gamie barwnej. Zmienił się ideał wystroju wnętrza. Od 1902 r. znacząco nasiliła się krytyka floralnej secesji i przeszkleń utrzymywanych w tym stylu. Witraże zostały zepchnięte ku krawędzi okna, którego środek wypełniano białym lub pastelowym szkłem²⁵⁰.

²⁵⁰ Ławicka, *Zapomniana pracownia*, 29.

Przy ul. Mickiewicza 52 zachowały się, częściowo rekonstruowane, witraże wykazujące tendencję do geometryzacji form. Wypełniają one okna trójpoziomowe i trójdzielne, w których pole środkowe zostało silnie zaakcentowane i jest wyraźnie większe od bocznych podziałów, tworzących wizualną bordiurę. Zastosowano tu szkła katedralne. Tło każdej kwatery okna pierwszego półpiętra (Il. 136) stanowi szkło bezbarwne, a wszystkie pola bordiury obwiedziono żółtą lamówką. Centralne, duże pole wyznacza zielony obrys arkadowy, nad którego łukiem umieszczono fioletowe żagielki. Przy dolnej krawędzi znajduje się owal z wpisaną formą liliową, zestawioną z błękitnego i jasnobrązowego szkła. Tło podzielono siatką rombów. Boczne pola zamykają od góry i dołu dwa czerwone koła, wpisane w błękitny, nieregularny owal, co w całości daje formę podwójnej woluty. Pośrodku umieszczono czerwoną gomółkę, od której po bokach rozchodzą się dwa błękitne, trójkątne elementy. Górna i dolna kwatera zasadniczo powtarzają ten sam schemat kompozycyjny. Narożniki okna zdobi prosty kwiat z fioletowym środkiem i czterema zastrzonymi, zielonymi płatkami.

Okna drugiego i trzeciego (Il. 136) półpiętra mają analogiczne witraże. W drugim zachowała się jedynie bordiura, natomiast w trzecim – tylko dwie boczne kwatery. Małe, prostokątne okno czwartego półpiętra (Il. 137) wypełnia witraż o formie arkady z żółtą lamówką i fioletowymi żagielkami, którego centrum zajmuje siatka rombów.



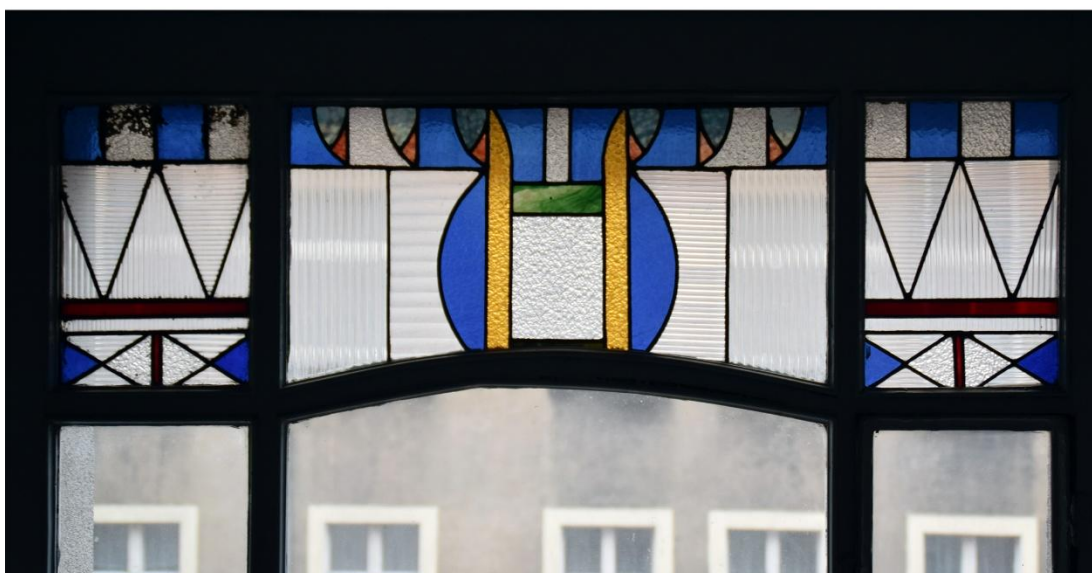
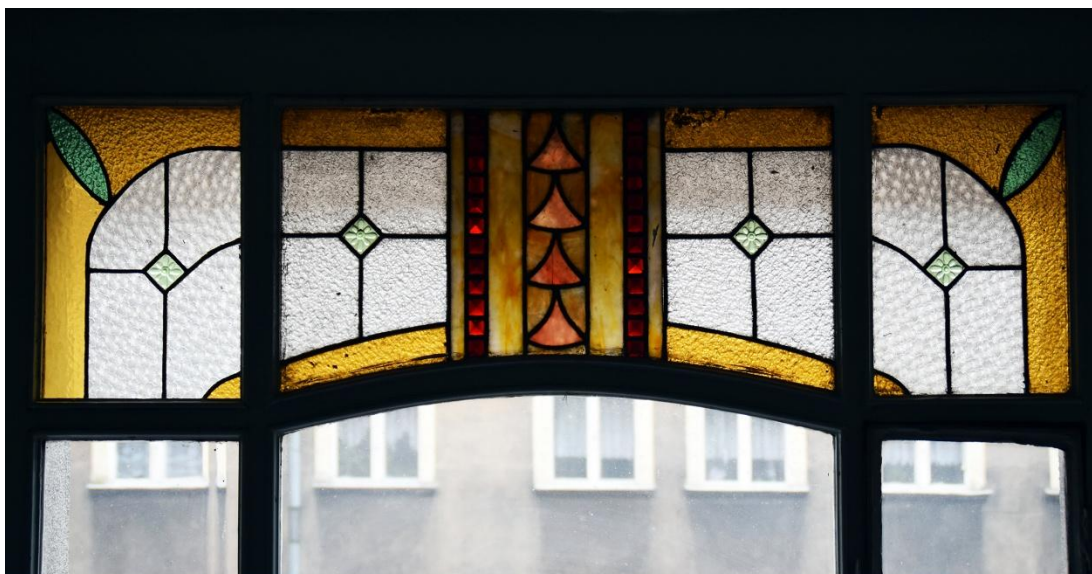
Il. 136. Toruń, ul. Mickiewicza 52. Geometryczne witraże okien pierwszego i drugiego półpiętra klatki schodowej (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 137. Toruń, ul. Mickiewicza 52. Geometryczne witraże okien trzeciego i czwartego półpiętra klatki schodowej (Fot. Adam Kaźmierczak).

Pozostałości witraży o charakterze geometrycznym zachowały się w oknach klatki schodowej przy ul. Piastowskiej 9 (Il. 138). W oknie pierwszego półpiętra widoczny jest fragment geometrycznej bordiury o podziale szachownicowym, ujętej po bokach lamówką. Tworzą ją szkła ornamentowe walcowane: przezroczyste z motywem gwiazdek i nieregularnych granulek, żółte o drobnoziarnistej fakturze oraz jasnozielone z odlewanyymi rozetkami. W centrum znajduje się szeroki pas z oranżowo-czerwonych szkieł mąconych, opalowych i rautów.

W oknie drugiego półpiętra zachował się także fragment geometrycznej bordiury złożonej z trójkątów, prostokątów i półkoli. Zastosowano tu szkła ornamentowe z motywem żaluzji w różnych układach oraz szkła o fakturze granulek. Wyrazistą fakturę kompozycji łagodzą wstawki z błękitnego szkła katedralnego oraz ze szkieł mąconych w kolorze ciemnoczerwonym, zielonym i oranżowym.



Il. 138. Toruń, ul. Piastowska 9. Zachowane fragmenty secesyjnych witraży w typie geometrycznym okien pierwszego i drugiego półpiętra klatki schodowej (Fot. Adam Kaźmierczak).

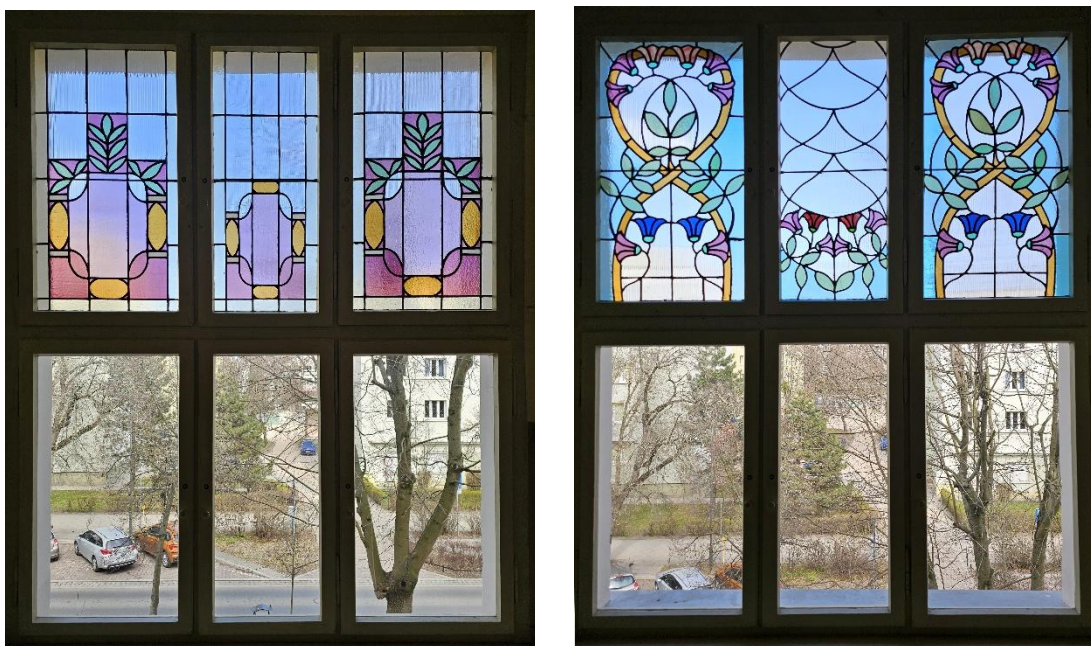
W kamienicy przy ul. Mickiewicza 1-3 na klatce schodowej znajdują się dwa okna z witrażami, z których jeden z nich utrzymany jest w stylu geometrycznym, a drugi jeszcze w krzywoliniowej estetyce. Po ostatnich pracach konserwatorskich i restauratorskich niektóre kwatery zostały poprzesztawiane i sprowadzono je wszystkie do górnych kwater danego okna, nie zważając na logikę kompozycyjną. Okna są regularne, trójpoziomowe i trójdzielne.

W oknie drugiego półpiętra (Il. 139) trzy zachowane kwatery przeniesiono z dolnych skrzydeł do górnych. Boczne kwatery zbudowane są z prostych podziałów pionowych i poziomych, które tworzą rodzaj siatki porządkującej całość ornamentu. Forma opiera się na zestawieniu pól prostokątnych, półkolistych łuków, owali oraz

stylizowanych motywów liściastych. Część centralną zajmuje duże, pionowe jasnofioletowe pole szkła katedralnego o wydłużonym prostokątnym kształcie, zamknięte od dołu miękko wyprowadzonymi, półkolistymi ciemnoróżowymi spływami. Po jego bokach rozmieszczono dwa wąskie, pionowe owale w barwie żółtozłotej, a u dołu dodatkowo poziomy owal zamykający kompozycję podstawy. Partie boczne i dolne wypełniają pola jasnofioletowe i ciemnoróżowe, kontrastujące z jasnożółtym obramieniem zewnętrznym (po bokach i od dołu). Najbardziej dekoracyjna jest górna strefa kompozycji. Ponad centralnym polem wyrasta stylizowany motyw roślinny złożony z osiowo ułożonych, jasnozielonych liści laurowych. Po bokach towarzyszą mu analogiczne, ukośnie rozchodzące się gałązki liściaste, wpisane w fioletowe pola trójkątne i trapezowe. Tło górnej partii stanowią pionowe pasy bezbarwnego szkła ornamentowego o wyraźnej linearnej fakturze żaluzji. W kwaterze środkowej umieszczono pomniejszony wariant motywu prostokątnego z żółtymi owalami, przy czym w jego górnej partii, zamiast motywu liściastego, znajduje się pojedynczy żółty owal.

W oknie trzeciego półpiętra z motywem floralnym (Il. 139) środkowa kwatera została przeniesiona z partii dolnej, natomiast kompozycje boczne są identyczne. Żółta taśma ze szkła katedralnego tworzy u dołu łuk, który w połowie wysokości przeplata się, formując powyżej kształt sercowaty. Jego środek oraz boki, przy miejscu splotu, zdobią symetrycznie rozmieszczone podwójne zielone listki laurowe. U dołu, ku środkowi, od esowato wygiętej linii ołowianej odchodzą po dwa kielichowe kwiaty o zielonych podstawach: boczne mają płatki ciemnoróżowe, środkowe ciemnoniebieskie. Analogiczne kwiaty, ujęte w układ wieńcowy, biegną także wzdłuż górnej żółtej taśmy: cztery skrajne są fioletowe, a dwa środkowe różowo-czerwone. Wewnętrzne pola wypełnia bezbarwne szkło ornamentowe z motywem żaluzji ułożonym pionowo, natomiast partie boczne wykonano z błękitnego szkła katedralnego.

Środkową kwaterę tworzy kompozycja ze szkła ornamentowego, w której linie ołowiane budują nakładające się na siebie kształty łezkowate, zamknięte łukiem w ośli grzbiet. Dolną partię wypełnia zbliżona kompozycja kwiatowa z ciemnoróżowych i różowoczerwonych kwiatów, zamknięta od dołu zielonymi liśćmi spływającymi w dół i błękitnym tłem.



Il. 139. Toruń, ul. Mickiewicza 1-3. Witraże secesyjne drugiego i trzeciego okna klatki schodowej (Fot. Adam Kaźmierczak).

Wyjątkowe w tym zestawieniu są dwa witraże w oknach klatki schodowej (Il. 140) gmachu Collegium Maximum UMK (pierwotnie Banku Rzeszy), które wykonano 26 kwietnia 1906 r., o czym świadczą inskrypcje: „O. Lichtenstern. 26/4.06” (w prawym górnym rogu dolnej kwatery I okna) oraz „L. Gąsiorowski. 26/04.06” (w lewym górnym rogu dolnej kwatery II okna) (Il. 141). Chodzi o Oskara Lichtensterna i Ludwika Gąsiorowskiego. W księdze adresowej Torunia z 1908 r. Oskar Lichtenstern widnieje jako bankier, który mieszka przy Bachestraße 2 (ul. Strumykowa), a swoją działalność prowadzi przy Baderstraße 10 (ul. Łazienna)²⁵¹. W księdze adresowej Torunia z 1897 i 1908 r.²⁵² znajduje się Ludwik Gąsiorowski²⁵³, który jest sprzedawcą drewna²⁵⁴ i mieszka przy Copernikustraße 22 (ul. Kopernika), a swój sklep prowadzi przy ul. Seglerstraße 13 (ul. Żeglarska)²⁵⁵. Można z dużym prawdopodobieństwem przyjąć, że obaj panowie byli jedynie fundatorami poszczególnych kwater witrażowych, a nie wykonawcami, jak to podkreśla się w literaturze przedmiotu²⁵⁶. Witraże wykonał

²⁵¹ *AdressBuch für Thorn Stadt und Land* (Thorn, 1908): 59, Dostęp 13 marca 2024, <https://kpbc.umk.pl/dlibra/publication/2252/edition/3710/content>.

²⁵² Ibidem, 26.

²⁵³ *Adreß=Buch der Stadt Thorn, Podgorz u. Mocker sowie des Landkreises Thorn für das Jahr 1897* (Thorn, 1897): 12, Dostęp 13 marca 2024, <https://kpbc.umk.pl/dlibra/publication/45075/edition/53566/content>.

²⁵⁴ Tamże, 44.

²⁵⁵ Tamże.

²⁵⁶ Lidia Gerc, *Collegium Maximum Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu Dawny budynek Banku Rzeszy i Narodowego Banku Polskiego* (Toruń: Wydawnictwo Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, 2006), 52; <http://obiekty.umk.pl/po-1970/11/>, Dostęp 13.03.2024.

najprawdopodobniej warsztat Emila Hella, któremu zlecono oszklenie drzwi oraz zamknięć korytarzy²⁵⁷. On oraz Julius Hell prowadzili wówczas w Toruniu prężnie rozwijające się firmy szklarsko-artystyczne.

Bliźniacze okna w prostej konstrukcji krosnowej są dwupoziomowe; dolne skrzydło (podślemię) pojedyncze wyższe, górne (nadślemię) dzielone głębokimi szprosami o przekroju trapezu: trójpoziomowe i trójdzielne.

Dwa otwory mają taką samą witrażową kompozycję ornamentalną wykonaną w klasycznej technice witrażowej w układzie kandelabrowym, biegnącą od dolnego skrzydła i zakończoną w górnym skrzydle okiennym. Dolną część tworzy forma sarkofagowej podstawy ze szkła mąconego biało-brązowego z biało-czerwonym półkolem pośrodku. Na niej stoi wazon przypominający grecką amforę z pękatym żółto-brązowym brzuścem z trójskokową błękitną podstawą. Na brzuścu namalowano farbą konturową ciemnobrązową skośną kratownicę. Błękitno-fioletową szyję oraz wolutowe uchwyty o kanciastych wykończeniach zdobią poziome i pionowe paski z brązowej patyny. Wazon oraz podstawę flankują dwa mięsiste jasnozielone listowia w układach esownicowych i ceownikowych ze szkła katedralnego, przypominające akanty. Zdobią je dodatkowo żółte perełkowania wykonane z lazury srebrzej.

Z wazonu wychodzą jasnozielone pędy różane. U dołu pośrodku jeden z nich się potraja i tworzy bukiet czerwonych pąków róż w układzie rzędownym na delikatnym łuku. Kolejne pędy rozchodzą się na boki i kierują ku górze, dwa z nich krzyżują się w 2/3 wysokości kwatery i akcentowane są dwoma potrójnymi zielonymi liśćmi róży. Tło pomiędzy gałązkami jest błękitne, a cały układ wpisuje się w jasnożółte prostokątne pole, które przechodzi do zwieńczenia górnej kwatery. Kompozycja ornamentowa przechodzi na górne skrzydło tworząc cały liściasty krzew różany z siedmioma pąkami czerwonych róż: po dwa po bokach ułożone w skos i trzy na zwieńczeniu ustawione w delikatny łuk. Niektóre zielone szkła zostały od strony zewnętrznej podmalowane zielonymi transparentnymi farbami szklivnymi. Boki zamyka jasnożółte słomkowe tło dzielone w prostokątną kratownicę o krzywoliniowych górnych i dolnych krawędziach. Całość ujmują fioletowa lamówka ze szkła katedralnego.

²⁵⁷ *Thorner Presse*, 1906, Nr. 96 (Beilage), 26 April,
<https://kpbc.umk.pl/dlibra/publication/177244/edition/179607/content>, Dostęp 14 marca 2024; Gerc,
Collegium Maximum, 64.



Il. 140. Toruń, Plac Rapackiego 1. Secesyjne witraże klatki schodowej gmachu Collegium Maximum UMK. Stan przed pracami konserwatorskimi i restauratorskimi (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 141. Toruń, Plac Rapackiego 1. Secesyjne witraże klatki schodowej gmachu Collegium Maximum UMK. Namalowane daty i nazwiska prawdopodobnych fundatorów kwater (Fot. Adam Kaźmierczak).

Przedstawione przykłady zachowanych witraży i oszkleń ozdobnych toruńskich kamienic z końca XIX i początku XX w. stanowią istotne świadectwo kultury artystycznej oraz rzemiosła szklarskiego tego okresu. Analizowane realizacje ukazują zarówno dużą popularność dekoracyjnych przeszkleń w architekturze mieszkaniowej, jak i bogactwo stosowanych rozwiązań formalnych, stylistycznych oraz technicznych. W omawianych przykładach widoczne są cechy późnego historyzmu, a także wzornictwo secesyjne, przejawiające się w doborze ornamentyki, układach kompozycyjnych i sposobach kształtowania detalu. Szczególną rolę odgrywały bordiury, szczególnie pod koniec XIX w., narożne rozety, motywy winnej latorośli, szkła muślinowe oraz różnorodne elementy barwnego szkła katedralnego, powłokowego i mąconego. Istotne znaczenie miała również różnorodność technik wykonania, obejmujących między innymi trawienie, piaskowanie, szlifowanie, polerowanie, wytłaczanie oraz tradycyjny montaż w listwach ołowianych. Analizowany materiał pozwala stwierdzić, że oszklenia ozdobne i witraże, pomimo występowania wielu powtarzalnych motywów dekoracyjnych, nie były jedynie dodatkiem do architektury kamienic, lecz stanowiły ważny element ich kompozycji estetycznej, współtworząc charakter wnętrza i akcentując reprezentacyjny charakter klatek schodowych, sieni oraz salonów w mieszkaniach.

3. Problematyka konserwatorsko-restauratorska witraży i oszkleń ozdobnych kamienic toruńskich XIX i początku XX wieku

Problematykę konserwatorsko-restauratorską witraży i oszkleń ozdobnych kamienic toruńskich XIX i początku XX w. należy rozpocząć od przedstawienia najważniejszego dokumentu dotyczącego „Wytycznych konserwacji i restauracji witraży” z 1989 r., aktualizowanego w 2004 r.

3.1. Wytyczne konserwatorskie (zalecenia Corpus Vitrearum)

Dokument „Wytyczne dotyczące konserwacji i restauracji witraży”²⁵⁸ stanowi zbiór międzynarodowych zasad regulujących postępowanie przy ochronie, konserwacji i restauracji. Został on opracowany przez Międzynarodowy Komitet Konserwacji Witraży Corpus Vitrearum we współpracy z ICOMOS. Dokument w swojej drugiej wersji został przyjęty w 2004 r. w Norymberdze i stanowi rozwinięcie wcześniejszych wytycznych z 1989 r. Jego celem jest ujednolicenie standardów konserwatorskich oraz zapewnienie właściwej ochrony dziedzictwa witrażowego na świecie.

Niniejsze wytyczne koncentrują się na szczegółowych zasadach konserwacji witraży, dlatego nie powielają ogólnych zaleceń zawartych w kluczowych międzynarodowych dokumentach dotyczących ochrony dziedzictwa. Należą do nich m.in. Międzynarodowa Karta Konserwacji i Restauracji Zabytków i Miejsc Zabytkowych (Karta Wenecka, ICOMOS, 1964), dokument „The Conservator-Restorer: A Definition of the Profession” (ICOM, 1984), Kodeks etyki zawodowej ICOM (1986) oraz wytyczne ICOMOS dotyczące kształcenia w zakresie konserwacji zabytków i zespołów architektonicznych (1993).

Pojęcie „witraż” ujmowane jest tu szeroko i obejmuje zarówno tradycyjne kompozycje witrażowe, jak i różnorodne przeszklenia dekoracyjne – w tym realizacje ołowiane, wykonane techniką Tiffany’ego, dalle de verre²⁵⁹ oraz inne formy przeszkleń architektonicznych, niezależnie od tego, czy znajdują się one in situ, czy też są przechowywane w zbiorach muzealnych bądź prywatnych.

²⁵⁸ Cały podrozdział został napisany na podstawie: Oleszczuk, Szybisty, tłum., *Wytyczne dotyczące konserwacji i restauracji*.

²⁵⁹ Strukturalne witraże ze szkła i betonu w architekturze XX/XXI wieku. Por. Ewa Grzech, „Technika dalles de verre i jej geneza”, *Świat szkła. Okna. Drzwi. Fasady*, 7-8 (2006), Dostęp 10.12.2025, <https://swiat-szkla.pl/article/1675-technika-dalles-de-verre-i-jej-geneza>.

Dokument został przetłumaczony na język polski przez Sławomira Oleszczuka oraz Tomasza Szybistego w celu udostępnienia tych międzynarodowych standardów polskojęzycznym specjalistom i instytucjom zajmującym się ochroną zabytków. Tłumaczenie wpisuje się w praktykę Corpus Vitrearum, zgodnie z którą narodowe komitety organizacji odpowiadają za rozpowszechnianie wytycznych w różnych językach.

Tekst obejmuje szeroki zakres zagadnień związanych z konserwacją witraży, traktując je jako pełnoprawne dzieła sztuki o wartości historycznej, artystycznej i materialnej. Podkreśla, że niezależnie od czasu powstania czy wartości rynkowej każdy witraż powinien być poddawany pracom konserwatorskim z najwyższą starannością i zgodnie z zasadami profesjonalizmu.

Opracowanie stanowi kompleksowy zbiór zasad regulujących postępowanie z witrażami jako szczególną kategorią dziedzictwa kulturowego, podkreślając ich równorzędną wartość wobec innych dzieł sztuki oraz konieczność prowadzenia prac konserwatorskich z najwyższą starannością i poszanowaniem ich historycznego, materialnego i architektonicznego kontekstu. Dokument wskazuje, że proces konserwacji powinien mieć charakter interdyscyplinarny i angażować specjalistów z różnych dziedzin.

Podstawą wszelkich działań konserwatorskich przy witrażach są szczegółowe badania naukowe obejmujące historię obiektu, jego funkcję, stan zachowania, zastosowane materiały i technologie oraz wcześniejsze ingerencje. Wyniki tych analiz stanowią fundament dla opracowania strategii konserwatorskiej, która powinna uwzględniać zarówno plan bieżących prac, jak i długofalową ochronę witraży. Integralnym elementem tego procesu jest pełna, systematyczna dokumentacja wszystkich etapów działań, zapewniająca możliwość ich kontroli, oceny oraz zachowania informacji dla przyszłych pokoleń.

Szczególne znaczenie przypisuje się konserwacji prewencyjnej, której celem jest utrzymanie stabilnych warunków środowiskowych i zapobieganie degradacji obiektów. Obejmuje ona regularny monitoring stanu witraży oraz ich otoczenia, a także stosowanie odpowiednich środków ochronnych, takich jak oszklenia zabezpieczające. Kluczowym elementem konserwacji prewencyjnej witraży znajdujących się *in situ* jest właśnie zastosowanie odpowiedniego oszklenia ochronnego, które zabezpiecza je zarówno przed uszkodzeniami mechanicznymi, jak i negatywnym oddziaływaniem czynników atmosferycznych. Jego funkcją jest nie tylko przejęcie roli bariery dla warunków

zewnątrznych, lecz także ograniczenie ryzyka kondensacji pary wodnej na powierzchni szkła historycznego.

Ze względu na indywidualny charakter każdego obiektu, wynikający z jego lokalizacji i ekspozycji, konstrukcja oszklenia ochronnego powinna być każdorazowo dostosowana do konkretnego przypadku. Musi ona spełniać zarówno wymagania konserwatorskie, uwzględniające specyfikę witrażu i jego kontekst architektoniczny, jak i pozostawać spójną z budowlą pod względem fizycznym i estetycznym. W praktyce stosuje się różne rozwiązania – od systemów montowanych i wentylowanych od zewnątrz po bardziej zaawansowane układy wentylowane wewnątrz z wykorzystaniem izotermicznych pakietów zespolonych²⁶⁰, które obecnie uznawane są za najbardziej efektywną formę ochrony.

Dobór odpowiedniego systemu wymaga specjalistycznej wiedzy dotyczącej ich działania i wpływu na obiekt. Właściwie zaprojektowane oszklenie ochronne może znacząco ograniczyć potrzebę interwencji konserwatorskich, a nawet im zapobiec, jednocześnie ułatwiając ewentualny przyszły demontaż witraży. Uzupełniającym środkiem zabezpieczającym mogą być siatki ochronne, jednak ich zastosowanie powinno uwzględniać wpływ na walory estetyczne zarówno samego witrażu, jak i całej architektury.

Dokument podkreśla również wagę właściwego transportu, przechowywania i ekspozycji witraży, wskazując na konieczność stosowania stabilnych chemicznie materiałów ochronnych, odpowiednich warunków świetlnych i temperaturowych oraz zabezpieczenia przed bezpośrednim kontaktem z odbiorcami.

Przemieszczanie witraży wymaga specjalistycznych kompetencji, dlatego wszelkie działania związane z ich demontażem i transportem powinny być wykonywane wyłącznie przez wykwalifikowanych specjalistów.

Zaleca się, aby witraże przewozić w pozycji pionowej, z odpowiednim podparciem i zabezpieczeniem całej powierzchni z obu stron. W przypadkach szczególnych – takich jak osłabiona siatka ołowiana, zagrożona warstwa malarska czy niewielkie fragmenty – dopuszczalny jest transport w pozycji poziomej, pod warunkiem zapewnienia pełnej stabilizacji obiektu. Podobne zasady dotyczą przechowywania, które

²⁶⁰ Pakiet zespolony szyb (szyba zespolona) to nowoczesny, wielowarstwowy element okienny składający się z co najmniej dwóch tafli szkła, które są trwale i hermetycznie połączone ramką dystansową. Przestrzeń między szybami wypełniona jest gazem szlachetnym (argonem lub kryptonem), co zapewnia doskonałą izolację cieplną i akustyczną.

może odbywać się zarówno w układzie pionowym, jak i poziomym, przy czym w każdej sytuacji konieczne jest równomierne podparcie całej powierzchni witrażu.

Dobór materiałów zabezpieczających stosowanych podczas transportu, magazynowania i ekspozycji powinien być poprzedzony analizą ich właściwości fizycznych i chemicznych. Należy uwzględnić ryzyko emisji szkodliwych substancji, zdolność do absorpcji wilgoci oraz możliwość mechanicznego uszkodzenia powierzchni szkła.

W warunkach ekspozycji muzealnej istotne jest ograniczenie natężenia światła do niezbędnego minimum oraz kontrola temperatury, zwłaszcza w przypadku stosowania kasetonów podświetlających, które mogą powodować przegrzewanie i degradację materiałów konserwatorskich. Równie ważne jest zapewnienie odpowiedniego dystansu między obiektem a odbiorcą – poprzez zastosowanie barier lub innych rozwiązań – w celu wyeliminowania ryzyka bezpośredniego kontaktu z witrażem.

W zakresie zabiegów konserwatorskich i restauratorskich wytyczne akcentują zasadę minimalnej ingerencji oraz konieczność ich ścisłego powiązania z wynikami badań. Działania powinny być prowadzone lokalnie, a nie na całej powierzchni witrażu oraz poprzedzone odpowiednim przygotowaniem logistycznym, w tym zapewnieniem dostępu do obiektu.

Dla zapewnienia bezpieczeństwa witrażu podczas przeglądów oraz wszelkich prac prowadzonych in situ konieczne jest zagwarantowanie odpowiedniego dostępu do obiektu. W wielu przypadkach wymaga to zastosowania specjalistycznych rusztowań, zarówno od strony wewnętrznej, jak i zewnętrznej, choć w uzasadnionych sytuacjach dopuszczalne są także inne rozwiązania techniczne.

Z uwagi na ryzyko uszkodzeń związanych z demontażem, priorytetowo należy rozważać prowadzenie prac konserwatorskich bezpośrednio na miejscu. Konieczny demontaż powinien być odpowiednio zaplanowany. W takich przypadkach wskazane jest wcześniejsze zastosowanie zabiegów wzmacniających kwatery witrażowe, przy czym działania te muszą być odwracalne i nie mogą powodować trwałych zmian ani uszkodzeń obiektu.

Przed podjęciem jakiegokolwiek ingerencji konserwatorskiej powierzchnia szkła, jej opracowanie oraz warstwa malarska powinny zostać poddane szczegółowym analizom, umożliwiającym identyfikację oryginalnych materiałów, stopnia i rodzaju korozji oraz obecności substancji wtórnych. Produkty korozji należy przy tym traktować jako istotne świadectwo historii obiektu, dlatego celem działań konserwatorskich jest

przede wszystkim zachowanie substancji zabytkowej, a nie poprawa walorów estetycznych poprzez usuwanie nalotów. Ewentualne czyszczenie może być prowadzone jedynie w ograniczonym zakresie i pod ścisłą kontrolą, z pełną świadomością ryzyka wynikającego z zastosowanych metod i materiałów. Niedopuszczalne jest stosowanie kąpieli lub okładów, zarówno dla całych kwater, jak i ich fragmentów.

Interwencje dotyczące warstwy malarskiej powinny być podejmowane wyłącznie w sytuacji realnego zagrożenia jej zniszczeniem. W przypadkach, gdy warstwa ta jest osłabiona, lecz stabilna, pierwszeństwo należy przyznać działaniom prewencyjnym. Kategorycznie wyklucza się ponowne wypalanie witraży.

Ubytki, przemieszczenia oraz wcześniejsze uzupełnienia stanowią ważny element historii witrażu i wymagają dokładnej analizy oraz dokumentacji przed rozpoczęciem prac. Wprowadzanie nowych uzupełnień, retuszy czy rekonstrukcji dopuszczalne jest jedynie w oparciu o jednoznaczne wyniki badań historycznych i technicznych, przy zachowaniu zasady minimalnej ingerencji oraz odwracalności zastosowanych rozwiązań. Każde nowe uzupełnienie powinno być trwale oznaczone, np. poprzez datę i sygnaturę. Konserwacja witrażu obejmuje również stabilizację jego konstrukcji, a także elementów architektonicznych, szczególnie w przypadku obiektów zachowanych in situ, co wymaga współpracy specjalistów z różnych dziedzin. Elementy konstrukcyjne – takie jak listwy ołowiane, cynkowe, folie miedziane czy inne materiały – stanowią integralną część dzieła i jego wartości historycznej, dlatego ich zachowanie jest priorytetem. Choć w uzasadnionych przypadkach możliwe są ingerencje, w tym wymiana niektórych elementów, należy dążyć do maksymalnego zachowania oryginalnej struktury. W przypadku deformacji kwater preferowane jest ich zachowanie i konserwacja, a nie zastępowanie współczesnymi materiałami. Niedopuszczalne są kąpiele i podgrzewanie kwater, natomiast uzupełnianie kitu szklarskiego kredowo-pokostowego powinno być stosowane jedynie wtedy, gdy jest to konieczne, i wykonywane punktowo.

Naprawy pękniętych szkielek wymagają uwzględnienia procesów starzeniowych materiałów używanych do ich łączenia, a także przyszłych warunków ekspozycji, co ma kluczowe znaczenie dla trwałości i bezpieczeństwa całej kompozycji.

Podsumowując treści zawarte w Dokumencie pt. „Wytyczne dotyczące konserwacji i restauracji witraży” opracowane przez Międzynarodowy Komitet Konserwacji Witraży Corpus Vitrearum należy podkreślić, że stanowi on spójny system zasad opartych na naukowych podstawach, etyce konserwatorskiej oraz dążeniu do zachowania autentyczności i integralności witraży. W sformułowanych tam wytycznych

dotyczących zasad konserwacji witraży podkreśla się konieczność indywidualnego podejścia do każdego obiektu, uwzględniającego jego specyfikę, stan zachowania oraz kontekst historyczny i architektoniczny, a także potrzebę planowania działań w perspektywie długoterminowej ochrony dziedzictwa witrażowego. Na podstawie tych założeń prowadzono prace konserwatorsko-restauratorskie przy witrażach i oszkleniach ozdobnych toruńskich kamienic z XIX i początku XX w., począwszy od opracowania projektu, przez wykonanie badań, po autorską realizację konserwatorską.

3.2. Badania fizyko–chemiczne szkła i listew ołowianych wybranych obiektów z Torunia

Zgodnie z zasadami sformułowanymi przez Międzynarodowy Komitet Konserwacji Witraży Corpus Vitrearum, podkreślającymi m. in. znaczenie badań humanistycznych i przyrodniczych w projektowaniu oraz realizacji prac konserwatorsko-restauratorskich, w przypadku toruńskich witraży i szkieł ozdobnych zastosowano szerokie spektrum badań fizyko-chemicznych.

3.2.1. Techniki analityczne

Poniżej omówiono metodykę poszczególnych badań z przedstawieniem specjalistycznego sprzętu i jego podstawowych parametrów wraz z zasadami działania, wykorzystanego do oznaczenia składu chemicznego i występujących produktów korozji zabytkowych materiałów: szkła i listew ołowianych.

W badaniach toruńskich witraży, oszkieł ozdobnych i listew ołowianych wykorzystano następujące techniki analityczne:

1. Skaningowa mikroskopia elektronowa wraz ze spektrometrem fluorescencji rentgenowskiej (SEM-EDS).
2. Spektrometria fluorescencji rentgenowskiej z dyspersją energii (XRF) (ED-XRF).
3. Spektrometria mas z jonizacją w plazmie indukcyjnie sprzężonej po ablacji laserowej (LA-ICP-MS).
4. Makro fluorescencja rentgenowska (makro XRF).
5. Fluorescencyjna spektroskopia rentgenowska (XRF).
6. Spektroskopia w podczerwieni (FT-IR).

SEM-EDS²⁶¹ – skaningowa mikroskopia elektronowa wraz ze spektrometrem fluorescencji rentgenowskiej.

Badania składu chemicznego i mikrostruktury szkła oraz listew ołowianych przeprowadzono z zastosowaniem skaningowego mikroskopu elektronowego FEI Quanta 200 FEG, wyposażonego w system mikroanalizy rentgenowskiej EDS. Obserwacje powierzchni przygotowanych elementów prowadzono zarówno w kontraście elektronów wtórnych (SE), umożliwiającym ocenę topografii powierzchni, jak i w kontraście elektronów wstecznie rozproszonych (BSE), pozwalającym na rozróżnianie obszarów o zróżnicowanym składzie chemicznym. Technika SEM-EDS posłużyła do charakterystyki morfologii powierzchni oraz oznaczenia składu chemicznego w wybranych mikroobszarach.

Obserwacje mikroskopowe wykonano w celu określenia topografii powierzchni badanych obiektów oraz analizy ich mikrostruktury, ze szczególnym uwzględnieniem identyfikacji wyodrębnionych faz wtórnych i wtrąceń. Zastosowanie SEM-EDS umożliwiło obserwację oraz określenie składu pierwiastkowego wybranych obszarów, takich jak warstwy korozyjne czy wtrącenia niemetaliczne.

Mikroanaliza EDS opiera się na rejestracji charakterystycznego promieniowania rentgenowskiego wzbudzanego wiązką elektronów przyspieszoną do energii kilkudziesięciu keV, w tym przypadku 20 keV. Pseudoilościową analizę składu, czyli oszacowanie zawartości poszczególnych pierwiastków w próbce, wyznacza się na podstawie intensywności ich linii widmowych, z zastosowaniem standardowych korekt, na przykład metody ZAF²⁶².

Badaniom poddano przełamy próbki po ich wcześniejszym napyleniu węglem. Wykonano zdjęcia mikroskopowe oraz obrazy BSE (elektronów elastycznie odbitych) na mikroskopie elektronowym, na których zaznaczono mikroobszary badań składu chemicznego. Ustalony na podstawie analizy EDS skład pierwiastkowy szkieł został odpowiednio przeliczony w celu przedstawienia składu w postaci tlenków.

²⁶¹ Badania listew ołowianych w tej technice wykonała dr hab. inż. Aldona Garbacz-Klempka, prof. AGH oraz dr hab. inż. Marta Wardas-Lasoń, badania szkieł wykonał dr hab. inż. Marcin Środa, Centrum Badań Nawarstwień Historycznych, Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie.

²⁶² Aneks II, 8.

ED-XRF²⁶³ – spektrometria fluorescencji rentgenowskiej z dyspersją energii (XRF).

W badaniach listew witrażowych zastosowano metodę spektrometrii fluorescencji rentgenowskiej z dyspersją energii (ED-XRF). Jedną z najważniejszych zalet tej techniki jest jej nieniszczący charakter, który pozwala uzyskać precyzyjne wyniki bez ingerencji w strukturę badanego materiału.

Metoda ED-XRF umożliwia jakościową i ilościową identyfikację składu chemicznego zabytkowych elementów metalowych na podstawie analizy charakterystycznego promieniowania fluorescencyjnego wzbudzanego wiązką promieniowania rentgenowskiego. Badania przeprowadzono z wykorzystaniem stacjonarnego laboratoryjnego spektrometru rentgenowskiego SPECTRO MIDEX, charakteryzującego się wysoką precyzją i dokładnością pomiarową. Aparatura ta umożliwia wykonywanie nieniszczących analiz punktowych, liniowych oraz map rozkładu pierwiastków na powierzchni próbki. Wbudowana kamera pozwala na precyzyjne wyznaczenie obszarów pomiarowych oraz sporządzenie dokumentacji fotograficznej każdego analizowanego punktu.

Obrazy z kamery spektrometru, dokumentujące obszary pomiarowe analizy metodą spektrometrii fluorescencji rentgenowskiej z dyspersją energii (ED-XRF), przedstawiono rysunkach, natomiast wyniki analizy składu chemicznego w makroobszarach, po obliczeniu wartości średnich, zestawiono w tabelach. W badaniach zastosowano dwa rodzaje kolimatorów: kolimator 03, odpowiadający średnicy punktu pomiarowego 0,2 mm oraz kolimator 15; ich użycie zaznaczono na fotografiach poprzez oznaczenie wielkości punktu pomiarowego. Na podstawie widm fluorescencji rentgenowskiej, analizując intensywność poszczególnych pików, przeprowadzono jakościową ocenę zawartości charakterystycznych pierwiastków w badanych próbkach²⁶⁴.

²⁶³ Badania listew ołowianych w tej technice wykonała dr hab. inż. Aldona Garbacz-Klempka, prof. AGH oraz dr hab. inż. Marta Wardas-Lasoń, Centrum Badań Nawarstwien Historycznych, Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie.

²⁶⁴ Aneks II, 10.

LA-ICP-MS – spektrometria mas z jonizacją w plazmie indukcyjnie sprzężonej po ablacji laserowej²⁶⁵.

Technika ta charakteryzuje się bardzo wysoką czułością oraz niskimi granicami wykrywalności dla większości pierwiastków układu okresowego, dzięki czemu jest szeroko wykorzystywana do oznaczania zarówno pierwiastków głównych, jak i śladowych w próbkach stałych. Ablacja laserowa polega na bezpośrednim usunięciu niewielkiej ilości materiału z powierzchni próbki i wytworzeniu aerozolu w gazie nośnym, którym jest argon. Powstały aerozol wprowadzany jest następnie do plazmy argonowej, gdzie dochodzi do jonizacji atomów pierwiastków obecnych w pobranym materiale. Działanie spektrometru mas opiera się na wytworzeniu jonów, a następnie ich rozdziale według stosunku masy do ładunku (m/z). Intensywność rejestrowanych sygnałów dla poszczególnych wartości m/z odzwierciedla obecność określonych izotopów w próbce i stanowi podstawę do wyznaczania zawartości pierwiastków w badanych obiektach.

W badaniach wykorzystano spektrometr ICP-MS NeXION 300D firmy Perkin Elmer, sprzężony z układem do ablacji laserowej LS-213 firmy CETAC (USA). System ablacji LS-213 wyposażony jest w laser stały Nd:YAG, generujący promieniowanie o długości fali 213 nm. Maksymalna energia wiązki laserowej wynosi 5 mJ, a częstotliwość pracy może być regulowana w zakresie od 1 do 20 Hz. Aparatura umożliwia skupienie wiązki lasera na powierzchni próbki w obszarze o średnicy od 10 do 300 μm .

Analiza metodą LA-ICP-MS przebiega wieloetapowo. W pierwszej kolejności obiekt umieszcza się na stoliku pomiarowym wewnątrz układu ablacji laserowej, a następnie obserwuje go za pomocą kamery CCD w celu wybrania odpowiedniego miejsca do analizy. Po wytypowaniu obszaru pomiarowego rejestruje się sygnały ślepej próby, odpowiadające przepływowi samego gazu nośnego oraz sygnały pochodzące z próbki uzyskanej w wyniku ablacji laserowej. Rejestracja obejmuje szeroki zakres izotopów, w tym zarówno pierwiastki główne, jak i śladowe. Uzyskane dane przenoszone są następnie do programu Microsoft Excel, gdzie wykonuje się odpowiednie obliczenia, a wyniki ilościowe przedstawia w postaci tabel.

²⁶⁵ Badania szkieł w tej technice wykonała dr hab. Barbara Wagner, InterLaBAr, Interdyscyplinarne Laboratorium Badań Archeometrycznych, Centrum Nauk Biologiczno-Chemicznych, Uniwersytet Warszawski.

Wiarygodność oznaczeń składu pierwiastkowego badanych próbek oceniana jest na podstawie wyników uzyskanych dla szkła o zdefiniowanym składzie chemicznym z serii Corning Museum Glass (CMG A, B, C, D). Porównanie wartości średnich, wyznaczonych z trzech miejsc pomiarowych dla każdej próbki oraz względnych odchyłeń standardowych (RSD, %) z danymi literaturowymi pozwala określić dokładność oznaczeń metodą LA-ICP-MS.

Zawartości tlenków wybranych pierwiastków we fragmentach szkielec oblicza się na podstawie przeliczenia zarejestrowanego sygnału dla oznaczanych izotopów w próbce względem sygnału tego samego izotopu zarejestrowanego dla certyfikowanego materiału odniesienia, pełniącego funkcję wzorca zewnętrznego. Jako wzorzec wewnętrzny przyjmuje się SiO_2 , a otrzymane wyniki normalizowano następnie do 100%²⁶⁶.

Makro XRF – makro fluorescencja rentgenowska²⁶⁷.

Metoda makroXRF jest odmianą znanej metody określania składu pierwiastkowego obiektu (pigmentu, materiału) za pomocą pomiaru energii emitowanego wtórnie charakterystycznego promieniowania rentgenowskiego. Podstawowa różnica polega na umieszczeniu głowicy pomiarowej na szynach umożliwiających przemieszczanie w kierunkach X i Y, w płaszczyźnie równoległej do powierzchni badanej i uzyskanie danych o składzie pierwiastkowym odrębnie w każdym punkcie tej powierzchni. Dane te zazwyczaj prezentowane są w postaci map, na których natężenie koloru w danym punkcie odpowiada koncentracji danego pierwiastka.

W badaniach wykorzystywany jest instrument M6 JetStream produkcji Bruker Nano GmbH w Berlinie, współpracujący z fabrycznym oprogramowaniem producenta. Aparat wyposażony w źródło promieniowania rentgenowskiego w postaci lampy z anodą rodową (Rh), chłodzonej powietrzem, pracującej przy napięciu 50 kV i natężeniu 600 μA , z zastosowaniem soczewki polikapilarnej. Rejestrację sygnału zapewnia detektor typu SDD (Silicon Drift Detector) o powierzchni 30 mm^2 , z oknem cyrkonowym (Zr) i zdolności rozdzielczej wynoszącej 150 eV.

²⁶⁶ Aneks III, 121–122.

²⁶⁷ Pomiary i opracowanie wyników w tej technice wykonali: mgr Stefan Meyer, Instytut Fizyki i Nauk Technicznych, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu oraz dr hab. Magdalena Iwanicka, prof. UMK, Katedra Konserwacji-Restauracji Malarstwa i Rzeźby Polichromowanej, Instytut Sztuk Plastycznych i Konserwacji Dziej Sztuki, Wydział Sztuk Pięknych, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu w ramach Interdyscyplinarnego Centrum Nowoczesnych Technologii UMK.

Urządzenie umożliwia skanowanie maksymalnego obszaru o wymiarach 60×78 cm, przy minimalnym rozmiarze plamki promieniowania, a więc zdolności rozdzielczej, wynoszącym $50 \mu\text{m}$. Maksymalna szybkość skanowania sięga 100 mm/s . Czas pomiaru dla pojedynczego piksela jest regulowany i zazwyczaj mieści się w zakresie od 10 do 50 ms. Instrument pozwala również na dobór rozmiaru piksela w zależności od potrzeb badawczych; dostępne wartości to 50, 100, 250, 400 i $650 \mu\text{m}$. Maksymalna liczba pikseli w jednym skanie wynosi około 1 200 000²⁶⁸.

XRF – fluorescencyjna spektroskopia rentgenowska²⁶⁹.

Metoda XRF opiera się na zjawisku wtórnej emisji promieniowania rentgenowskiego, czyli fluorescencji, zachodzącej w materiale wzbudzonym promieniowaniem rentgenowskim. Każdy pierwiastek obecny w badanym materiale, po wzbudzeniu, emituje charakterystyczne dla siebie promieniowanie o określonych energiach, które stanowi podstawę jego identyfikacji²⁷⁰.

Do badań zastosowano przenośny spektrometr fluorescencji rentgenowskiej Tracer 5i firmy Bruker, wyposażony w lampę rentgenowską z anodą rodową (Rh). Pomiary prowadzono przy użyciu kolimatora o średnicy 8 mm, w atmosferze powietrza. Aparat umożliwia szybkie, nieniszczące analizy składu pierwiastkowego badanego materiału, a zastosowanie różnych warunków pomiarowych pozwala na lepsze rozpoznanie zarówno pierwiastków lżejszych, jak i cięższych.

W analizie wykorzystano dwa tryby pomiaru, których wyniki przedstawiono w postaci dwóch linii na widmie. Czarna linia odpowiada pomiarowi wykonanemu bez filtra, przy parametrach lampy rentgenowskiej wynoszących 15 kV, $20 \mu\text{A}$ i czasie akwizycji 15 s. Taki układ pomiarowy sprzyja rejestracji sygnałów pierwiastków lżejszych oraz ogólnej ocenie składu powierzchniowego próbki. Czerwona linia odpowiada natomiast pomiarowi wykonanemu z użyciem filtra złożonego z tytanu o grubości $25 \mu\text{m}$ i aluminium o grubości $300 \mu\text{m}$, przy parametrach 40 kV, $10 \mu\text{A}$ i czasie pomiaru 15 s. Zastosowanie filtra oraz wyższego napięcia pozwala ograniczyć tło i wzmocnić sygnały pochodzące od pierwiastków cięższych, co ułatwia ich identyfikację i interpretację.

²⁶⁸ <https://www.e-rihs.pl/index.php/makro-fluorescencja-rentgenowska-makro-xrf/>, Dostęp 13.01.2026.

²⁶⁹ Badania szkielek w tej technice wykonała dr Grażyna Szczepańska, Katedra Konserwacji-Restauracji Architektury i Rzeźby, Instytut Sztuk Plastycznych i Konserwacji Dziej Sztuki, Wydział Sztuk Pięknych, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu.

²⁷⁰ <https://www.e-rihs.pl/index.php/fluorescencja-rentgenowska-xrf/>, Dostęp 13.01.2026.

Tak dobrane warunki pomiarowe umożliwiają komplementarne odczytanie widma: pomiar bez filtra lepiej obrazuje skład w zakresie niższych energii, natomiast pomiar z filtrem pozwala wyraźniej zarejestrować linie charakterystyczne pierwiastków o wyższych energiach. Dzięki temu spektrometr Tracer 5i może być wykorzystywany do szybkiej, porównawczej oceny składu chemicznego materiałów zabytkowych bez konieczności pobierania próbek²⁷¹.

Spektroskopia w podczerwieni FT-IR²⁷².

Spektroskopia w podczerwieni opiera się na badaniu absorpcji promieniowania podczerwonego przez cząsteczki związków chemicznych i dostarcza informacji o składzie badanego materiału w postaci widma, czyli wykresu przedstawiającego zależność intensywności absorpcji od energii promieniowania wyrażonej liczbą falową (cm^{-1}). Dla większości znanych cząsteczek absorpcja promieniowania podczerwonego prowadzi do ich wzbudzenia, czyli przejścia na wyższe poziomy oscylacyjne. Ponieważ każda cząsteczka charakteryzuje się własnym, unikalnym układem poziomów energetycznych, porównanie widma badanej substancji z biblioteką widm referencyjnych umożliwia jej identyfikację²⁷³.

Dane pomiarowe zbierano w zakresie $4000\text{--}400\text{ cm}^{-1}$, stosując typową liczbę 128 skanów i rozdzielczość 4 cm^{-1} . Próbki szkieł sproszkowano. Preparaty do badań w formie pastylek zostały przygotowane przez wymieszanie i sprasowanie 6-8 mg naważek proszków szklanych z KBr²⁷⁴.

²⁷¹ Bruker Nano Analytics, *TRACER 5 Portable XRF Spectrometer*, dane techniczne producenta, Dostęp 13.01.2026, <https://www.bruker.com/en/products-and-solutions/elemental-analyzers/handheld-xrf-spectrometers/TRACER-5.html>.

²⁷² Badania szkieł w tej technice wykonał dr hab. inż. Marcin Środa, Centrum Badań Nawarstwien Historycznych, Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie.

²⁷³ <https://www.e-rihs.pl/index.php/badanie-skladu-chemicznego-spektroskopia-w-zakresie-podczerwieni-ftir/>, Dostęp 13.01.2026.

²⁷⁴ Aneks II, 67.

3.2.2. Analiza szkieł i siatki ołowianej

Badania szkieł i listew ołowianych wykonano na próbkach pobranych z następujących okien i drzwi zabytkowych kamienic toruńskich:

1. Drzwi w mieszkaniu kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1/3.
2. Okno pierwszego, drugiego, trzeciego i czwartego półpiętra klatki schodowej kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1.
3. Okna pomieszczenia kamienicy przy ul. Bydgoskiej 50-52.
4. Okna klatki schodowej kamienicy przy ul. Mostowej 9.
5. Okna klatki schodowej kamienicy przy ul. Jagiellończyka 6.

Wykonano badania 12 próbek szkieł witraży klatki schodowej z ul. Poniatowskiego 1 w Toruniu metodą analizy SEM-EDS²⁷⁵, LA-ICP-MS (4 próbki)²⁷⁶, FT-IR (12 próbek)²⁷⁷ i XRF (7 próbek)²⁷⁸. Dla fragmentów kwater witrażowych z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 (3 fragmenty kwater)²⁷⁹, ul. Bydgoskiej 50-52 (2 kwatery) i ul. Mostowej 9 (2 kwatery) wykonano analizy makro XRF, natomiast badania siatki ołowianej wykonano dla 3 próbek listew z witraży kamienic przy ul. Poniatowskiego 1, ul. Jagiellończyka 6 oraz ul. Mostowej 9 w Toruniu metodą ED-XRF i SEM-EDS²⁸⁰.

Metodyka badań

Wszystkie przeprowadzone badania udokumentowano opisowo i fotograficznie. Wyniki badań 12 próbek szkieł witrażowych z okien kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1, wykonanych metodą SEM-EDS oraz 4 próbek analizowanych metodą LA-ICP-MS, przedstawiono w ujednoliconym układzie. Obejmuje on wskazanie miejsc pobrania próbek na fragmentach kwater witrażowych, wraz z makro- i mikrofotografiami, wykaz pobranych próbek oraz dokumentację mikroskopową i obrazy BSE z zaznaczonymi

²⁷⁵ Aneks II, 3.

²⁷⁶ Aneks III, 117.

²⁷⁷ Aneks II, 3. Badania SEM-EDS, ED-XRF, FT-IR szkła oraz LA-ICP-MS wykonano w ramach dostępu do infrastruktury badawczej MOLAB/FIXLAB.PL Konsorcjum E-RIHS.pl. Nazwa projektu: *Badania witraży secesyjnych z ul. Poniatowskiego 1 w Toruniu*. Koordynator projektu ze strony E-RIHS – kierownik naukowy projektu: dr hab. inż. Aldona Garbacz-Klempka, prof. AGH, 2021. Badania szkła: dr hab. inż. Marcin Środa, badania listew ołowianych: dr hab. inż. Aldona Garbacz-Klempka, dr hab. inż. Marta Wardas-Lasoń, Centrum Badań Nawarstwien Historycznych, Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie.

²⁷⁸ Aneks VII, 235.

²⁷⁹ Aneks IV, 126

²⁸⁰ Aneks II, 3.

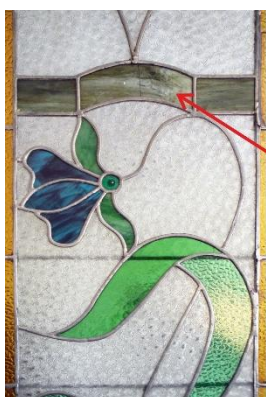
miejscami pomiarów. Jednostkowe wyniki analiz zestawiono w tabelach i poddano analizie.

Badania XRF wykonane dla 7 próbek szkieł z okien kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 zaprezentowano w formie widm XRF wraz z ich analizą. Badania FT-IR przeprowadzono dla 11 próbek szkła z tego samego obiektu, a ich wyniki przedstawiono jako zbiorcze widmo FT-IR z omówieniem.

Analizy makro-XRF objęły 3 fragmenty kwater witrażowych z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1, 2 kwatery z kamienicy przy ul. Bydgoskiej 50–52 oraz 2 kwatery z budynku przy ul. Mostowej 9. Wyniki tych badań zaprezentowano w postaci obrazów mapowania pierwiastków w obszarach kwater od strony wewnętrznej i zewnętrznej, uzupełnionych analizą opisową.

Badania ED-XRF i SEM-EDS 3 próbek listew ołowianych wykonano dla obiektów z ul. Poniatowskiego 1, ul. Jagiellończyka 6 oraz ul. Mostowej 9. Rezultaty przedstawiono w formie zdjęć mikroskopowych i obrazów BSE z oznaczonymi miejscami pomiarów w wybranych obszarach i punktach. Wyniki jednostkowe zestawiono w tabelach oraz poddano analizie.

Badania szkieł



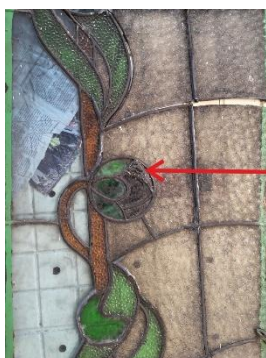
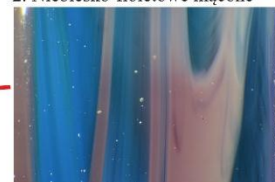
1. Błękitno-zielone mącone



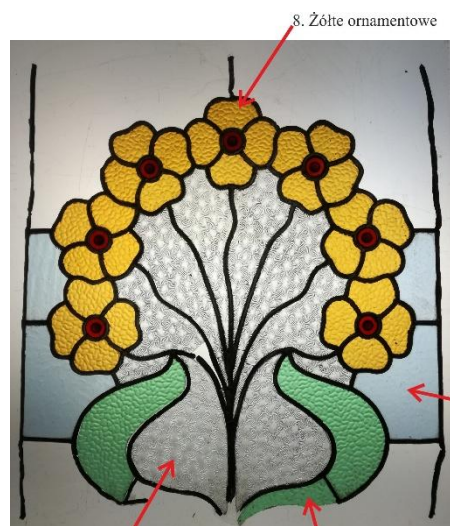
11a. Zielono-żółtawe iryzowane mącone ornamentowe



2. Niebiesko-fioletowe mącone



3. Brązowo-bursztynowe mącone

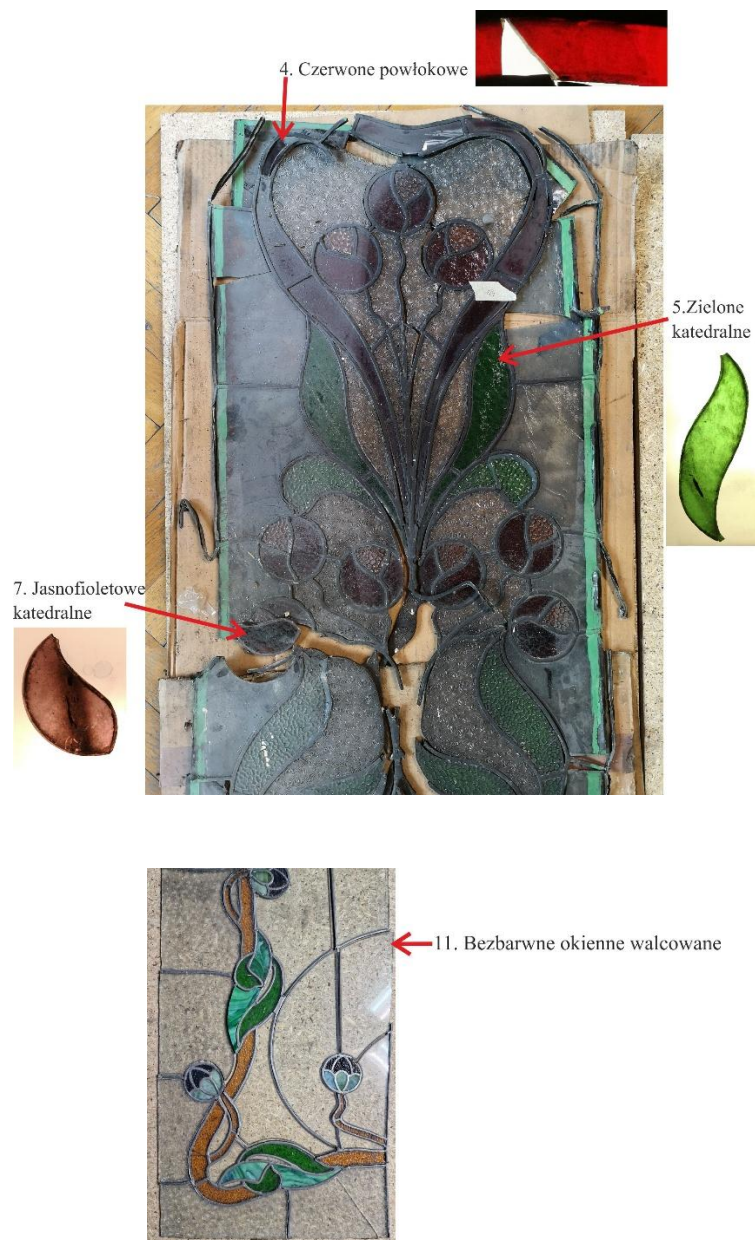


8. Żółte ornamentowe

6. Błękitne katedralne

10. Bezbarwne ornamentowe

9. Zielone ornamentowe



II. Miejsca pobrania próbek szkła do badań.

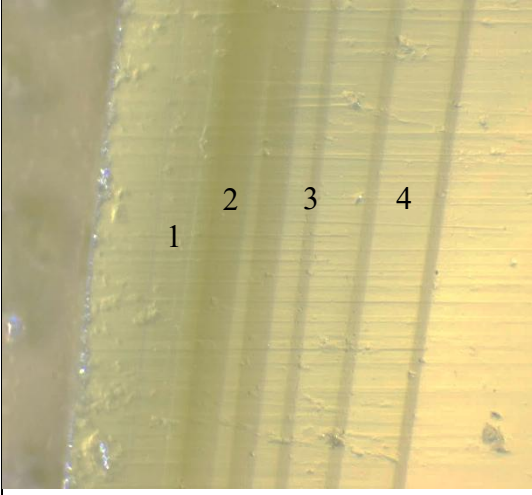
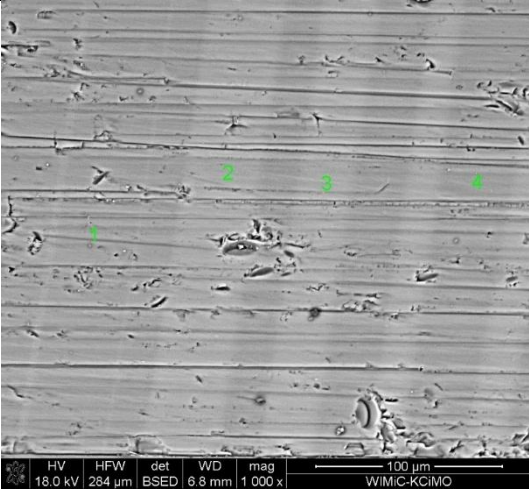
Pobrano następujące próbki szkieł do badań:

1. Błękitno-zielone szkło mącone (drzwi w mieszkaniu nr 3)
2. Niebiesko-fioletowe szkło mącone (okno I 2a)
3. Brązowo-bursztynowe szkło mącone (okno IV 2a)
4. Czerwone szkło powłokowe (okno II 2a)
5. Zielone szkło katedralne (okno II 2a)
6. Błękitne szkło katedralne (okno I 2a)
7. Jasnofioletowe szkło katedralne (okno II 2a)
8. Żółte szkło ornamentowe (okno I 2a)
9. Zielone szkło ornamentowe (okno I 2a)
10. Bezbarwne szkło ornamentowe (okno I 2a)
11. Bezbarwne szkło okienne walcowane (okno IV 2a)
- 11a. Zielono-żółtawe iryzowane mącone ornamentowe (okno I 2a)

Próbka nr 1 – błękitno-zielone szkło macone (drzwi w mieszkaniu nr 3)

Analiza EDS

Tabela 1. Skład szkła próbki nr 1 ustalony w analizie EDS (%).

					
Zdjęcie mikroskopowe		Obraz BSE, 1000x			
Numer badanego obszaru	1	2	3	4	Średni skład
Na ₂ O	4,32	4,96	5,18	3,68	4,54
Al ₂ O ₃	2,61	2,48	2,04	3,22	2,59
SiO ₂	70,89	69,19	69,24	69,74	69,77
PbO	2,03	2,40	2,64	2,44	2,38
K ₂ O	4,01	3,91	3,88	4,13	3,96
CaO	12,44	11,25	11,42	13,59	12,18
TiO ₂	1,12	1,19	1,15	0,68	1,03
Cr ₂ O ₃	0,64	1,64	1,47	0,54	1,07
MnO ₂	0,72	1,00	0,89	0,84	0,86
CuO	0,95	1,83	1,80	1,17	1,44

Wyniki badań

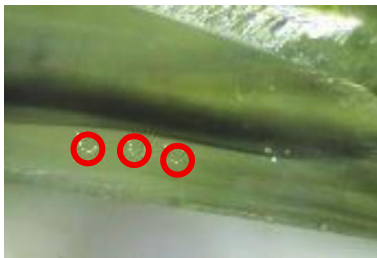
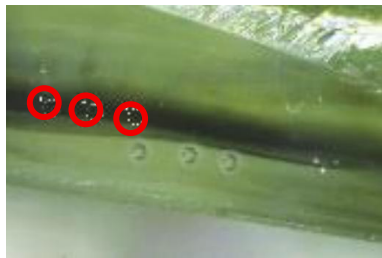
Szkło (Tab. 1) ma charakter krzemianowo-potasowo-sodowo-wapniowy z niewielką domieszką ołowiu oraz śladami metali przejściowych odpowiedzialnych za zabarwienie. Dominującym składnikiem jest krzemionka (SiO₂ ok. 69,77%). Obecność jednocześnie: Na₂O ok. 4,54% i K₂O ok. 3,96% oznacza, że to szkło sodowo-potasowe – mieszano-alkaliczne. Wapń jest stabilizatorem (CaO ok. 12,18%), poprawiającym trwałość chemiczną, zmniejszającym rozpuszczalność szkła i usztywniającym strukturę. Cechy te wskazują na dobrą stabilność strukturalną. Ołów występuje w małej ilości (PbO ok. 2,38%), będąc zapewne domieszką technologiczną, np. modyfikującą własności topienia,

połysk lub gęstość. Niewielka domieszka tlenku glinu (Al_2O_3 ok. 2.59%) poprawia odporność chemiczną. Może też pochodzić z zanieczyszczeń piasku albo dodatków surowcowych.

Metale przejściowe wpływają na barwę i wygląd szkła: CuO ok. 1,44% zabarwia na zielono i niebieskozielono; Cr_2O_3 ok. 1,07% jako bardzo silny barwnik, odpowiada za zieleń i ciemnozielone odcienie. Większą jego ilość (1,64% i 1,47%) zaobserwować można w ciemniejszych zielonych smugach szkła; MnO_2 ok. 0,86% może działać jako barwnik lub jako utleniacz w procesie technologicznym. TiO_2 ok. 1,03% prawdopodobnie wpływa w tym przypadku na zmętnienie szkła.

Analiza LA-ICP-MS

Tabela 2. Skład szkła próbki nr 1 ustalony w analizie LA-ICP-MS C[%m/m].

Numer badanego obszaru	1A	1B
		
B₂O₃	0,29	0,27
Na₂O	3,97	13,20
MgO	0,17	0,19
Al₂O₃	2,86	2,38
SiO₂	73,32	66,72
P₂O₅	0,86	0,70
K₂O	3,79	3,52
CaO	11,78	9,72
Ti	0,18	0,17
Cr	0,03	0,29
MnO	0,15	0,15
Fe₂O₃	0,36	0,29
CuO	0,05	0,13
ZnO	0,03	0,02
As₂O₅	0,65	0,63
Zr	0,01	0,01
Sb₂O₅	0,02	0,02
BaO	0,16	0,16
PbO	1,18	1,27

Wyniki badań

Analiza LA-ICP-MS²⁸¹ (Tab. 2) potwierdza krzemionkowy charakter szkła (SiO_2 66,72 – 73,32%) oraz obecność głównych tlenków (Na_2O , K_2O , CaO , Al_2O_3), ale pokazuje kilka istotnych różnic i dodatkowych informacji. Widoczna jest większa zmienność składu pomiędzy punktami pomiarowymi (1A i 1B), szczególnie dla Na_2O (3,97 – 13,2%) oraz SiO_2 i CaO . Taka rozbieżność wskazuje na lokalną niejednorodność szkła i obecność warstw (zmaczenia), których SEM/EDS nie uwidoczniał w tak wyraźny sposób.

Najważniejszą różnicą jest znacznie szerszy zakres oznaczanych pierwiastków w LA-ICP-MS. Metoda ta wykryła dodatkowo m.in. B_2O_3 , P_2O_5 , MgO , Fe_2O_3 , ZnO , As_2O_5 , Sb_2O_5 , BaO oraz pierwiastki śladowe (np. Zr, Cr w formie pierwiastkowej), które w SEM/EDS są niewidoczne lub trudne do oznaczenia. Pozwala to na dokładniejsze określenie technologii produkcji szkła (np. obecność boru czy fosforu) oraz identyfikację dodatków odbarwiających (arsenu, antymonu).

Różnice dotyczą także zawartości ołowiu – w SEM/EDS PbO wynosi ok. 2,38%, natomiast w LA-ICP-MS 1,18–1,27%. Może to wynikać z większej precyzji pomiaru LA-ICP-MS albo z niejednorodnego rozkładu Pb w próbce. Podobnie metale barwiące (Cu, Cr, Mn) są w LA-ICP-MS oznaczone z niższymi wartościami.

Dodatkowo wykryte w analizie LA-ICP-MS pierwiastki i tlenki pełnią w szkłe różnorodne funkcje technologiczne oraz estetyczne, a ich obecność często dostarcza informacji o sposobie produkcji i użytych surowcach.

Tlenek boru (B_2O_3) jest typowym składnikiem szklotwórczym lub modyfikatorem sieci – obniża temperaturę topnienia i poprawia odporność chemiczną oraz termiczną szkła. Tlenek fosforu (P_2O_5) również może pełnić rolę składnika sieciowego, ale częściej pochodzi z zanieczyszczeń surowców (np. popiołów roślinnych). Może też wpływać na przejrzystość i strukturę szkła. Tlenek magnezu (MgO) działa jako stabilizator sieci krzemionkowej, podobnie jak CaO , poprawiając trwałość chemiczną i mechaniczną. Jego obecność często wiąże się z użyciem surowców naturalnych, np. piasków lub popiołów zawierających magnez. Tlenek żelaza (Fe_2O_3) może pochodzić od zanieczyszczenia surowców, ale jednocześnie może wpływać na barwę szkła, nadając odcienie zielone i brunatne w zależności od stopnia utlenienia. Tlenek cynku (ZnO) może poprawiać właściwości optyczne i chemiczne szkła, zwiększając jego przejrzystość i odporność na korozję. Tlenek baru (BaO) wpływa na gęstość i współczynnik załamania światła,

²⁸¹ Aneks III, 123.

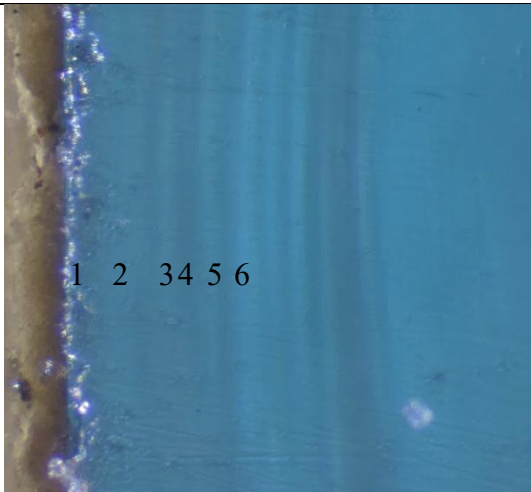
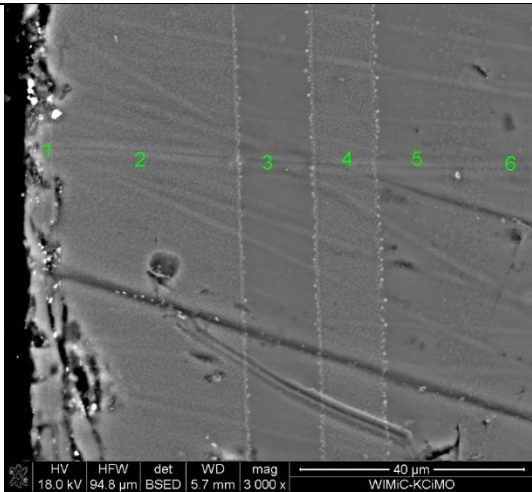
poprawiając właściwości optyczne. Związki arsenu (As_2O_5) i antymonu (Sb_2O_5) są bardzo charakterystyczne – pełnią funkcję środków rafinujących (odgazowujących) i odbarwiających. Pomagają usuwać pęcherzyki gazowe ze szkła oraz neutralizować zabarwienie wywołane przez żelazo. Ich obecność może określać technologię wytopu, zwłaszcza w produkcji szkła historycznego.

Pierwiastki śladowe, takie jak cyrkon czy chrom, mogą pochodzić z zanieczyszczeń surowców mineralnych lub dodatków technologicznych. Chrom w tym przypadku jest barwnikiem, odpowiadającym za intensywne zielone zabarwienie. Z kolei cyrkon zwykle nie jest celowo dodawany, ale może świadczyć o np. o składzie geologicznym użytego piasku.

Próbka nr 2 – niebiesko-fioletowe szkło macone (okno I 2a)

Analiza EDS

Tabela 3. Skład szkła próbki nr 2 ustalony w analizie EDS (%).

				Zdjęcie mikroskopowe Obraz BSE, 3000x		
Numer badanego obszaru	1	2	3	4	5	6
Na_2O	1,88	1,88	1,88	1,74	1,89	1,84
Al_2O_3	2,74	2,74	2,74	2,44	2,61	2,58
SiO_2	78,25	78,25	78,25	73,65	77,67	78,35
K_2O	2,85	2,85	2,85	2,52	2,53	2,48
CaO	10,55	10,55	10,55	14,44	11,94	10,71
Cr_2O_3	0,52	0,52	0,52	0,25	0,23	0,50
MnO_2	3,20	3,20	3,20	3,81	1,77	2,36
CuO	-	-	-	1,15	1,36	1,17

Wyniki badań

Badana próbka (Tab. 3) reprezentuje szkło mącone o wyraźnie niejednorodnej strukturze wewnętrznej, z obecnością smug barwnych o odcieniu niebiesko-fioletowym. Pod względem chemicznym jest szkłem krzemianowo-sodowo-wapniowo-potasowym o stosunkowo wysokiej zawartości CaO 10,55 – 14,44% i umiarkowanej ilości alkaliów, co wskazuje na materiał o dobrej stabilności chemicznej i podwyższonej lepkości w stanie stopionym. Faza szklista zbudowana jest głównie z SiO₂ 73,65 – 78,35%, stabilizowanego przez Al₂O₃ 2,44 – 2,74%, natomiast modyfikatory sieci w postaci Na₂O 1,74 – 1,89%, K₂O 2,48 – 2,85% i CaO odpowiadają za obniżenie temperatury topnienia i regulację właściwości fizycznych.

Cechą charakterystyczną próbki jest nierównomierny rozkład składników barwiących, zwłaszcza MnO₂ 1,77 – 3,81% oraz CuO 1,15 – 1,36%, którym należy przypisać powstanie niebiesko-fioletowych smug. Mangan, uwzględniany w przeliczeniu jako MnO₂, odpowiada za tonacje fioletowe i purpurowe, natomiast obecność CuO sprzyja pojawianiu się odcieni niebieskich. Ich współwystępowanie oraz lokalne wahania stężenia w obrębie mikroobszarów prowadzą do powstania efektu mącenia i smug, widocznych jako strefy o zmiennej intensywności zabarwienia. Niewielkie ilości Cr₂O₃ 0,23 – 0,52% mogły dodatkowo wpływać na modyfikację barwy, jednak ich rola wydaje się wtórna wobec manganu i miedzi.

Obszary pomiarowe 2-1, 2-2 i 2-3 reprezentują stosunkowo jednorodną fazę szklistą o wysokiej zawartości SiO₂ i umiarkowanej ilości CaO. Obecność MnO₂ 3.2% przy braku CuO wskazuje, że dominującym chromoforem jest mangan, nadający szkłu odcień fioletowy lub ametystowy. Brak miedzi oznacza, że komponent niebieski jest tu słabo rozwinięty lub nieobecny. Obszary te można interpretować jako jaśniejsze, bardziej jednolite fragmenty tła, z przewagą tonów fioletowych.

W obszarze 2-5 obserwuje się najwyższą zawartość CuO 1.36% przy jednocześnie obniżonym MnO₂ 1.77%. Oznacza to przesunięcie barwy w kierunku bardziej niebieskich tonów, z mniejszym udziałem fioleto. Obszar ten można interpretować jako fragmenty smug o bardziej chłodnym, niebieskim odcieniu, kontrastujące z bardziej fioletowymi partiami szkła.

Obszar 2-6 można określić jako szkło pośrednie – obecne są zarówno MnO₂ 2.36%, jak i CuO 1.17%, ale w niedużych ilościach. Taki układ daje zrównoważoną barwę niebiesko-fioletową, bez wyraźnej dominacji jednego składnika. Obszar ten

prawdopodobnie stanowi strefy przejściowe między smugami a bazą szkła, gdzie kolory się mieszają i łagodnie przechodzą jeden w drugi.

Analiza mikroobszarów wskazuje, że efekt niebiesko-fioletowych smug wynika z lokalnych wahań stosunku MnO_2 do CuO . Obszary bogate w mangan odpowiadają za tony fioletowe, natomiast wzrost udziału miedzi powoduje przesunięcie barwy w kierunku niebieskim. Najbardziej intensywne smugi powstają tam, gdzie oba tlenki współwystępują w podwyższonych ilościach (np. punkt 2-4), natomiast strefy przejściowe (np. 2-6) odpowiadają za płynne przejścia kolorystyczne. Jednorodne partie tła (2-1 – 2-3) są zdominowane przez mangan i mają charakter bardziej fioletowy i mniej kontrastowy. Całość potwierdza, że szkło ma charakter mącony i chemicznie niejednorodny, a efekt dekoracyjny wynika z niepełnego wymieszania faz wzbogaconych w chromofory.

Analiza LA-ICP-MS

Tabela 4. Skład szkła próbki nr 2 ustalony w analizie LA-ICP-MS C[%m/m].

Numer badanego obszaru	2A	2B
		
B₂O₃	0,39	0,36
Na₂O	13,42	12,44
MgO	0,05	0,06
Al₂O₃	2,33	2,51
SiO₂	68,42	69,71
P₂O₅	0,08	0,09
K₂O	2,37	2,40
CaO	9,54	10,33
Ti	0,09	0,12
Cr	-	0,02
MnO	2,39	0,11
Fe₂O₃	0,14	0,19
CuO	0,01	0,66
ZnO	0,01	0,02
As₂O₅	0,14	0,22

Zr	0,01	0,01
Sb₂O₅	0,02	0,02
BaO	0,02	0,02
PbO	0,45	0,59

Wyniki badań

Analiza LA-ICP-MS²⁸² potwierdza podstawowy skład szkła (Tab. 4), ale z pewnymi różnicami. Widoczna jest znacznie większa czułość metody, która pozwala wykryć liczne pierwiastki śladowe i dodatki technologiczne niewidoczne w SEM-EDS. Pojawiają się m.in. B₂O₃, P₂O₅, MgO, Fe₂O₃, ZnO, As₂O₅, Sb₂O₅, BaO oraz śladowe ilości Zr i Cr. Dodatkowo LA-ICP-MS wyraźniej pokazuje lokalną zmienność składu – przykładowo MnO zmienia się od 2,39% do 0,11%, a CuO od 0,01% do 0,66%, co odpowiada z obserwowanymi różnicami barwy. W porównaniu z wynikami SEM-EDS zawartości niektórych głównych składników, m.in. Na₂O, są wyraźnie wyższe i wynoszą około 12–13%. Różnice te mogą wynikać z większej dokładności ilościowej zastosowanej metody lub z faktu, że w analizie SEM-EDS pomiary wykonano w zbyt małych, niereprezentatywnych mikroobszarach.

Dodatkowo wykryte pierwiastki pełnią funkcje technologiczne i estetyczne. B₂O₃ obniża temperaturę topnienia i poprawia odporność chemiczną, P₂O₅ wiąże się z rafinacją i klarownością szkła, a MgO stabilizuje strukturę. Fe₂O₃ jest zanieczyszczeniem, ale wpływa na barwę. ZnO i BaO modyfikują właściwości optyczne i fizyczne. As₂O₅ i Sb₂O₅ działają jako środki rafinujące i odbarwiające, usuwając pęcherzyki i redukując wpływ żelaza. PbO wpływa na właściwości optyczne i temperaturę topnienia. Pierwiastki śladowe (np. Zr, Cr) pochodzą głównie z surowców; chrom może wzmacniać zieleń, choć kluczowe dla barwy pozostają Mn i Cu, których lokalne zróżnicowanie odpowiada za powstawanie smug.

Różnice między metodami są istotne głównie w zakresie szczegółowości i czułości: SEM-EDS dobrze opisuje główne składniki i ogólną charakterystykę szkła, natomiast LA-ICP-MS ujawnia jego mikrochemiczną niejednorodność oraz obecność licznych dodatków i zanieczyszczeń, które mają znaczenie technologiczne i wpływają na właściwości oraz wygląd szkła.

²⁸² Aneks III, 123.

Próbka nr 3 – brązowo-bursztynowe szkło mącone (okno IV 2a)

Analiza EDS

Tabela 5. Skład szkła próbki nr 3 ustalony w analizie EDS (%).

Zdjęcie mikroskopowe

Obraz BSE, 200x

Numer badanego obszaru	1	2	3	4	5
Na ₂ O	0,68	7,58	5,01	7,39	5,96
Al ₂ O ₃	1,16	1,35	3,08	1,03	2,53
SiO ₂	5,03	72,43	72,13	75,24	71,54
PbO	81,45	-	-	-	-
K ₂ O	0,81	3,51	4,03	3,23	3,88
CaO	6,73	12,91	13,16	11,75	13,54
TiO ₂	2,48	0,65	0,70	0,34	0,71
Cr ₂ O ₃	0,43	0,43	0,54	0,31	0,35
MnO ₂	0,17	0,66	0,69	0,31	0,47
CuO	1,08	0,48	0,65	0,40	1,02

Wyniki badań

Badana próbka (Tab. 5) reprezentuje szkło mącone o niejednorodnej strukturze wewnętrznej, z obecnością smug barwnych o odcieniu brązowo-bursztynowym. Zasadnicza baza ma charakter krzemianowo-sodowo-potasowo-wapniowy i zbudowana jest głównie z SiO₂ 71,54 – 75,24%, modyfikowanego przez Na₂O 5,01 – 7,58%, K₂O 3,23 – 4,03% i CaO 11,75 – 13,54%, przy niewielkim udziale Al₂O₃ 1,03 – 3,08%. Cechą charakterystyczną próbki jest nierównomierny rozkład składników odpowiedzialnych za zabarwienie, przede wszystkim MnO₂ 0,31 – 0,69%, CuO 0,40 – 1,02%, Cr₂O₃ 0,31 –

0,54% i TiO_2 0,34 – 0,71%, których lokalne wzbogacenia prowadzą do powstawania smug o większym nasyceniu barwy. Mangan, przeliczany jako MnO_2 , należy uznać za jeden z głównych składników wpływających na brunatne przyciemnienie szkła, natomiast miedź i chrom dodatkowo modyfikują odcień, wzmacniając efekt bursztynowo-brązowy. Szczególnie istotny jest mikroobszar 3-1, który wykazuje bardzo wysoką zawartość Pb i należy go interpretować jako pozostałość listwy ołowianej na próbce. W związku z tym nie została uwzględniona w dalszej interpretacji.

Zmienność składu chemicznego pomiędzy punktami pomiarowymi wskazuje na lokalne przemieszanie składników w trakcie formowania szkła. W rezultacie badany materiał należy interpretować jako szkło dekoracyjne o zamierzonym i technologicznie utrwalonym efekcie mącenia, uzyskanym dzięki smugowemu rozmieszczeniu faz wzbogaconych w tlenki barwiące.

W punkcie pomiarowym 3-2 zawartość krzemionki w szkle wynosi 72,4% przy istotnym udziale CaO 12,91%. Obecność MnO_2 0,66%, CuO 0,48% i Cr_2O_3 0,43% wskazuje na układ barwiący zdolny do generowania tonów ciepłych, przygaszonych, brunatno-bursztynowych. Jest to najpewniej jedna z bardziej typowych partii tła szkła mąconego.

Punkt 3-3 ma skład zbliżony do 3-2, ale zawiera nieco więcej Al_2O_3 3,08%, K_2O 4,03%, CaO 13,16%, Cr_2O_3 0,54%, MnO_2 0,69% i CuO 0,65%. To sugeruje mikroobszar nieco bardziej wzbogacony w składniki wpływające zarówno na stabilność szkieletu, jak i na nasycenie barwy. Z uwagi na najwyższe spośród obszarów krzemianowych wartości MnO_2 i Cr_2O_3 , punkt ten można wiązać z bardziej wyrazistymi smugami o tonacji ciemniejszej, brunatnej i bursztynowej.

Punkt 3-4 ma najwięcej krzemionki (75,24%) spośród obszarów szkieletu i jednocześnie najuboższy w tlenki barwiące, zwłaszcza MnO_2 0,31%, CuO 0,40% i TiO_2 0,34%. Ten mikroobszar należy interpretować jako jaśniejszą, mniej intensywnie zabarwioną część szkła, stanowiącą tło dla ciemniejszych smug. Barwa w tym miejscu jest słabsza, bardziej rozmyta i mniej nasyciona.

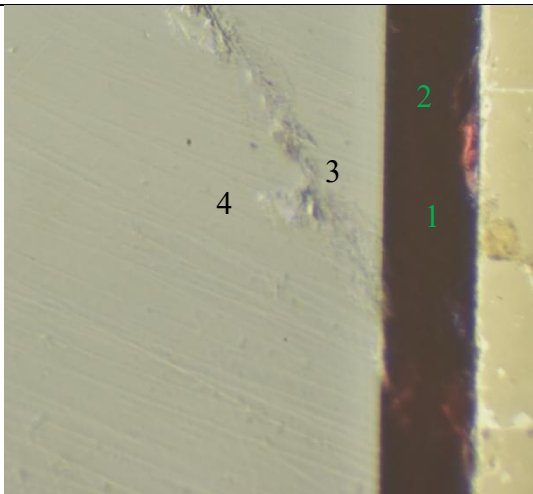
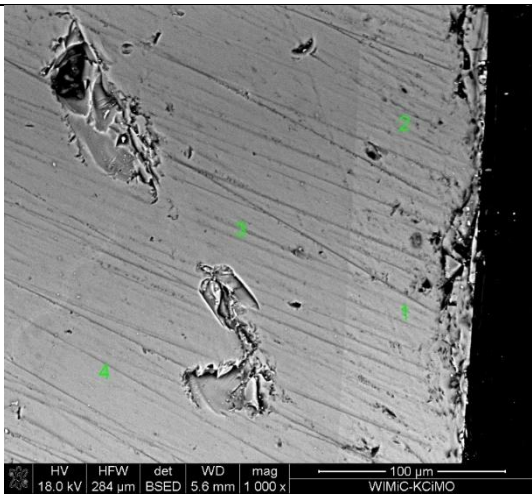
Punkt 3-5 wyróżnia się najwyższą zawartością CuO 1,02% przy umiarkowanym MnO_2 0,47% i wysokim CaO 13,54%. Ten skład wskazuje na partię szkła, w której domieszki barwiące są wyraźnie skoncentrowane. Obszar ten można wiązać z intensywniejszymi smugami bursztynowo-brązowymi o nieco bardziej złożonym odcieniu, wynikającym ze współoddziaływania miedzi, manganu i chromu.

Próbka 3 to szkło mącone o wyraźnie niejednorodnej budowie chemicznej, z widocznymi smugami brązowo-bursztynowymi. Większość punktów pomiarowych (3-2 do 3-5) odpowiada matrycy krzemianowej typu $\text{Na}_2\text{O}-\text{K}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{SiO}_2$, lokalnie wzbogaconej w MnO_2 , CuO , Cr_2O_3 oraz TiO_2 . To właśnie nierównomierny rozkład tych składników należy uznać za główną przyczynę mącenia i powstawania smug. MnO_2 jest istotnym chromoforem odpowiedzialnym za przyciemnienie i udział tonów brunatnych, natomiast CuO oraz Cr_2O_3 modyfikują odcień, pogłębiają barwę i zwiększają kontrast między bazą a smugami. Całość potwierdza, że badany materiał nie jest jednorodny chemicznie, a efekt dekoracyjny uzyskano przez lokalne rozmieszczenie obszarów o zróżnicowanej zawartości tlenków barwiących.

Próbka nr 4 – czerwone szkło powłokowe (okno II 2a)

Analiza EDS

Tabela 6. Skład szkła próbki nr 4 ustalony w analizie EDS (%).

 Zdjęcie mikroskopowe		 Obraz BSE, 1000x		
Numer badanego obszaru	1	2	3	4
Na_2O	6,82	6,26	10,22	8,18
Al_2O_3	1,05	0,85	0,84	1,02
SiO_2	80,77	81,16	73,33	76,09
PbO	0,55	-	0,86	-
K_2O	0,23	0,17	0,29	-
CaO	9,98	11,69	15,35	13,25

TiO₂	0,38	0,19	0,59	0,82
Cr₂O₃	0,46	0,24	0,56	-
MnO₂	0,53	0,32	0,31	0,39
Fe₂O₃	1,07	1,35	0,46	0,57
CuO	1,57	1,97	0,64	1,52

Wyniki badań

Badana próbka (Tab. 6) to szkło powłokowe, zbudowane z bezbarwnej bazy oraz powierzchniowej warstwy barwiącej – czerwonej. Pod względem chemicznym szkło bazowe ma charakter krzemianowo-sodowo-wapniowy i składa się głównie z SiO₂ 73,33 – 81,16%, modyfikowanego przez Na₂O 6,26 – 10,22% i CaO 9,98 – 15,35%, przy niewielkim udziale Al₂O₃ 0,84 – 1,05%. Zawartość K₂O w analizowanych punktach jest niska (0,17 – 0,23%) i ma charakter drugorzędny względem Na₂O. Tlenek potasu może pełnić rolę pomocniczego modyfikatora sieci krzemianowej, wpływając na właściwości technologiczne szkła. Warstwa powierzchniowa różni się od podłoża nieznacznie podwyższoną zawartością składników barwiących, przede wszystkim miedzi przeliczanej jako CuO 1,57 – 1,97% (warstwa barwna) i 0,64 – 1,52% (warstwa bezbarwna), a także żelaza 1,07 – 1,35% (warstwa barwna) i 0,46 – 0,57% (warstwa bezbarwna) oraz manganu 0,24 – 0,53% (warstwa barwna) i 0,31 – 0,39% (warstwa bezbarwna), przy czym mangan został uwzględniony w obliczeniach jako MnO₂. To właśnie obecność miedzi należy uznać za podstawowy czynnik odpowiedzialny za czerwone zabarwienie warstwy, natomiast Fe₂O₃ i MnO₂ wpływają na modyfikację odcienia, jego przyciemnienie oraz lokalne zróżnicowanie intensywności. Zmienność składu w poszczególnych mikroobszarach wskazuje, że warstwa barwiąca nie jest całkowicie jednorodna i miejscami przechodzi w sposób stopniowy w szkło bezbarwne stanowiące podłoże. Niewielkie ilości PbO 0,55% i 0,86%, TiO₂ 0,19 – 0,82% i Cr₂O₃ 0,24 – 0,56% można interpretować jako składniki dodatkowe, wpływające na właściwości technologiczne i optyczne.

Punkt 4-1 o wysokiej zawartości SiO₂ 80,77% i umiarkowanym udziale Na₂O 6,82% oraz CaO 9,98%, ma typowy szkielet szkła sodowo-wapniowego. Jednocześnie obecne są tu CuO 1,57%, Fe₂O₃ 1,07%, MnO₂ 0,53% i śladowy Cr₂O₃ 0,46%, co wskazuje na warstwę barwiącą. Zestaw tych tlenków sugeruje ciemnoczerwone lub ciepło przyciemnione zabarwienie, przy czym kluczowy dla warstwy powierzchniowej jest udział CuO, a Fe₂O₃ i MnO₂ dodatkowo modyfikują ton i nasycenie barwy.

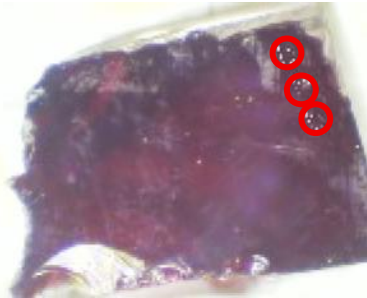
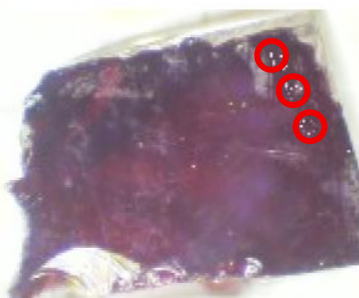
Punkt 4-2 ma bardzo podobny charakter matrycy do 4-1, ale wyróżnia się najwyższą zawartością CuO 1.97% i zarazem najwyższą zawartością Fe₂O₃ 1.35% przy niskim MnO₂ 0,32%. To bardzo ważny punkt dla interpretacji czerwonej powłoki. Można go wiązać z obszarem, w którym warstwa barwiąca jest najlepiej rozwinięta lub najbardziej skoncentrowana. Obecność miedzi w takiej ilości wskazuje, że to właśnie ona jest głównym składnikiem odpowiedzialnym za czerwone zabarwienie warstwy, podczas gdy żelazo i mangan wpływają na przyciemnienie i ocieplenie tonu.

Bezbarwny punkt 4-3 wyraźnie różni się od 4-1 i 4-2. Ma niższą zawartość SiO₂ 73,33%, a wyraźnie wyższe Na₂O 10,22% i CaO 15,35%, a także niewielki udział PbO 0,86%. Jednocześnie zawartość CuO jest tu znacznie niższa niż w 4-1 i 4-2 (0,64%). Punkt 4-4 również reprezentuje obszar bezbarwny. Zawartość CuO 1.52% pozostaje wysoka, natomiast brak oznaczonego Cr₂O₃ i K₂O oraz umiarkowane ilości Fe₂O₃ 0,57% i MnO₂ 0,39% wskazują na skład prostszy niż w 4-1.

Próbka 4 odpowiada szkłu powłokowemu, w którym zasadniczą masę stanowi bezbarwne szkło krzemianowo-sodowo-wapniowe, natomiast na powierzchni obecna jest czerwona warstwa barwiąca. Szkielet bazowy jest dobrze rozpoznawalny dzięki wysokim udziałom SiO₂, Na₂O i CaO. O czerwonym zabarwieniu warstwy decyduje przede wszystkim miedź, której zawartość jest podwyższona zwłaszcza w punktach 4-1 i 4-2. Należy jednak podkreślić, że w szkłe rzeczywista barwa czerwieni miedzianej jest zwykle związana nie tylko z całkowitą obecnością miedzi, ale także z jej stanem chemicznym i warunkami redoks w warstwie. W badanej próbce dodatkowy wpływ na ton i nasycenie barwy mają Fe₂O₃ oraz MnO₂, które mogą powodować przyciemnienie i przesunięcie odcienia ku czerwieni brunatnej lub wiśniowej. Śladowe ilości PbO, TiO₂ i Cr₂O₃ należy traktować jako dodatki pomocnicze lub lokalne domieszki, wpływające na właściwości optyczne i technologiczne warstwy, ale niebędące głównym nośnikiem czerwonego koloru.

Analiza LA-ICP-MS

Tabela 7. Skład szkła próbki nr 4 ustalony w analizie LA-ICP-MS C[%m/m].

Numer badanego obszaru	4A	4B
	Warstwa wierzchnia barwna	Warstwa spodnia bezbarwna
		
B₂O₃	0,16	0,11
Na₂O	12,33	11,84
MgO	0,07	0,07
Al₂O₃	0,51	0,55
SiO₂	75,83	76,84
K₂O	0,07	0,04
CaO	6,41	6,40
Ti	0,04	0,04
MnO	0,01	0,01
Fe₂O₃	1,05	1,09
CuO	1,56	1,16
ZnO	0,01	-
As₂O₅	0,01	-
SrO	0,01	0,01
Zr	0,01	0,01
SnO₂	0,99	1,50
Sb₂O₅	0,30	0,21
PbO	0,39	-

Wyniki badań

Porównanie wyników analiz SEM-EDS i LA-ICP-MS²⁸³ dla próbki szkła nr 4 wskazuje na zgodność obu metod w zakresie ogólnej charakterystyki materiału jako szkła krzemianowo-sodowo-wapniowego z powierzchniową warstwą barwiącą bogatą w miedź. Analiza LA-ICP-MS (Tab. 7) potwierdza obecność dwuwarstwowej struktury, jednak wprowadza istotne uzupełnienia. Wskazuje na bardziej wyrównany i precyzyjny skład głównych tlenków – SiO₂ wynosi 75,83% (4A) i 76,84% (4B), Na₂O odpowiednio

²⁸³ Aneks III, 124.

12,33% i 11,84%, a CaO 6,41% i 6,40%, co różni się od bardziej zróżnicowanych wartości uzyskanych w SEM-EDS i wskazuje na większą dokładność ilościową metody LA-ICP-MS. Różnice widoczne są także w zawartości CuO – 1,56% w warstwie barwnej (4A) i 1,16% w warstwie bezbarwnej (4B), co potwierdza jej koncentrację w strefie powierzchniowej.

Najważniejszą różnicą jest wykrycie dodatkowych pierwiastków i związków w analizie LA-ICP-MS, które nie były widoczne w SEM-EDS. Należą do nich m.in. B₂O₃ (0,16% i 0,11%), P₂O₅ (śladowe ilości), MgO (0,07%), ZnO (0,01%), As₂O₅ (0,01%), SrO (0,01%), Zr (0,01%), SnO₂ (0,99% i 1,50%) oraz Sb₂O₅ (0,30% i 0,21%). Ich obecność znacząco rozszerza interpretację technologii wytwarzania szkła. B₂O₃ działa jako składnik szklotwórczy lub modyfikator, obniżając temperaturę topnienia i poprawiając odporność chemiczną. MgO stabilizuje strukturę szkła, podobnie jak CaO, natomiast P₂O₅ może być związany z procesami rafinacji lub wpływać na mikrostrukturę.

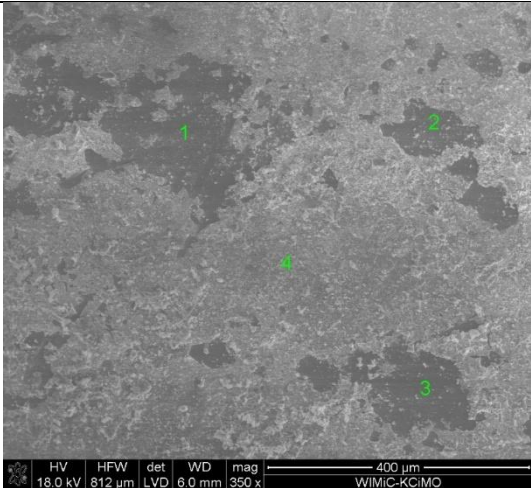
Szczególnie istotna jest obecność SnO₂ (0,99% i 1,50%), który nie został uchwycony w SEM-EDS, a może pełnić rolę jako czynnik zmieniający nasycenie barwy. Podobnie Sb₂O₅ i As₂O₅ pełnią funkcję środków rafinujących – usuwają pęcherzyki gazowe i poprawiają jednorodność, a jednocześnie mogą wpływać na warunki redoks, co jest szczególnie ważne w przypadku szkła barwionego miedzią.

ZnO, SrO i Zr występują w ilościach śladowych i najczęściej pochodzą z surowców, dodatków technologicznych (mogą wpływać na właściwości optyczne i stabilność struktury) lub mogą być zanieczyszczeniem wtórnym szkła. PbO 0,39% w warstwie barwnej również może modyfikować właściwości optyczne i lepkość. Jego udział jest niewielki, dlatego może też stanowić zanieczyszczenie po listwie ołowianej.

Próbka nr 5 – zielone szkło katedralne (okno II 2a)

Analiza EDS

Tabela 8. Skład szkła próbki nr 5 ustalony w analizie EDS (%).
Zielone szkło katedralne (okno II 2a).

 Obraz BSE, 350x				
Numer badanego obszaru	1	2	3	4
Na ₂ O	2,58	3,27	3,28	1,04
SiO ₂	79,99	76,48	75,70	30,72
K ₂ O	-	0,94	0,64	0,45
CaO	6,17	5,76	7,00	3,78
BaO	11,27	13,55	13,38	6,92
PbO	-	-	-	57,10

Wyniki badań

Badana próbka (Tab. 8) reprezentuje zielone szkło barwione w masie, typu katedralnego. Zasadnicza masa szkła ma skład krzemianowy, z dominującym udziałem SiO₂ 75,70 – 79,99% oraz wyraźną obecnością BaO 11,27 – 13,55% i CaO 5,76 – 7%, przy niskiej zawartości alkaliów, głównie Na₂O 2,58 – 3,28% i śladowym K₂O 0,64 – 0,94%. Na tej podstawie szkło można określić jako szkło krzemianowo-barowo-wapniowe. Składy uzyskane dla punktów 5-1, 5-2 i 5-3 są do siebie zbliżone, co wskazuje na stosunkowo dobrą jednorodność chemiczną masy szklanej i potwierdza, że jest to szkło barwione w całej objętości. W przedstawionych analizach nie wykazano pierwiastków typowo odpowiedzialnych za zielone zabarwienie, takich jak żelazo, chrom czy miedź, co sugeruje, że występują one w ilościach śladowych lub poza analizowanymi punktami.

Punkt 5-4, charakteryzujący się bardzo wysoką zawartością Pb, należy interpretować jako obszar wtórnie zanieczyszczony ołowiem pochodzącym z listwy ołowianej witrażu, a nie jako reprezentatywny skład szkła.

Zielona barwa szkła ma charakter jednorodny, jednak w przedstawionych analizach SEM/EDS nie uchwycono bezpośrednio chromoforów odpowiedzialnych za zabarwienie, co można wiązać z ich bardzo niskim stężeniem lub nierównomiernym rozmieszczeniem w badanych punktach.

Analiza LA-ICP-MS

Tabela 9. Skład szkła próbki nr 5 ustalony w analizie LA-ICP-MS C[%m/m].

Numer badanego obszaru	5
	
Na ₂ O	16,36
MgO	0,02
Al ₂ O ₃	0,18
SiO ₂	68,67
K ₂ O	0,26
CaO	4,55
Ti	0,02
Cr	0,40
MnO	0,01
Fe ₂ O ₃	0,05
CoO	0,01
CuO	0,22
ZnO	0,02
As ₂ O ₅	0,45
SrO	0,12
SnO ₂	0,01
Sb ₂ O ₅	0,01
BaO	8,48
PbO	0,01

Wyniki badań

Analiza LA-ICP-MS²⁸⁴ (Tab. 9) potwierdziła ogólny charakter szkła, jednak wprowadziła istotne korekty ilościowe i jakościowe. Zawartość SiO₂ wynosi 68,67%, a więc jest wyraźnie niższa niż w SEM-EDS, natomiast Na₂O osiąga 16,36%, co wskazuje na znacznie większy udział alkaliów niż sugerowały wcześniejsze wyniki. Z kolei BaO 8,48% i CaO 4,55% są niższe niż w SEM-EDS, co może wynikać z większej dokładności metody LA-ICP-MS. Potwierdzony zostaje brak istotnych ilości PbO 0,01%, co utwierdza interpretację punktu 5-4 jako anomalii lokalnej.

Najważniejszą różnicą jest wykrycie szeregu pierwiastków śladowych i chromoforów, które nie zostały wskazane w SEM-EDS. LA-ICP-MS identyfikuje obecność Cr 0,40%, Fe₂O₃ 0,05%, CuO 0,22% oraz śladowego MnO 0,01%, co jednoznacznie wskazuje na zielone zabarwienie szkła. Szczególnie istotny jest chrom, będący silnym barwnikiem zielonym i w tym przypadku najprawdopodobniej pełni dominującą rolę. Miedź może wprowadzać odcienie niebiesko-zielone, a żelazo delikatnie modyfikować tonację barwy. Dzięki większej czułości LA-ICP-MS możliwe było więc uchwycenie chromoforów niewidocznych w SEM-EDS.

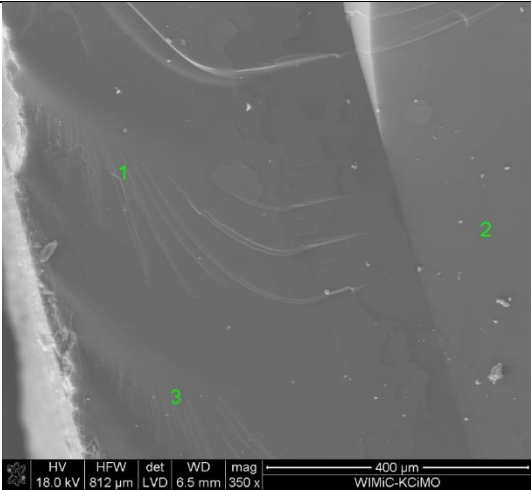
Dodatkowo metoda LA-ICP-MS wykryła obecność składników technologicznych: As₂O₅ 0,45% i Sb₂O₅ 0,01% pełnią funkcję środków rafinujących i odgazowujących, poprawiając klarowność szkła i kontrolując warunki redoks; ZnO 0,02% i SrO 0,12% wpływają na właściwości optyczne i stabilność struktury; SnO₂ 0,01% może pełnić rolę zmiany nasycenia barwy, choć jego udział jest niewielki, więc może być też zanieczyszczeniem od cynowania profili ołowianych. Obecność MgO 0,02% ma znaczenie stabilizujące dla sieci szklistej, podobnie jak CaO. Niewielkie ilości Ti 0,02% mogą również wpływać na właściwości optyczne i potencjalnie uczestniczyć w procesach barwienia lub rozpraszania światła.

²⁸⁴ Aneks III, 125.

Próbka nr 6 – błękitne szkło katedralne (okno I 2a)

Analiza EDS

Tabela 10. Skład szkła próbki nr 6 ustalony w analizie EDS (%).

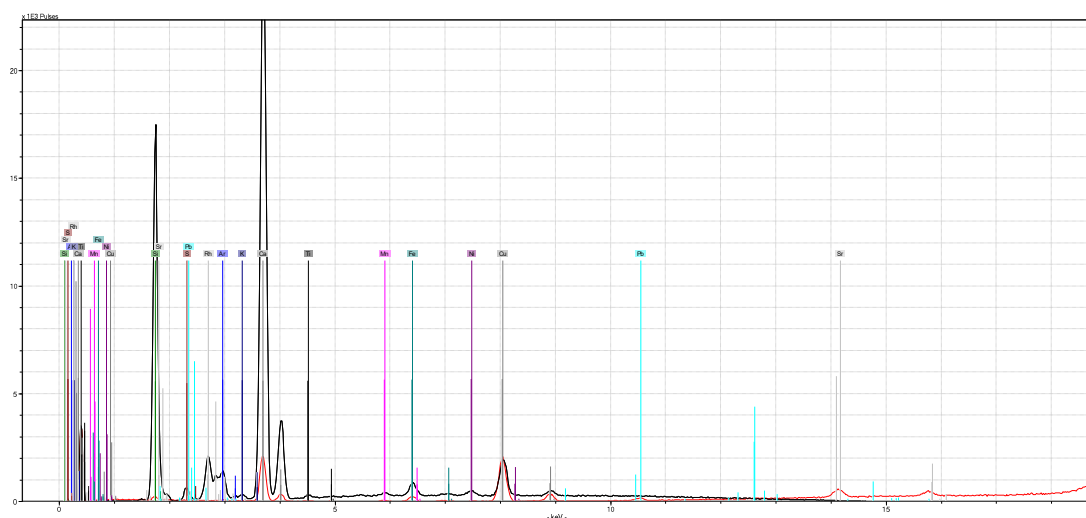
 Obraz BSE, 350x				
Numer badanego obszaru	1	2	3	Średni skład
Na ₂ O	5,47	5,66	7,04	6,06
SiO ₂	79,53	78,58	78,68	78,93
CaO	15,00	15,76	14,28	15,01

Wyniki badań

Badana próbka (Tab. 10) reprezentuje błękitne szkło barwione w masie, typu katedralnego. Pod względem chemicznym jest to szkło krzemianowo-sodowo-wapniowe, zbudowane głównie z SiO₂ ok. 78,93% oraz modyfikowane przez Na₂O ok. 6,06% i CaO ok. 15,01%. Składy uzyskane w punktach 6-1, 6-2 i 6-3 są do siebie bardzo zbliżone, co wskazuje na jednorodność chemiczną masy szklanej i potwierdza, że barwa została wprowadzona do całej objętości szkła, a nie ogranicza się do warstwy powierzchniowej. W przedstawionych analizach nie wykazano pierwiastków typowo odpowiedzialnych za błękitne zabarwienie, takich jak kobalt lub miedź, co należy tłumaczyć ich śladowym stężeniem albo brakiem uchwycenia fazy barwiącej w analizowanych punktach.

Błękitna barwa szkła ma charakter jednolity, jednak zastosowany chromofor nie został uchwyciony w analizowanych punktach SEM/EDS, co najpewniej wynika z jego bardzo niskiego stężenia.

Analiza XRF



Il. 142. Widmo XRF (przenośny spektrometr) próbki nr 6.
Błękitne szkło katedralne (okno I 2a).
Zidentyfikowane pierwiastki: **Ca, Si, Cu, Fe, Sr, Pb**, S, K, Ti, Mn.

Przenośny spektrometr XRF²⁸⁵ wskazał dodatkowo obecność potasu (mało intensywnie) jako topnika (Il. 142), który obniża temperaturę topnienia masy szklanej i ułatwiają proces technologiczny. Brak bezpośredniego sygnału sodu wynika z ograniczeń metody XRF. W widmie zarejestrowano również pierwiastki przejściowe, przede wszystkim miedź, żelazo i mangan, które pełnią rolę w kształtowaniu barwy szkła. Miedź odpowiada za błękitne zabarwienie, żelazo może modyfikować tonację w kierunku zielonkawym, a mangan działa zarówno jako odbarwiacz neutralizujący wpływ żelaza, jak i potencjalny składnik barwiący przy wyższych stężeniach. Dodatkowo zidentyfikowano stront, który można interpretować jako składniki modyfikujący właściwości optyczne i fizyczne – stront częściowo zastępuje wapń, wpływając na współczynnik załamania światła.

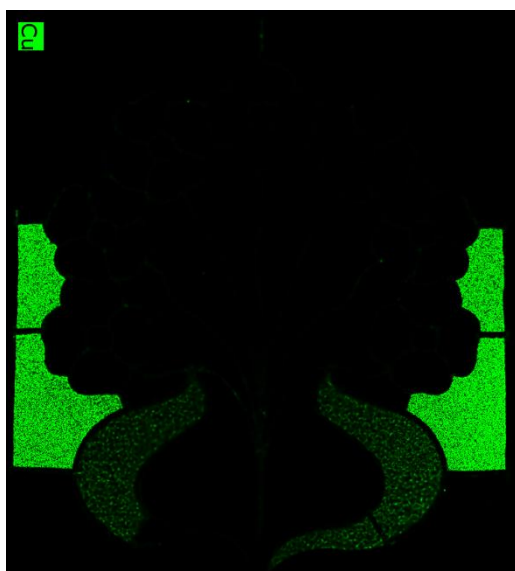
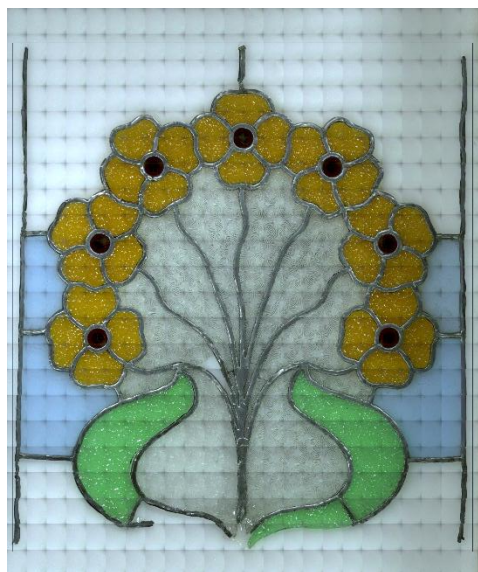
Zarejestrowany sygnał ołowiu najprawdopodobniej wynika z wtórnego wpływu sąsiednich listew ołowianych lub zanieczyszczenia powierzchni. Tytan podobnie może pochodzić od zabrudzeń szkła.

Analiza makro XRF²⁸⁶ również potwierdziła obecność miedzi (Il. 143), która odpowiada za błękitne zabarwienie szkła.

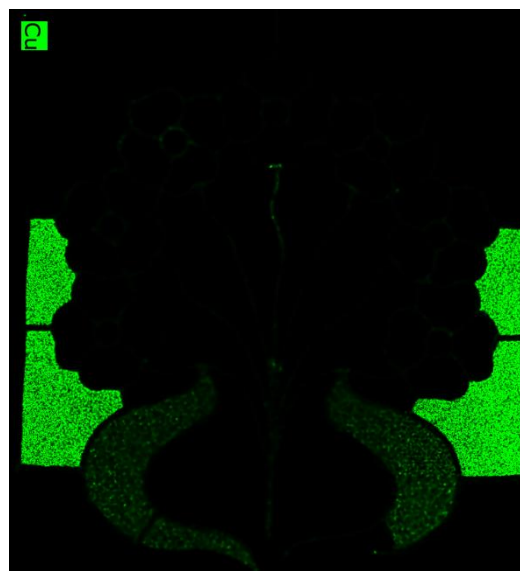
²⁸⁵ Aneks VII, 239.

²⁸⁶ Aneks IV, 171.

Analiza makro XRF



Strona wewnętrzna



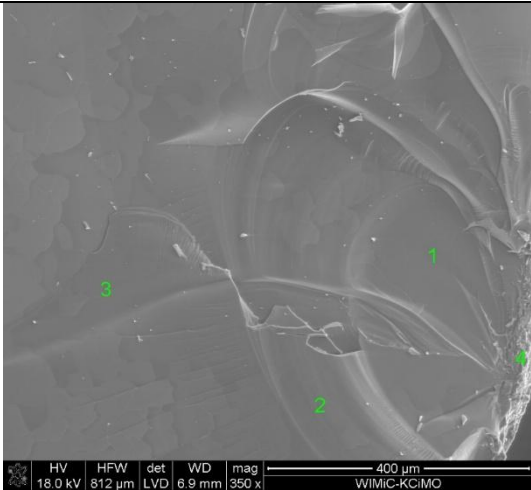
Strona zewnętrzna

Il. 143. Analiza makro XRF, fragment kwatery witrażowej okna I 2a.
Rozkład miedzi w partii błękitnego szkła.

Próbka nr 7 – jasnioletowe szkło katedralne (okno II 2a)

Analiza EDS

Tabela 11. Skład szkła próbki nr 7 ustalony w analizie EDS (%).

 Obraz BSE, 350x					
Numer badanego obszaru	1	2	3	4	Średni skład
Na ₂ O	10,64	10,97	10,00	11,63	10,81
SiO ₂	73,51	73,60	73,34	73,45	73,48
CaO	12,23	12,45	12,66	11,61	12,24
MnO ₂	3,62	2,97	3,99	3,32	3,48

Wyniki badań

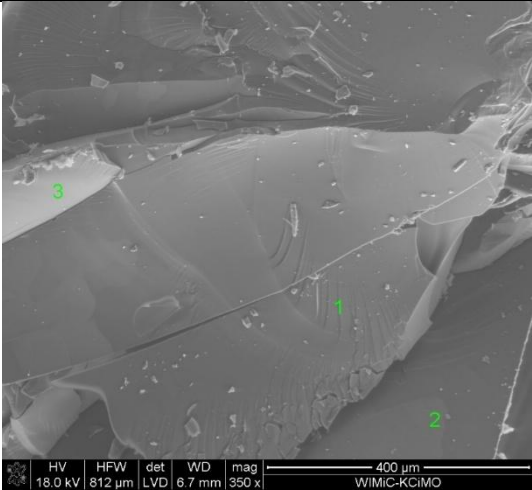
Badana próbka (Tab. 11) to jasnioletowe szkło barwione w masie, typu katedralnego. Pod względem chemicznym jest to szkło krzemianowo-sodowo-wapniowe, zbudowane głównie z SiO₂ ok. 73,48% oraz modyfikowane przez Na₂O ok. 10,81% i CaO 12,24%. Składy uzyskane w punktach 7-1 do 7-4 są do siebie bardzo zbliżone, co wskazuje na dobrą jednorodność chemiczną masy szklanej i potwierdza, że barwa została wprowadzona do całej objętości szkła. Cechą charakterystyczną próbki jest stała obecność manganu, który po przeliczeniu jako MnO₂ występuje w ilości ok. 3,48%. To właśnie MnO₂ należy uznać za główny składnik odpowiedzialny za jasnioletowe zabarwienie szkła. Niewielkie różnice pomiędzy poszczególnymi punktami pomiarowymi wskazują jedynie na lokalną zmienność składu, typową dla historycznych szkieł dekoracyjnych i nie świadczą o obecności odrębnych faz ani warstw powierzchniowych. Badaną próbkę należy zatem interpretować jako stosunkowo

jednorodne szkło katedralne, którego fioletowy odcień został uzyskany przez barwienie masy szklanej z udziałem manganu.

Próbka nr 8 - żółte szkło ornamentowe (okno I 2a)

Analiza EDS

Tabela 12. Skład szkła próbki nr 8 ustalony w analizie EDS (%).

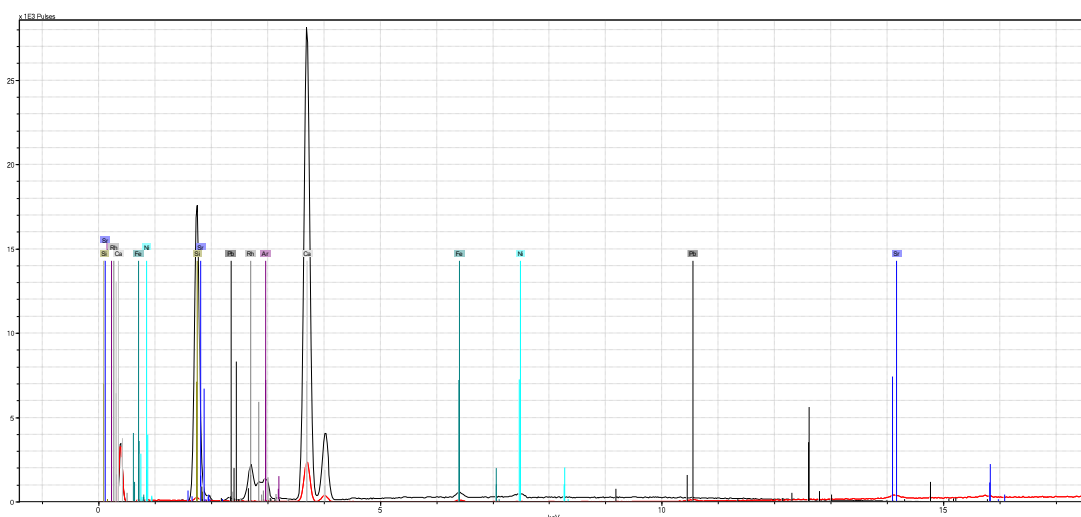
 Obraz BSE, 350x			
Numer badanego obszaru	1	2	3
Na ₂ O	8,24	9,02	6,71
SiO ₂	78,57	76,83	76,54
CaO	13,19	12,75	16,75
Cr ₂ O ₃	-	1,40	-

Wyniki badań

Badana próbka (Tab. 12) przedstawia żółte szkło ornamentowe barwione w masie. Pod względem chemicznym jest to szkło krzemianowo-sodowo-wapniowe, zbudowane głównie z SiO₂ 76,54 – 78,57% oraz modyfikowane przez Na₂O 6,71 – 9,02% i CaO 12,75 – 16,75%. Składy uzyskane w punktach 8-1, 8-2 i 8-3 są do siebie zbliżone, co wskazuje na stosunkowo dobrą jednorodność chemiczną masy szklanej i potwierdza, że barwa została wprowadzona do całej objętości szkła. W punkcie 8-2 wykryto chrom, przeliczony jako Cr₂O₃ 1,40%, co może wskazywać na lokalny dodatek do zestawu szklarskiego. Jest to jedyny punkt, w którym wykryto chrom, dlatego należy go interpretować jako miejscowe wzbogacenie mikroobszaru w składnik barwiący lub

domieszkę modyfikującą odcień. Chrom mógł miejscowo wpływać na tonację szkła, jednak nie pojawia się we wszystkich punktach, więc trudno uznać go za jedyny i podstawowy czynnik odpowiedzialny za całą żółtą barwę próbki.

Analiza XRF



Il. 144. Widmo XRF (przenośny spektrometr) próbki nr 8.

Żółte szkło ornamentowe (okno I 2a).

Zidentyfikowane pierwiastki: **Ca, Si, Fe, Pb, Sr.**

Wyniki badań

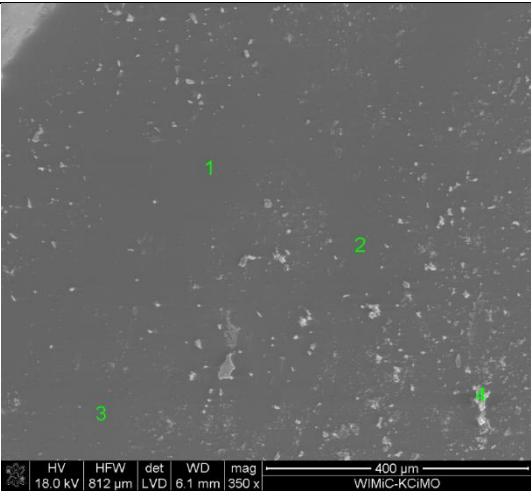
W widmie (Il. 144) przenośnego spektrometru XRF²⁸⁷ zauważyć można obecność żelaza, które należy uznać za główny czynnik odpowiedzialny za żółte zabarwienie szkła. Zidentyfikowany w widmie stront można interpretować jako składnik modyfikujący właściwości szkła, częściowo zastępujący wapń w strukturze i wpływający na parametry optyczne, takie jak współczynnik załamania światła. Sygnał ołowiu, podobnie jak w innych analizowanych próbkach, najprawdopodobniej nie pochodzi bezpośrednio ze szkła, lecz jest efektem oddziaływania sąsiednich listew ołowianych lub wtórnego zanieczyszczenia powierzchni.

²⁸⁷ Aneks VII, 240.

Próbka nr 9 – zielone szkło ornamentowe (okno I 2a)

Analiza EDS

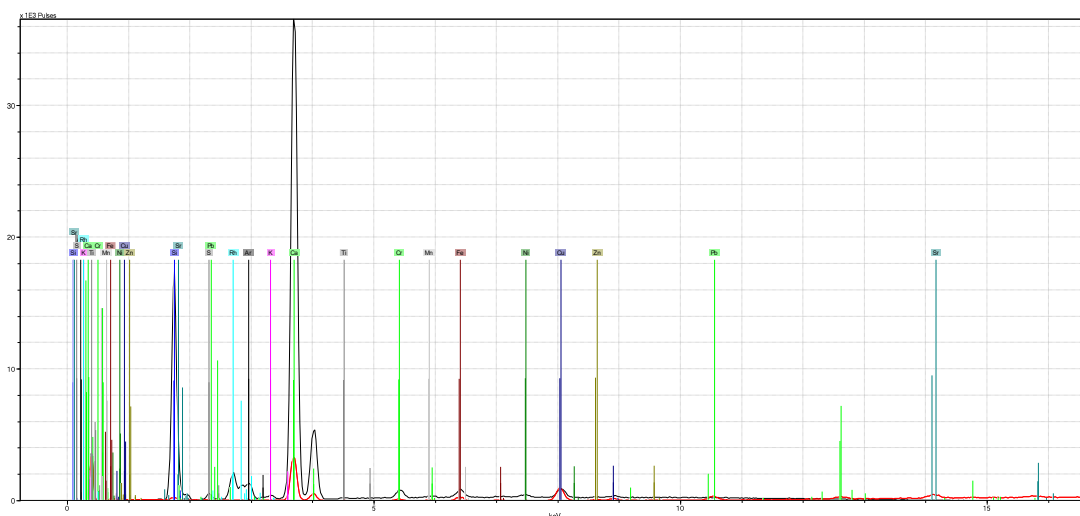
Tabela 13. Skład szkła próbki nr 9 ustalony w analizie EDS (%).

 Obraz BSE, 350x					
Numer badanego obszaru	1	2	3	4	Średni skład (bez obszaru 4)
Na ₂ O	7,16	6,26	6,38	1,28	6,60
SiO ₂	76,55	77,20	76,35	8,79	76,70
CaO	16,29	16,54	17,27	5,93	16,70
PbO	-	-	-	84,00	-

Wyniki badań

Badana próbka (Tab. 13) to zielone szkło ornamentowe barwione w masie. Pod względem chemicznym jest to szkło krzemianowo-sodowo-wapniowe, zbudowane głównie z SiO₂ ok. 76,70% oraz modyfikowane przez Na₂O ok. 6,60% i CaO ok. 16,70%. Składy uzyskane w punktach 9-1, 9-2 i 9-3 są do siebie bardzo zbliżone, co wskazuje na jednorodność chemiczną masy szklanej i potwierdza, że barwa została wprowadzona do całej objętości szkła. W analizowanych punktach nie wykryto typowych chromoforów zielonego zabarwienia, takich jak żelazo, chrom czy miedź, co wskazuje, że występują one w ilościach śladowych, poniżej progu detekcji metody SEM/EDS. Punkt 9-4, charakteryzujący się bardzo wysoką zawartością PbO 84%, należy interpretować jako obszar wtórnie zanieczyszczony ołowiem pochodzącym z listwy ołowianej witrażu i nie powinien być uwzględniany w analizie technologicznej szkła.

Analiza XRF



Il. 145. Widmo XRF (przenośny spektrometr) próbki nr 9.

Zielone szkło ornamentowe (okno I 2a).

Zidentyfikowane pierwiastki: **Ca, Si, Cu, Cr, Fe, Sr, Pb**, K, Zn, S, Mn, Ti.

Wyniki badań

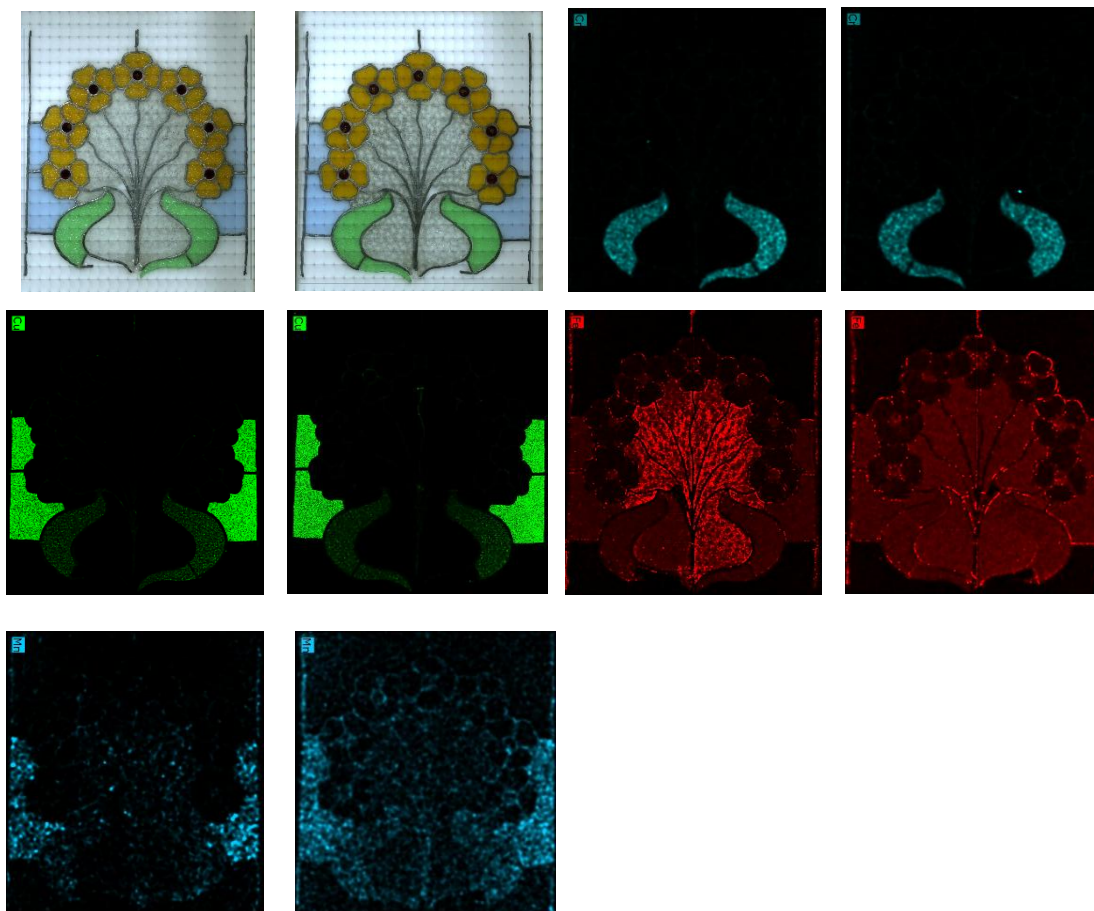
Widmo przenośnego spektrometru XRF²⁸⁸ (Il. 145) wskazało szereg pierwiastków przejściowych i dodatków, które odpowiadają zarówno za barwę, jak i właściwości technologiczne szkła. Zielone zabarwienie należy wiązać przede wszystkim z obecnością chromu, który jest silnym chromoforem nadającym intensywne odcienie zieleni. Miedź może przesuwac barwę w kierunku niebiesko-zielonym, żelazo natomiast, wpływać na tonację poprzez nadanie delikatnie oliwkowego odcienia. Mangan może tu pełnić funkcję odbarwiacza, jak i składnika modyfikującego barwę, zwłaszcza w zależności od warunków redoks. Obecność tych pierwiastków wskazuje prawdopodobnie na celowe kształtowanie koloru poprzez złożony układ chromoforów, a nie pojedynczy składnik barwiący.

Pierwiastki takie jak cynk, tytan oraz siarka mogą pochodzić od zanieczyszczeń. Można interpretować je również jako dodatki technologiczne lub składniki pochodzące z surowców. Cynk może poprawiać właściwości optyczne i odporność chemiczną szkła, tytan wpływać na rozpraszanie światła, natomiast siarka może być związana z warunkami wytopu i procesami redoks. Stront, podobnie jak w innych próbkach, może częściowo zastępować wapń i wpływać na właściwości optyczne materiału.

²⁸⁸ Aneks VII, 238.

Analiza makro XRF²⁸⁹ (Il. 146) również potwierdziła obecność chromu, który odpowiada za zielone zabarwienie szkła. Wskazała też słabe sygnały od miedzi, żelaza i manganu.

Analiza makro XRF



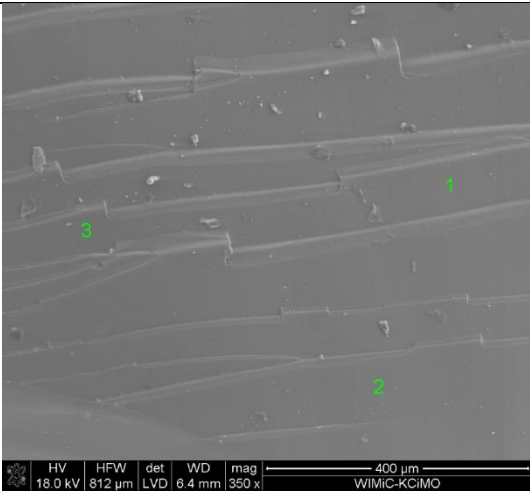
Il. 146. Analiza makro XRF, fragment kwatery witrażowej okna I 2a. Rozkład pierwiastków (po lewej strona wewnętrzna, po prawej zewnętrzna): chromu, miedzi, żelaza i manganu w partii zielonego szkła ornamentowego.

²⁸⁹ Aneks IV, 163–178.

Próbka nr 10 – bezbarwne szkło ornamentowe (okno I 2a)

Analiza EDS

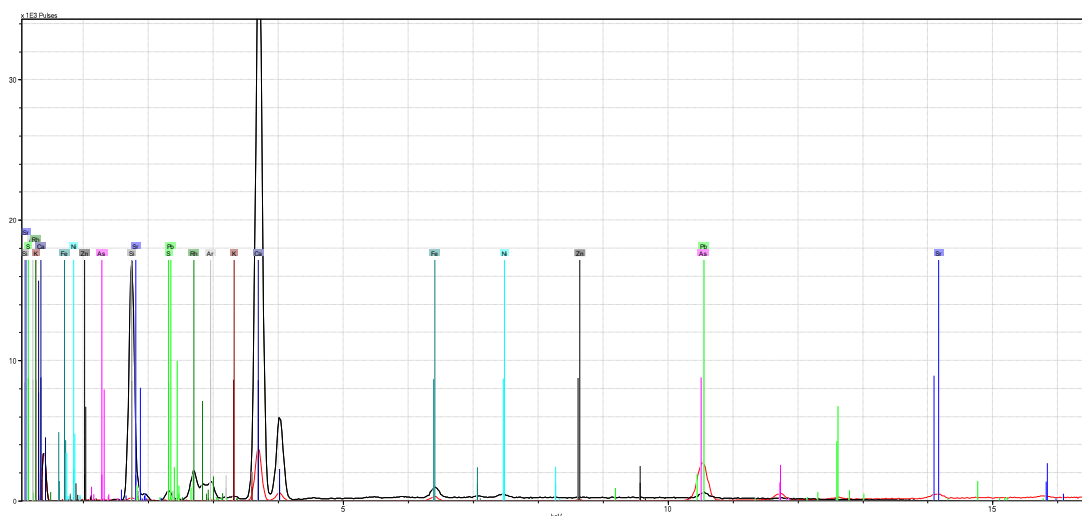
Tabela 14. Skład szkła próbki nr 10 ustalony w analizie EDS (%).

 Obraz BSE, 350x				
Numer badanego obszaru	1	2	3	Średni skład
Na ₂ O	7,56	7,89	7,83	7,76
SiO ₂	75,68	76,61	77,17	76,49
CaO	16,76	15,50	15,00	15,75

Wyniki badań

Badana próbka (Tab. 14) to bezbarwne szkło ornamentowe krzemianowo-sodowo-wapniowe o jednorodnej matrycy chemicznej. Głównym składnikiem szkła jest SiO₂ ok. 76,49%, któremu towarzyszą Na₂O ok. 7,76% i CaO ok. 15,75%, typowe dla klasycznych szkieł sodowo-wapniowych. Składy uzyskane w punktach 10-1, 10-2 i 10-3 są do siebie bardzo zbliżone, co wskazuje na dobrą jednorodność chemiczną materiału. Całość wskazuje na dobrze ustabilizowane szkło.

Analiza XRF



Il. 147. Widmo XRF (przenośny spektrometr) próbki nr 10.
Bezbarwne szkło ornamentowe (okno I 2a).
Zidentyfikowane pierwiastki: **Ca, Si, Pb, As, Fe, Sr, S, Zn, K.**

Wyniki badań

W widmie przenośnego spektrometru XRF²⁹⁰ (Il. 147) zidentyfikowano również potas, który – obok sodu – pełni funkcję topnika, obniżając temperaturę topnienia i lepkość stopu szklanego. Żelazo w tym przypadku należy interpretować jako naturalną domieszkę surowcową pochodzącą głównie z piasku szklarskiego. Arsen może być składnikiem technologicznym pełniącym funkcję środka rafinującego i klarującego – umożliwia usuwanie pęcherzyków gazowych oraz poprawia jednorodność szkła. Mocny sygnał tego pierwiastka zarejestrował też makro XRF²⁹¹ (Il. 148). Stront, częściowo zastępując wapń w strukturze, wpływa na właściwości optyczne, w tym współczynnik załamania światła. Śladowa obecność cynku wskazuje na zabrudzenia powierzchni lub dodatkowe modyfikacje właściwości szkła, może poprawiać odporność chemiczną oraz właściwości optyczne.

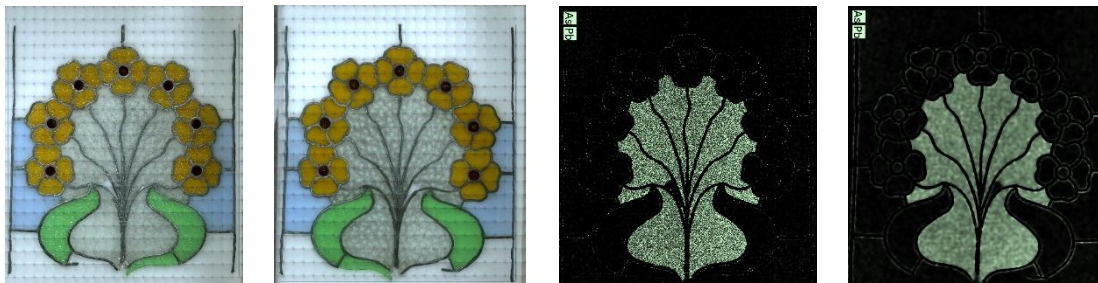
Zidentyfikowana siarka może być związana z warunkami wytopu szkła, szczególnie z procesami redoks oraz z użyciem określonych surowców lub dodatków technologicznych. Jej obecność może także wpływać na właściwości optyczne i mikrostrukturę materiału. W widmie pojawia się również sygnał ołowiu, który – podobnie jak w innych analizowanych próbkach – można interpretować jako efekt

²⁹⁰ Aneks VII, 241.

²⁹¹ Aneks IV, 177.

wtórnego zanieczyszczenia powierzchni szkła pochodzącego z listew ołowianych, a nie jako składnik samej masy szklanej.

Analiza makro XRF



Il. 148. Analiza makro XRF, fragment kwatery witrażowej okna I 2a. Rozkład pierwiastka – arsenu w partii bezbarwnego szkła ornamentowego (po lewej strona wewnętrzna, po prawej zewnętrzna).

Próbka nr 11 – bezbarwne szkło okienne walcowane (okno IV 2a)

Analiza EDS

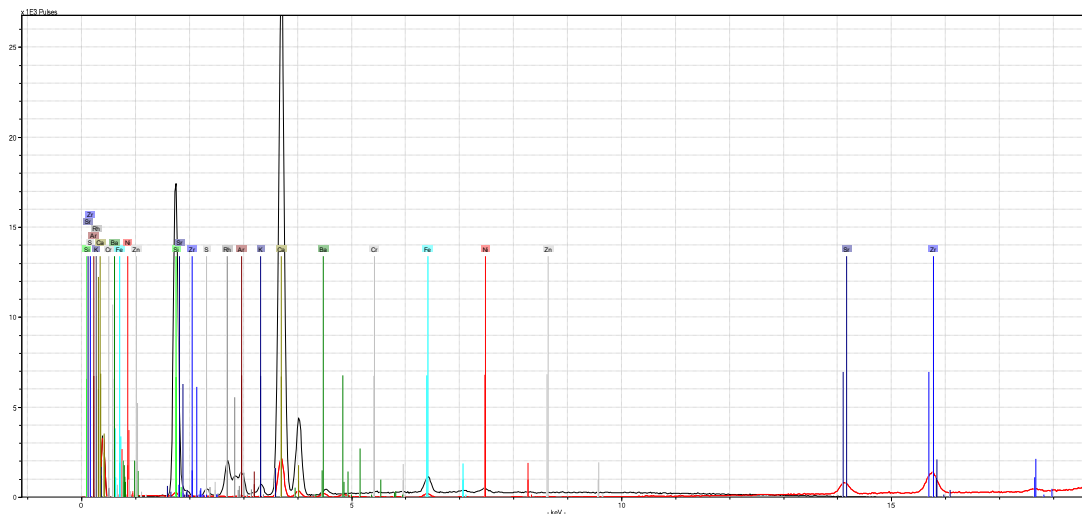
Tabela 15. Skład szkła próbki nr 11 ustalony w analizie EDS (%).

Obraz BSE, 350x			
Numer badanego obszaru	1	2	3
Na ₂ O	5,64	2,90	6,68
MgO	0,62	-	-
Al ₂ O ₃	0,89	-	-
SiO ₂	74,88	68,14	68,08
CaO	17,97	28,93	25,24

Wyniki badań

Badana próbka (Tab. 15) reprezentuje bezbarwne szkło okienne walcowane z początku XX wieku. Pod względem chemicznym materiał należy zaliczyć do szkieł krzemianowo-sodowo-wapniowych, zbudowanych głównie z SiO_2 68,08 – 74,88% oraz modyfikowanych przez Na_2O 2,90 – 6,68% i CaO 17,97 – 28,93%. Najbardziej reprezentatywny dla właściwej masy szklanej jest punkt pomiarowy 11-1, w którym stwierdzono również niewielkie ilości MgO 0,62% i Al_2O_3 0,89%, typowe dla szkieł wytwarzanych z surowców naturalnych, przemysłowo oczyszczanych w ograniczonym stopniu i mogą wynikać z użytych surowców, zwłaszcza piasku i dodatków stabilizujących. Taki skład odpowiada historycznemu szkłu okiennemu o stosunkowo prostej i stabilnej matrycy chemicznej. Punkty 11-2 i 11-3 wykazują podwyższoną zawartość CaO 28,93% i 25,24% oraz obniżoną zawartość SiO_2 68,14% i 68,08%, co można interpretować jako wynik lokalnych odchyleń składu lub wtórnych zmian powierzchniowych.

Analiza XRF



Il. 149. Widmo XRF (przenośny spektrometr) próbki nr 11.
Bezbarwne szkło ornamentowe (okno IV 2a).
Zidentyfikowane pierwiastki: **Ca, Si, Fe, S, K, Ba, Sr, Zr, Cr Zn**.

Wyniki badań

W widmie XRF²⁹² (Il. 149) zidentyfikowano także szereg innych pierwiastków. Żelazo obecne jest jako naturalna domieszka surowcowa i przy niskim stężeniu nie powoduje

²⁹² Aneks VII, 242.

intensywnego zabarwienia, choć może nadawać szkłu bardzo delikatny, praktycznie niewidoczny odcień, zauważalny jedynie na przełomie. Siarka wiąże się z warunkami technologii wytopu i procesami redoks, a jej obecność może wpływać na właściwości optyczne i mikrostrukturę szkła. Stront i bar mogą częściowo zastępować wapń w strukturze i wpływać na współczynnik załamania światła oraz gęstość materiału, co jest istotne dla właściwości optycznych szkła. Cynk może poprawiać odporność chemiczną i przejrzystość, natomiast tytan i cyrkon mogą być związane z zanieczyszczeniami surowców lub dodatkami technologicznymi wpływającymi na rozpraszanie światła. Rola chromu jest tu marginalna ze względu na bezbarwny charakter szkła.

Próbka nr 11a – zielono-żółtawe iryzowane macone ornamentowe (okno I 2a)

Analiza LA-ICP-MS

Tabela 16. Skład szkła próbki nr 11a ustalony w analizie LA-ICP-MS C[%m/m].

Numer badanego obszaru	3A	3B
		
B₂O₃	0,31	0,29
Na₂O	13,68	14,78
MgO	0,22	0,27
Al₂O₃	2,44	1,75
SiO₂	66,34	67,25
P₂O₅	0,68	0,43
K₂O	3,32	3,02
CaO	10,98	10,67
Ti	0,15	0,14
Cr	0,04	0,03
MnO	0,15	0,10
Fe₂O₃	0,33	0,25
CuO	0,04	0,03
ZnO	0,02	0,01
As₂O₅	0,57	0,39
Rb₂O	0,01	0,01

SrO	0,01	0,01
Zr	0,01	0,01
Sb₂O₅	0,03	0,02
BaO	0,07	0,04
PbO	0,45	0,31

Wyniki badań

Analizowana próbka²⁹³ (Tab. 16) to szkło krzemianowo-sodowo-wapniowo-potasowe. Dominującym składnikiem jest SiO₂ 66,34 – 67,25%, który tworzy podstawową sieć szklistą i odpowiada za strukturę materiału. Istotny udział mają także tlenki modyfikujące: Na₂O 13,68 – 14,78% oraz K₂O 3,02 – 3,32%, które obniżają temperaturę topnienia i lepkość stopu, ułatwiając proces formowania szkła. Tlenek wapnia CaO 10,67 – 10,98% pełni rolę stabilizatora sieci, zwiększając odporność chemiczną i trwałość szkła. Obecność Al₂O₃ 1,75 – 2,44% dodatkowo wzmacnia strukturę, poprawiając odporność na działanie czynników chemicznych i mechanicznych.

B₂O₃ 0,29–0,31% oraz P₂O₅ 0,43–0,68% mogą pełnić funkcję składników sieciowych lub modyfikatorów wpływających na właściwości fizykochemiczne szkła. B₂O₃ obniża temperaturę topnienia i poprawia odporność chemiczną, natomiast P₂O₅ może być związany z procesami rafinacji oraz przyczyniać się do efektu mętnienia poprzez tworzenie faz wtórnych. Obecność MgO 0,22 – 0,27% również wspomaga stabilizację struktury.

Charakterystyczne zielono-żółtawe zabarwienie szkła związane jest głównie z obecnością Fe₂O₃ 0,25 – 0,33%, który w zależności od stopnia utlenienia nadaje szklowi odcienie od żółtawych do zielonkawych. Niewielkie ilości Cr 0,03 – 0,04% mogą dodatkowo wzmacniać kolor zielony, choć jego rola jest drugorzędna. Śladowe ilości MnO 0,10 – 0,15% mogą działać jako modyfikator barwy lub częściowo kompensować zabarwienie żelazowe. Obecność CuO 0,03 – 0,04% jest niewielka i nie odgrywa dominującej roli kolorystycznej.

Szkło zawiera także dodatki technologiczne typowe dla procesów rafinacji i klarowania, takie jak As₂O₅ 0,39 – 0,57% oraz Sb₂O₅ 0,02 – 0,03%, które odpowiadają za usuwanie pęcherzyków gazowych i poprawę jednorodności materiału. Jednocześnie ich obecność może mieć znaczenie w powstawaniu efektów optycznych, w tym iryzacji. Niewielkie ilości ZnO, BaO, SrO oraz PbO (do ok. 0,45%) wpływają na właściwości

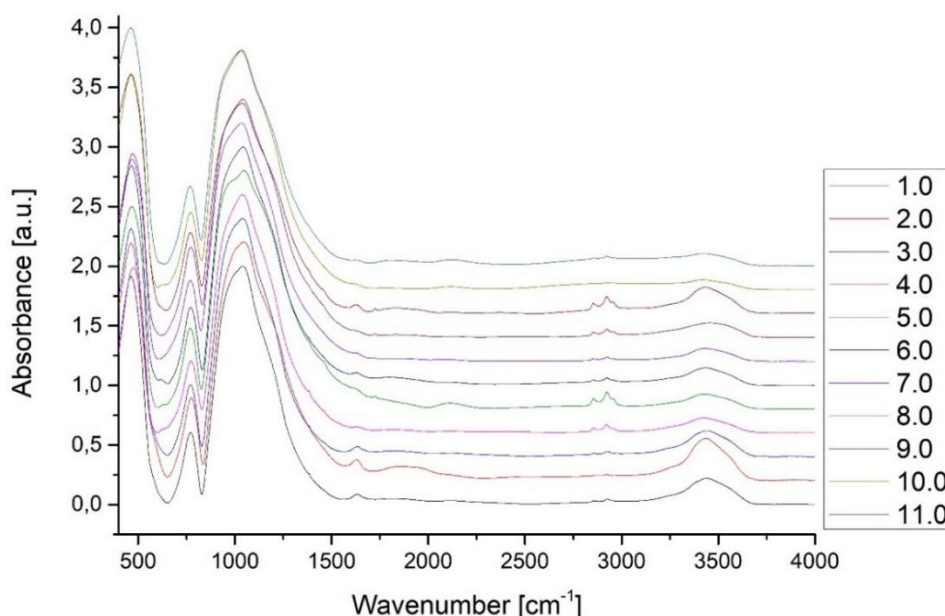
²⁹³ Aneks III, 124.

optyczne, takie jak współczynnik załamania światła, oraz mogą modyfikować lepkość i stabilność struktury szkła.

Analiza FT-IR próbek szkła²⁹⁴.

Widma charakteryzują się szerokimi pasmami absorpcyjnymi (Il. 150), co potwierdza amorficzny charakter badanego materiału. Wyniki wskazują, że szkła witrażowe zostały otrzymane na bazie sieci krzemianowej, zbudowanej z tetraedrów $[\text{SiO}_4]$. Jej obecność potwierdzają charakterystyczne pasma drgań: pasmo zginające przy około 460 cm^{-1} oraz pasmo rozciągające w zakresie $1200\text{--}900\text{ cm}^{-1}$, widoczne na uzyskanych widmach. Drugie z nich ma charakter złożony i stanowi superpozycję kilku pasm podstawowych. Jego przesunięcie ku niższym liczbom falowym wskazuje na obecność modyfikatorów sieci szklistej oraz tworzenie się tlenów niemostkowych (Si-O^-).

Różnice pomiędzy badanymi szklami ujawniają się wyraźniej w zakresie większych liczb falowych, gdzie obserwowane są pasma związane z drganiami grup hydroksylowych. Próbkki nr 5.0, 10.0 i 11.0 wykazują wyraźne pasmo absorpcyjne w zakresie $3200\text{--}3600\text{ cm}^{-1}$, odpowiadające drganiom rozciągającym O–H, oraz pasmo około 1630 cm^{-1} , związane z drganiami zginającymi cząsteczek wody. Może to świadczyć o większej zawartości wody w tych szklach lub o silniej zaawansowanych procesach korozji hydrolytycznej.



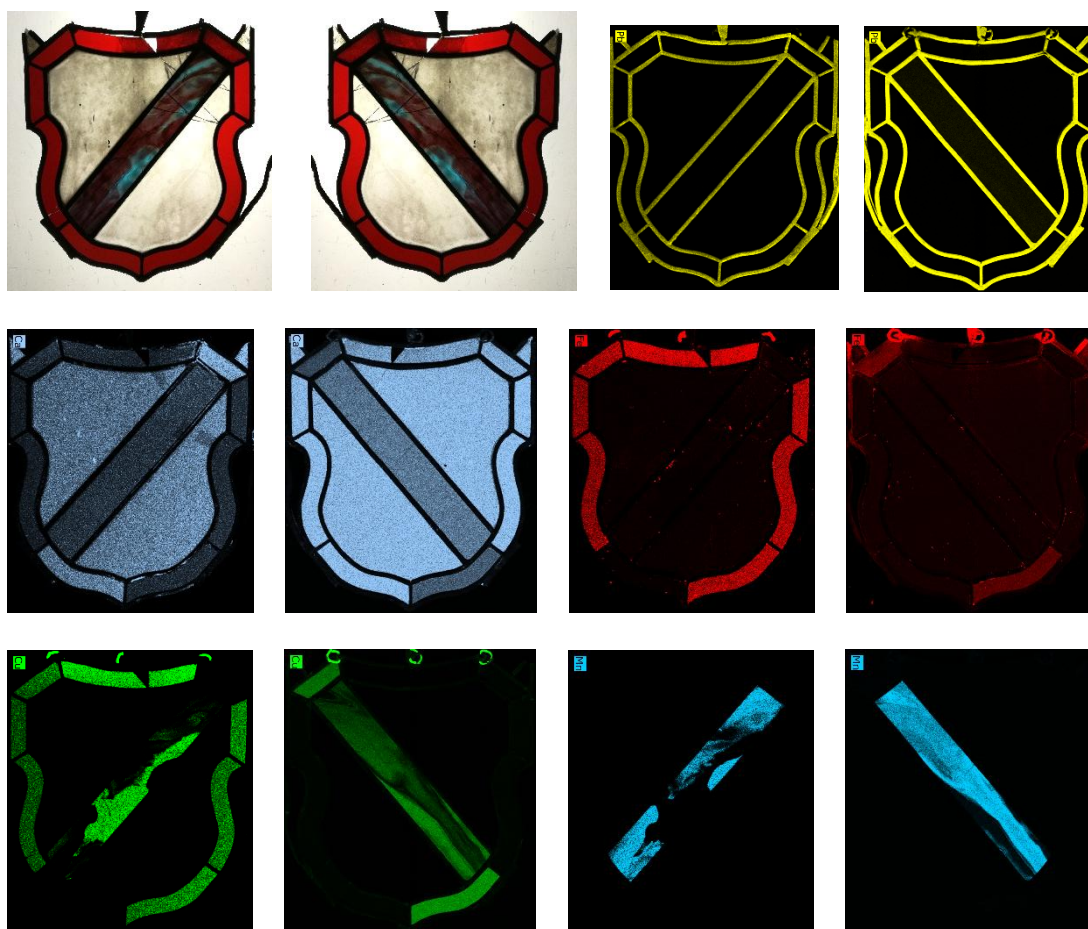
Il. 150. Znormalizowane widma FTIR 11 próbek szkła z witraży klatki schodowej kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 w Toruniu.

²⁹⁴ Aneks II, 67.

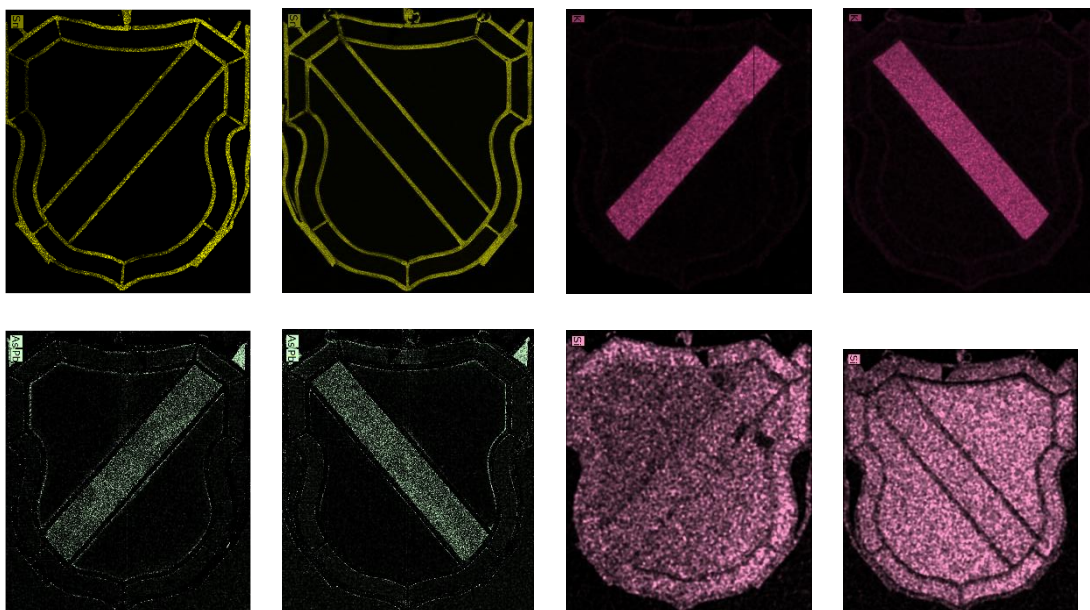
Analiza Makro XRF szkieł kartusza herbowego z kwatery okna I 2b klatki schodowej kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 w Toruniu²⁹⁵.

Fragment z kartuszem herbowym (Il. 151) wskazuje, że krzem odpowiada za budowę struktury szkła, potas pełni funkcję topnika obniżającego temperaturę topnienia, natomiast wapń stabilizuje sieć szklaną i zwiększa jej odporność chemiczną. Żelazo występuje jako naturalna domieszka bezbarwnej bazy szkła powłokowego i jednocześnie wpływa na tonację barwy, modyfikując jej odcień. Za czerwone zabarwienie warstwy powierzchniowej odpowiada miedź, przy czym efekt ten został uzyskany w warunkach redukcyjnych.

W mąconym szkle środkowego, skośnego pasa (analogicznym do próbki nr 2) miedź odpowiada za niebieską barwę powstającą w warunkach utleniających, natomiast mangan nadaje fragmentom odcienie fioletowe. Arsen pełni funkcję dodatku technologicznego o charakterze klarującym, poprawiając jednorodność szkła poprzez usuwanie pęcherzyków gazowych.



²⁹⁵ Aneks IV, 146–162.



Il. 151. Analiza Makro XRF szkła kartusza herbowego z kwatery okna I 2b klatki schodowej kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 w Toruniu. Rozkład pierwiastków: ołowiu, wapnia, żelaza, miedzi, manganu, cyny, potasu, arsenu, krzemu (po lewej strona wewnętrzna, po prawej zewnętrzna).

Zastosowanie techniki makro XRF umożliwiło nie tylko identyfikację pierwiastków, lecz także ich przestrzenne zobrazowanie (Il. 152), czyli mapowanie rozkładu w obrębie mąconego szkła niebiesko-fioletowego, co pozwoliło lepiej zrozumieć sposób kształtowania efektu dekoracyjnego. Analiza wykazała ponadto, że dwa fragmenty szkła powłokowego w lamówce kartusza zostały zamontowane odwrotnie – warstwą barwiącą skierowaną na zewnątrz.



Il. 152. Analiza Makro XRF szkła kartusza herbowego z kwatery okna I 2b klatki schodowej kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 w Toruniu. Rozkład pierwiastków – mapowanie: miedzi i manganu (po lewej strona wewnętrzna, po prawej zewnętrzna).

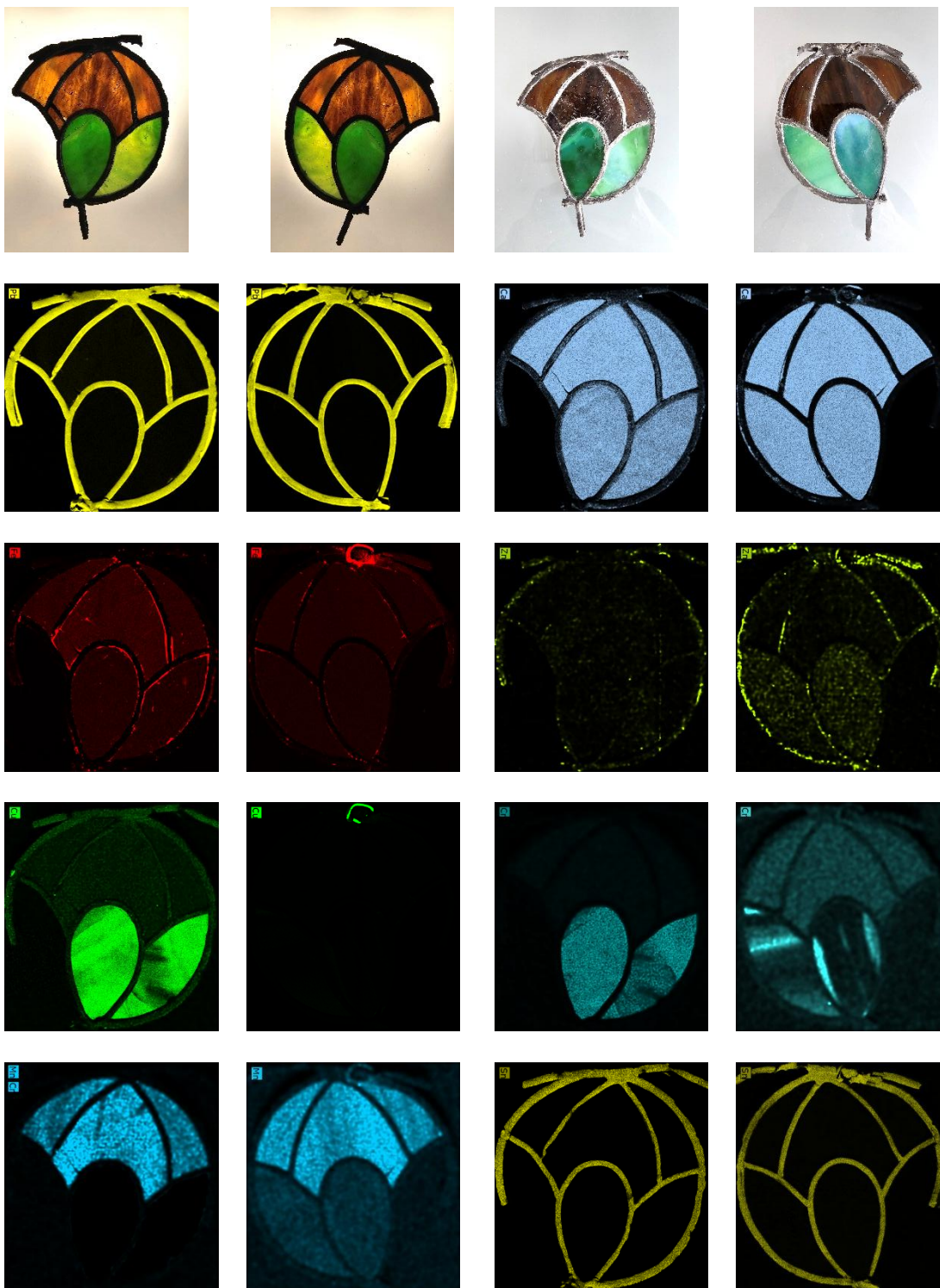
Analiza makro XRF fragmentu witrażu z pakiem kwiatowym niezidentyfikowanej kwatery okna kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 w Toruniu²⁹⁶.

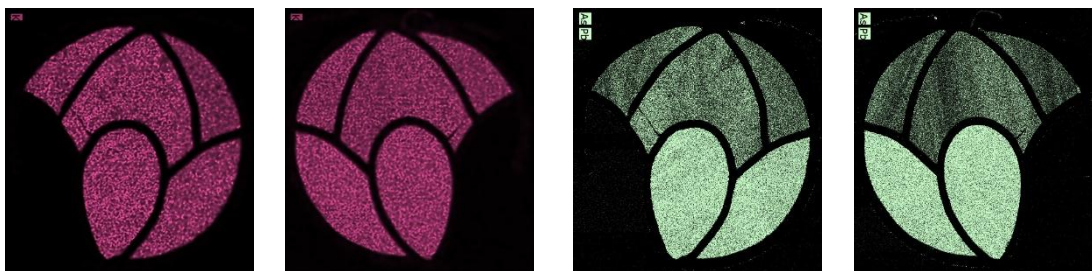
Fragment witrażu z pakiem kwiatowym (Il. 153) wykonany jest ze szkieł mączonych o barwach zielono-żółtych oraz żółto-bursztynowych, o charakterze krzemianowym. Podstawową rolę strukturotwórczą pełni krzem, budujący przestrzenną sieć szklistą. Obecny potas działa jako topnik, obniżający temperaturę topnienia masy szklanej i ułatwiający jej formowanie, natomiast wapń stabilizuje strukturę, zwiększając odporność chemiczną i mechaniczną szkła.

Za barwę szkła odpowiada złożony układ pierwiastków przejściowych. Miedź, skoncentrowana w partiach zielonych, pełni funkcję głównego chromoforu, nadając szkle odcienie niebieskozielone i zielone w warunkach utleniających. Żelazo występuje zarówno jako naturalna domieszka surowcowa, jak i czynnik barwiący, wpływający na tonację barw w kierunku zielonym oraz brązowym. Lokalnie obecny chrom wzmacnia intensywność zieleni. Mangan rozłożony jest bardziej równomiernie i najprawdopodobniej pełni funkcję odbarwiacza, jednak przy wyższych stężeniach może również uczestniczyć w kształtowaniu barwy. W warunkach zmiennych (redoks), zwłaszcza w obecności żelaza, może on modyfikować odcień szkła, przesuwając go w kierunku żółtawobrunatnym, bursztynowym i brązowym.

Arsen, równomiernie obecny w całej masie szkła, należy interpretować jako dodatek technologiczny o funkcji klarującej, stosowany w celu usuwania pęcherzyków gazowych podczas wytopu. Cynk występuje w niewielkich ilościach, szczególnie w partiach zielonych i może być związany zarówno z dodatkami technologicznymi, jak i z wtórnymi zanieczyszczeniami.

²⁹⁶ Aneks IV, 130–145.





Il. 153. Analiza makro XRF fragmentu witrażu z pękiem kwiatowym niezidentyfikowanej kwatery okna kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 w Toruniu. Rozkład pierwiastków: ołowiu, wapnia, żelaza, cynku, miedzi, chromu, manganu, cyny, potasu, arsenu (po lewej strona wewnętrzna, po prawej zewnętrzna. W górnym rzędzie witraż w świetle przechodzącym i odbitym).

Analiza makro XRF dwóch narożnych kwatek witrażowych z willi przy ul. Bydgoskiej 50-52 w Toruniu²⁹⁷.

Analiza wyników makro XRF (Il. 154) wskazuje na wyraźne zróżnicowanie funkcji poszczególnych pierwiastków, odpowiadające zarówno technologii wykonania szkła, jak i jego obecnemu stanowi zachowania. Rozkład ołowiu oraz cyny jest związany z układem listew ołowianych i miejscami lutowania. Rozkład cyny pokazuje, że listwy ołowiane były całkowicie pokryte warstwą lutu cynowego, w celu dodatkowego usztywnienia konstrukcji.

Wapń równomiernie rozłożony na wszystkich polach, należy interpretować jako składnik stabilizujący strukturę szkła. Stront może pełnić tu funkcję modyfikatora i stabilizatora struktury, zbliżoną do roli wapnia. Żelazo występuje w sposób rozproszony. Z jednej strony jest naturalną domieszką surowcową wpływającą na ogólną tonację szkła, z drugiej może być częściowo związane z wtórnymi procesami powierzchniowymi. Jego wyraźny sygnał znajduje się w partiach fioletowego szkła.

W obrębie jasnofioletowych szkieł katedralnych otaczających centralną gomółkę stwierdzono wyraźną koncentrację manganu, co wskazuje na jego funkcję chromoforu odpowiedzialnego za uzyskanie odcienia fioletowego. W zielonej lamówce ze szkła katedralnego dominują sygnały miedzi oraz chromu, które należy uznać za zasadnicze pierwiastki barwiące odpowiadające za zieloną kolorystykę tych partii.

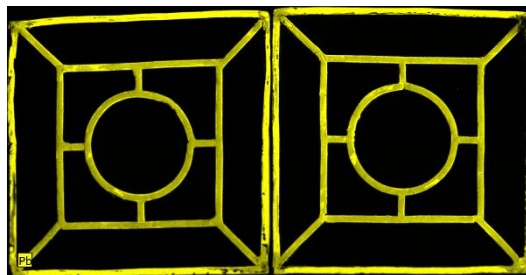
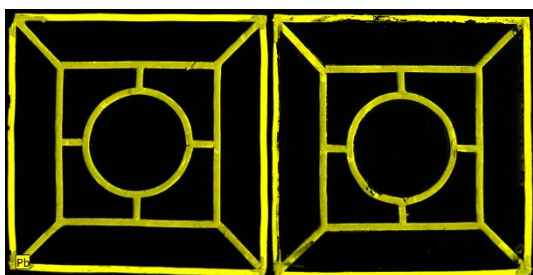
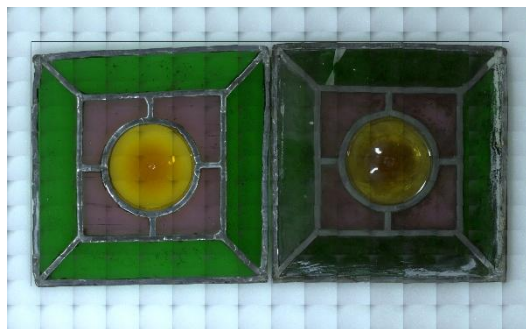
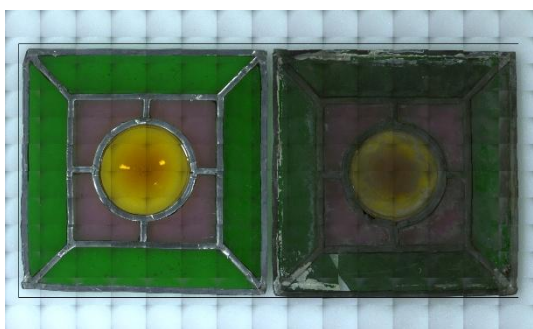
W przypadku żółtej gomółki brak jest jednoznacznego, wyraźnie wydzielonego pierwiastka, który można by bezpośrednio powiązać z jej barwą na podstawie przedstawionych map rozkładu. Jednak słabo widoczny sygnał od żelaza może

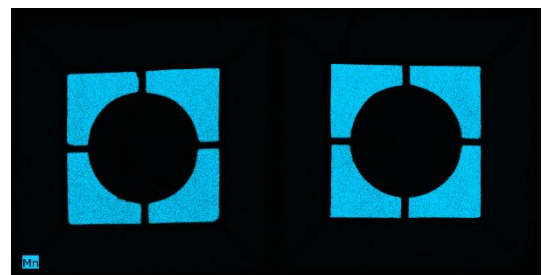
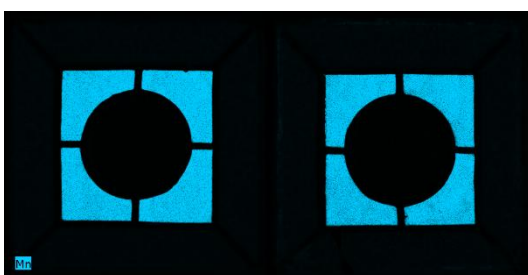
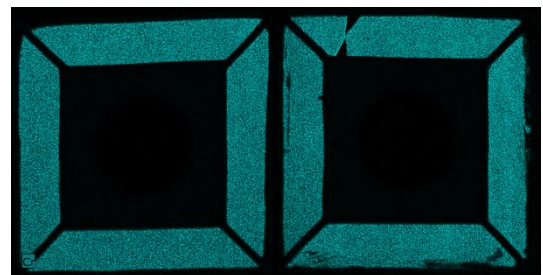
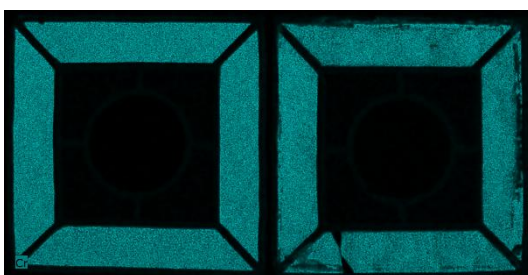
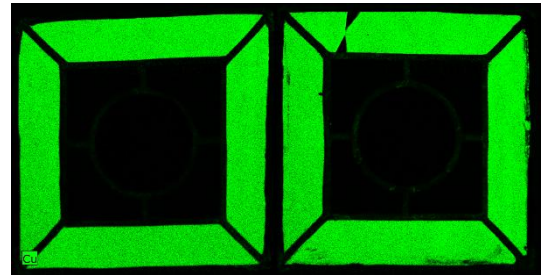
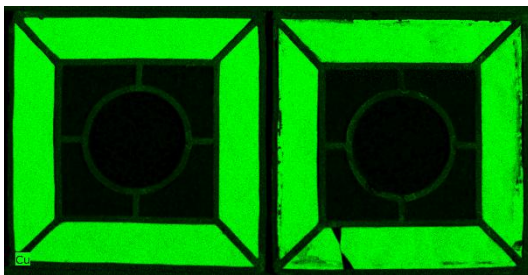
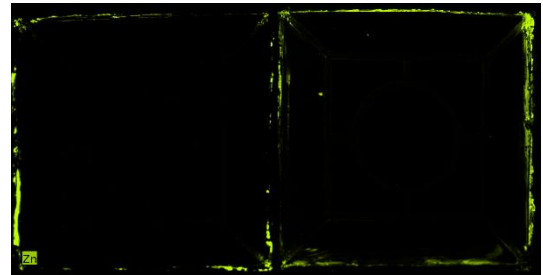
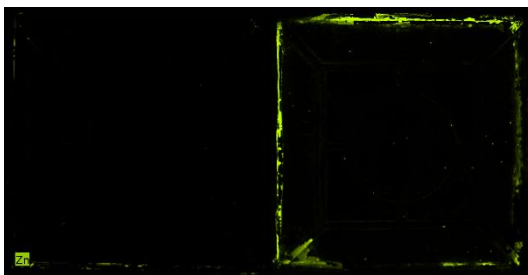
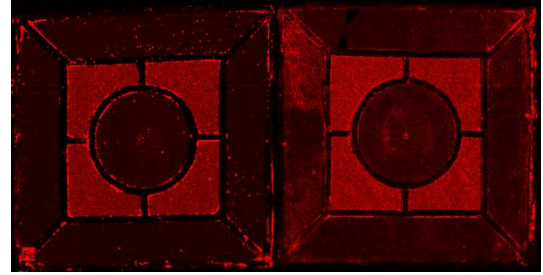
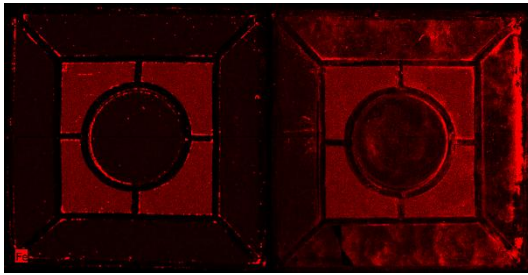
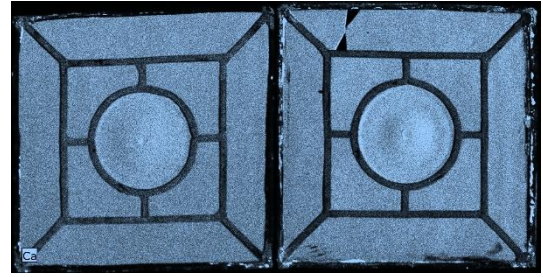
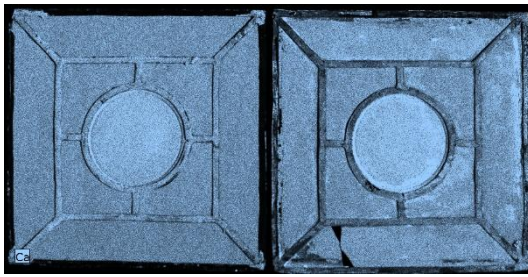
²⁹⁷ Aneks V, 179–199.

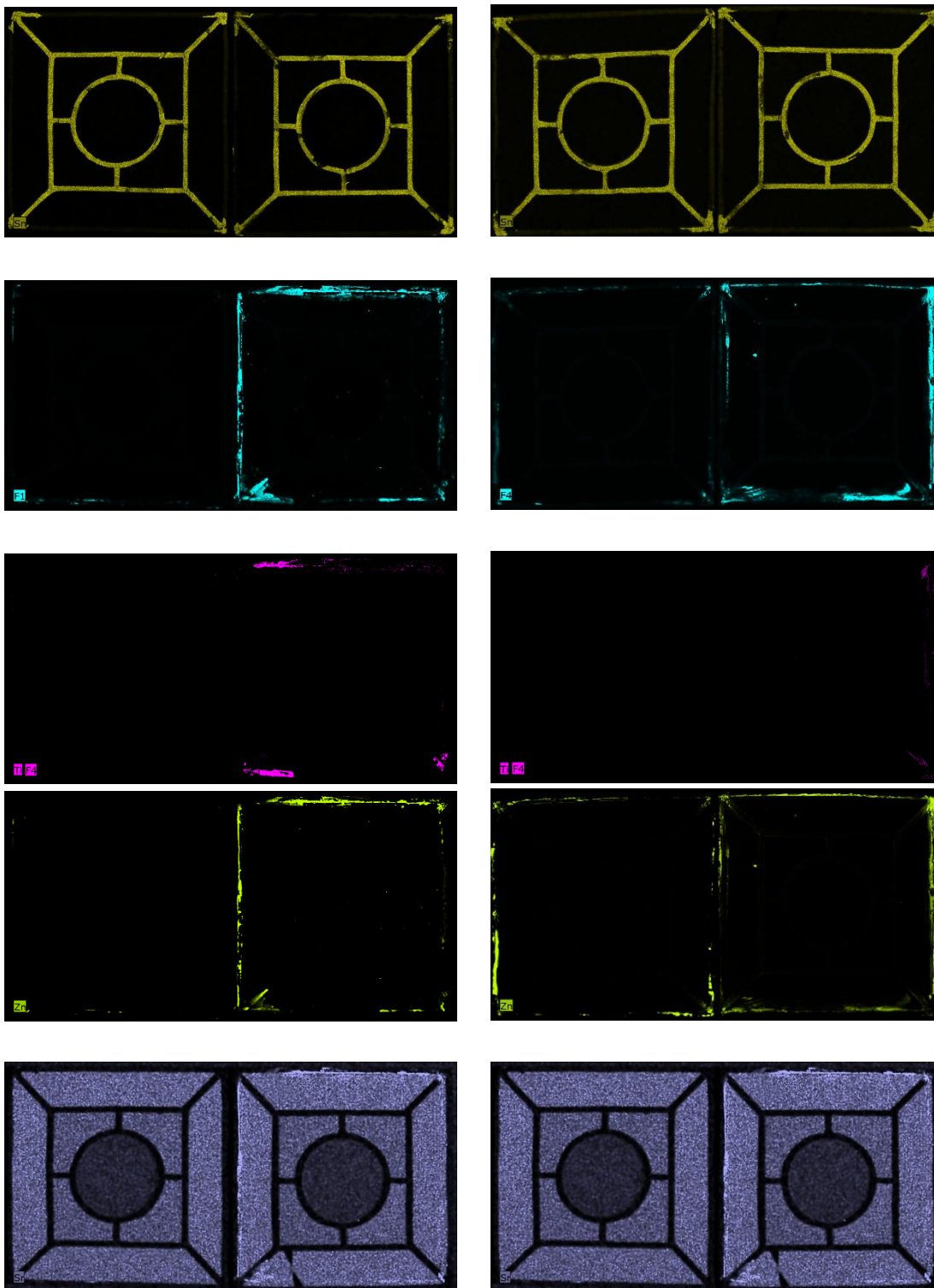
wskazywać na zabarwienie szkła tlenkiem tego właśnie pierwiastka w warunkach utleniających.

Istotnym elementem interpretacji jest obecność pierwiastków takich jak cynk, bar, tytan oraz również żelaza, których rozkład ma charakter nierównomierny i koncentruje się głównie w strefach przy krawędziach tafli oraz w obrębie obrzeży kwater, szczególnie w kwaterze prawej. Wskazuje to, że pierwiastki te nie stanowią składnika masy szklanej, lecz są związane z wtórnymi nawarstwieniami powierzchniowymi. Można je interpretować jako produkty korozji, osady środowiskowe bądź pozostałości materiałów użytych podczas wcześniejszych zabiegów konserwatorskich (np. kitów lub warstw malarskich).

Rozkład analizowanych pierwiastków wskazuje na nierównomierny charakter nawarstwień korozyjnych oraz zabrudzeń powierzchniowych, których największe nagromadzenie obserwuje się w partiach bocznych, szczególnie w obrębie prawej kwatery. Zjawisko to znajduje potwierdzenie również w obserwacjach wizualnych, gdzie widoczne jest silniejsze zmatowienie i zabrudzenie powierzchni. Zróżnicowanie stanu zachowania obu kwater ma jednak charakter zamierzony: lewa kwatera została przed wykonaniem badań oczyszczona, natomiast prawa pozostawiona w stanie nieoczyszczonym, co umożliwiło w pewnym stopniu porównanie wpływu nawarstwień powierzchniowych na wyniki analizy.







Il. 154. Analiza makro XRF dwóch narożnych kwatek witrażowych z willi przy ul. Bydgoskiej 50-52 w Toruniu. Rozkład pierwiastków: ołowiu, wapnia, żelaza, cynku, miedzi, chromu, manganu, cyny, baru, tytanu, cynku, strontu (po lewej strona wewnętrzna, po prawej zewnętrzna).

Analiza makro XRF narożnej kwaterki witrażowej z kołem z klatki schodowej kamienicy przy ul. Mostowej 9 w Toruniu²⁹⁸.

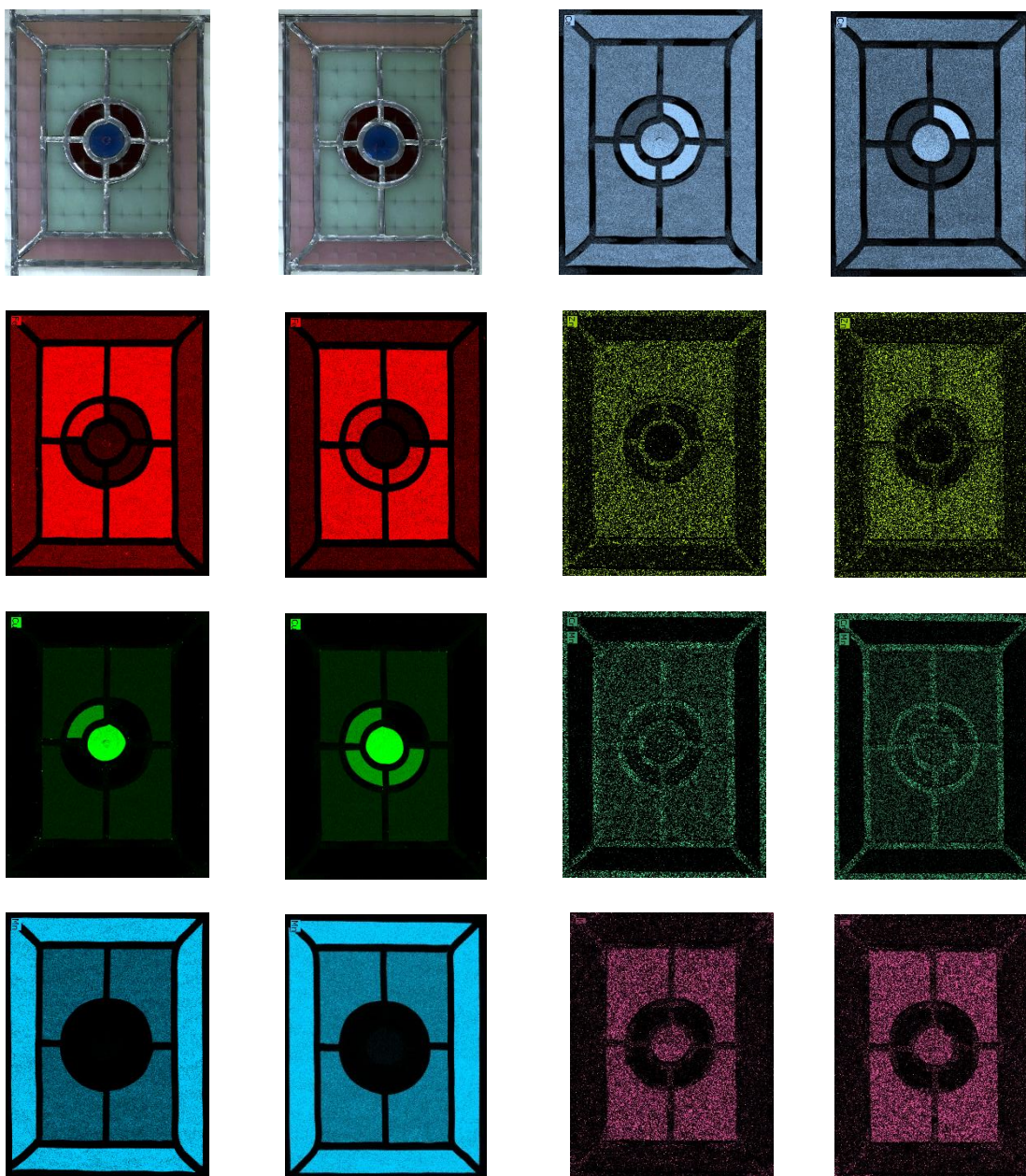
Badany fragment (Il. 155) wykonany jest ze szkła krzemianowego, w którym dominującymi składnikami są krzem i wapń. Obecność potasu wskazuje na udział topników alkalicznych, obniżających temperaturę topnienia i wpływających na właściwości technologiczne szkła. Wyraźnie wyższy sygnał potasu obserwuje się w niebieskiej gomółce oraz w partiach szkła błękitnozielonkawego.

Miedź jest wyraźnie skoncentrowana w centralnej, niebieskiej gomółce, co wskazuje na jej rolę jako głównego chromoforu nadającego barwę w warunkach utleniających. Ten sam pierwiastek odpowiada również za czerwoną barwę szkła powłokowego w lamówce gomółki, uzyskaną w warunkach redukcyjnych. Mapowanie wskazuje też na fakt odwrócenia jednego szkła powłokowego warstwą barwną do strony wewnętrznej. Słabszy sygnał miedzi obecny jest także w partiach szkła błękitnozielonkawego, gdzie może odpowiadać za jego niebieskawy odcień.

Żelazo występuje równomiernie we wszystkich analizowanych szklach i należy je interpretować jako naturalną domieszkę surowcową, która jednocześnie wpływa na tonację barw, zwłaszcza w kierunku zielonkawym lub brązowym. Mangan wykazuje podobnie jednorodny rozkład i najprawdopodobniej pełni funkcję odbarwiacza, choć może również uczestniczyć w subtelnym kształtowaniu barwy, szczególnie w warunkach zmiennego potencjału redoks, np. w szkle błękitnozielonkawym. W przypadku jasnofioletowego szkła lamówki kwaterki pełni on już wyraźną rolę chromoforu.

Chrom występuje w niewielkich ilościach, jednak mapy jego rozkładu wskazują na lokalne wzbogacenia w szkle błękitnozielonkawym, czerwonym oraz w niebieskiej gomółce, co może świadczyć o jego udziale w kształtowaniu barwy, zwłaszcza w kierunku zieleni. Cynk pojawia się w postaci rozproszonej, głównie w szkle błękitnozielonkawym i może być związany zarówno z dodatkami technologicznymi, jak i z wtórnymi zanieczyszczeniami powierzchni.

²⁹⁸ Aneks VI, 204–218.



Il. 155. Analiza makro XRF narożnej kwaterki witrażowej z kołem z klatki schodowej kamienicy przy ul. Mostowej 9 w Toruniu (Aneks V). Rozkład pierwiastków: wapnia, żelaza, cynku, miedzi, chromu, manganu, potasu (po lewej strona wewnętrzna, po prawej zewnętrzna).

Analiza makro XRF narożnej kwaterki witrażowej z czteroliściem z klatki schodowej kamienicy przy ul. Mostowej 9 w Toruniu²⁹⁹.

Fragment z czteroliściem (Il. 156) wykonany jest ze szkła krzemianowego, w którym dominują krzem i wapń. Obecny w niewielkich ilościach potas pełni funkcję topnika alkalicznego, obniżającego temperaturę topnienia masy szklanej i ułatwiającego jej

²⁹⁹ Aneks VI, 219–234.

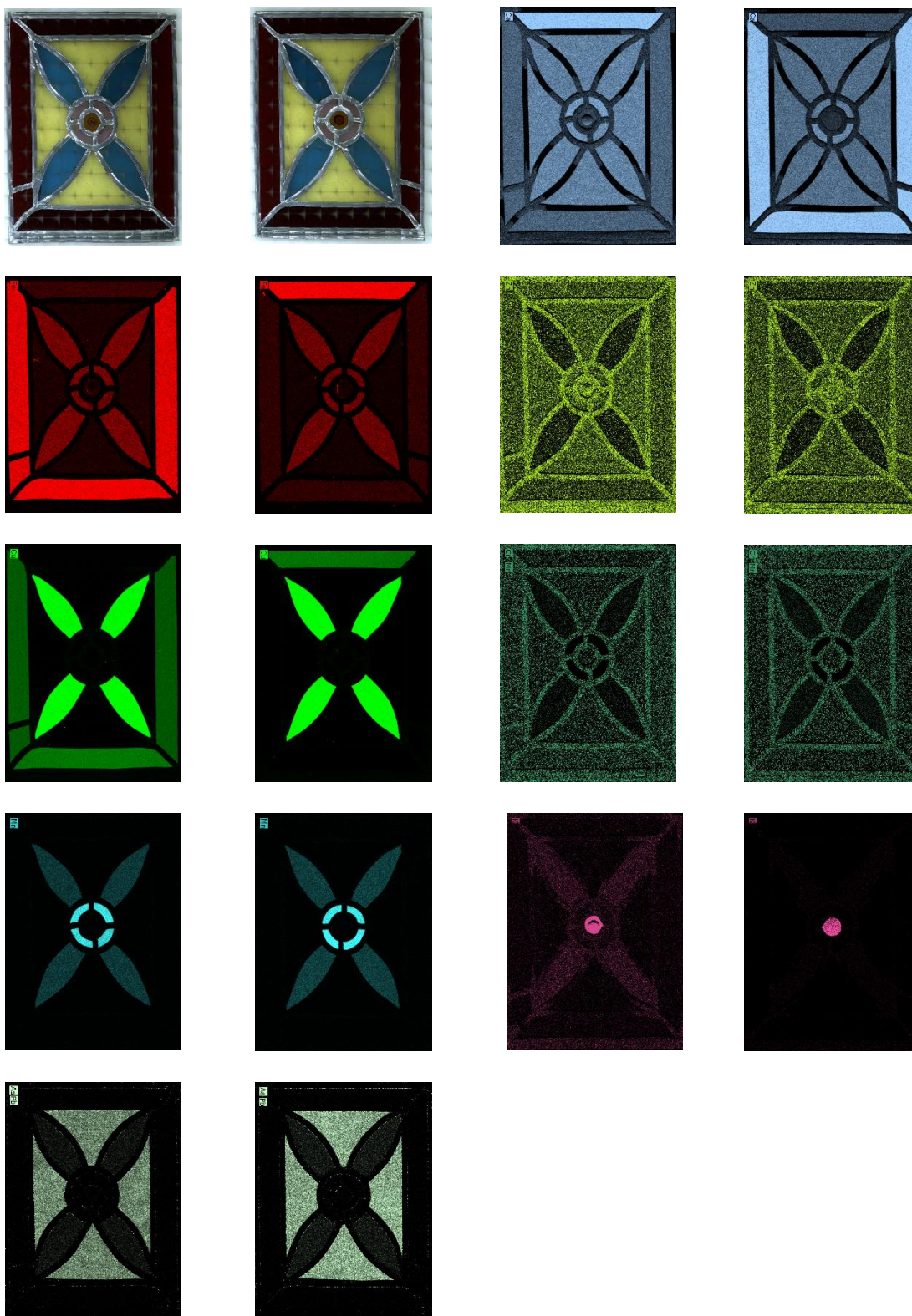
formowanie. Jego wyraźniejszy sygnał w centralnej części kompozycji (w żółtym kaboszonie) może wskazywać na odmienny skład tej partii szkła w stosunku do pozostałych elementów.

Miedź jest wyraźnie skoncentrowana w błękitnych, wydłużonych płatkach czteroliścia, gdzie pełni funkcję głównego chromoforu odpowiedzialnego za niebieską barwę szkła, uzyskaną w warunkach utleniających. Jej słabszy, bardziej rozproszony sygnał widoczny jest również w czerwonej lamówce kwatery. Tutaj kolor powstał w warunkach redukcji. Różnica w sygnale miedzi po stronie wewnętrznej i zewnętrznej ponownie informuje o tym, że to czerwone szkło powłokowe.

Żelazo występuje stosunkowo równomiernie w całym fragmencie i należy je interpretować przede wszystkim jako naturalną domieszkę surowcową, która może jednocześnie wpływać na tonację szkła, zwłaszcza w kierunku żółtawym, zielonkawym lub brunatnym. Szczególne znaczenie ma to w partiach tła, gdzie żelazo mogło współuczestniczyć w kształtowaniu cieplejszego odcienia.

Mangan wykazuje większą koncentrację w centralnym jasnofioletowym pierścieniu oraz w błękitnych płatkach, co wskazuje, że poza możliwą funkcją odbarwiającą uczestniczy on również w modelowaniu barwy. W odpowiednim stężeniu może wzmacniać chłodną tonację niebieskiego szkła lub nadawać mu subtelne odcienie fioletowawe, zależnie od warunków redoks. Chrom występuje jedynie w niewielkich ilościach i może jedynie modyfikować odcień, a nie być głównym barwnikiem. Cynk ma charakter rozproszony i może być związany zarówno z dodatkami technologicznymi, jak i z wtórnymi zanieczyszczeniami powierzchni.

Arsen, obecny zwłaszcza w żółtych szklach tła, należy interpretować jako dodatek technologiczny o funkcji klarującej, stosowany do usuwania pęcherzyków gazowych i poprawy jednorodności szkła.



Il. 156. Analiza makro XRF narożnej kwatki witrażowej z czteroliściem z klatki schodowej kamienicy przy ul. Mostowej 9 w Toruniu (Aneks VI). Rozkład pierwiastków: wapnia, żelaza, cynku, miedzi, chromu, manganu, potasu, arsenu (po lewej strona wewnętrzna, po prawej zewnętrzna).

LISTWY OŁOWIANE

Badania trzech listew ołowianych z witraży kamienic przy **ul. Poniatowskiego 1, ul. Jagiellończyk 6 oraz ul. Mostowej 9 w Toruniu** (Aneks II) wykazały, że wszystkie analizowane próbki mają zasadniczo ołowiany rdzeń w zakresie 96,5 – 98,7%. Ich powierzchnie różnią się stopniem i charakterem wzbogacenia w cynę (przez całościowe cynowanie listew przy składaniu kwater witrażowych) oraz składem nawarstwień korozyjnych. Zestawienie wyników ED-XRF i SEM-EDS pozwala stwierdzić, że nie ma tu do czynienia z jednorodnym materiałem w całym przekroju listew, lecz z układem złożonym z miękkiego ołowianego wnętrza oraz chemicznie odmiennej, przekształconej powierzchni. Potwierdzają to zarówno wyniki badań składu pierwiastkowego, jak i obrazy BSE, na których widoczne są strefy spękań, łuszczenia, niejednorodnych nalotów i lokalnych wtrąceń.

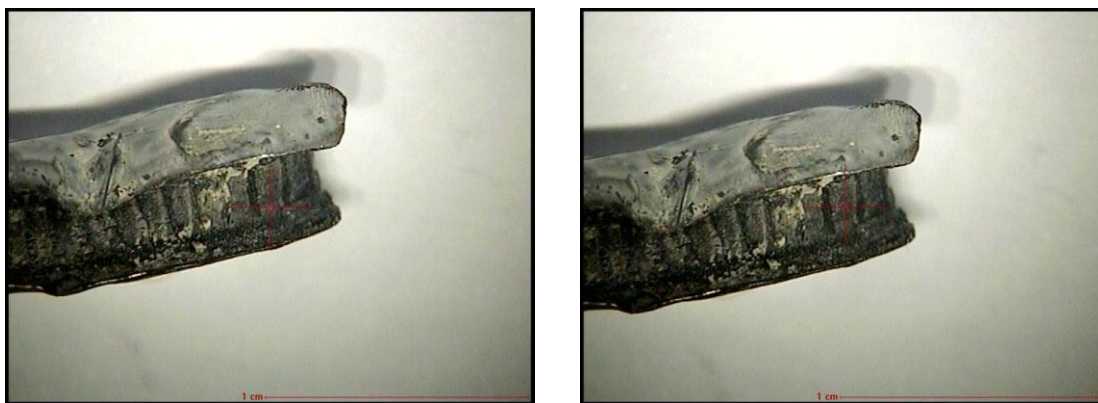
Próbka listwy nr 12³⁰⁰ (ul. Poniatowskiego 1) (Il. 157, 158)

Próbka ta jest najbardziej zróżnicowana pomiędzy warstwą zewnętrzną a wnętrzem (rdzeniem). Pomiary ED-XRF wykonane na powierzchni wykazały średnio około 47,4% Sn, 16,8% Zn, 4,66% Ti i 30,5% Pb, a po stronie wewnętrznej w rdzeniu stwierdzono średnio około 96,5% Pb, 2,0% Sn i 0,9% Zn. Rdzeń listwy stanowi niemal czysty ołów z niewielką domieszką cyny, natomiast powierzchnia została silnie zmieniona i wzbogacona w cynę, cynk oraz tytan.



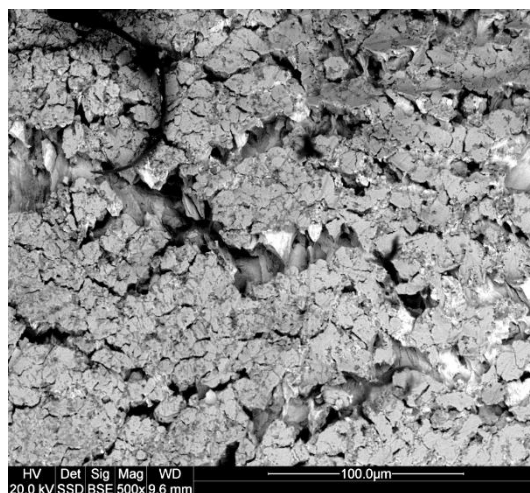
Il. 157. Listwa ołowiana z ul. Poniatowskiego 1 w Toruniu (Aneks II). Widok przykładowego obszaru pomiarowego strony zewnętrznej ER_To_12_02, 3x (po lewej) ze składem chemicznym (wt%): Ti 4,55, Fe <0,025, Co 0,08, Ni <0,015, Cu 0,12, Zn 15,83, Ag 0,01, Sn 47,33, Sb 0,14, Pb 31,81 oraz obszaru pomiarowego ER_To_12_03, 3x (po prawej) ze składem chemicznym (wt%): Ti 5,33, Fe 0,03, Co 0,08, Ni <0,015, Cu 0,19, Zn 17,14, Ag <0,02, Sn 45,71, Sb 0,13, Pb 31,25, Bi 0,13.

³⁰⁰ Aneks I, 12, 16.



Il. 158. Listwa ołowiana z ul. Poniatowskiego 1 w Toruniu (Aneks II). Widok przykładowego obszaru pomiarowego rdzenia ER_To_12_08, 5x (po lewej) ze składem chemicznym (wt%): Ti <0,03, Fe 0,04, Co 0,12, Ni 0,02, Cu 0,11, Zn 0,93, Ag <0,02, Sn 1,86, Sb 0,09, Pb 96,61, Bi 0,22 oraz obszaru pomiarowego ER_To_12_09, 5x (po prawej) ze składem chemicznym (wt%): Ti <0,03, Fe 0,04, Co 0,12, Ni 0,04, Cu 0,09, Zn 0,95, Ag 0,02, Sn 1,86, Sb 0,13, Pb 96,56, Bi 0,19.

Obrazy BSE³⁰¹ powierzchni w obszarze 1 (Il. 159) pokazują wyraźnie spękaną, łuskowatą i porowatą morfologię powierzchni metalu, zbudowaną z nieregularnych, kruchych agregatów rozdzielonych szczelinami.



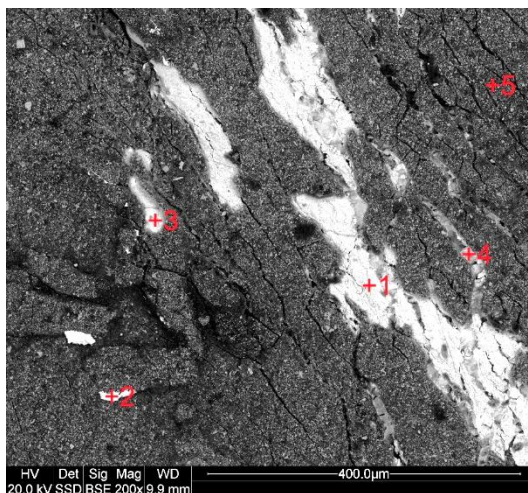
Il. 159. Listwa ołowiana z ul. Poniatowskiego 1 w Toruniu (Aneks II).
Obraz BSE topografii powierzchni próbki 12, obszar 1.

W obszarze badawczym 4³⁰² (Il. 160), w obrazach BSE widoczne są jasne smugi i nieregularne pasma przecinające ciemniejsze tło. Skład tych stref jest bardzo zmienny: obok partii cynowo-ołowiowych występują też obszary bogate w tlen, węgiel, cynk, siarkę, chlor i wapń. W punkcie 12-4-4 (Il. 160) stwierdzono m.in. około 19,98% O, 1,29% S, 0,85% Cl, 15,88% Zn, 17,76% Pb i 9,66% Sn, co może wskazywać na obecność

³⁰¹ Aneks II, 20.

³⁰² Aneks II, 27.

nawarstwień korozyjnych i zanieczyszczeń powierzchni, a nie czystej fazy metalicznej. Podobny skład ma punkt 12-5-1, co sugeruje, że są to te same produkty powierzchniowe. Tlen, siarka i chlor wskazują na wtórne związki korozyjne ołowiu i cyny, a obecność wapnia, sodu, glinu czy krzemu zapewne wiąże się z zanieczyszczeniem pyłowym. W efekcie listwę nr 12 należy interpretować jako listwę ołowianą z cienkim pokryciem cynowym, na którym rozwinęły się wieloskładnikowe nawarstwienia korozyjne.



Il. 160. Listwa ołowiana z ul. Poniatowskiego 1 w Toruniu (Aneks II). Obraz BSE topografii powierzchni próbki 12, obszar 4, zaznaczone punkty 1-5.

Przykładowe wyniki składu chemicznego w mikroobszarze 4 (wt%):

C 32,04, O 19,98, S 1,29, Cl 0,85, Sn 9,66, Ca 0,59, Ti 1,96, Zn 15,88, Pb 17,76.

Listwa ołowiana nr 13³⁰³ (ul. Jagiellończyka 6)

Ma ona bardziej jednoznaczny charakter materiałowy. W warstwie zewnętrznej ED-XRF (Il. 161) wykazał średnio około 58,4% Sn i 40,5% Pb, natomiast rdzeń (badany od zewnątrz) (Il. 162) zawiera średnio około 98,7% Pb oraz tylko śladowe ilości cyny 0,73%, cynku 0,10%, miedzi 0,12% i bizmutu 0,25%. Rdzeń listwy jest w zasadzie czysto ołowiany, a powierzchnia została pokryta warstwą cynowo-ołowiową.

³⁰³ Aneks II, 34, 36.



Il. 161. Listwa ołowiana z ul. Jagiellończyka 6 w Toruniu (Aneks II). Widok przykładowego obszaru pomiarowego strony zewnętrznej ER_To_13_02_3x ze składem chemicznym (wt%): Ti <0,03, Fe 0,03, Co 0,09, Ni <0,015, Cu 0,44, Zn 0,05, Ag <0,02, Sn 57,98, Sb 0,34, Pb 40,94, Bi 0,14.

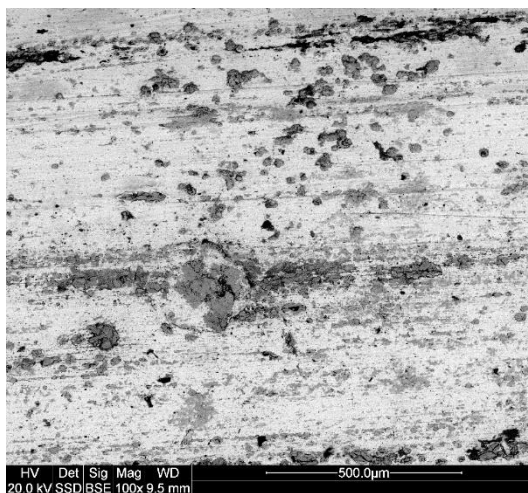


Il. 162. Listwa ołowiana z ul. Jagiellończyka 6 w Toruniu (Aneks II). Widok przykładowego obszaru pomiarowego rdzenia od strony zewnętrznej ER_To_13_06_3x ze składem chemicznym (wt%): Ti <0,03, Fe 0,05, Co 0,12, Ni 0,04, Cu 0,12, Zn 0,10, Ag <0,02, Sn 0,73, Sb 0,02, Pb 98,57, Bi 0,25.

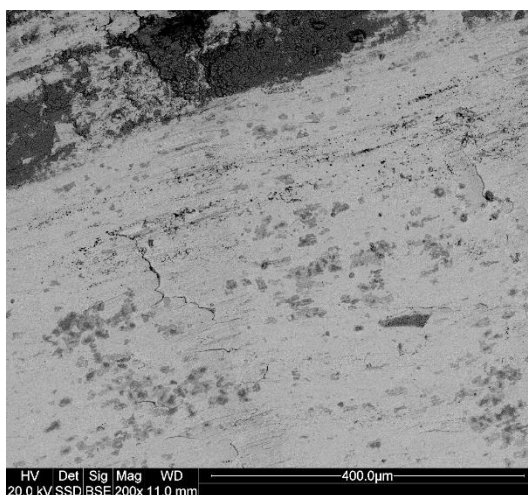
W badaniach SEM-EDS nie stwierdzono tak zróżnicowanej powierzchni jak w próbce 12. Mikroobszary zdominowane są przez Pb z udziałem O, C oraz lokalnie Ca i Sn, co wskazuje przede wszystkim na obecność cienkich warstw korozyjnych na ołowiu. W mikroobszarze 13-1-1³⁰⁴ (Il. 163) stwierdzono około 76,0% Pb, 2,4% Sn, 8,4% O i 12,8% C, a w 13-2-1³⁰⁵ (Il. 164) około 88,9% Pb.

³⁰⁴ Aneks II, 38.

³⁰⁵ Aneks II, 40.



Il. 163. Listwa ołowiana z ul. Jagiellończyka 6 w Toruniu (Aneks II). Przykładowy obraz BSE topografii powierzchni próbki 13, pole 1 z wynikami składu chemicznego w mikroobszarze 13-1-1 (wt%): C 12,75, O 8,37, Sn 2,41, Ca 0,46, Pb 76,01.



Il. 164. Listwa ołowiana z ul. Jagiellończyka 6 w Toruniu (Aneks II). Przykładowy obraz BSE topografii powierzchni próbki 13, obszar 2, pole 1, wynikami składu chemicznego w mikroobszarze 13-2-1 (wt%): C 6,78, O 4,32, Pb 88,90.

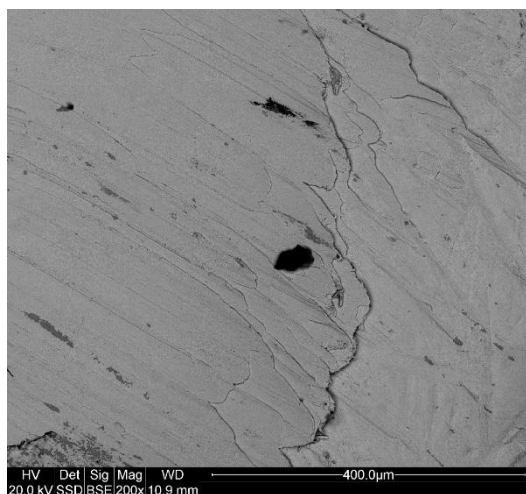
Na obrazach BSE powierzchnia tej listwy wydaje się stosunkowo bardziej zwarta i mniej łuskowata niż w próbce 12, chociaż wykazuje mikroporowatość i lokalne nierówności. Nawarstwienia korozyjne są tu cieńsze i mniej złożone chemicznie; dominują składniki typowe dla powierzchniowego utlenienia i karbonatyzacji ołowiu (reakcji z CO_2), z niewielkim udziałem cyny oraz lokalnymi osadami wapniowymi.

Listwa ołowiana nr 14 (ul. Mostowa 9)

Najbardziej złożony obraz uzyskano dla tej listwy ołowianej. W warstwie zewnętrznej ED-XRF³⁰⁶ (Il. 165) wykazał średnio ok. 58,40% Pb i 39,71% Sn, co wskazuje na ocynowanie powierzchni szprosu. Analiza SEM-EDS rdzenia³⁰⁷ (Il. 166) wykazała ok. 92,52% ołowiu i 2,84% cyny.



Il. 165. Listwa ołowiana z ul. Mostowa 9 w Toruniu (Aneks II). Widok przykładowego obszaru pomiarowego strony zewnętrznej ER_To_14_09_3x ze składem chemicznym (wt%): Ti <0,03, Fe 0,54, Co 0,07, Ni 0,04, Cu 0,41, Zn 0,34, Ag <0,02, Sn 39,71, Sb 0,08, Pb 58,40, Bi 0,07.

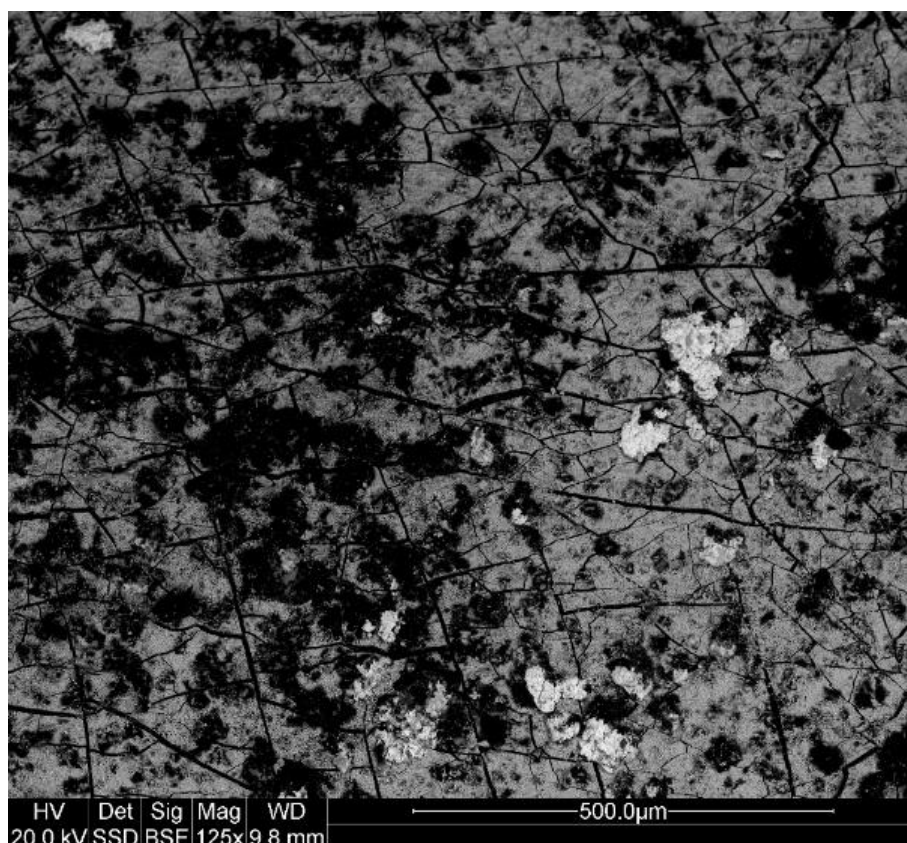


Il. 166. Listwa ołowiana z ul. Mostowa 9 w Toruniu (Aneks II). Przykładowy obraz BSE topografii powierzchni próbki 14, obszar 2 ze składem chemicznym w mikroobszarze 14-2-1 (wt%): Pb 92,52, Sn 2,84, C 4,64.

³⁰⁶ Aneks II, 50.

³⁰⁷ Aneks II, 55–57.

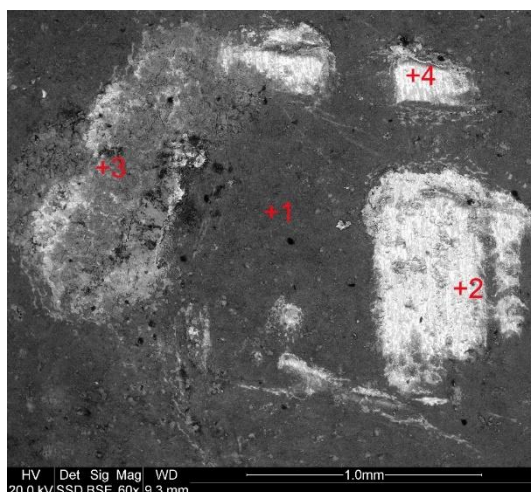
Obrazy BSE tej próbki pokazują silnie zróżnicowaną topografię powierzchni: obok partii ciemnych, matowych i spękanych występują jaśniejsze smugi, strefy zbite oraz miejsca o charakterze skorup i nalotów. W mikroobszarach powierzchniowych zidentyfikowano wyraźnie złożone nawarstwienia zawierające nie tylko Pb i Sn, lecz także tlen, siarkę, chlor, fluor, sód, magnez, glin, krzem, potas, wapń oraz żelazo, co wskazuje na produkty korozji połączone z osadami środowiskowymi. Na stronie zewnętrznej w punkcie 14-1-1³⁰⁸ (Il. 167) stwierdzono m.in. 21,76% O, 8,13% S, 2,89% F, 1,19% Si, 2,81% Ca i 36,67% Pb, przy niewielkim udziale Sn 1,13%, co sugeruje obecność silnie przekształconej warstwy korozyjnej ołowiu z domieszką pyłów mineralnych i osadów. Podobnie w punktach³⁰⁹ 14-3-1 i 14-3-3 (Il. 168) obecne są układy Pb-Sn-O-S-Cl z dodatkiem Na, Al, Si, K i Ca, charakterystyczne dla złożonych nalotów i wtórnych przekształceń.



Il. 167. Listwa ołowiana z ul. Mostowa 9 w Toruniu (Aneks II). Przykładowy obraz BSE topografii powierzchni próbki 14, obszar 1 ze składem chemicznym w mikroobszarze 14-1-1 (wt%): C 21,19, O 21,76, F 2,89, Na 1,00, Mg 0,99, Al 0,65, Si 1,19, S 8,13, Cl 0,45, K 0,58, Sn 1,13, Ca 2,81, Fe 0,58, Pb 36,67.

³⁰⁸ Aneks II, 53–55.

³⁰⁹ Aneks II, 59–61.



Il. 168. Listwa ołowiana z ul. Mostowa 9 w Toruniu (Aneks II). Przykładowy obraz BSE topografii powierzchni próbki 14, obszar 3 z zaznaczonymi punktami pomiarowymi 1 – 4. Składem chemicznym w mikroobszarze 14-3-1 (wt%): C 31,98, O 13,71, Na 0,72, Al. 0,08, Si 0,39, S 3,23, Cl 1,39, K 0,96, Sn 8,12, Ca 2,93, Fe 0,37, Pb 36,12 oraz 14-3-3 (wt%): C 26,59, O 15,46, Na 0,62, Al. 0,62, Si 1,49, S 4,84, Cl 1,58, K 0,60, Sn 2,90, Ca 2,18, Fe 0,81, Pb 42,31.

Przełom listwy nr 14 pokazuje, że pod mocno przekształconą powierzchnią zachowała się faza metaliczna bogata w ołów, ale otoczona przez strefy o zmiennej zawartości cyny. Morfologia obserwowana w BSE sugeruje rozwój warstw korozyjnych o charakterze skorupowym i pasmowym, miejscami z widocznym odspajaniem oraz zróżnicowaniem kontrastu, co odpowiada współwystępowaniu metalu, produktów korozji i osadów. Obecność siarki i chloru jest tu szczególnie istotna, ponieważ świadczy o środowisku sprzyjającym dalszym przemianom korozyjnym.

3.2.3. Podsumowanie wyników badań

Celem badań było rozpoznanie technologii wykonania historycznych szkielew witrażowych i okiennych, określenie ich składu chemicznego, wyjaśnienie mechanizmów barwienia, identyfikacja materiału siatki ołowianej oraz ocena wpływu stanu zachowania i nawarstwień powierzchniowych na wyniki analiz. Zastosowanie kilku uzupełniających się metod pozwoliło połączyć analizę składu punktowego z obserwacją przestrzennego rozkładu pierwiastków. SEM-EDS umożliwił określenie głównych składników struktury szklanej, LA-ICP-MS ujawniła pierwiastki śladowe i dodatki technologiczne, natomiast XRF i makro-XRF pozwoliły prześledzić rozmieszczenie pierwiastków w obrębie całych fragmentów witraży, listew ołowianych i nawarstwień wtórnych.

Stwierdzono także, że nie ma zasadniczych sprzeczności między metodami SEM-EDS i LA-ICP-MS w zakresie typu szkła, jednak LA-ICP-MS znacznie rozszerza interpretację składu. W przeciwieństwie do SEM-EDS, metoda ta wskazuje obecność licznych dodatków technologicznych i pierwiastków śladowych. W tym względzie różnice są istotne, ponieważ dotyczą przede wszystkim dokładności oznaczeń, wykrywalności składników śladowych oraz możliwości pełniejszego odtworzenia technologii produkcji i mechanizmów powstawania barwy.

Badania wykazały obecność kilku podstawowych rodzajów szkielek. Większość z nich to szkła krzemianowo-sodowo-wapniowe lub krzemianowo-sodowo-potasowo-wapniowe. To popularne układy dla produkcji przełomu XIX i XX w. W części próbek stwierdzono składy mieszano-alkaliczne, a w zielonym szkiele katedralnym także wyraźny baru. Szkła mącone wykazują wyraźną niejednorodność chemiczną, związaną z celowym niepełnym wymieszaniem faz, które dawało efekt smug i przemąceń.

Podstawowym składnikiem budującym strukturę wszystkich badanych szkielek jest krzemionka, tworząca sieć szklistą. Tlenki sodu i potasu pełnią funkcję topników, obniżających temperaturę topnienia i lepkość stopu. Wapń, miejscami magnez, glin, bar i stront, działają jako stabilizatory lub modyfikatory wzmacniające sieć i poprawiające trwałość chemiczną. B_2O_3 i P_2O_5 można wiązać z dodatkami wpływającymi na topnienie, rafinację i mikrostrukturę szkielek. As_2O_5 i Sb_2O_5 pełnią funkcję środków klarujących i odgazowujących, poprawiających jednorodność materiału oraz wspomagających kontrolę warunków redoks podczas wytopu.

Za barwy odpowiada przede wszystkim układ kilku chromoforów. Miedź nadaje szkiele odcienie niebieskie, niebiesko-zielone i zielone w warunkach utleniających, a w czerwonym szkiele powłokowym odpowiada za barwę warstwy powierzchniowej powstałej w warunkach redukcyjnych. Mangan jest głównym barwnikiem szkielek fioletowych, ale w innych przypadkach może pełnić funkcję odbarwiacza lub modyfikować odcienie bursztynowe i brunatne. Chrom odpowiada przede wszystkim za intensywne zielenie, natomiast żelazo występuje niemal we wszystkich szkielech jako naturalna domieszka surowcowa oraz czynnik wpływający na tonację w kierunku żółtawym, zielonkawym i brunatnym. W części próbek cynk, tytan, bar czy stront wpływają dodatkowo na właściwości optyczne i fizyczne szkielek.

Pod względem stabilności badane szkielek można ocenić jako dość dobrze ustabilizowane. Wysoki udział SiO_2 oraz obecność CaO , a niekiedy także Al_2O_3 i MgO , wskazują na korzystny układ składników sieciotwórczych i stabilizujących. Ilość

topników jest zauważalna, ale zwykle równoważona przez wapń i inne stabilizatory, co przekłada się na umiarkowanie dobrą lub dobrą trwałość chemiczną. Większą podatność na wtórne procesy powierzchniowe mogą wykazywać szkła o wyższym udziale alkaliów i bardziej otwartej strukturze, zwłaszcza niektóre szkła mącone i mieszano-alkaliczne.

Makro-XRF pozwolił zobrazować przestrzenny rozkład pierwiastków i dzięki temu powiązać ich obecność z konkretnymi barwami, listwami ołowianymi oraz nawarstwieniami wtórnymi. Umożliwił potwierdzenie koncentracji miedzi w partiach niebieskich i zielonych, manganu w partiach fioletowych, arsenu w wybranych taflach, a także jednoznaczne rozpoznanie układu siatki ołowianej i lutów cynowych. Badania te wykazały również różnice między stroną wewnętrzną i zewnętrzną, związane z procesami starzeniowymi, zabrudzeniami i korozją powierzchni. W niektórych przypadkach udało się uchwycić kwestie montażowe, jak odwrócenie szkła powłokowego warstwą barwną na zewnątrz.

Najważniejsze problemy badawcze wynikały z niejednorodności materiału oraz ograniczeń samych metod. Szkła mącone i powłokowe często różniły się składem w poszczególnych mikroobszarach, dlatego pojedynczy pomiar nie zawsze był reprezentatywny dla całej próbki. Dodatkowym utrudnieniem były wtórne zanieczyszczenia pochodzące z listew ołowianych, lutów, korozji i zabrudzeń powierzchniowych. Poszczególne techniki mają też różny zakres wykrywalności: SEM-EDS dobrze pokazuje główne składniki, ale słabiej pierwiastki śladowe, LA-ICP-MS jest znacznie czulsza, a XRF i makro-XRF nie rejestrują dobrze lekkich pierwiastków, przede wszystkim sodu, oraz nie pozwalają określić stopnia utlenienia pierwiastków, co jest kluczowe dla pełnej interpretacji mechanizmów barwienia.

Nie wszystko udało się ustalić z całkowitą pewnością. W części szkieł nie udało się bezpośrednio wykryć wszystkich chromoforów odpowiedzialnych za kolor, ponieważ mogły występować w ilościach śladowych. Nie było też możliwe bezpośrednie oznaczenie stopnia utlenienia miedzi, żelaza czy manganu, dlatego warunki utleniające lub redukcyjne można było określać jedynie pośrednio. Nie zawsze dało się też jednoznacznie oddzielić dodatki technologiczne od zanieczyszczeń surowcowych lub wtórnych nawarstwień powierzchniowych. Mimo tych ograniczeń badania pozwoliły dobrze rozpoznać technologię wykonania, skład chemiczny, mechanizmy barwienia i stan zachowania analizowanych szkieł.

Wszystkie trzy próbki listew ołowianych mają różny stopień powierzchniowego wzbogacenia w cynę i zaawansowania procesów korozyjnych. Próbka nr 12

(ul. Poniatowskiego 1) ma rdzeń ołowiany i najbardziej złożoną, wzbogaconą w Sn-Zn-Ti powierzchnię z rozwiniętymi, spękanymi nawarstwieniami. Próbka nr 13 (ul. Jagiellończyka 6) ma nieduże nawarstwienia korozyjne. Próbka nr 14 (ul. Mostowa 9) wykazuje największe zróżnicowanie przekrojowe, z rdzeniem bogatym w Pb, miejscowym udziałem Sn oraz rozbudowanymi nawarstwieniami zawierającymi O, S, Cl, F i składniki mineralne.

Obrazy BSE potwierdzają, że powierzchnie listew nie są gładkie ani jednorodne, lecz mają morfologię łuskowatą, spękaną, miejscami porowatą i skorupową, co odpowiada długotrwałym procesom starzeniowym i korozyjnym. Wyniki te pokazują więc, że stan zachowania listew jest wypadkową zarówno pierwotnego składu metalicznego, jak i późniejszych przemian powierzchniowych, które istotnie zmieniają ich obecną strukturę i skład chemiczny.

3.3. Stan zachowania i przyczyny zniszczeń

Analizę stanu zachowania przeprowadzono na przykładzie wcześniej omówionych obiektów, ze szczególnym uwzględnieniem tych, które zostały objęte pracami konserwatorskimi i restauratorskimi w ramach niniejszej rozprawy doktorskiej. Należą do nich witraże oraz ozdobne oszklenia okien klatek schodowych w budynkach przy ul. Poniatowskiego 1, ul. Jagiellończyka 4 i 6 oraz przy Placu Rapackiego 1.

W kamienicach toruńskich odnaleźć można różne style i techniki form witrażowych. Przeważają tu oszklenia dekoracyjne oraz witraże mozaikowe. W większości przypadków są one w bardzo złym stanie zachowania. Wyjątek stanowią witraże z ul. Poniatowskiego 3, ul. Mostowej 9, ul. Piastowskiej 5, ul. Mickiewicza 1-3, 52 i 57 (zrekonstruowane i zaaranżowane na nowo) oraz ul. Bydgoskiej 50-52, które zostały poddane w ostatnich latach pracom konserwatorskim i restauratorskim z częściowymi rekonstrukcjami.

Kluczowe przed podjęciem prac konserwatorskich i restauratorskich jest ustalenie, co powoduje zniszczenia. Dopiero poznanie procesów degradacji umożliwia dobranie odpowiednich metod działania.

3.3.1. Oszklenia ozdobne i witraże

Witraże są wyjątkowo podatne na uszkodzenia, ponieważ oddzielają wnętrze budynku od warunków panujących na zewnątrz. Z tego powodu narażone są na oddziaływanie różnych czynników niszczących m.in. wahania temperatury, wilgoć, światło słoneczne, napór wiatru, różnego rodzaju drgania budynków osłabiające ich elementy konstrukcji oraz zanieczyszczenia unoszące się w powietrzu. Istotnym problemem są również uszkodzenia mechaniczne (niecelowe i celowe) oraz skutki nieodpowiednich działań człowieka, zwłaszcza niewłaściwego czyszczenia i źle wykonanych napraw.

Witraż, który zbudowany jest ze szkła oprawionego w listwy ołowiane, jako część okna jest stale wystawiony na różne zagrożenia osłabiające jego budowę. Czynniki te można podzielić na dwie podstawowe kategorie: fizyczne i chemiczne.

Do najważniejszych czynników fizycznych niszczących witraż zaliczyć należy oddziaływania mechaniczne. Mogą być one spowodowane silnymi podmuchami wiatru, powodującego naciski na witraż albo wraz z drobinami piasku i kurzu - ścieranie jego powierzchni. Innego rodzaju uszkodzenia mechaniczne okien w postaci naprężeń mogą powstawać na skutek gwałtownych zmian temperatury. Wszystkie te czynniki powodują deformacje i wpływają na osłabienie konstrukcji okna. Takim przykładem może być np. większe odkształcanie pól witrażowych od strony południowej niż północnej, ponieważ są one silniej nagrzewane przez słońce. Szkodliwie działa także woda, szczególnie wtedy, gdy dostaje się do elementów witraża lub miejsca jego osadzenia, a następnie zamarza i rozmarza pod wpływem zmian temperatury. Istotnym źródłem uszkodzeń bywa również działalność człowieka, celowa jak i przypadkowa, takie jak nieprawidłowe czyszczenie czy źle wykonane naprawy.

Wśród czynników chemicznych największe znaczenie ma woda obecna w postaci pary, cieczy i lodu. To ona sprzyja i przyspiesza wiele reakcji szkodliwych dla szkła oraz metalowych części witraża, zwłaszcza gdy współdziała z zanieczyszczeniami znajdującymi się w powietrzu³¹⁰.

Omawiając procesy niszczenia witraży zbudowanych ze szkła osadzanego w listwy ołowiane warto przyjrzeć się budowie tych materiałów. Szkło można określić jako niekrystaliczne ciało stałe, będące roztworem krzemianów i tlenków

³¹⁰ Marcin Czeski, „Konserwacja szkła jako wystroju architektonicznego obiektów zabytkowych”, w *Barwy szkła* (2012), Dostęp 5.03.2026, <https://barwyszkla.pl/konserwacja-szkla-jako-wystroju-architektonicznego-obiektow-zabytkowych/>.

modyfikujących oraz nadmiaru wolnej krzemionki. Istotną cechą stanu szklistego jest brak regularnej, powtarzalnej budowy wewnętrznej, charakterystycznej dla fazy krystalicznej.

W uproszczonym ujęciu strukturę szkła krzemianowego można przedstawić jako układ jonów tworzących sieć, w którym krzem połączony jest z tlenem w formie przestrzennej struktury Si–O–Si. W szklach potasowych część wiązań sieciowych zostaje zaburzona przez obecność jonów modyfikujących, takich jak potas. Atomy tlenu mogą występować jako mostkowe, uczestniczące w tworzeniu połączeń między jonami szkłotwórczymi, oraz niemostkowe, związane tylko z jednym jonem szkłotwórczym. To właśnie obecność atomów tlenu niemostkowego sprzyja reaktywności chemicznej szkła, ponieważ stanowią one miejsca podatne na oddziaływanie wody i jonów obecnych w środowisku.

W przypadku szkieł historycznych, zwłaszcza średniowiecznych, skład chemiczny był często dobierany mniej precyzyjnie niż w produkcji nowożytnej i współczesnej. Różnice w zawartości poszczególnych składników powodowały znaczną zmienność właściwości szkieł, nawet w obiektach pochodzących z tego samego okresu.

Korozja szkła rozpoczyna się na jego powierzchni, a następnie może stopniowo obejmować głębsze warstwy materiału. Produkty powstające w trakcie tego procesu mogą działać dwukierunkowo: albo przyspieszać dalszą degradację, albo tworzyć warstwę ochronną w postaci żelu krzemionkowego, który częściowo zabezpiecza szkło przed dalszym niszczeniem. Aby proces korozji mógł się rozpocząć, musi zostać przekroczony próg energetyczny, czyli energia aktywacji, do czego mogą przyczyniać się światło oraz ciepło.

Podstawowym czynnikiem inicjującym korozję szkła jest woda, zarówno w postaci ciekłej, jak i gazowej. W środowisku wilgotnym, przy wilgotności względnej przekraczającej około 65%, na powierzchni szkła tworzy się cienka warstwa wody adsorpcyjnej. Cząsteczki wody wnikają w przypowierzchniową strefę szkła i reagują z atomami tlenu niemostkowego. Dochodzi wówczas do wymiany jonowej: protony pochodzące z dysocjacji wody zastępują jony alkaliczne obecne w strukturze szkła. W wyniku tej reakcji powstaje warstwa zubożona w jony modyfikujące, określana jako warstwa żelowa, hydrolityczna lub zhydrolizowana.

Przebieg procesu korozji zależy od ilości dostępnej wody. Jeżeli wody jest dużo, produkty reakcji mogą być wypłukiwane z powierzchni szkła, co czasowo spowalnia dalszą degradację. Odmienne przebiega korozja w warunkach ograniczonego dostępu

wilgoci, np. przy kondensacji pary wodnej na powierzchni szkła lub w zamkniętej, słabo wentylowanej przestrzeni. W takiej sytuacji produkty hydrolizy pozostają na powierzchni i rozpuszczają się w niewielkiej ilości wody, tworząc roztwory o wysokim stężeniu. Roztwory te mogą następnie reagować z siecią krzemionkową, prowadząc do jej dalszego rozkładu. Zjawiska tego typu obserwuje się często w warunkach muzealnych i konserwatorskich, gdzie określa się je jako „szkła płaczące”, „pocenie się” szkła lub „chorobę szkła”.

Oddziaływanie wody na powierzchnie szkła w środowisku zewnętrznym może wiązać się z występowaniem dużych zanieczyszczeń powietrza i dużym udziałem tlenków gazowych, zwłaszcza CO_2 , SO_2 i związków azotu. Rozpuszczone w wodzie tworzą kwaśne roztwory zdolne do reakcji z powierzchnią szkła. W wyniku kolejnych etapów degradacji następuje wymiana jonowa, powstawanie wodorotlenków, następnie węglanów i siarczanów. Produkty te mogą tworzyć na powierzchni szkła wtórne warstwy korozyjne, m.in. gipsowe lub siarczanowe. Ostatecznie układ warstw na skorodowanym szkłe można przedstawić jako: szkło właściwe, warstwa zhydrolizowana, czyli żelowa, oraz zewnętrzna warstwa produktów korozji.

W przypadku historycznych witraży szczególnie niekorzystne są szkła o podwyższonej zawartości alkaliów oraz niskiej zawartości krzemionki. Im większa zawartość tlenków alkalicznych R_2O i tlenków modyfikujących RO, tym mniejsza odporność szkła na działanie wody. Dotyczy to zwłaszcza szkieł potasowych, w których reakcje wymiany jonowej mogą przebiegać intensywnie. W praktyce konserwatorskiej objawia się to powstawaniem zmatowień, iryzacji, łusek, warstw żelowych, produktów solnych oraz lokalnych ubytków powierzchni, czyli korozji wżerowej. W skrajnych przypadkach procesy te prowadzą nie tylko do pogorszenia czytelności barwy i przejrzystości szkła, lecz także do osłabienia jego struktury i stopniowego niszczenia materii zabytkowej³¹¹.

Szkło wykazuje stosunkowo dobrą odporność na większość kwasów dzięki ochronnej warstwie żelu krzemionkowego, wyjątek stanowi jednak kwas fluorowodorowy. Znacznie groźniejsze są roztwory zasad oraz wysoka temperatura, ponieważ przyspieszają one korozję. Te pierwsze szybko atakują strukturę szkła, prowadząc do wypłukiwania składników zasadowych i osłabienia jego sieci³¹².

³¹¹ Karaszkiewicz, „Badania średniowiecznych witraży”, 124–131.

³¹² Elżbieta Greiner-Wronowa, Paweł Świt, „The Influence of Selected Organic Compounds on the Corrosion of Historical Glass Based on Their State of Preservation”, *Acta Physica Polonica A* 130, nr 6

Przedstawione procesy niszczenia szkła zachodzą powoli i najlepiej widoczne w bardzo starych szklach, zwłaszcza średniowiecznych, choć w rzeczywistości dotyczą wszystkich witraży i oszkleń. Pod wpływem długotrwałego kontaktu z wodą na powierzchni szkła tworzy się warstwa żelowa, zbudowana głównie z krzemionki pozbawionej składników modyfikujących. Zjawisko to zachodzi przede wszystkim po wewnętrznej stronie szkła, gdzie przez dłuższy czas utrzymuje się cienka warstwa wody adsorpcyjnej zawierającej zanieczyszczenia gazowe. W dalszym etapie, na skutek działania kwaśnych związków obecnych w powietrzu, powstają kolejne produkty korozji, między innymi gips.

Jednym z widocznych skutków degradacji chemicznej szkła jest biały nalot pojawiający się na jego powierzchni, podobnie jak ma to miejsce w przypadku występowania soli rozpuszczalnych w wodzie na powierzchniach innych materiałów. Osad ten tworzy się stopniowo, często początkowo bez wyraźnych oznak uszkodzenia. W obecności soli mogą pojawiać się również inne wady, w tym pęknięcia związane z gwałtownymi zmianami temperatury, zmianami składu chemicznego szkła lub miejscowym zanieczyszczeniem.

Istotnym problemem w procesie korozji szkła jest także termodynamiczna niestabilność szkła. Choć zwykle uznaje się je za materiał trwały, to z uwagi na jego strukturę niekryształiczną w określonych warunkach może tracić swoje właściwości. W podwyższonej temperaturze szkło bywa bardziej kruche, a jego powierzchnia może ulegać zmatowieniu.

Szkło podlega również zjawisku zmęczenia statycznego, rozumianego jako stopniowe osłabianie wytrzymałości w czasie, związane z subkrytycznym wzrostem mikropęknięć powierzchniowych pod wpływem naprężeń i oddziaływania środowiska, zwłaszcza wilgoci³¹³. Proces ten może być dodatkowo nasilany przez drgania, na przykład wywołane ruchem ulicznym, a także przez działanie wody i wysokiej wilgotności, które sprzyjają tworzeniu się mikropęknięć. W miarę upływu czasu dynamika tego procesu może ulegać zmniejszeniu i osiągać stan względnej stabilizacji, przy czym nie prowadzi to do całkowitej utraty wytrzymałości mechanicznej szkła.

(2016), 1407, Dostęp 10.04.2026, <https://doi.org/10.12693/APhysPolA.130.1406>; Elżbieta Greiner-Wronowa, „Korozja szkieł zabytkowych”, *Ceramika*, Vol. 85, 2004 (Kraków: Polska Akademia Nauk – Oddział w Krakowie, Polskie Towarzystwo Ceramiczne, 2004), 22–35; Karaszkiewicz, „Badania średniowiecznych witraży”, 124–131.

³¹³ Arun K. Varshneya, *Fundamentals of Inorganic Glasses* (San Diego: Academic Press, 1994), 416–424.

Jak już zaznaczono na odporność szkła wpływa jego skład chemiczny, który może być bardzo zróżnicowany i podatny na oddziaływanie czynników zewnętrznych. Znaczenie ma też stan powierzchni oraz warunki mikroklimatyczne panujące w miejscu przechowywania lub ekspozycji obiektu.

W przypadku witraży malowanych jednym z częstych objawów początkowej fazy korozji jest zanikanie warstwy malarskiej, która jest cieńsza i mniej odporna niż samo szkło. Choć czasem może ona pełnić funkcję ochronną, często – ze względu na porowatość, niską temperaturę topnienia i niedostateczny wypał – łatwiej zatrzymuje wodę, a tym samym sprzyja dalszej degradacji. Zjawisko to występuje zarówno w witrażach z XIX, jak i z XX w. Tempo niszczenia dodatkowo zwiększa zanieczyszczenie środowiska³¹⁴.

Ważnym zagadnieniem w analizie procesów niszczenia witraży jest korozja listew ołowianych, które mają znaczący wpływ na sposób ich konserwacji. Ołów stosowany od około połowy XIX w. był już materiałem nowoczesnym, charakteryzującym się wysoką czystością i ściśle kontrolowanym składem. Takie właściwości pozostawały poza zasięgiem średniowiecznych rzemieślników wykonujących witraże. W okresie powstawania wielu znanych europejskich przeszkleń nie istniały jeszcze możliwości dokładnego określenia, jakie metale towarzyszyły ołowiu w stopie ani tym bardziej jego oczyszczania do poziomu odpowiadającego współczesnym standardom czy produkowania stopów o powtarzalnym składzie. Średniowieczne profile ołowiane zawierały domieszki różnych pierwiastków, między innymi srebra, antymonu, miedzi i cyny, występujących w zmiennych proporcjach.

Do połowy XIX w. opracowano nowoczesne metody rafinacji, które pozwoliły usuwać z ołowiu domieszki innych metali. Choć poprawiło to jego czystość, jednocześnie osłabiło właściwości mechaniczne profili. Średniowieczny, nierafinowany ołów lepiej znosił obciążenia wynikające zarówno z ciężaru szkła, jak i działania wiatru.

Źródłem tego problemu są właściwości samego materiału. Ołów nie poddaje się skutecznie obróbce cieplnej, a w temperaturze pokojowej może samoistnie rekrytalizować, przez co nie da się go trwale wzmocnić przez odkształcenie mechaniczne. Dodatkowo, ze względu na niską temperaturę topnienia, podlega zjawisku „pełzania”, czyli powolnego i trwałego odkształcania się pod wpływem stałego obciążenia. W praktyce oznacza to, że profile ołowiane stopniowo wyginają się, osiadają

³¹⁴ Czeski, „Konserwacja szkła jako wystroju architektonicznego”.

i pękają pod ciężarem szkła oraz pod wpływem różnorodnych sił działających na okno. Z tego powodu deformacje i spękania obserwowane w wielu XIX- i XX-wiecznych witrażach są naturalną konsekwencją zarówno właściwości ołowiu, jak i zmian w jego składzie wynikających z nowoczesnych procesów rafinacji³¹⁵.

Ołów na powierzchni najpierw szybko utlenia się, tworząc silnie przylegające tlenki ołowiu. Następnie tlenki te reagują z gazami atmosferycznymi, takimi jak CO₂, tworząc zasadowe węglany ołowiu. W końcu w obecności SO₂ węglany ołowiu przekształcają się w siarczany ołowiu, ponieważ jony SO₄²⁻ wypierają jony CO₃²⁻³¹⁶. Pojawiają się na powierzchni szprosów jako jasny nalot. Zjawisko to występuje szczególnie często w słabo wentylowanych wnętrzach albo tam, gdzie źle zaprojektowano szklenie ochronne. Poza pogorszeniem wyglądu witrażu może ono także powodować zabrudzenia i zmatowienie szkła.

Napór wiatru od zewnątrz wypycha witraż do środka budynku, a podciśnienie działa odwrotnie – odciąga go na zewnątrz. Takie zmienne obciążenia wywołują drgania, które stopniowo rozciągają ołowiane profile, a czasem także osłabiają lub niszczą miejsca lutowania. Ponieważ ołów jest materiałem mało sprężystym, odkształcenia te często mają charakter trwały.

Dodatkowym problemem jest wykruszanie się kitu, przez co witraż staje się mniej szczelny i zaczyna przepuszczać wodę, szczególnie tę wtłaczaną przez wiatr. Podobnie szkodliwie działają znaczne zmiany temperatury, wynikające z tego, że szkło i ołów mają różną rozszerzalność cieplną. W efekcie może dochodzić nie tylko do deformacji całych pól witrażowych, ale także do pęknięcia ołowiu, zwłaszcza w pobliżu cynowych lutów³¹⁷.

Siatka ołowiana witrażu łączona jest w całość za pomocą lutu cynowego, najczęściej stopu cyny i ołowiu o proporcjach ok. 60–62% Sn i 38–40% Pb. Materiał ten jest twardszy od ołowiu, a jego współczynnik liniowej rozszerzalności cieplnej różni się od współczynnika listew ołowianych. Z tego względu w miejscach lutowania mogą powstawać naprężenia, prowadzące niekiedy do spękań lub osłabienia połączeń lutowanych.

³¹⁵ Veda-Anne Ulcickas, „Analysis & Comparison of Old and New Lead Came”, *Stained Glass Quarterly* (2021), 52, Dostęp 10.09.2025, <https://www.dhdmetalslead.com/pdf/052LeadAnalysis.pdf>.

³¹⁶ Manuel García-Heras, María Ángeles Villegas, Emilio Cano, Fernando Cortés Pizano, Jose María Bastidas, „A Conservation Assessment on Metallic Elements from Spanish Medieval Stained Glass Windows”, *Journal of Cultural Heritage* 5, nr 4 (2004), 314.

³¹⁷ Czeski, „Konserwacja szkła jako wystroju architektonicznego”.

Teoretycznie możliwym zjawiskiem jest także tzw. choroba cynowa, polegająca na przemianie trwałej, metalicznej, tetragonalnej odmiany cyny białej w kubiczną odmianę szarą, przyjmującą postać kruchego proszku. Przemiana ta zachodzi w temperaturze poniżej 13,2°C, jednak w praktyce konserwacji witraży nie jest obserwowana³¹⁸.

Na stan zachowania toruńskich witraży i oszkleń wpływa wiele czynników, jednak obok uwarunkowań materiałowych i środowiskowych szczególnie istotną rolę odgrywa czynnik ludzki. W praktyce okazuje się on często jednym z najpoważniejszych zagrożeń. Problem ten zaczyna się już na poziomie podstawowego braku świadomości wartości artystycznej, historycznej i użytkowej dawnego szkła w starym, nieszczelnym oknie. Witraże i dekoracyjne oszklenia bywają traktowane wyłącznie jako element drugorzędny, pozbawiony większego znaczenia, przez co ich stan techniczny przez długi czas pozostaje niezauważony albo bywa bagatelizowany. Do tego dochodzi zwykła niedbałość w codziennym użytkowaniu budynków, brak systematycznej opieki, niewłaściwe naprawy, a niekiedy także całkowity brak reakcji na pojawiające się uszkodzenia.

Zagadnienie to jest złożone, ponieważ wiąże się zarówno z postawą samych mieszkańców, jak i z sytuacją właścicieli oraz zarządców kamienic. W wielu przypadkach status własnościowy budynków pozostaje skomplikowany i niejednoznaczny, co utrudnia podejmowanie nawet najprostszych działań konserwacyjnych czy bieżących napraw. Brak jasnej odpowiedzialności za obiekt sprawia, że drobne usterki nie są usuwane na czas, a z czasem przeradzają się w poważniejsze zniszczenia, obejmujące również historyczne przeszklenia.

Problem ten należy także rozpatrywać w szerszym kontekście ogólnego stanu technicznego toruńskich kamienic. W wielu przypadkach prace remontowe ograniczają się jedynie do najbardziej reprezentacyjnych części budynku, przede wszystkim do elewacji frontowej. Za odnowionymi fasadami często kryją się jednak wnętrza zaniedbane, remontowane jedynie w minimalnym zakresie i nierzadko niespełniające współczesnych standardów użytkowych. Dotyczy to zwłaszcza sieni, klatek schodowych, podwórek i elewacji oficyn, gdzie można spotkać zniszczone posadzki, uszkodzone schody, zdegradowane okna oraz odpadające tynki.

³¹⁸ Karaszkiewicz, „Badania średniowiecznych witraży”, 126.

Takie otoczenie ma bezpośredni wpływ na stan zachowania witraży i innych historycznych oszkleń. Zdegradowane wnętrza sprzyjają bowiem dalszym zaniedbaniom, potęgują poczucie tymczasowości i obniżają społeczną wrażliwość na wartość zabytkowej substancji. W przestrzeniach pozbawionych odpowiedniej opieki częściej dochodzi również do aktów wandalizmu, przypadkowych uszkodzeń oraz prowizorycznych napraw wykonywanych bez poszanowania historycznej materii.

W odniesieniu do opisanych procesów korozyjnych, występujących w zabytkowych witrażach i oszkleniach okiennych, przeanalizowano wybrane przykłady z toruńskich obiektów. Na wstępie należy stwierdzić, że stan zachowania witraży i oszkleń ozdobnych w kamienicach i willach należy określić jako zróżnicowany, przy czym dominują obiekty zachowane jedynie częściowo, fragmentarycznie lub z wyraźnymi śladami przekształceń. W wielu przypadkach przetrwały jedynie wybrane partie dekoracji, najczęściej narożne rozetki, odcinki bordiur albo pojedyncze kwatery. Rzadziej spotykane są realizacje zachowane w stanie bardziej kompletnym, choć i one nierzadko noszą ślady napraw, uzupełnień, rekonstrukcji i wymian poszczególnych elementów. W zasadzie wszystkie omawiane historyczne przeszklenia utraciły swój pierwotny układ kompozycyjny.

Najczęściej obserwowanym typem zniszczeń, oprócz licznych spękań (Il. 169, 170), są ubytki szkła, obejmujące przede wszystkim pola główne, jak i partie bordiur. W wielu oknach i drzwiach zachowały się tylko pojedyncze elementy dekoracyjne, podczas gdy resztę zastąpiono prostym szkłem bezbarwnym, ornamentowym lub matowym, nie zgodnym z pierwotnym rozwiązaniem. Przykładowo w kamienicy przy ul. Sienkiewicza 11 (Il. 81) w kilku narożnikach bordiur zachowały się jedynie trawione rozetki. Pozostałe partie wtórnie wypełniają różnego rodzaju faktury szkła ornamentowego żółtego i bezbarwnego, szkło muślinowe (prawdopodobnie oryginalne, wykorzystane w narożnikach z innych partii okien) oraz okienne. W kamienicy przy ul. Klonowica 24 (Il. 87, 89) zachowały się fragmenty oszklenia, zwłaszcza w partiach górnych, a pozostałe stanowią wstawki różnych faktur i kolorów szkła. Podobnie w budynku przy ul. Warszawskiej 6 w drzwiach do mieszkań przetrwały tylko fragmenty szkła muślinowych i rozetek.



Il. 169. Spękania i zabrudzenia szkła okna klatki schodowej w kamienicy przy ul. Warszawskiej 14 (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 170. Spękania, ubytki i zabrudzenia szkła nadświetła drzwi wahadłowych w kamienicy przy ul. Sienkiewicza 22 (Fot. Adam Kaźmierczak).

Istotnym zagadnieniem pozostają również tymczasowe naprawy i uzupełnienia szkła, które z jednej strony zabezpieczają obiekt przed dalszą destrukcją, z drugiej prowadzą do zatarcia jego autentycznych wartości, osłabienia walorów estetycznych oraz zaburzenia pierwotnej struktury technologicznej. Interwencje te mają najczęściej charakter użytkowy i awaryjny. Służą przede wszystkim przywróceniu przeszkleniom podstawowej funkcji ochronnej, lecz jednocześnie wprowadzają obce materiały i rozwiązania, które wpływają negatywnie na stan zachowania zabytkowej substancji.

Szklane fleki osadzone są przy użyciu kitów szklarskich o zróżnicowanej barwie, często nakładanych niestarannie i pozostawianych bez zabezpieczenia malarskiego. W rezultacie materiały te szybciej wysychają, kruszeją i wykruszają się, tracąc szczelność oraz przyczepność do szkła i stolarki. Powoduje to ponowne obluzowanie wstawek, a także przyspiesza degradację sąsiednich przeszkleń.

Bardzo często nowe tafle zostają osadzone na silikonie, który wykorzystuje się również do sklejanie pęknięć szkła. Tak wykonane naprawy mają przeważnie charakter powierzchniowy i prowizoryczny, a ich efekt przypomina miejscami działanie taśmy klejącej nałożonej na uszkodzoną taflę. Zdarza się również, że silikonem uzupełniono wcześniej tradycyjne kity kredowo-pokostowe. W konsekwencji powstają spoiny niejednorodne technologicznie i estetycznie, łączące materiały o odmiennych właściwościach fizycznych oraz różnym sposobie starzenia. Taki stan osłabia trwałość

wcześniejszych napraw i wprowadza chaos materiałowy w obrębie stolarki i przeszklenia.

Kity szklarskie są zazwyczaj wykruszone, spękane albo całkowicie wtórne, co prowadzi do rozszczelnienia okien. Przyczyną tego stanu jest zarówno naturalne starzenie się materiału, jak i długotrwałe oddziaływanie wilgoci, promieniowania słonecznego oraz brak bieżącej konserwacji. Nieszczelności sprzyjają wnikanii wody opadowej i wilgoci do wnętrza konstrukcji drewnianej, a to z kolei przyspiesza procesy destrukcji drewna oraz osłabia mocowanie szyb.

Innym problemem pozostają także zastępowanie brakujących partii szkła materiałami niemającymi związku z pierwotnym charakterem obiektu. Ubytki zostają prowizorycznie przesłonięte lub zabite deskami oraz płytami drewnopochodnymi. Rozwiązania te wprawdzie czasowo ograniczają przewiewność i zabezpieczają wnętrze przed czynnikami atmosferycznymi, jednak równocześnie prowadzą do całkowitej utraty walorów estetycznych i dekoracyjnych przeszklenia. Zacierają kompozycję witrażu lub oszklenia ozdobnego, wprowadzając ciężkie, obce wizualnie wypełnienia (Il. 171–174).



Il. 171. Drzwi do mieszkań kamienicy przy ul. Warszawskiej 2 z widocznymi prześwitami wtórnie zabitymi płytami drewnopochodnymi (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 172. Drzwi do mieszkań kamienicy przy ul. Warszawskiej 6 z widocznymi prześwitami wtórnie zabitymi płytami drewnopochodnymi (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 173. Drzwi do mieszkania w kamienicy przy ul. Szerokiej 26-28 z widocznymi prześwitami wtórnie zabitymi płytami drewnopochodnymi (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 174. Skrzydło z witrażem klatki schodowej kamienicy przy ul. Kopernika 42 zabite płytą OSB (Fot. Adam Kaźmierczak).

Szczególnie niekorzystnym zjawiskiem jest całkowita utrata oszkleń w wyniku remontów. Najbardziej jaskrawym przykładem jest kamienica przy ul. Mickiewicza 57 (Il. 99), gdzie wszystkie oszklenia ozdobne stolarki drzwiowej i okiennej już nie istnieją, ponieważ zostały usunięte podczas szeroko zakrojonych prac remontowo-konserwatorskich i zastąpione nowymi, tylko w pewnym stopniu powtarzającymi dawne rozwiązania kompozycyjne. Tego rodzaju ingerencje należy uznać za jedną z najpoważniejszych przyczyn zniszczeń, ponieważ prowadzą do nieodwracalnej utraty oryginalnej substancji i zerwania związku między historycznym wystrojem a architekturą wnętrza. Przypadek ten pokazuje, że zagrożeniem dla zabytkowych przeszkleń bywa nie tylko naturalna degradacja, lecz także modernizacja prowadzona bez dostatecznego poszanowania historycznego wyposażenia.

Problemem wpływającym na stan zachowania witraży i oszkleń ozdobnych jest również silne zabrudzenie powierzchni szkła, występujące zarówno od strony wnętrza, jak i w jeszcze większym stopniu, od strony zewnętrznej. Na wewnętrznych stronach szyb zalegają głównie nawarstwienia kurzu, sadzy, tłustych osadów oraz zanieczyszczeń eksploatacyjnych, związanych z wieloletnim użytkowaniem klatek schodowych, sieni i mieszkań. Warstwy te ograniczają przejrzystość szkła, osłabiają efekt świetlny i kolorystyczny oraz utrudniają właściwy odbiór dekoracji.

Znacznie poważniejszy problem stanowią zabrudzenia zewnętrznych powierzchni szkła, które pozostają bezpośrednio narażone na długotrwałe oddziaływanie czynników

atmosferycznych i zanieczyszczeń środowiskowych. Osadzają się tam pyły uliczne, sadza, kurz, zanieczyszczenia komunikacyjne, a także ślady spływającej wody opadowej, która pozostawia zacieki, naloty i trudne do usunięcia osady. W efekcie szkło traci swoją przejrzystość i dekoracyjność.

Szczególnie niekorzystne jest to, że długotrwale zalegające zabrudzenia nie mają wyłącznie charakteru estetycznego, lecz wpływają również na kondycję samej powierzchni szkła. W połączeniu z wilgocią mogą sprzyjać utrzymywaniu się osadów na styku szkła, kitu i stolarki, a tym samym pogłębiać procesy degradacyjne.

W przypadku oszkleń dekorowanych trawieniem, piaskowaniem czy szlifowaniem nawarstwienia brudu szczególnie łatwo wnikają w mikronierówności powierzchni, przez co są trudniejsze do usunięcia i silniej deformują odbiór kompozycji.

W konsekwencji zabrudzenie szyb należy traktować nie tylko jako problem natury estetycznej, ale również jako istotny czynnik pogarszający czytelność, ekspozycję i częściowo także stan techniczny witraży oraz oszkleń ozdobnych. Szczególnie zewnętrzne powierzchnie wymagają regularnego nadzoru i właściwie dobranych zabiegów bieżącego oczyszczania, ponieważ to właśnie tam nawarstwienia zanieczyszczeń są największe i najsilniej wpływają na odbiór oraz trwałość zabytkowego przeszklenia.

Kolejną istotną kwestią są zabrudzenia szkła powstałe w wyniku wtórnych przemalowań stolarki. W trakcie prac tych szkło często zabezpieczano niewłaściwie albo nie zabezpieczano go wcale, w efekcie czego liczne krawędzie tafli zostały zamalowane farbami olejnymi. Miejscami farba nachodzi na szkło szerokimi pasami, przysłaniając jego obrys, podziały oraz detale dekoracyjne, a na powierzchniach szyb widoczne są również przypadkowe zachlapania i zacieki malarskie. W przypadku szyb dekorowanych, zwłaszcza trawionych, matowanych czy szlifowanych, zabrudzenia malarskie są szczególnie niekorzystne, ponieważ osadzają się w nierównościach powierzchni, przez co stają się bardzo trudne do usunięcia (Il. 175, 176).



Il. 175. Zabrudzenia nadświetla drzwi do mieszkania w kamienicy przy ul. Sienkiewicza 11 (Fot. Adam Kaźmierczak).

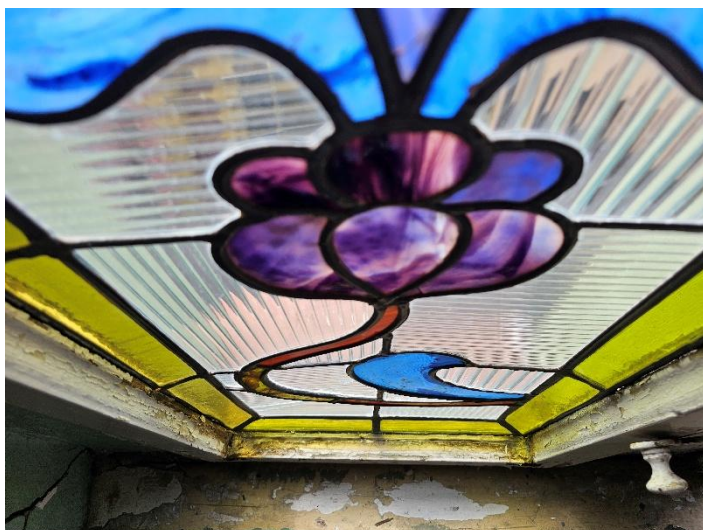


Il. 176. Silnie zabrudzone i z licznymi ubytkami szkła okna klatki schodowej w kamienicy przy ul. Szerokiej 26-28 (Fot. Adam Kaźmierczak).

Do ważnych przyczyn zniszczeń należy zaliczyć także wiek materiału i naturalne zużycie techniczne. Omawiane oszklenia pochodzą głównie z lat około 1885–1912, a więc funkcjonują od ponad stu lat. Długotrwała ekspozycja na zmienne temperatury, wilgoć, nasłonecznienie oraz ruchy stolarki okiennej i drzwiowej prowadziła do osłabienia kitów szklarskich, obluźowania osadzenia kwater, rozszczelnienia połączeń i zwiększenia podatności szyb na pęknięcie. Ponieważ wiele z tych realizacji zachowało się wraz z oryginalną stolarką, procesy starzenia obejmują cały układ: drewno, kity, listwy ołowiane i szkło. Zniszczenia są efektem długiego czasu użytkowania bez systematycznej konserwacji.

W przypadku witraży mozaikowych oprawianych w listwy ołowiane jedną z głównych przyczyn ubytków szkła, a nawet całych kwater, jest postępujące osłabienie i zmęczenie konstrukcji ołowianej. Z czasem profile ołowiane tracą swoją pierwotną sztywność, ulegają odkształceniom i nie zapewniają już właściwego podparcia poszczególnym elementom przeszklenia. Sprzyja to pękaniu szkła, jego obluźowaniu, a następnie wypadaniu pojedynczych elementów. W przypadku braku szybkiej interwencji proces ten prowadzi do destrukcji coraz większych fragmentów kompozycji, a ostatecznie także całych kwater. W poszczególnych kamienicach widoczne są wyraźne deformacje i wybrzuszenia kwater, szczególnie w ich dolnych partiach, gdzie ciężar własny przeszklenia oraz osłabienie ołowiu ujawniają się najsilniej (Il. 177). W miejscach ubytków często zwisają poskręcane, zdeformowane resztki listew ołowianych, stanowiące świadectwo zaawansowanego rozluźnienia całej struktury (Il. 178, 179). Niewątpliwie stan zachowania pogarszają również akty wandalizmu, w tym celowe wybijanie szyb oraz kradzieże poszczególnych elementów, co potwierdzają rozmowy przeprowadzone z mieszkańcami niektórych kamienic.

Witraże w kamienicy przy ul. Kopernika 42 (Il. 180) stanowią przykład dawnych interwencji konserwatorskich, które wprawdzie miały na celu uzupełnienie braków, jednak nie doprowadziły do pełnego przywrócenia jednolitości materiałowej i estetycznej obiektu. W trakcie prac przeprowadzonych wiele lat temu wprowadzono liczne nowe szkła w miejsca ubytków, starając się w przybliżeniu dopasować ich kolorystykę do partii oryginalnych. Nie zachowano jednak zgodności pod względem faktury, przez co uzupełnienia wyraźnie odróżniają się od historycznej substancji. Mogło to wynikać m. in. z ograniczonej dostępności odpowiednich materiałów. Podejmowano również próby imitacji błękitnego szkła mąconego poprzez zastosowanie szkła antycznego malowanego lazurą srebrową. Rozwiązanie to nie oddaje jednak w pełni charakteru pierwotnego materiału, zarówno pod względem struktury powierzchni, jak i sposobu załamывania światła, przez co wtórne wstawki pozostają łatwo rozpoznawalne i osłabiają spójność całej kompozycji.



Il. 177. Wybrzuszenie kwatery w oknie klatki schodowej kamienicy przy ul. Kopernika 42 (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 178. Deformacje ołowiu i ubytki szkła w kwaterze okna klatki schodowej kamienicy przy ul. Most Pauliński 12 (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 179. Uszkodzenia ołowiu i szkła witrażu gomółkowego w nadświetlu drzwi wejściowych do kamienicy przy Placu św. Katarzyny 4 (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 180. Fragment witrażu klatki schodowej w kamienicy przy ul. Kopernika 42 z uzupełnieniami z niebieskiego szkła antycznego malowanego lazurą srebrową, imitującego szkło mącone (Fot. Adam Kaźmierczak).

Witraże mozaikowe kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1³¹⁹

Kwatery witrażowe oraz ich zachowane fragmenty przez wiele lat były przechowywane na strychu kamienicy. Jeszcze do końca lat 90. XX w. (Il. 181, 182) pozostawały one częściowo osadzone w oknach klatki schodowej, jednak już wówczas ich stan zachowania był niepełny. W pierwszym i drugim oknie zachowało się tylko po jednej kwaterze, w trzecim dwie, natomiast w czwartym nie było ich już wcale.

Witraże występowały również w innych częściach kamienicy, między innymi w oknach salonów niektórych mieszkań, co potwierdza, że dekoracyjne przeszklenia stanowiły ważny element reprezentacyjnego wystroju wnętrza całego budynku, a nie jedynie klatki schodowej. Ich obecność w przestrzeniach mieszkalnych podkreśla pierwotnie wysoki standard artystyczny kamienicy oraz dbałość o estetyczne opracowanie zarówno części wspólnych, jak i mieszkań.

Bezpośrednią przyczyną demontażu witraży był ich stale pogarszający się stan zachowania, wynikający zarówno z naturalnego zużycia materiałów, jak i z nasilających się aktów wandalizmu. Szczególnie dotkliwe okazało się celowe niszczenie przeszkleń oraz wykradanie pojedynczych fragmentów szkła, do którego dochodziło nie tylko w obrębie klatki schodowej, ale także w mieszkaniach. Prowadziło to do coraz większych

³¹⁹ Kamienica, 1903 r., Toruń, ul. Poniatowskiego 1, Karta Ewidencyjna Zabytków Architektury i Budownictwa, opracowanie Melityna Jankowska 10.07.1990 r., Archiwum WKZ w Toruniu, załącznik nr 1.

ubytków kompozycji, osłabienia konstrukcji całych kwater i w konsekwencji do decyzji o ich usunięciu z otworów okiennych³²⁰.



Il. 181. Fotografia hallu kamienicy z 1990 r. z widocznym witrażem w oknie klatki schodowej.
Za „Kamienica, 1903 r., Toruń, ul. Poniatowskiego 1”, Karta Ewidencyjna Zabytków Architektury
i Budownictwa, opracowanie Melityna Jankowska 10.07.1990 r. (Archiwum WKZ w Toruniu),
załącznik nr 1.



Il. 182. Kadry z nagrania wideo z 22 grudnia 1999 r., wykonanego przez pana Sławomira Tomaszewskiego, właściciela kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1. Zarejestrowano istniejące jeszcze wówczas witraże w oknach klatki schodowej, od lewej: pierwszego, drugiego i trzeciego półpiętra.

³²⁰ W tym miejscu pragnę serdecznie podziękować właścicielom kamienicy, pani Bogumile Kilanowskiej oraz panu Sławomirowi Tomaszewskiemu, za udostępnienie witraży oraz wyrażenie zgody na przeprowadzenie prac konserwatorskich i restauratorskich.

Stan zachowania kwater witrażowych, ich fragmentów, luźnych szkielek oraz listew ołowianych należy określić jako bardzo zły. Jedynie cztery kwatery zachowały się w stanie względnie kompletnym, podczas gdy pozostałe występowały już wyłącznie we fragmentach, zdekompletowanych i pozbawionych układu kompozycyjnego. Kwatery zachowane w całości przechowywano w specjalnie przygotowanych, sztywnych kartonach, co w pewnym stopniu ograniczało ryzyko dalszych uszkodzeń mechanicznych. Luźne fragmenty szkła i ołowiu złożono natomiast wspólnie w jednej skrzynce, co przy ich znacznym rozdrobnieniu i złym stanie technicznym stwarzało dodatkowe ryzyko dalszego przemieszczania się, ocierania i wtórnych uszkodzeń (Il. 183).



Il. 183. Witraże z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 przechowywane na strychu kamienicy (Fot. Adam Kaźmierczak).

Szkła w wielu miejscach były popękane, stłuczone lub wykruszone, a liczne elementy zachowały się jedynie częściowo. Widoczne były zarówno drobne spękania, jak i rozleglejsze uszkodzenia prowadzące do utraty całych partii kompozycji. W celu doraźnego zabezpieczenia pęknięć szkielek, w kwaterach jeszcze znajdujących się w oknach, stosowano bezbarwne spoiny silikonowe, którymi na bieżąco próbowano stabilizować osłabione fragmenty. Zabiegi te miały charakter czysto tymczasowy i użytkowy, a obecnie stanowią dodatkowy problem konserwatorski. Ubytki szkielek w kwaterach pozostających jeszcze w oknach uzupełniano ponadto kawałkami bezbarwnej pleksi malowanej farbami olejnymi na odpowiedni kolor. Tego rodzaju wstawki również osadzano na silikonie (Il. 189, 194). Rozwiązania te nie tylko odbiegały

materiałowo i estetycznie od oryginału, ale też wprowadzały elementy obce technologicznie. Największa liczba ubytków występowała w luźnych fragmentach kwater, gdzie destrukcja zaszła najdalej, a wiele elementów zachowało się jedynie szczątkowo (Il. 184–186). W kwaterze I2a zaobserwowano pęknięcie z niewielkim otworem pośrodku, przypominającym ślad po wystrzeleniu śrutu z wiatrówki (Il. 187).



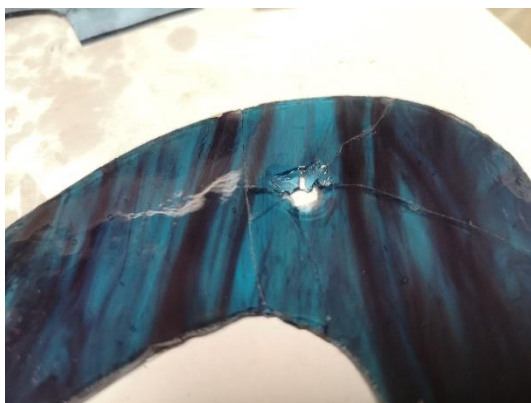
Il. 184. Witraże z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1. Fragmenty kwater okna pierwszego półpiętra kamienicy po przewiezieniu i rozpakowaniu w pracowni (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 185. Witraże z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1. Luźne fragmenty szkła i listew ołowianych po przywiezieniu do pracowni (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 186. Różne fragmenty listew ołowianych i wiatrownic z witraży kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 187. Szkło z kwatery witrażowej I2a z kamienicy przy ul Poniatowskiego 1. Widoczne pęknięcia i dziura wylotowa po pocisku wystrzelonym prawdopodobnie z wiatrówki (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 188. Witraż z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1. Kwaterna z drugiego półpiętra klatki schodowej kamienicy po przywiezieniu do pracowni (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 189. Fragment kwatery witrażu drugiego półpiętra z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1. Flek z pleksi pomalowany farbą olejną i wstawiony na silikon do kwatery (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 190. Fragment kwatery witrażu drugiego półpiętra z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1. Widoczne zniszczenia i zabrudzenia powierzchni (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 191. Fragment kwatery witrażu drugiego półpiętra z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1. Widoczne zabrudzenia oraz zniszczenia listew ołowianych (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 192. Kwatery okna trzeciego półpiętra klatki schodowej w kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 po przywiezieniu do pracowni (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 193. Fragment kwatery trzeciego okna półpiętra w kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1. Widoczne zabrudzenia, silikonowe spoiny w pęknięciach szkła oraz spękania ołowiu (Fot. Adam Kaźmierczak).



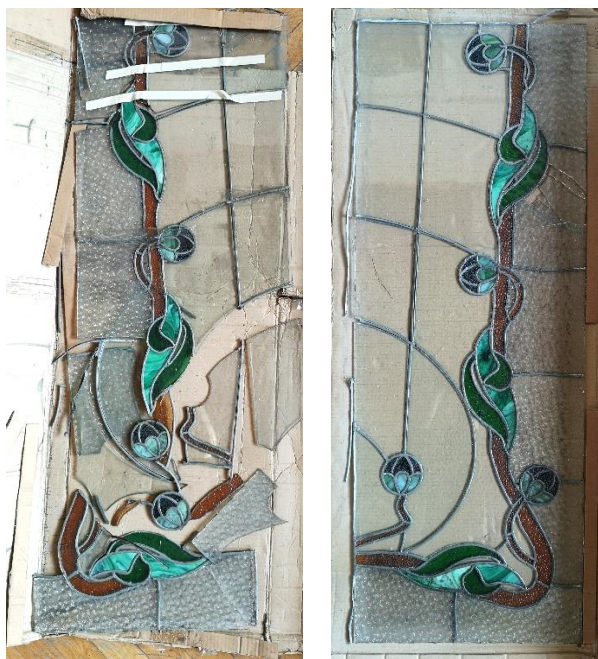
Il. 194. Fragment kwatery trzeciego okna półpiętra w kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1. Widoczny flek z pleksi pomalowany farbą olejną i wstawiony na silikon do kwatery (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 195. Fragment kwatery trzeciego okna półpiętra w kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1. Widoczne zabrudzenia, w tym zacieki po wiatrownicy oraz spękania i ubytki ołowiu (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 196. Fragment kwatery trzeciego okna półpiętra w kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1. Widoczne zabrudzenia, spękania i ubytki szkła (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 197. Kwatery okna, które kiedyś znajdowały się w jednym z mieszkań kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 po przywiezieniu do pracowni (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 198. Fragmenty kwatery okna, która kiedyś znajdowała się w jednym z mieszkań kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1. Widoczne uszkodzenia siatki ołowianej, pęknięcia i ubytki szkła (Fot. Adam Kaźmierczak).

Bardzo zły był także stan zachowania listew ołowianych. Występowały w nich liczne pęknięcia, deformacje, rozerwania i ubytki, świadczące o daleko posuniętym osłabieniu całej konstrukcji nośnej kwatery. W wielu miejscach profile były wygięte, rozluźnione, a ich układ nie zapewniał już stabilności poszczególnym szklom. Najgorszy stan zachowania stwierdzono w kwaterach fragmentarycznych oraz w luźnych kawałkach, gdzie listwy ołowiane były często poskręcane, pourywane i pozbawione ciągłości. Taki stan wskazuje na wieloletni proces degradacji, spotęgowany zarówno wcześniejszym użytkowaniem, jak i późniejszym niewłaściwym przechowywaniem oraz przemieszczaniem zachowanych resztek.

Powierzchnia szkieleł i listew łożwianych była bardzo silnie zabrudzona. Na wszystkich elementach zalegały zwarte nawarstwienia pyłu, kurzu, sadzy i innych zanieczyszczeń, mocno przytwierdzonych do podłoża. Szczególnie niekorzystnym zjawiskiem były zabrudzenia związane z wielokrotnym przemaalowywaniem stolarki okiennej. Brzegi wielu kwater zostały zamalowane farbami olejnymi, co było skutkiem braku właściwego zabezpieczania witraży podczas prac malarskich. Oprócz zamalowanych krawędzi na powierzchni szkieleł znajdowały się również liczne plamy i zachlapania farbą oraz pozostałości tynków i innych zabrudzeń budowlanych. Nawarstwienia te nie tylko zniekształcały wygląd witraży, ale także utrudniały ocenę ich rzeczywistego stanu zachowania. Najpoważniejszy problem dotyczył szkieleł ornamentowych i trawionych, w których brud silnie zalegał w wąskich zagłębieniach wzorów oraz w mikroporowatej strukturze powierzchni.

Istotnym czynnikiem niszczącym była również korozja elementów stalowych, przede wszystkim wiatrownic, pełniących funkcję usztywniającą dla pól witrażowych. W miarę upływu czasu na ich powierzchni rozwijały się produkty korozji, które następnie spływały po szkiele i wchodziły z nim w reakcje powierzchniowe. W rezultacie na taflach pojawiły się brunatne zacieki, smugi i plamy, silnie związane z podłożem i trudne do usunięcia. Zjawisko to nie tylko pogarszało estetykę witraży, lecz także potęgowało proces ich degradacji, ponieważ produkty korozji oddziaływały zarówno na powierzchnię szkiele, jak i elementy łożwiane. Całość tych uszkodzeń wskazuje, że stan zachowania zespołu był wynikiem długotrwałego działania wielu nakładających się czynników destrukcyjnych: mechanicznych, środowiskowych, użytkowych i remontowych (Il. 190–198).

Badania makro XRF fragmentu kwatery I 2c z motywem żółtego bukietu kwiatowego wykazały, że szczególnie dobrze widoczne są nawarstwienia wtórne. Obecność wapnia, żelaza i cynku na powierzchni wskazuje na depozyty środowiskowe, inne zanieczyszczenia oraz możliwe produkty korozji, będące efektem długotrwałej ekspozycji na czynniki atmosferyczne. Strona zewnętrzna wykazała większe nagromadzenie wskazanych pierwiastków, co może potwierdzać intensywniejszy przebieg procesów degradacyjnych.

Oszklenie ozdobne okien klatki schodowej w kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4

Stan zachowania oszkleń należy ocenić jako zły. Zakres przekształceń i uszkodzeń obejmuje zarówno ubytki historycznej substancji, jak i liczne wtórne ingerencje, które zatarły pierwotny charakter dekoracyjny przeszkleń. Ubytki szkła stwierdzono między innymi w obrębie szlifowanej rozety górnej bordiury trzeciego okna IIIA/7c (Il. 199). W dolnych partiach bordiur brakujące szkła muślinowe zastąpiono bezbarwnymi szklami okiennymi, co doprowadziło do osłabienia spójności kompozycyjnej. W miejscach dwóch dolnych rozet prawej kwatery trzeciego okna wprowadzono natomiast wtórne uzupełnienia w postaci bezbarwnych szkieł z naklejoną kolorową folią witrażową (IIIB/1a i 1c, Il. 200). Rozwiązania te miały charakter wyłącznie prowizoryczny, pozostając całkowicie obce wobec oryginalnej technologii wykonania.



Il. 199. Potłuczona narożna szlifowana rozetka okna trzeciego półpiętra klatki schodowej w kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4 (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 200. Dolna część skrzydła okiennego trzeciego półpiętra klatki schodowej w kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4. Widoczne wtórne uzupełnienia pól szklami okiennymi, narożne z przyklejoną kolorową folią, lewe stłuczone (Fot. Adam Kaźmierczak).

W drugim i trzecim oknie, w kilku głównych polach skrzydeł (IIB/2b, IIIA/4b i 6b, IIIB/4b, Il. 201, 202) zachowały się pierwotne przeszklenia z matowego szkła trawionego. Pozostałe pola wypełniały wtórne bezbarwne szkła okienne oraz szkła ornamentowe o zróżnicowanych wzorach, wprowadzone bez zachowania jednolitości materiałowej i estetycznej.



Il. 201. Skrzydło drugiego okna półpiętra klatki schodowej w kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4. Widoczne zachowane szkło matowe dolnego głównego pola. Powierzchnia szkła i ramy jest mocno zabrudzona (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 202. Skrzydło trzeciego okna półpiętra klatki schodowej w kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4. Widoczne zachowane szkło matowe dwóch górnych głównych pól. Powierzchnia szkła i ramy jest mocno zabrudzona (Fot. Adam Kaźmierczak).

Znaczna część tafli wykazywała uszkodzenia mechaniczne w postaci większych i mniejszych pęknięć (Il. 203–206), obejmujących zarówno szkła muślinowe, jak i zwykłe szkła okienne oraz narożne rozetki w dolnych partiach bordiur. Na szczególną uwagę zasługuje lewa rozetka dolnej bordiury pierwszego okna IA/1a (Il. 205), w której widoczne jest charakterystyczne pęknięcie z niewielkim otworem pośrodku, przypominającym ślad po punktowym uderzeniu, na przykład po wystrzeleniu śrutu z wiatrówki. Większość spękanych szkła została wtórnie sklejoną bezbarwnym silikonem, obecnie silnie zabrudzonym, który miał pełnić funkcję doraźnego zabezpieczenia.



Il. 203. Fragment skrzydła okiennego pierwszego półpiętra klatki schodowej w kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4. Widoczne pęknięcia szkła i silne zabrudzenia powierzchni
(Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 204. Dolna część skrzydła okiennego pierwszego półpiętra klatki schodowej w kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4. Widoczne wtórne uzupełnienia pól szklami okiennymi, pęknięcia szkła klejone silikonem oraz rozetkę z dziurą po pocisku wystrzelonym prawdopodobnie z wiatrówki
(Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 205. Dolna część skrzydła okiennego pierwszego półpiętra klatki schodowej w kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4. Rozetka z dziurą po pocisku wystrzelonym prawdopodobnie z wiatrówki (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 206. Dolna część skrzydła okiennego pierwszego półpiętra klatki schodowej w kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4. Widoczne pęknięcia i ubytek szkła klejone silikonem
(Fot. Adam Kaźmierczak).

Wtórne uzupełnienia szkieł osadzano przy użyciu różnego rodzaju kitów szklarskich, najczęściej nakładanych w sposób niestaranny i pozbawiony jednolitego opracowania. Oprócz kitów stosowano także silikon, którym nie tylko montowano nowe wstawki, ale również wzmacniano i uzupełniano ubytki zdegradowanego, kruchego kitu

historycznego. W konsekwencji stan oszklenia odzwierciedlał wieloetapowy proces prowizorycznych interwencji, wykonywanych bez zachowania zgodności z pierwotną technologią i bez poszanowania estetycznej integralności oszkleń (Il. 207–208).



Il. 207. Dolna część skrzydła okiennego drugiego półpiętra klatki schodowej w kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4. Widoczne wtórne uzupełnienia pól szklami okiennymi klejone silikonem (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 208. Dolna część skrzydła okiennego drugiego półpiętra klatki schodowej w kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4. Widoczne uzupełnienia ubytków kitów silikonem (Fot. Adam Kaźmierczak).

Dodatkowym problemem było bardzo silne zabrudzenie powierzchni szkła. Na taflach zalegały zwarte nawarstwienia kurzu oraz innych tłustych i stwardniałych osadów, które ograniczały przejrzystość przeszkleń, osłabiając ich efekt świetlny i znacząco utrudniały właściwy odbiór dekoracji. Największy stopień zabrudzenia występował w przypadku szkła trawionych oraz szlifowanych rozetek, gdzie zanieczyszczenia silnie osiadły w mikroporach, zagłębieniach i szlifowanych partiach powierzchni. W takich miejscach brud związał się z podłożem szczególnie mocno (Il. 209).



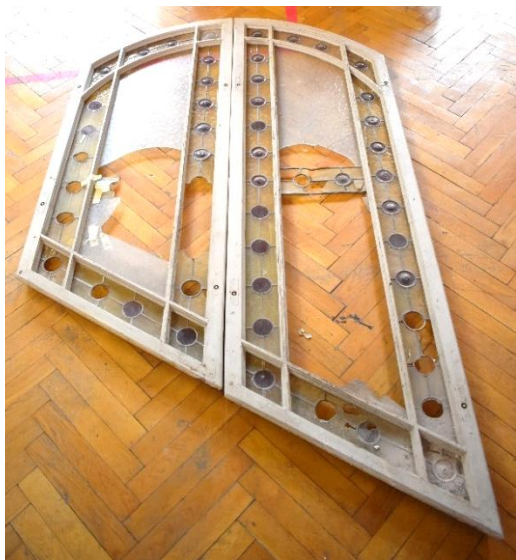
Il. 209. Oszklenia ozdobne klatki schodowej w kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4. Przykłady szkła muslinowego i szlifowanej rozetki z silnymi zabrudzeniami powierzchni (Fot. Adam Kaźmierczak).



Oszklenie witrażowe i ozdobne okien klatki schodowej w kamienicy
przy ul. Jagiellończyka 6

W przypadku witraży tej kamienicy problem miał charakter szczególnie złożony. W programie planowanych, kompleksowych prac budowlano-konserwatorskich całego obiektu nie uwzględniono okien klatki schodowej, a tym bardziej zachowanego w nich historycznego oszkleń. Jedną z przyczyn takiego stanu rzeczy był fakt, że budynek figurował jedynie w ewidencji zabytków, nie zaś w rejestrze, co w praktyce wiązało się z mniejszą kontrolą konserwatorską. W rezultacie historyczne przeszklenia nie zostały na etapie przygotowania inwestycji objęte należyłą ochroną ani potraktowane jako istotny element zabytkowej substancji obiektu. Dopiero liczne rozmowy, starania i konsekwentne przekonywanie uczestników procesu remontowego doprowadziły do tego, że ostatecznie udało się przeprowadzić prace konserwatorskie i restauratorskie samych okien oraz zachowanych witraży.

Skrzydła okienne zostały zdemonstowane przez pracowników firmy remontowej, jednak sposób przeprowadzenia tych działań przyczynił się do powstania dalszych, poważnych zniszczeń. Zarówno podczas samego demontażu, jak i w czasie tymczasowego przechowywania okien, wybito znaczną liczbę szkieł. Największe straty zauważono w pierwszym oknie, natomiast w drugim zniszczeniu uległa również jedna szyba w górnym polu głównym (Il. 210–214). Sytuacja ta pokazuje, jak duże zagrożenie dla historycznych przeszkleń stanowią prace remontowe prowadzone bez odpowiedniego przygotowania, nadzoru i świadomości wartości zabytkowej tych elementów.



Il. 210. Witraże okna pierwszego półpiętra klatki schodowej w kamienicy przy ul Jagiellończyka 6 po demontażu (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 211. Witraże okna drugiego półpiętra klatki schodowej w kamienicy przy ul Jagiellończyka 6 po demontażu (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 212. Witraże okna trzeciego półpiętra klatki schodowej w kamienicy przy ul Jagiellończyka 6 po demontażu (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 213. Zniszczenia witraży i oszklenia okna pierwszego półpiętra klatki schodowej w kamienicy przy ul Jagiellończyka 6 (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 214. Zniszczenia witraży i oszklenia okna pierwszego półpiętra klatki schodowej w kamienicy przy ul Jagiellończyka 6 (Fot. Adam Kaźmierczak).

Największe ubytki szkła występowały w pierwszym oknie, przede wszystkim w dolnych partiach bordiur, gdzie brakowało zarówno szkieł katedralnych, jak i gomółek, a także w głównych polach, w których powstały rozległe wybicia. Łączny zakres ubytków można szacować na około 50% całego przeszklenia okna. W oknie drugim brakowało ornamentowego szkła w polu IIB/4b, natomiast w trzecim nie zachowały się dwie narożne kwatery gomółkowe: IIIA/1c i IIIB/1a (Il. 215, 216).



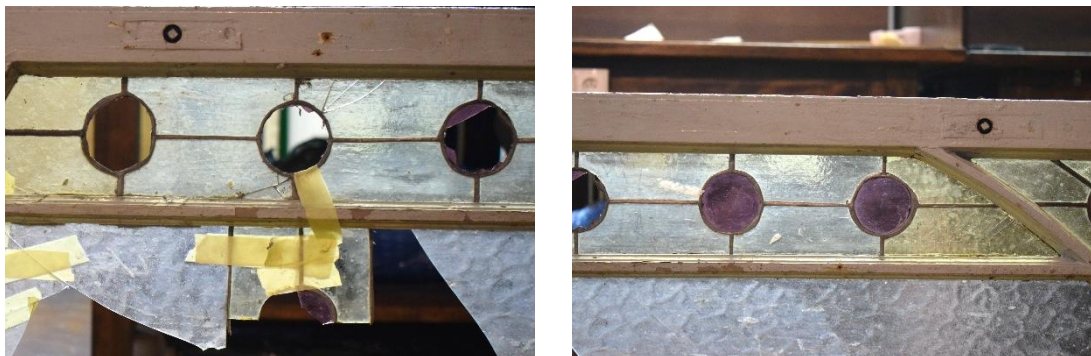
Il. 215. Ubytek narożnej kwatery okna trzeciego półpiętra klatki schodowej w kamienicy przy ul Jagiellończyka 6 zabity drewnopochodną płytą (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 216. Ubytek narożnej kwatery okna trzeciego półpiętra klatki schodowej w kamienicy przy ul Jagiellończyka 6 (Fot. Adam Kaźmierczak).

Analiza zachowanej substancji wykazała również, że okna były w przeszłości przynajmniej raz poddawane poważniejszym naprawom. Mniej więcej od połowy wysokości skrzydeł w dół, okna pierwszego i drugiego, większość przeszkleń w bordiurach została wymieniona. Zamiast pierwotnych szkieł katedralnych zastosowano żółte szkło ornamentowe o delikatnej fakturze oraz jasnofioletowe szkło antyczne. Podobnie w miejscach dawnych gomółek wprowadzono wycinane krążki ze szkła antycznego w kolorze fioletowym i zielonym. Część tych wtórnych uzupełnień, zwłaszcza w partiach gomółkowych, zamontowano w technice Tiffany, polegającej na

oklejaniu każdego elementu szkła taśmą miedzianą. Rozwiązanie to, choć technicznie skuteczne jako forma naprawy, pozostaje całkowicie obce pierwotnej technologii wykonania (Il. 217).



Il. 217. Fragmenty kwater okna pierwszego półpiętra klatki schodowej w kamienicy przy ul. Jagiellończyka 6. Elementy uzupełnione nieodpowiednio dobranymi szklami i wykonane w technice Tiffany (Fot. Adam Kaźmierczak).

W pierwszym oknie doszło ponadto najprawdopodobniej do istotnego przekształcenia układu konstrukcyjnego. Polegało ono na usunięciu jednego z elementów wpływających na statykę skrzydła, czyli poprzecznego podziału szprosowego. Fakt ten ujawnił się dopiero w trakcie prac konserwatorskich przy stolarce okiennej. Partie ze szkleniem gomółkowym przeniesiono wówczas mniej więcej do połowy wysokości skrzydeł, tworząc jedną dużą kwaterę połączoną techniką Tiffany z taflami szkła ornamentowego głównego pola.

Stan techniczny szprosów ołowianych również budził poważne zastrzeżenia. Miejscami były one popękane, oderwane, odkształcone i osłabione, przez co nie zapewniały już właściwej stabilności poszczególnym elementom szklenia. W niektórych kwaterach częściowo lub całkowicie brakowało także szprosów brzegowych. Trudno jednoznacznie stwierdzić, czy zostały one usunięte już na etapie pierwotnego montażu, czy dopiero w trakcie późniejszych napraw i przekształceń (Il. 218).

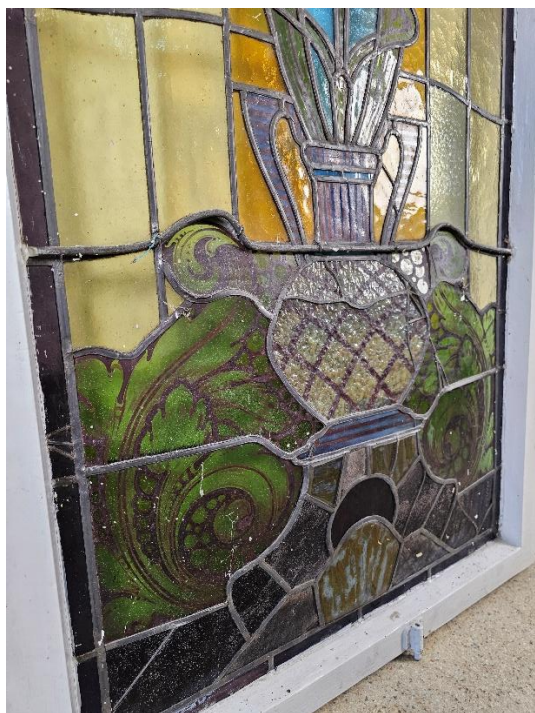


Il. 218. Kwaterki pierwszego i drugiego okna klatki schodowej w kamienicy przy ul. Jagiellończyka 6. Widoczne uszkodzenia i braki listew ołowianych, ubytki szkła oraz zabrudzenia powierzchni (Fot. Adam Kaźmierczak).

Dodatkowym problemem było silne zabrudzenie powierzchni szkła. Tafle pokrywały zwarte warstwy kurzu i innych osadów, które osłabiały przejrzystość przeszklenia. Brzegi wielu kwaterek były ponadto zamalowane farbami olejnymi, pochodzącymi z wcześniejszych przemalowań ram okiennych. W konsekwencji stan zachowania omawianych okien był wynikiem nakładania się wielu czynników destrukcyjnych: wcześniejszych napraw prowadzonych bez poszanowania oryginalnej technologii, długotrwałego użytkowania, zaniedbań remontowych oraz uszkodzeń powstałych już w trakcie współczesnych prac budowlanych.

Witraże okien klatki schodowej budynku Collegium Maximum przy Placu Rapackiego 1

Stan zachowania witraży należy ocenić jako zły, przy czym najsilniejsza degradacja dotyczyła dolnych kwater. Najpoważniejszym problemem były wyraźne wybrzuszenia ich dolnych partii w kierunku wnętrza klatki schodowej, stwarzające realne zagrożenie dalszym pękaniem szkła, a w konsekwencji także wypadaniem poszczególnych elementów (Il. 219). Zjawisko to było następstwem znacznego osłabienia siatki ołowianej, poddawanej długotrwałemu oddziaływaniu podwyższonej temperatury. Negatywny wpływ miała tu wtórnie zamontowana od strony zewnętrznej tafla szkła okiennego, bezpośrednio przylegająca do witraża i dodatkowo zamaskowana listwami drewnianymi. Taki sposób zabezpieczenia doprowadził do ograniczenia cyrkulacji powietrza, a tym samym do powstania swoistego mikroklimatu o charakterze „szklarniowym”. Dodatkowo listwy ołowiane były w wielu miejscach popękane, a w partiach górnych brakowało licznych listew brzegowych (Il. 220).



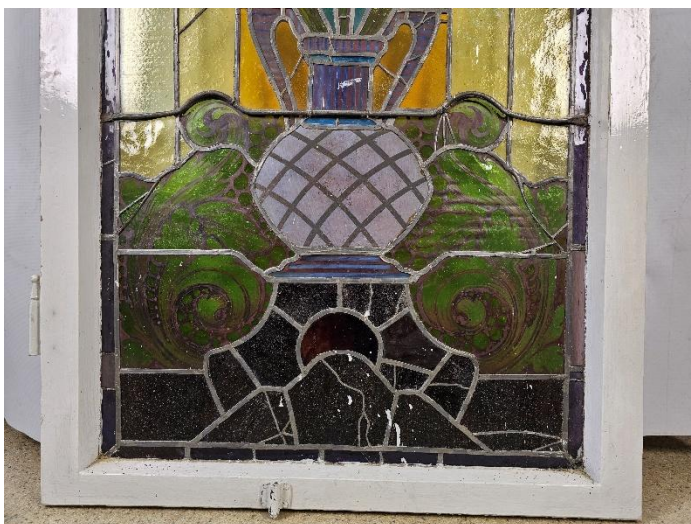
Il. 219. Wybrzuszenie dolnej części kwatery witrażowej okna klatki schodowej w budynku przy Placu Rapackiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 220. Szklenie ochronne bezpośrednio stykające się z witrażami okien klatki schodowej w budynku przy Placu Rapackiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).

W trakcie wcześniejszych prac konserwatorskich kwatery zostały całkowicie przeołowione, to znaczy wymieniono wszystkie profile łożwiane. W większości zastosowano listwy o szerokości 6 mm, a w partiach lamówek 7 mm. Pierwotnie najprawdopodobniej zastosowano profile łożwiane o szerokości około 4–5 mm, co odpowiada rozwiązaniom najczęściej spotykanym w witrażach wykonywanych w tym czasie dla toruńskich kamienic.

Szczególnie problematyczne okazało się maskowanie wszystkich pęknięć listwami łożwianymi o szerokości 3 mm, co w istotny sposób zaburzyło rytm podziałów oraz czytelność kompozycji przedstawienia (Il. 221). W wielu przypadkach przed ponownym opracowaniem pęknięte szkła zostały dodatkowo obszcypane przy krawędziach, aby listwa mogła swobodnie zostać wprawiona. Spowodowało to wtórne uszkodzenie oryginalnej substancji i stało się poważnym problemem podczas późniejszego sklejania, ponieważ krawędzie spękań utraciły swoją pierwotną linię styku. W kilku miejscach pęknięcia zamaskowano jedynie płaską nakładką łożwianą, co również miało charakter bardziej techniczny niż konserwatorski i nie przywracało integralności wizualnej uszkodzonych tafli.



Il. 221. Fragmenty dolnej kwatery 1a z widocznymi uzupełnieniami szkła oraz łączeniami pęknięć szkła cienkimi listwami ołowianymi (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 222. Fragment dolnej kwatery 1b z widocznymi uzupełnieniami szkła oraz łączenia pęknięć szkła w cienkie listwy ołowiane (Fot. Adam Kaźmierczak).

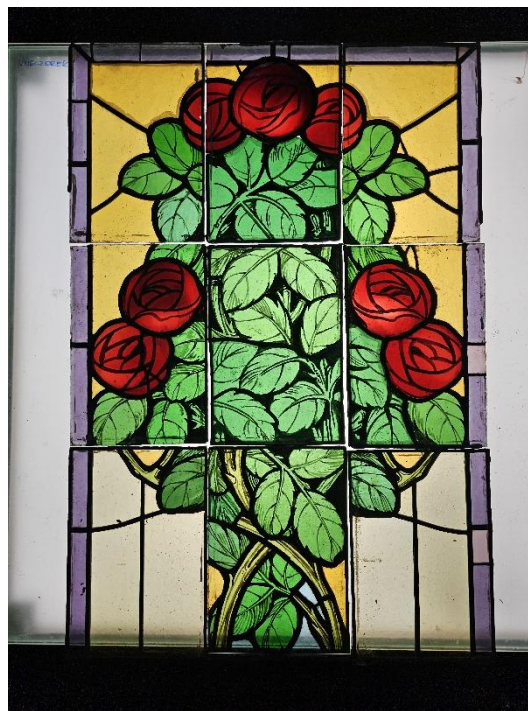
Il. 223. Fragment dolnej kwatery 1a z widocznymi nawarstwieniami korozyjnymi szkła mąconych (Fot. Adam Kaźmierczak).

Na szczególną uwagę zasługuje stan powierzchni niektórych szkła. Białobrzazowe szkła mącone tworzące podstawy witraży wykazują od strony wnętrza silne zniszczenie i wyraźne zmatowienie powierzchni lub korozję wżerową. Charakter tych zmian jest trudny do jednoznacznego określenia, jednak ich wygląd sugeruje oddziaływanie o charakterze chemicznym lub mechanicznym, przypominające efekt przepiaskowania albo działania kwasu fluorowodorowego. Mikrozagłębienia mają przy tym obłe, zaokrąglone krawędzie (Il. 223).

Również fioletowe szkła bordiur uległy z czasem zmianom barwnym (Il. 224). Przy niektórych krawędziach widoczny jest ich wyraźnie jaśniejszy odcień, co może wskazywać na procesy starzeniowe, oddziaływanie światła, temperatury lub zmiany zachodzące w obrębie samej struktury szkła.



Il. 224. Kwatera 2a/2a witrażu okna klatki schodowej w budynku przy Placu Rapackiego 1. Widoczne przebarwienie krawędzi fioletowego szkła katedralnego bordiury (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 225. Kwatery 2a witrażu okna klatki schodowej w budynku przy Placu Rapackiego 1. Widoczne zbyt jasne uzupełnienia fioletowej bordiury (Fot. Adam Kaźmierczak).

W obrębie kompozycji odnaleziono również liczne wymiany szkieł. W partii podstawy wprowadzono fioletowe szkło z namalowanymi brązowymi smugami wykonanymi farbami szklivnymi. W kwaterze 1a wtórnie wstawiono brzusiec wazonu, wykonany ze szkła żółtego dobarwianego brązowymi farbami szklivnymi, z rekonstruowaną kratownicą opracowaną konturem malarskim. W tej samej kwaterze oraz w kwaterach skrzydła 2a uzupełniono ponadto ubytki zielonych liści. W rekonstrukcjach tych zamiast pierwotnego konturu brązowego zastosowano kontur czarny. Uzupełniano również jasnofioletowe szkła bordiur, stosując szkła o nieco jaśniejszym odcieniu i gładziej fakturze. Podobne rozbieżności występują w przypadku jasnych i ciemnych odcieni żółtego tła, gdzie wtórne wstawki nie odpowiadają w pełni ani tonacji, ani strukturze powierzchni partii oryginalnych (Il. 225).

W niektórych miejscach, dążąc do lepszego dopasowania kolorystycznego, zastosowano rozwiązanie polegające na zdublowaniu wstawionych szkieł drugą taflą. Dotyczyło to zwłaszcza partii ciemnożółtych oraz zielonych. W takich przypadkach szkło od strony wewnętrznej sfazowano na szlifierce, aby cały pakiet mógł zmieścić się w profilu ołowianym. Rozwiązanie to zastosowano w skrzydle 2a, w kwaterach 2b, 3a,

3b i 3c (Il. 226–228). Użyte do rekonstrukcji szkła w obrębie żółtego tła i fioletowych bordiur były zbyt jasne w stosunku do oryginału. Witraże były także silnie zabrudzone, a na szklach zalegały nawarstwienia kurzu, osadów i zanieczyszczeń (Il. 229, 230).



Il. 226. Kwaterka 2a/2a witrażu okna klatki schodowej w budynku przy Placu Rapackiego 1. Widoczne zdublowane szkło wtórnego uzupełnienia (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 227. Kwatera 2a/2a witrażu okna klatki schodowej w budynku przy Placu Rapackiego 1. Widoczne sfazowane krawędzie szkła dublującego (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 228. Różne fragmenty kwater z zdublowanymi szklami witrażu klatki schodowej w budynku przy Placu Rapackiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 229. Witraże skrzydła 2a (awers) okna klatki schodowej w budynku przy Placu Rapackiego 1. Widoczne uszkodzenia i zabrudzenia powierzchni (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 230. Witraże skrzydła 2b (awers) okna klatki schodowej w budynku przy Placu Rapackiego 1. Widoczne uszkodzenia i zabrudzenia powierzchni (Fot. Adam Kaźmierczak).

Podsumowując, stan zachowania badanych witraży i oszkleń ozdobnych można określić jako przeważnie średni do złego, lokalnie dobry, lecz często po interwencjach rekonstrukcyjnych. Najlepiej zachowane są pojedyncze realizacje, w których czytelne pozostają bordiury, rozetki, partie ze szkła katedralnego lub ornamentowego. Najczęściej spotykane zniszczenia to ubytki szyb, niekompletność kompozycji, pęknięcia, wtórne przeszklenia, deformacje techniczne oraz całkowite usunięcie części lub całości dekoracji.

Główne przyczyny degradacji stanowią: starzenie się materiałów, oddziaływanie czynników atmosferycznych, osłabienie kitów i listew ołowianych, uszkodzenia mechaniczne wynikające z codziennego użytkowania, a także nieprzemyślane remonty i wymiany stolarki.

W wyniku dokonanego przeglądu stanu zachowania toruńskich witraży i oszkleń ozdobnych w kamienicach mieszkalnych należy stwierdzić, że traktuje się je częściej jako zwykły element stolarki niż jako autonomiczny zabytek rzemiosła artystycznego. Skutkiem tego było i jest zastępowanie zniszczonych kwater przypadkowymi szybami, upraszczanie kompozycji, usuwanie elementów lub wymianę całych przeszkleń podczas bieżących remontów. Zniszczenia mają więc nie tylko charakter materiałowy, ale też

historyczny i estetyczny, ponieważ prowadzą do zacierania pierwotnej idei kompozycyjnej.

Analizowany materiał dowodzi, że zachowane toruńskie witraże i oszklenia ozdobne wymagają zmiany sposobu postrzegania i traktowania jako szczególnie wrażliwego elementu historycznego wystroju kamienic, którego dalsze przetrwanie zależy od świadomej ochrony konserwatorskiej.

3.3.2. Stolarka okienna i drzwiowa

Stolarka okienna w klatkach schodowych toruńskich kamienic zachowała się w stanie średnim lub złym, z licznymi śladami wieloletniego zużycia, zaniedbań eksploatacyjnych oraz wtórnych ingerencji naprawczych. Widoczne są nieliczne deformacje elementów drewnianych w dolnych elementach skrzydeł, powodujące rozszczelnienia, wynikające przede wszystkim z długotrwałego oddziaływania wilgoci, wahań temperatury. W dolnych partiach stolarki często występują też ubytki drewna, spękania, rozwarstwienia i zmiękczenie struktury głównie w okapnikach, będące skutkiem zawilgocenia, okresowego zalegania wody, przesuszania oraz braku odpowiedniego zabezpieczenia powierzchni (Il. 231–234).



Il. 231. Uszkodzenia okapnika jednego ze skrzydeł okna klatki schodowej w kamienicy przy ul. Jagiellończyka 6 (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 232. Uszkodzenia okapnika i profili ramiaków jednego ze skrzydeł okna klatki schodowej w kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 (Fot. Malwina Lewandowicz).



Il. 233. Zniszczenia dolnego ramiaka oraz parapetu jednego z okien klatki schodowej w kamienicy przy ul. Kopernika 42 (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 234. Zniszczenia okapnika jednej z kwater okna klatki schodowej w budynku przy Placu Rapackiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).

W kilku przypadkach widoczne są rozluźnione połączenia stolarskie oraz osłabienie sztywności całej konstrukcji okna, zazwyczaj ukryte pod licznymi przemalowaniami. Zjawiska te należy wiązać z długotrwałym użytkowaniem, pracą materiału pod wpływem zmian temperatury i wilgotności oraz z brakiem regularnych napraw technicznych. Spotkać można również naprawy wykonane w sposób prowizoryczny, jak np. wstawienie dodatkowych szprosów w skrzydła okienne (Il. 235–238).



Il. 235. Okno czwartego półpiętra klatki schodowej w kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 z widocznym stalowym prętem nad dolnym rzędem kwater, pełniący funkcję wtórnego wzmocnienia osłabionej konstrukcji (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 236. Okno czwartego półpiętra klatki schodowej w kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 z widocznymi uszkodzeniami narożnych połączeń stolarskich. Stan po usunięciu przemalowań (Fot. Malwina Lewandowicz).



Il. 237. Okno pierwszego półpiętra klatki schodowej w kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 z wtórnie dołożonymi poziomymi szprosami środkowego skrzydła (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 238. Uszkodzenia połączeń stolarskich i złuszczenia farby jednego z okien klatki schodowej w kamienicy przy ul. Most Pauliński 12 (Fot. Adam Kaźmierczak).

Problemem są także uszkodzenia szprosów. W oknach obserwuje się sporadyczne ich ubytki, spękania, deformacje lub całkowity brak fragmentów podziałów. Tego rodzaju zniszczenia są najczęściej skutkiem uszkodzeń mechanicznych, długotrwałego osłabienia drewna przez wilgoć oraz wcześniejszych wymian szyb. W trakcie takich napraw szprosby bywały usuwane lub redukowane, aby uprościć montaż nowego szklenia. W konsekwencji dochodziło do zmian w konstrukcji szprosów, polegających na uproszczeniu pierwotnych podziałów (Il. 239, 240).



Il. 239. Ubytki podziału szprosowego w jednym z okien klatki schodowej w kamienicy przy ul. Sienkiewicza 11 (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 240. Okna biforialne trzeciego półpiętra klatki schodowej w kamienicy przy Placu św. Katarzyny 4. Prawy otwór pozbawiony całego skrzydła okiennego (Fot. Adam Kaźmierczak).

Okna były wielokrotnie przemalowywane farbami olejnymi i ftalowo-olejnymi. Miejscami farby są przetarte, silnie złuszczone i odspojone od podłoża. Ich zły stan wynika zarówno z naturalnego starzenia się powłok, jak i z nakładania kolejnych warstw bez wcześniejszego usunięcia starych nawarstwień. Dodatkowo szczelne farby utrudniają prawidłową pracę drewna i zatrzymują wilgoć w jego strukturze, co sprzyja dalszej degradacji (Il. 241–244).

Powierzchnie okien w wielu przypadkach są silnie zabrudzone. Oprócz grubych, tłustych i mocno wtartych nawarstwień wtórnych kurzu widoczne są również osady sadzy oraz zabrudzenia pochodzące z zanieczyszczeń obecnych w powietrzu. Tego rodzaju nawarstwienia są efektem długotrwałego braku regularnego czyszczenia, a także oddziaływania kurzu, spalin i innych substancji unoszących się w otoczeniu budynku. Ich obecność wpływa na procesy korozji i pogarsza walory estetyczne.



Il. 241. Jedno ze skrzydeł okna klatki schodowej w kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4. Widoczne zabrudzenia powierzchni oraz jaskółcze gniazdo (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 242. Jedno ze skrzydeł okna klatki schodowej w kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4. Widoczne zabrudzenia powierzchni (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 243. Jedno ze skrzydeł okna klatki schodowej w budynku przy Placu Rapackiego 1. Widoczne zabrudzenia powierzchni (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 244. Osady sadzy na obokniu jednego z okien klatki schodowej w kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 (Fot. Malwina Lewandowicz).

Drzwi na klatkach schodowych zasadniczo są w dobrym stanie. Niektóre wykazują ślady zużycia eksploatacyjnego, wynikające z intensywnego użytkowania. Widoczne powierzchniowe przetarcia, uderzenia, zarysowania i ubytki w dolnych partiach skrzydeł są skutkiem codziennego kontaktu z przechodzącymi, przenoszenia

przedmiotów oraz przypadkowych uszkodzeń mechanicznych. W dolnych strefach skrzydeł występują także drobne ubytki drewna.

Powłoki malarskie drzwi są zwykle wtórne, wielowarstwowe i miejscami częściowo zdegradowane. Ich spękania, odspojenia i przetarcia wynikają z naturalnego starzenia się farb, intensywnego użytkowania oraz nieprawidłowego przygotowania podłoża podczas kolejnych przemalowań. Podobnie jak w przypadku okien, nakładanie nowych warstw na niestabilne podłoże przyczyniało się do dalszego pogorszenia stanu drewna i zacierania historycznych cech stolarki (Il. 245, 246).



Il. 245. Jedne z drzwi z widocznymi różnymi uszkodzeniami na klatce schodowej w kamienicy przy ul. Szerokiej 26-28 (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 246. Uszkodzone drzwi do jednego z mieszkań w kamienicy przy ul. Klonowica 24 (Fot. Adam Kaźmierczak).

Okucia i zamknięcia często są częściowo wtórne, zużyte lub skorodowane. Ich stan jest rezultatem długotrwałej eksploatacji, niewłaściwego doboru nowych elementów oraz prowizorycznych napraw wykonywanych bez uwzględnienia zabytkowego charakteru obiektu. Dodatkowe zamki, zasuwy, wkładki i inne współczesne zabezpieczenia prowadzą niekiedy do wtórnych przewierceń i uszkodzeń oryginalnej substancji drewna.

Do istotnych problemów konserwatorskich, z jakimi zmagają się właściciele kamienic czynszowych, należą zjawiska charakterystyczne dla budownictwa

wielorodzinnego. W przypadku stolarki okiennej szczególnie często pojawia się kwestia wymiany okien, postrzeganej przez mieszkańców jako jedno z najprostszych i najbardziej opłacalnych działań modernizacyjnych, zwłaszcza w sytuacji możliwości skorzystania z dofinansowań i ulg podatkowych. W konsekwencji historyczna stolarka bywa traktowana przede wszystkim jako element użytkowy, a nie jako część zabytkowej substancji budynku.

Na obszarze toruńskiego zespołu staromiejskiego wymiana dawnych okien na współczesne konstrukcje z tworzyw sztucznych występuje stosunkowo często, choć na terenach przedmiejskich zjawisko to jest znacznie bardziej powszechne. Szczególny problem pojawia się w budynkach o rozproszonej i niejednolitej strukturze własności, gdzie decyzje dotyczące remontów podejmowane są indywidualnie przez poszczególnych lokatorów. W rezultacie wymiana stolarki odbywa się bez koordynacji i bez uwzględnienia całościowego charakteru architektonicznego obiektu. Prowadzi to do sytuacji, w której elewacje tracą swoją spójność estetyczną i historyczną, stając się zbiorem przypadkowo dobranych form, podziałów i materiałów³²¹.

Tego rodzaju działania mają szczególnie negatywne skutki dla zachowanych relikwów historycznych oszkleń. Podczas wymiany okien często nie zwraca się uwagi na obecność dawnych szyb, w tym szkielec walcowanych, które same w sobie stanowią cenne świadectwo dawnych technologii i estetyki. Jeszcze częściej pomijane są oszklenia dekoracyjne, traktowane jako element zbędny lub niepraktyczny. W efekcie historyczne szkło bywa usuwane i zastępowane współczesnym, gładkim szkłem typu float³²², pozbawionym zarówno dawnych walorów wizualnych, jak i wartości zabytkowej.

Kolejnym istotnym problemem jest wymiana stolarki okiennej na nową, drewnianą, jedynie pozornie odtwarzającą historyczny pierwowzór. W zaleceniach konserwatorskich często przyjmuje się, że nowa stolarka może opierać się na współczesnych rozwiązaniach konstrukcyjnych, takich jak szyby zespolone i podwyższone wymagania termoizolacyjne, pod warunkiem zachowania formy nawiązującej do oryginału. Oznacza to konieczność odtworzenia dawnego materiału, kolorystyki, podziałów, szerokości profili, szprosów i innych cech wizualnych. W praktyce jednak osiągnięcie takiej zgodności okazuje się bardzo trudne.

³²¹ Pszczółkowski, *Toruńska kamienica czynszowa*, 300.

³²² Uzyskany efekt jest taki, że szkło odbija obraz otoczenia, co jest cechą niepożądaną w obiektach o charakterze historycznym.

Choć od strony zewnętrznej nowe okna mogą sprawiać wrażenie zbliżonych do historycznych, ich rzeczywista konstrukcja zazwyczaj znacząco odbiega od pierwotnej. Dotyczy to przede wszystkim proporcji i wymiarów poszczególnych kwater, grubości profili oraz sposobu osadzenia szyb. W zwykłych przeszkleniach okiennych rozbieżności te bywają mniej odczuwalne, jednak w przypadku witraży i oszkleń dekoracyjnych stają się poważnym problemem. Zmiana wymiarów kwater wymusza bowiem ingerencję w historyczne szklenie, także po przeprowadzonych już pracach konserwatorskich i restauratorskich. W konsekwencji może dojść do konieczności dostosowywania dawnych elementów do nowej stolarki, co narusza autentyczną substancję zabytku i zmniejsza wartość całego obiektu.

Problem ten ma charakter wieloaspektowy. Dotyczy zarówno jakości samych wytycznych konserwatorskich, jak i etapu projektowania, wykonawstwa oraz późniejszego nadzoru nad realizacją. Nawet poprawnie sformułowane zalecenia nie zawsze są właściwie rozumiane lub konsekwentnie wdrażane. W rezultacie powstają rozwiązania, które jedynie powierzchownie nawiązują do historycznej formy, lecz w rzeczywistości nie uwzględniają specyfiki dawnego szklenia ani jego wymagań technicznych.

Szczególnie wyraźnie widać to w sytuacji, gdy w otworze okiennym znajduje się witraż. W nowo projektowanej stolarce bardzo często nie przewiduje się odpowiedniego sposobu ponownego montażu historycznego przeszklenia po zakończeniu prac konserwatorskich. Tymczasem każda taka wymiana mogłaby stać się dobrą okazją do wprowadzenia rozwiązań zgodnych ze współczesnymi zasadami ochrony witraży, zwłaszcza w zakresie stosowania oszklenia ochronnego. Istotne jest przede wszystkim właściwe zaprojektowanie odległości pomiędzy szkleniem historycznym a szybą ochronną oraz zapewnienie odpowiedniej wentylacji przestrzeni między nimi. Zaniechanie tych działań sprawia, że nawet nowa stolarka, wykonana z dużym nakładem środków, nie poprawia warunków ochrony zabytkowego szkła, a niekiedy może wręcz przyczyniać się do jego dalszej degradacji.

Przykładami takich nieprawidłowych realizacji nowych stolarek okiennych, zakładających, że nowe oszklenie ma pełnić również formę ochronną dla witraży, mogą być między innymi okna w kamienicach przy ul. Poniatowskiego 3 (Il. 247), Piastowskiej 5 (Il. 248) oraz Mostowej 9, gdzie nie przewidziano żadnego dystansu między witrażem a nowym oszkleniem w formie pakietu zespolonego. Oznacza to, że historyczne szklenie

zostało umieszczone bezpośrednio przy współczesnej szybie, bez pozostawienia przestrzeni umożliwiającej jakąkolwiek wentylację.



Il. 247. Sposób zamontowania witraży po konserwacji na styk z nowym oszkleniem w nowej stolarce okiennej w kamienicy przy ul. Poniatowskiego 3 (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 248. Sposób zamontowania witraży po konserwacji na styk z nowym oszkleniem w nowej stolarce okiennej w kamienicy przy ul. Piastowskiej 5 (Fot. Adam Kaźmierczak).

Inny, bardziej złożony przykład stanowią witraże w willi przy ul. Mickiewicza 50–52. Zrekonstruowane okna wyposażono w nowe oszklenie zespolone, podporządkowując rozwiązanie przede wszystkim kryterium termomodernizacji. Oszkleniu witrażowemu nadano w tym rozwiązaniu funkcję drugorzędną. Przyjęto, że w części południowej willi (Il. 249) kwatery witrażowe zostaną zamontowane od strony zewnętrznej, bezpośrednio przy pakietach szyb zespolonych. Rozwiązanie to wynikało raczej ze względów estetycznych, miało stworzyć od strony elewacji wrażenie, że witraże są osadzone w sposób zbliżony do historycznej stolarki. Z konserwatorskiego punktu widzenia jest ono jednak niekorzystne, ponieważ naraża zabytkowe szkło na bezpośrednie oddziaływanie czynników atmosferycznych, a tym samym może przyczyniać się do intensyfikacji procesów korozyjnych zarówno szkła, jak i listew ołowianych.

Równie niepokojąca sytuacja wystąpiła po stronie wschodniej tego samego budynku, gdzie zrekonstruowana stolarka w ogóle nie uwzględniła dawnej bordiury utworzonej przez szprosy (Il. 250). W konsekwencji konieczne stało się takie przekształcenie kwatery witrażowej, aby zamiast pierwotnego układu dziewięciu oddzielnych pól utworzyć jedną dużą kwaterę. Oznacza to nie tylko zmianę konstrukcji

stolarki, lecz także głęboką ingerencję w historyczną kompozycję i podziały witraża. Tego rodzaju działania prowadzą do zatarcia pierwotnego układu dzieła, a tym samym do częściowej utraty jego autentyczności oraz wartości zabytkowej.



Il. 249. Sposób zamontowania witraży po konserwacji po stronie zewnętrznej na styk z nowym oszkleniem w nowej stolarce okiennej w willi przy ul. Bydgoskiej 50-52 (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 250. Sposób zamontowania witraży po konserwacji po stronie wewnętrznej w nowej stolarce okiennej w willi przy ul. Bydgoskiej 50-52. Listwy ołowiane wtórnie naśladują podziały drewnianych szprosów (Fot. Adam Kaźmierczak).

Na klatce schodowej w kamienicy przy ul. Mickiewicza 52 witraże po konserwacji zamontowano w naprawioną starą stolarkę okienną, natomiast oszklenie termoizolacyjne wprowadzono w nowe okno po stronie wewnętrznej (Il. 251).



Il. 251. Oszklenie termoizolacyjne zamontowane w nowym oknie po stronie wewnętrznej klatki schodowej w kamienicy przy ul. Mickiewicza 52 (Fot. Adam Kaźmierczak).

Nie bez znaczenia pozostaje także sama forma ochrony prawnej toruńskich kamienic. Spośród 31 obiektów omawianych w tej pracy jedynie 12 jest wpisanych do rejestru zabytków, natomiast 19 znajduje się wyłącznie w gminnej ewidencji zabytków. Różnica ta ma istotne konsekwencje praktyczne. W przypadku obiektów rejestrowych wszelkie prace wymagają uzyskania pozwolenia konserwatorskiego, co daje większą możliwość kontroli nad zakresem i jakością ingerencji. W odniesieniu do budynków ujętych jedynie w ewidencji często wystarcza samo uzgodnienie, a poziom nadzoru nad prowadzonymi pracami bywa mniejszy. W efekcie obiekty te są bardziej narażone na nieprzemyślane modernizacje, uproszczone wymiany stolarki i utratę historycznych oszkleń.

3.4. Prace konserwatorsko-restauratorskie wybranych obiektów – metodyka postępowania i propozycje rozwiązań technicznych

Podstawową kwestią, którą należy uświadomić sobie przed podjęciem prac przy zabytkowych witrażach oraz oszkleniach ozdobnych, jest to, że powinny być one traktowane na równi z innymi obiektami dziedzictwa kulturowego. Nie są one jedynie dekoracyjnym wypełnieniem okna, lecz pełnoprawnym zabytkiem, posiadającym zarówno wartość artystyczną, jak i historyczną, technologiczną oraz materialną. Z tego względu ich konserwacja powinna podlegać takim samym zasadom, jakie obowiązują w odniesieniu do innych obiektów zabytkowych³²³.

W dyskusjach i rozważaniach dotyczących współczesnych zasad ochrony zabytków od dawna podkreśla się, że zabytkiem jest nie tylko forma dzieła, jego kompozycja czy walory estetyczne, lecz także autentyczna substancja, technologia wykonania oraz historycznie ukształtowana struktura materiałowa³²⁴. Tę zasadę, odnoszoną zwykle do architektury, w pełni można zastosować również do witraży. Są one jednocześnie dziełem sztuki i elementem wystroju architektonicznego, a ich wartość nie sprowadza się wyłącznie do przedstawienia czy efektu wizualnego. Równie istotne są: rodzaj szkła, warstwa malarska, profile ołowiane, sposób montażu, a także wszelkie elementy pomocnicze i konstrukcyjne.

Z tego względu konserwacja witraży nie może ograniczać się do działań czysto technicznych ani tym bardziej do ich „odnowienia” czy „renowacji” w potocznym

³²³ Czeski, „Konserwacja szkła jako wystroju architektonicznego”.

³²⁴ Jan Tajchman, „Konserwacja zabytków architektury”, *Ochrona Zabytków* 48, nr 2 (1995), 150–159.

znaczeniu tych słów. Powinna być poprzedzona rozpoznaniem obiektu i opierać się na jasno określonej metodyce postępowania. Najpierw konieczne jest przeprowadzenie dokładnej inwentaryzacji okna witrażowego, następnie badań historycznych, rozpoznania stanu zachowania oraz oceny wartości poszczególnych elementów. Dopiero na tej podstawie można formułować wytyczne konserwatorskie i przygotować projekt prac. Taka kolejność nie jest formalnością, lecz warunkiem odpowiedzialnego działania, której naczelną zasadą jest ochrona substancji zabytkowej.

Pracom konserwatorskim i restauratorskim zostały poddane oszklenia witrażowe oraz ozdobne okien klatek schodowych z kamienic przy ul. Jagiellończyka 4 (3 okna z ok. 1896 r.), ul. Jagiellończyka 6 (3 okna z ok. 1896 r.), ul. Poniatowskiego 1 (4 okna z 1903 r.) oraz witraże w budynku Collegium Maximum przy Placu Rapackiego 1 w Toruniu (dwa okna z 1906 r.). Dodatkowo wykonano próby rekonstrukcji szklanych rozetek okna klatki schodowej kamienicy przy ul. Klonowica 24 (z 4 ćw. XIX w.) oraz rekonstrukcji piaskowanych rozet do stolarek drzwiowych w budynku przy ul. Mickiewicza 57 (z końca XIX w.)³²⁵.

3.4.1. Projekt konserwatorski

Przystępując do opracowania projektu konserwatorskiego należało przewidzieć nie tylko zakres planowanych zabiegów przy samym witrażu, ale także sposób jego późniejszego osadzenia i zabezpieczenia. Jest to szczególnie ważne, ponieważ dawne rozwiązania montażowe nie zawsze można bezpośrednio powtórzyć. Każda decyzja dotycząca ponownego umieszczenia witraży w oknie, zastosowania przeszklenia ochronnego czy dodatkowych elementów stabilizujących musi uwzględniać zarówno bezpieczeństwo obiektu, jak i charakter budowli, w której się on znajduje. W praktyce oznacza to konieczność pogodzenia wymogów technicznych z zasadą poszanowania historycznego wyglądu elewacji i wnętrza.

Mając na uwadze, że właściwa konserwacja witraży jest zadaniem złożonym, ponieważ sam obiekt składa się z wielu różnych elementów, wymagających odrębnego rozpoznania. Uwzględniono fakt, że oprócz szkła i ołowiu są to często również warstwy

³²⁵ Prace konserwatorskie witraży z ul. Kazimierza Jagiellończyka 6 przeprowadzono w 2020 r., przy ul. Poniatowskiego 1 w latach 2021–2022, przy ul. Kazimierza Jagiellończyka 4 w 2024 r., w budynku Collegium Maximum przy Placu Rapackiego 1 w 2025 r., a wykonał je autor niniejszej dysertacji.

malarskie, patyny, kity uszczelniające, metalowe pręty wzmacniające, skoble, gwoździe, ramy czy inne detale montażowe. Niekiedy elementy te mają własną wartość zabytkową, a bywa też, że są starsze od samego witrażu. Dlatego planowana konserwacja powinna mieć charakter interdyscyplinarny i w wielu przypadkach wymaga współpracy nie tylko konserwatora witraży, lecz także specjalistów zajmujących się metalem, detalem architektonicznym czy technologią szkła³²⁶.

W planowanych pracach konserwacji i restauracji określono cel, w której nadrzędnym jest ochrona, powstrzymanie postępujących procesów destrukcji witraży oraz zachowanie i odpowiednie wyeksponowanie zabytkowej substancji. Projektowane zabiegi miały na celu przygotowanie obiektów do dalszej i nowej ekspozycji, a także przywrócenie im walorów artystycznych, estetycznych i technicznych. Istotnym założeniem prac było również zachowanie możliwie największego zakresu oryginalnej materii przy jednoczesnym zapewnieniu trwałości i czytelności kompozycji.

W projekcie uwzględniono niezbędne działania konserwatorskie i restauratorskie. Podstawowym zadaniem było oczyszczenie ich z silnych zabrudzeń powierzchniowych, sklejenie pękniętych elementów szklanych oraz naprawa listew ołowianych. Ważnym i wymagającym etapem prac powinna być także rekonstrukcja brakujących fragmentów kompozycji oraz opracowanie nowej aranżacji, które w istotny sposób wpłynęły na przywrócenie wartości artystycznej i estetycznej obiektów. Działania te powinny zostać poprzedzone szczegółowymi analizami porównawczymi i stylistycznymi, uwzględniającymi cechy charakterystyczne dla okresu powstania witraży.

Rekonstrukcje i aranżacje należy wykonać w klasycznej technice witrażowej, z zastosowaniem szkła dobranych tak, aby odpowiadały materiałom oryginalnym. Powinny zostać wykorzystane między innymi szkła mącone, katedralne, ornamentowe, trawione, szlifowane oraz walcowane. Szczególnie istotnym etapem będzie wykorzystanie współczesnych technik termoformowania w celu odtworzenia odpowiednich faktur szkła, dostosowanych do potrzeb realizowanych prac konserwatorskich i restauratorskich. Fragmenty silnie skorodowanych profili ołowianych, które przestały spełniać swoją podstawową funkcję nośną, powinny zostać wymienione na nowe, dostosowane szerokością do profili oryginalnych. Pozostałe elementy wymagają zabezpieczenia, wzmocnienia i odpowiedniego uzupełnienia.

³²⁶ Czeski, „Konserwacja szkła jako wystroju architektonicznego”.

W przypadku dwóch zespołów witraży – przy ul. Poniatowskiego 1 oraz przy Placu Rapackiego 1 – zaproponowano nieco odmienne systemy szklenia ochronnego, dostosowane do indywidualnych warunków technicznych i ekspozycyjnych. Natomiast w kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4 i 6 nie było takiej potrzeby, ponieważ okna klatek schodowych wychodzą na tak zwane studnie pomiędzy kamienicami, które obecnie zostały zadaszone w formie świetlików, co w wystarczającym stopniu ogranicza bezpośrednie oddziaływanie czynników atmosferycznych.

W ramach planowanych prac, gruntownej konserwacji wymaga również stolarka okienna. Na podstawie wykonanych odkrywek stratygraficznych w celu ustalenia pierwotnej kolorystyki, usunąć przemalowania, uzupełnić ubytki drewna, a następnie przeprowadzić prace malarskie. Dzięki temu przywrócone zostaną stolarze właściwe walory estetyczne i techniczne, harmonizujące z odrestaurowanymi witrażami oraz historycznym charakterem obiektów.

Należy w tym miejscu zaznaczyć, że w dziedzinie konserwacji i restauracji zabytków rozróżnia się pojęcia rekonstrukcji i aranżacji, choć nie mają one identycznego statusu terminologicznego. „Rekonstrukcja” jest terminem bardziej ustalonym i ściślej związanym z klasycznym językiem konserwatorskim. Oznacza wierne odtworzenie zniszczonych elementów lub formy dobra kultury na podstawie zachowanych fragmentów, przekazów i dokumentacji³²⁷. W tym sensie rekonstrukcja odnosi się do stanu przeszłego i zakłada, że konserwator lub projektant dąży do możliwie uzasadnionego odtworzenia historycznej postaci obiektu. „Aranżacja” oznacza natomiast nie tyle odtworzenie dawnego stanu, ile takie ukształtowanie i wyeksponowanie zabytku, jego reliktyw albo wystroju, które tworzy nową, świadomie skomponowaną całość artystyczną lub przestrzenną³²⁸. W praktyce konserwatorskiej chodzi więc o działanie bardziej interpretacyjne, wyrażające się w odpowiednim zakomponowaniu zachowanych elementów zabytkowych, a nie odtwórcze.

Różnicę tę dobrze pokazują opracowania dotyczące malowideł ściennych i wystroju wnętrz zabytkowych. Marta Korpała pisze, że powojenne uzupełnienia dekoracji malarskich rozumiano z jednej strony jako „odtworzenie czy też rekonstrukcję dawnego dzieła”, a z drugiej jako „współczesną aranżację”, której celem było „uzyskanie

³²⁷ Iwona Szmelter, „Współczesna teoria konserwacji i restauracji dóbr kultury. Zarys zagadnień”, *Ochrona Zabytków*, nr 2 (2006): 27.

³²⁸ Tamże, 27.

spójności estetycznej wnętrza”³²⁹. To rozróżnienie jest bardzo ważne: rekonstrukcja zmierza ku przywróceniu dawnej kompozycji, kształtu i kolorystyki zgodnie ze stanem wiedzy o przeszłości, podczas gdy aranżacja dopuszcza świadome użycie form współczesnych, o ile służą one czytelności, ekspozycji albo estetycznemu uporządkowaniu zabytkowej przestrzeni³³⁰. Aranżacja nie musi więc udawać historycznej autentyczności. Przeciwnie, może podkreślać również własną współczesność.

Takie rozumienie wynika z podstawowych zasad doktryny konserwatorskiej, zwłaszcza z Karty Weneckiej. Jan Tajchman, komentując jej znaczenie dla praktyki ochrony zabytków, przypomina, że użytkowanie zabytku nie może prowadzić do zmian jego układu ani wystroju, a restauracja ma charakter wyjątkowy i kończy się tam, „gdzie zaczyna się domysł”³³¹. Wszelkie nieodzowne uzupełnienia powinny zaś „wywodzić się z kompozycji architektonicznej” i „nosić znamię naszych czasów”³³². Z tego właśnie bierze się podstawowa różnica między rekonstrukcją a aranżacją: rekonstrukcja jest dopuszczalna tylko wtedy, gdy ma mocne podstawy źródłowe i nie opiera się na swobodnym domyśle, natomiast aranżacja może być działaniem współczesnym, byle nie fałszowała autentycznej substancji i nie zacierała granicy między tym, co dawne, a tym, co nowe.

W polskiej literaturze konserwatorskiej można znaleźć też próbę bezpośredniego zdefiniowania obu pojęć. Iwona Szmelter podaje, że rekonstrukcja to „wierna odbudowa, uzupełnienie ubytków i odtworzenie zniszczonych elementów dobra kultury” na podstawie zachowanych fragmentów, przekazów i dokumentacji, natomiast aranżacja to „skomponowanie w nową wartość artystyczną” zespołu budynków, wyposażenia wnętrz, malowideł lub obiektów ruchomych przez przemyślane wyeksponowanie elementów pochodzących z różnych epok³³³. Definicje te dobrze pokazują, że rekonstrukcja ma charakter głównie odtwórczy, a aranżacja przede wszystkim kompozycyjny i interpretacyjny. Rekonstrukcja stanowi próbę odpowiedzi na pytanie, jak zabytek wyglądał pierwotnie i które z jego elementów można w sposób uzasadniony odtworzyć, natomiast aranżacja określa, w jaki sposób zabytek zaprezentować, uczytelnić oraz

³²⁹ Marta Korpała, „Nowe w starym – o dosłownej interpretacji Karty Weneckiej na przykładzie wybranych aranżacji malowideł ściennych w zabytkach architektury”, *Ochrona Zabytków*, nr 2 (2016): 133.

³³⁰ Tamże, 133.

³³¹ Jan Tajchman, „W sprawie konieczności ustanowienia standardów wykonywania projektów dotyczących prac planowanych w zabytkach architektury”, *Ochrona Zabytków* 61, nr 1 (2008): 82.

³³² Tamże, 82.

³³³ Szmelter, „Współczesna teoria konserwacji”, 27–29.

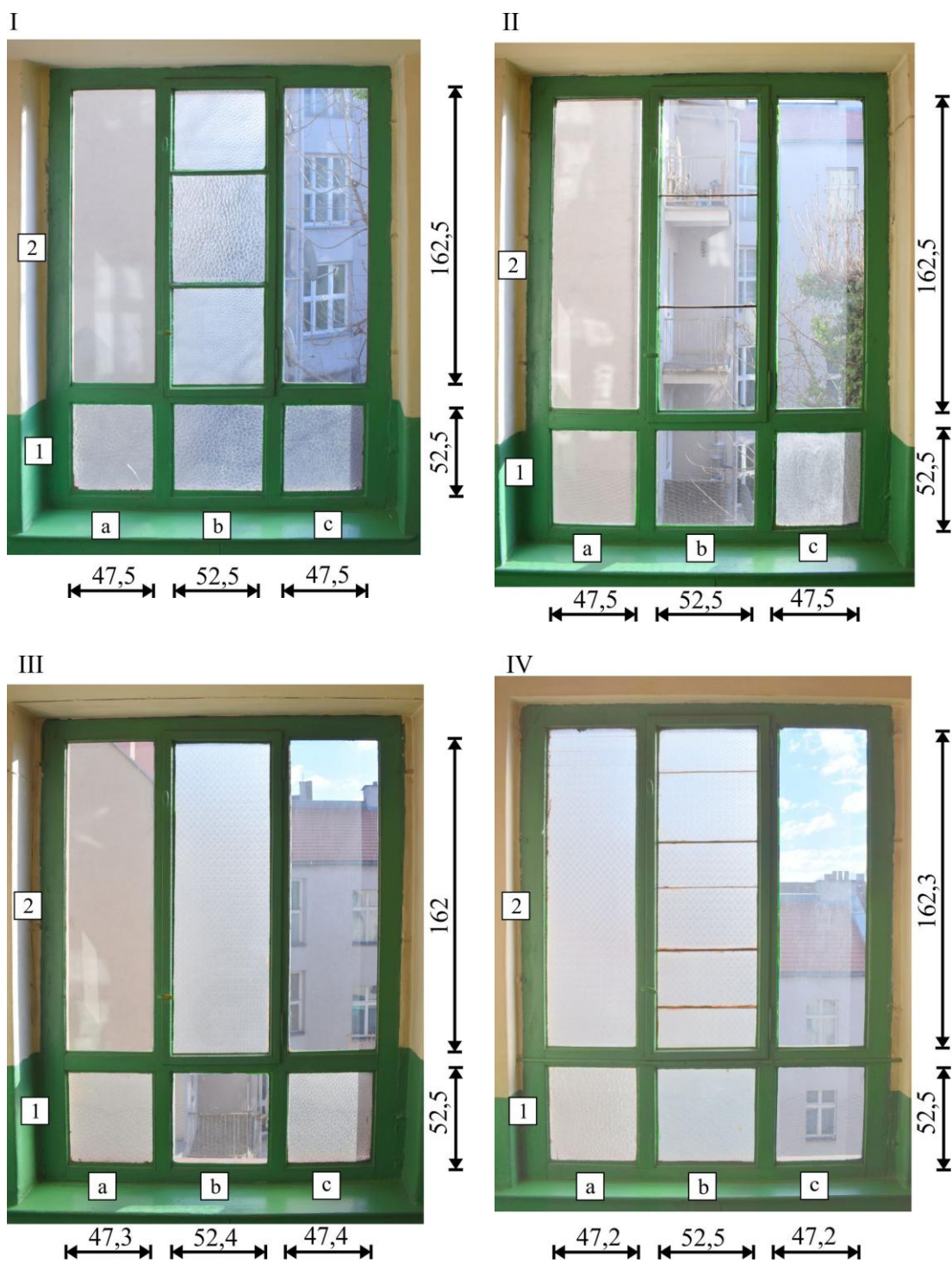
włączyć we współczesny odbiór, często bez stwarzania pozoru pełnej integralności historycznej.

3.4.2. Prace wstępne

Po wykonaniu projektu i określeniu celu oraz założeń konserwatorsko-restauratorskich witraży i oszkleń okiennych wybranych toruńskich budynków przystąpiono do ich realizacji. W pierwszej kolejności skrzydła okienne zostały zdemontowane i przewiezione do pracowni konserwatorskiej, gdzie wykonano pełną dokumentację fotograficzną. Każdą kwaterę, rozumianą jako pojedyncze skrzydło okienne, sfotografowano z obu stron zarówno w świetle odbitym rozproszonym, jak i przechodzącym. Zastosowanie różnych rodzajów oświetlenia pozwoliło na uzyskanie zróżnicowanych informacji dotyczących stanu zachowania szkła, warstw malarskich oraz profili ołowianych. Światło odbite umożliwiało przede wszystkim ocenę powierzchni, stopnia zabrudzenia, uszkodzeń warstw malarskich i korozji materiałów, natomiast światło przechodzące pozwalało lepiej rozpoznać strukturę szkła, pęknięcia, ubytki oraz sposób opracowania kompozycji.

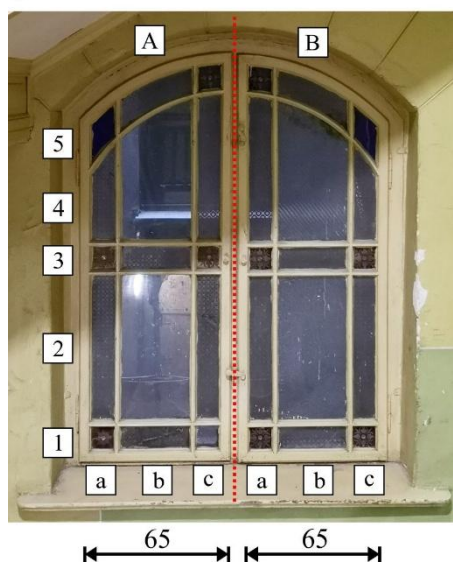
Kolejnym etapem było wykonanie niezbędnych pomiarów oraz opracowanie rysunkowej mapy zniszczeń, sporządzonej oddzielnie dla każdej strony każdej kwatery³³⁴. Dokumentacja ta stanowiła podstawę do dalszych analiz technologicznych, konserwatorskich i projektowych. Dla każdego okna opracowano również system numeracji kwater, oparty na wytycznych Corpus Vitrearum, niezbędny zarówno do prawidłowego prowadzenia opisów i dokumentacji, jak i do późniejszego, bezbłędnego montażu wszystkich elementów na ich pierwotnych miejscach (Il. 252–255). W systemie oznaczeń liczba rzymska stanowi numer okna, cyfry arabskie dany rząd, a małe litery alfabetu – kolumnę.

³³⁴ Zob. podrozdział 3.4.14.

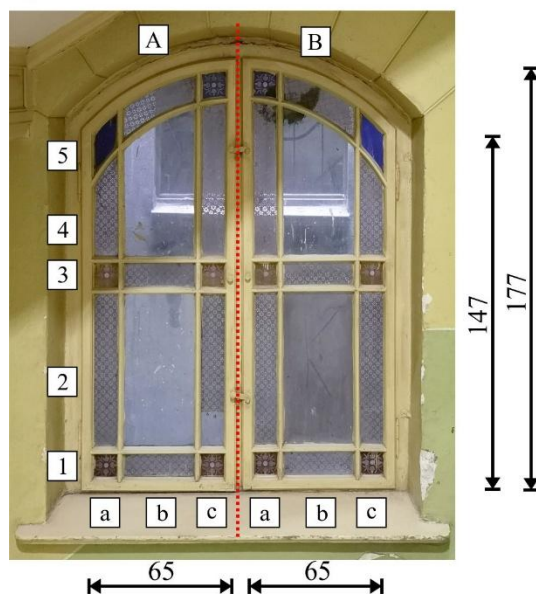


II. 252. System numeracji kwater dla okien klatki schodowej w kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1.
Wymiary w [cm].

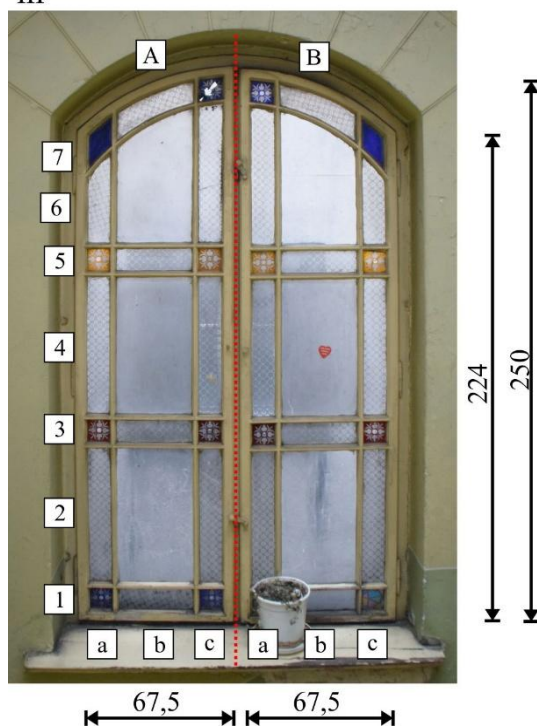
I



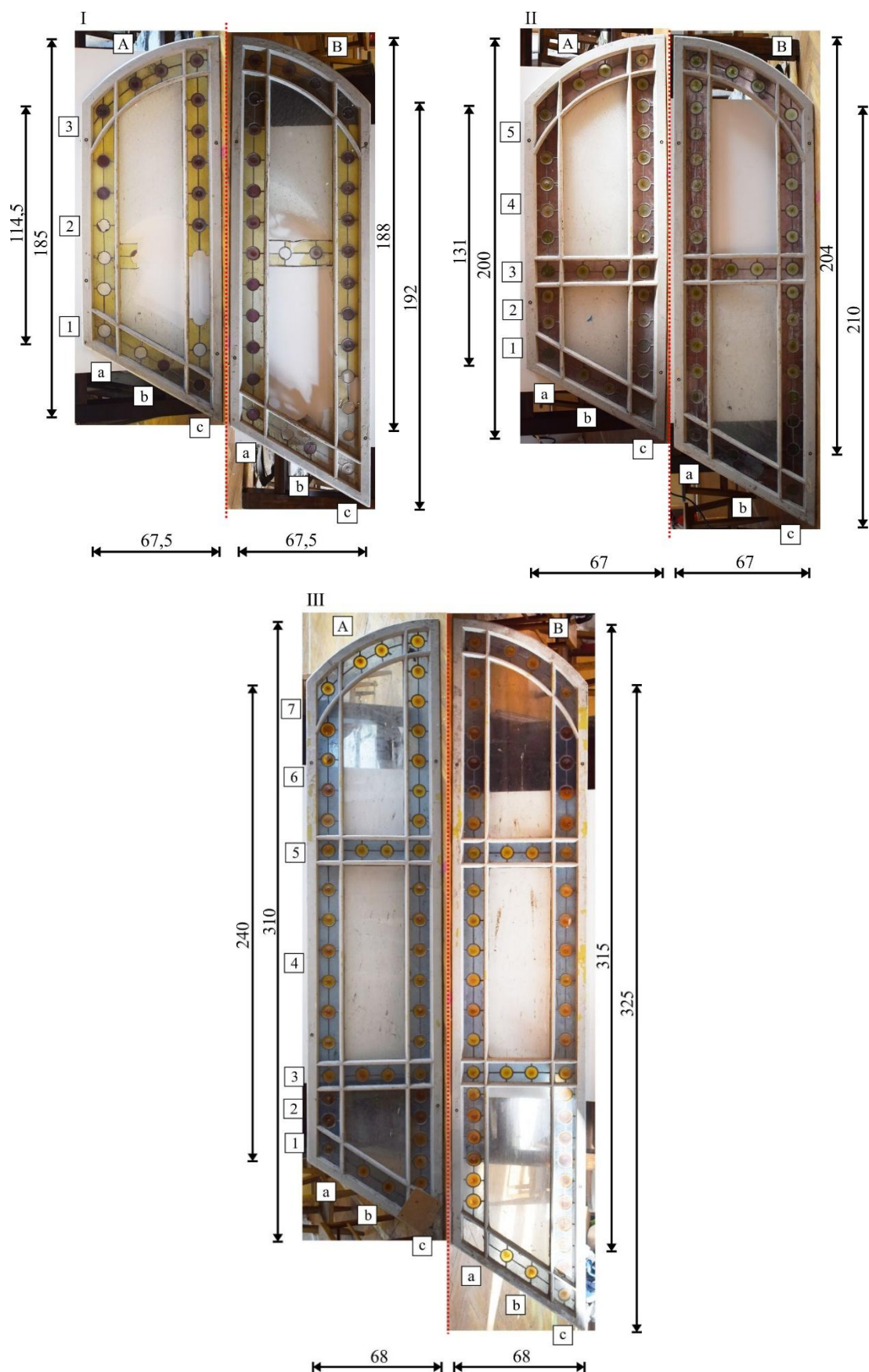
II



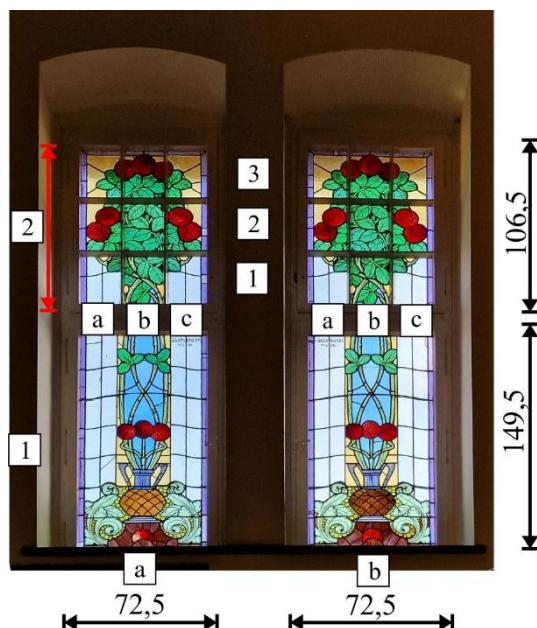
III



Il. 253. System numeracji kwater dla okien klatki schodowej w kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4.
Wymiary w [cm].



II. 254. System numeracji kwater dla okien klatki schodowej w kamienicy przy ul. Jagiellończyka 6.
Wymiary w [cm].



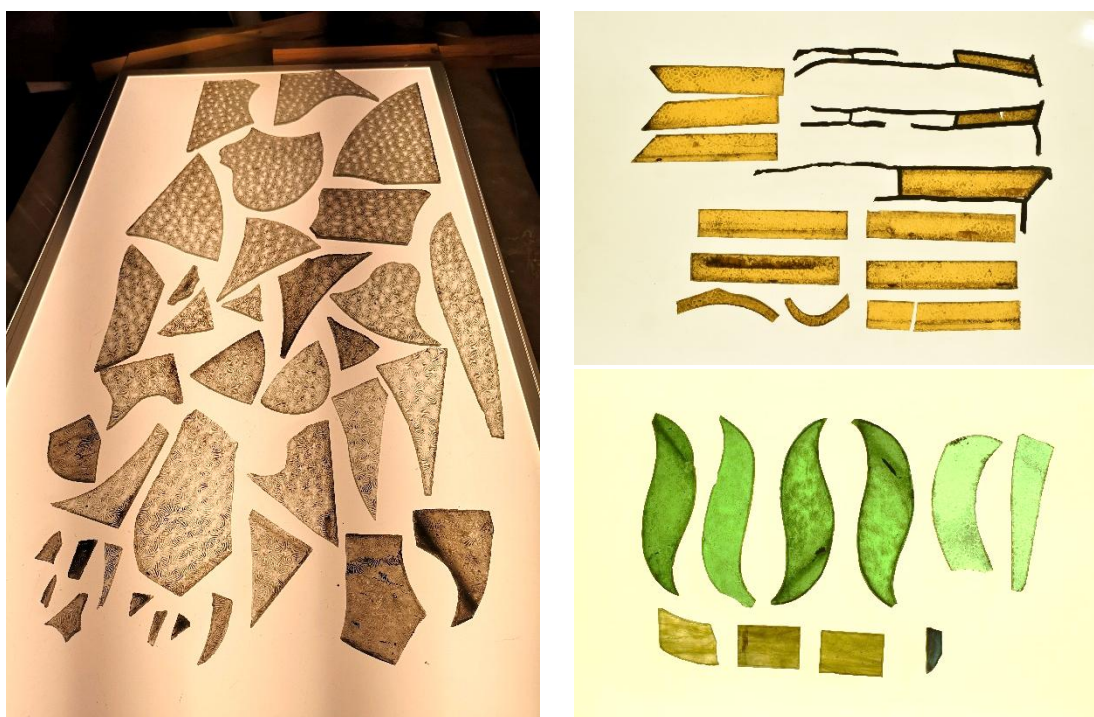
Il. 255. System numeracji kwater dla okien klatki schodowej w budynku przy Placu Rapackiego 1.
Wymiary w [cm].

Bardzo istotnym wyzwaniem w ramach prac konserwatorskich i restauratorskich było opracowanie projektu częściowej rekonstrukcji i aranżacji witraży przeznaczonych do klatki schodowej w kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1. Na podstawie zachowanych kwater oraz ich fragmentów przygotowano koncepcję i projekt realizacyjny. W pierwszej kolejności, w oparciu o zachowane relikty, a także dokumentację wideo i fotograficzną z lat 90. XX w., podjęto próbę ustalenia pierwotnej lokalizacji poszczególnych kwater. Następnie z pozostałych fragmentów zestawiono najbardziej prawdopodobny układ ich rozmieszczenia.

Fragment z herbem dzielonym w skos przypisano do środkowej kwatery okna pierwszego półpiętra, oznaczonego I2b (Il. 257). Jako jedno z głównych kryteriów przyjęto fakt, że w narożnikach herbu zachowały się pozostałości szkła ornamentowego Florentine, występującego w pierwszym oraz drugim oknie tej klatki schodowej. Drugim argumentem było założenie, że pierwsze okno, widoczne już z hallu głównego, pełniło funkcję najbardziej reprezentacyjną. Umieszczenie w tym miejscu motywu heraldycznego wydaje się więc rozwiązaniem szczególnie uzasadnionym zarówno kompozycyjnie, jak i ideowo.

Na podstawie zachowanych elementów udało się zestawić kilka pełnych kwater, podczas gdy pozostałe partie zachowały się jedynie w postaci szczątkowych fragmentów. Materiał ten odnosił się do trzech kolejnych okien klatki schodowej (Il. 257–259, Rys. 1–4). Czwarte okno pozostawało puste i nie odnaleziono żadnych pasujących elementów.

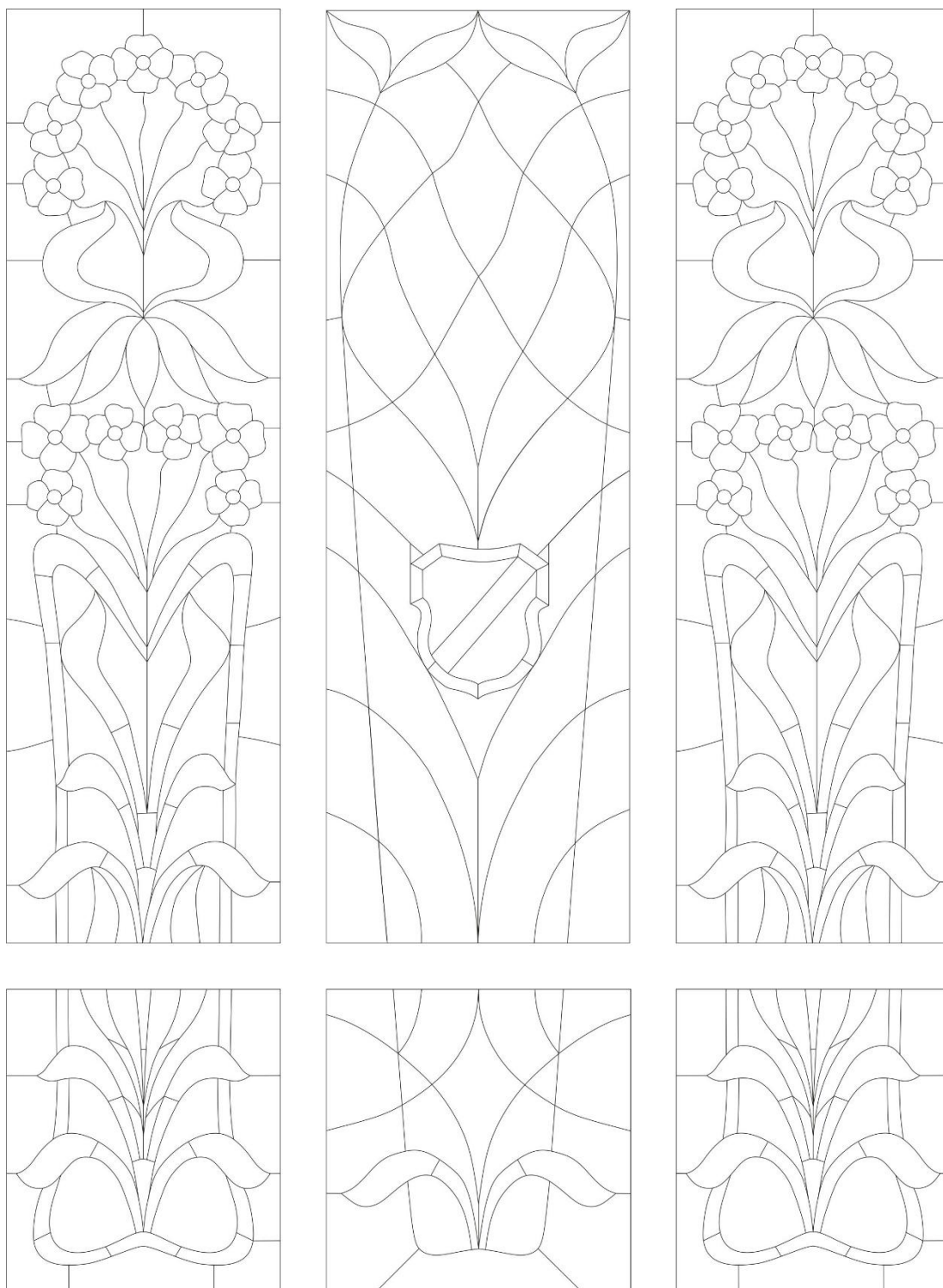
Jednak po konsultacjach z Miejskim Konserwatorem Zabytków w Toruniu oraz rozmowach z właścicielami kamienicy zaproponowano aranżację tego ostatniego okna z wykorzystaniem dwóch oryginalnych kwater, pochodzących pierwotnie z jednego z okien mieszkania tej kamienicy, do którego nie planowano ich ponownego montażu. Opracowano przy tym taką koncepcję ich wykorzystania, aby w przyszłości w razie zmiany decyzji lub pojawienia się nowych ustaleń, możliwy był ich demontaż i przywrócenie do pierwotnej lokalizacji (Il. 260).



Il. 256. Różne kawałki szkieł przechowywane na strychu kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1
(Fot. Adam Kaźmierczak).



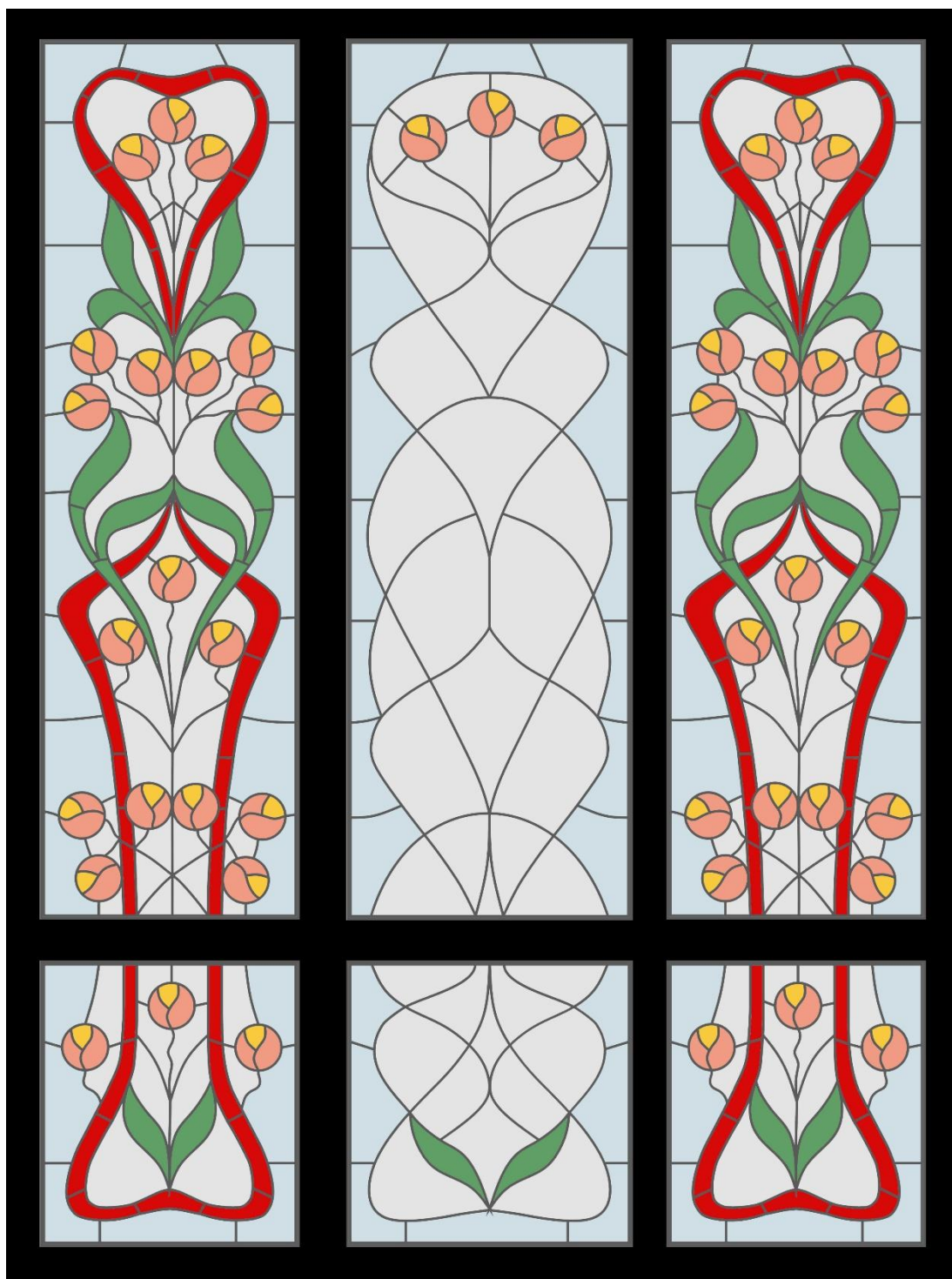
Il. 257. Dopasowane fragmenty kwater pierwszego okna w kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1, od lewej: I2a, I2b i I2c (Fot. Adam Kaźmierczak).



Rys. 1. Projekt częściowej rekonstrukcji i aranżacji witraży dla pierwszego okna klatki schodowej w kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 (Rys. Adam Kaźmierczak).



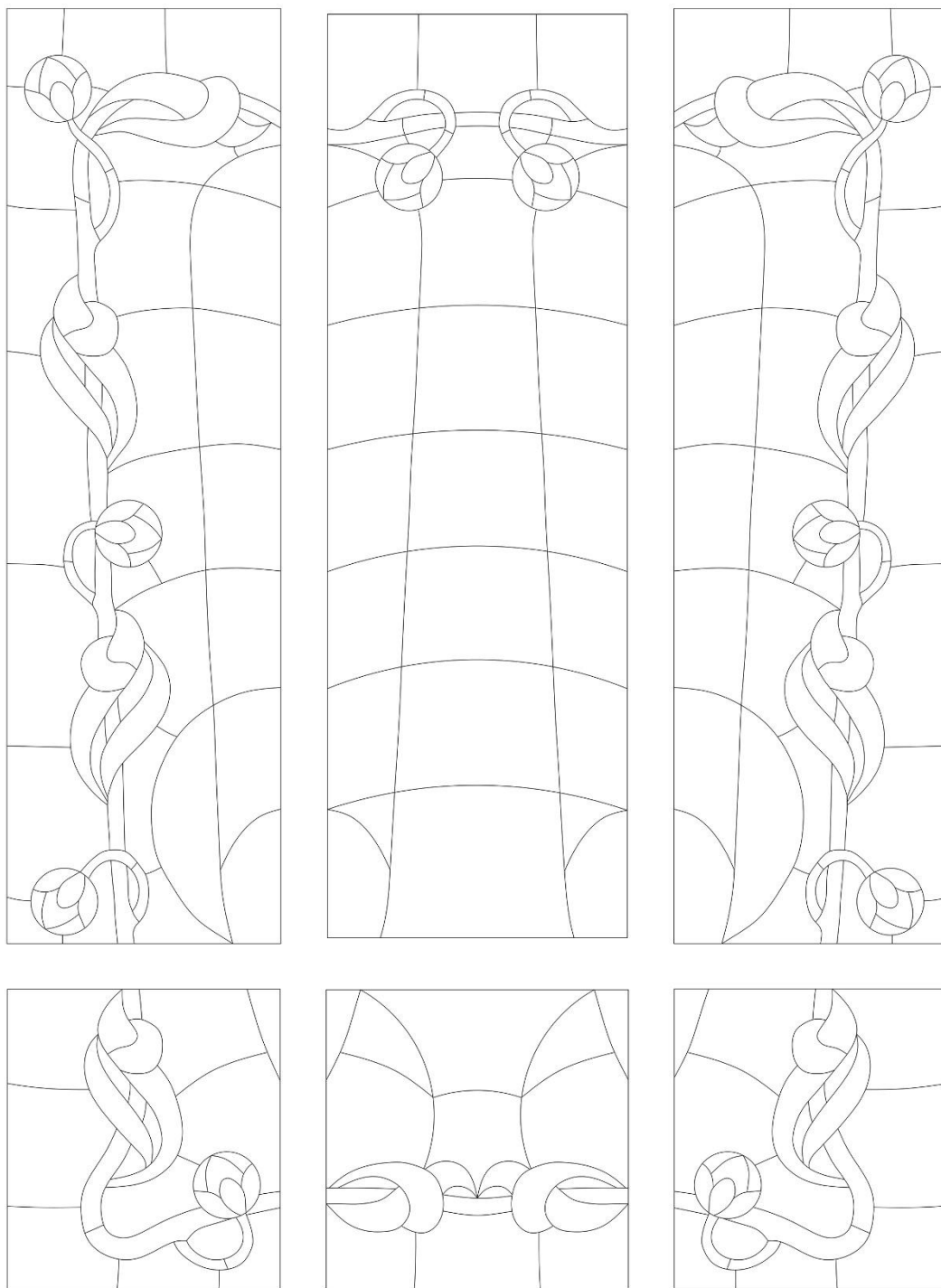
Il. 258. Zachowana kwatera drugiego okna w kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1, II2a (Fot. Adam Kaźmierczak).



Rys. 2. Projekt częściowej rekonstrukcji i aranżacji witraży dla drugiego okna klatki schodowej w kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 (Rys. Adam Kaźmierczak).



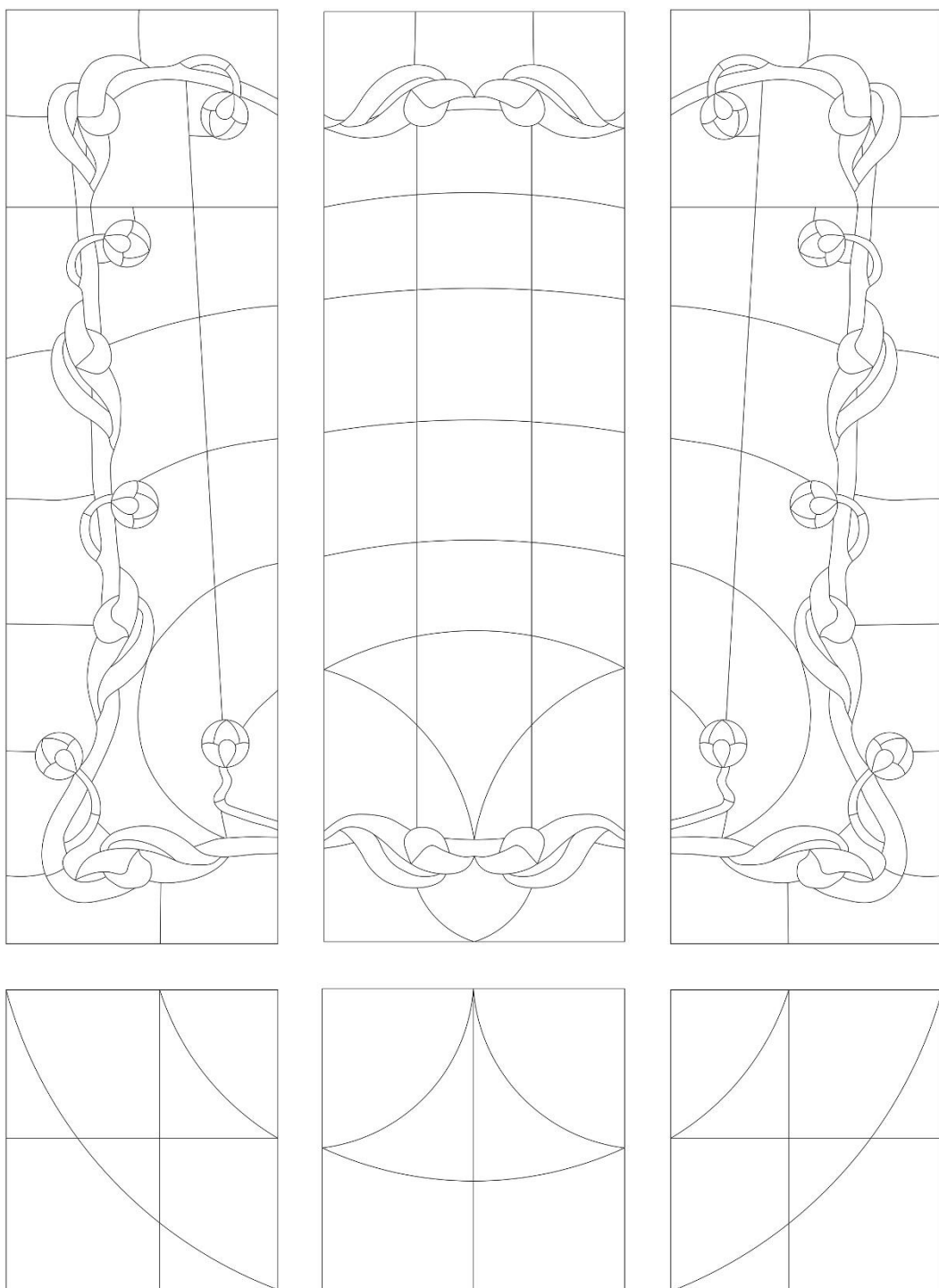
Il. 259. Zachowane kwatery trzeciego okna w kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1, od lewej: III2a i III2c (Fot. Adam Kaźmierczak).



Rys. 3. Projekt częściowej rekonstrukcji i aranżacji witraży dla trzeciego okna klatki schodowej w kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 (Rys. Adam Kaźmierczak).



Il. 260. Kwatery witrażowe znajdujące się pierwotnie w jednym z mieszkań w kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1, które zostały zaaranżowane do czwartego okna klatki schodowej (Fot. Adam Kaźmierczak).



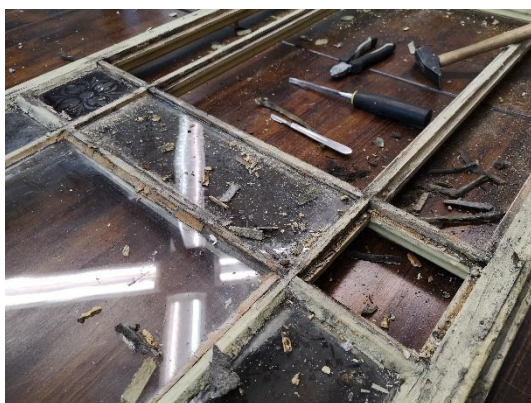
Rys. 4. Projekt aranżacji witraży dla czwartego okna klatki schodowej w kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 (Rys. Adam Kaźmierczak).

Projekt rekonstrukcji i aranżacji witraży opracowano na podstawie zachowanego materiału oryginalnego, a także w oparciu o analizę innych toruńskich witraży z tego samego okresu, prawdopodobnie pochodzących z tej samej pracowni mistrza szklarskiego Hella. Szczególnie istotne były porównania z realizacjami znajdującymi się w kamienicy przy ul. Most Pauliński 12 (Il. 133, 134), w oficynie kamienicy przy ul. Poniatowskiego 3 (Il. 131, 132) oraz przy ul. Mickiewicza 1–3 (Il. 139). To właśnie te przykłady wykazują najwięcej analogii formalnych, kompozycyjnych i materiałowych do witraży z ul. Poniatowskiego 1. Cennym materiałem porównawczym okazały się także przykłady witraży secesyjnych z innych miast Polski i Niemiec, które pozwoliły lepiej osadzić projekt w szerszym kontekście stylistycznym tego czasu. Rysunki projektów wykonano w programie AutoCAD (Rys. 1–4).

Do pierwszego okna klatki schodowej kamienicy przy ul. Jagiellończyka 6 zaproponowano z kolei koncepcję przywrócenia pierwotnego podziału szprosów. Jak wspomniano w opisie stanu zachowania, podczas jednej z wcześniejszych napraw usunięto konstrukcję szprosową środkowego pasa dekoracyjnego, zastępując ją pełnymi kwaterami witrażowymi dostosowanymi do powstałych pól. W toku analiz ustalono wierny sposób rekonstrukcji tego podziału oraz ponownego osadzenia w nim kwater witrażowych po zakończeniu prac konserwatorsko-restauratorskich. Zabieg ten miał istotne znaczenie dla przywrócenia pierwotnych proporcji, rytmu kompozycyjnego oraz historycznego charakteru okien klatki schodowej.

Po zakończeniu prac wstępnych przystąpiono do demontażu kwater witrażowych oraz oszkleń ozdobnych ze skrzydeł okiennych. Wszystkie oszklenia były osadzone w felcach ram na szpile i gwoździe szklarskie oraz uszczelnione kitem kredowo-pokostowym. W kilku miejscach zachowały się jeszcze fragmenty pierwotnego kitu. Pozostałą część stanowiły wtórne uzupełnienia pochodzące z różnych okresów, w tym również kity silikonowe, świadczące o późniejszych, doraźnych naprawach.

Kity usuwano w większości mechanicznie, przy użyciu niewielkich noży, dłut i młotków z zachowaniem szczególnej ostrożności ze względu na ryzyko pęknięcia szkła (Il. 261). Zardzewiałe szpile oraz gwoździe szklarskie usuwano za pomocą precyzyjnych kombinerek i szczypiec. W przypadku witraży w budynku przy Placu Rapackiego 1 miejscowo bardzo twardy kit usuwano przy użyciu parownicy. Kit nagrzewano punktowo i krótkotrwale, dzięki czemu z czasem miękł na tyle, by można go było bezpiecznie usunąć przy pomocy szpachelek i dłutek (Il. 262). Metoda ta pozwoliła ograniczyć ryzyko uszkodzenia zarówno szkła, jak i drewnianych elementów stolarki.



Il. 261. Demontaż oszklenia ze skrzydła okiennego z kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4 (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 262. Demontaż witraży ze skrzydła okiennego z budynku przy Placu Rapackiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).

Dla kwater witrażowych kamienicy ul. Jagiellończyka 6, ul. Poniatowskiego 1 oraz budynku przy Placu Rapackiego 1 wykonano tak zwane „przecierki” na papierze, stanowiące istotny element dokumentacji warsztatowej. Arkusze papieru przykładano bezpośrednio do poszczególnych kwater, a następnie przecierano kalką maszynową, uzyskując w ten sposób wierne odwzorowanie przebiegu profili ołowianych oraz podziałów kompozycyjnych. Materiał ten miał zasadnicze znaczenie dla opracowania projektów rekonstrukcyjnych, a także dla prawidłowego ponownego składania witraży po zakończeniu prac konserwatorsko-restauratorskich (Il. 263).

Przy dolnych kwaterach 1a i 1b witraży z Placu Rapackiego 1 przeprowadzono stopniowy proces prostowania powstałych wybrzuszeń. Najlepsze efekty uzyskano dzięki pozostawieniu kwater przez kilka tygodni bez dodatkowego obciążenia, co umożliwiło częściowe, naturalne ustabilizowanie ich formy. W kolejnym etapie sukcesywnie dokładano fragmenty desek oraz dodatkowe obciążniki, kontrolując na bieżąco przebieg procesu. Działania te prowadzono ostrożnie i etapami, aż do momentu całkowitego wyprostowania kwater.



Il. 263. Przykładowe przecierki kwater, od lewej: kwatera I2a i IV2c (w trakcie wykonywania) z kamienic przy ul. Poniatowskiego i oraz IB z ul. Jagiellończyka 6 (Fot. Adam Kaźmierczak).

3.4.3. Czyszczenie szkła i ołowiu

Czyszczenie szkła witrażowego, listew ołowianych oraz szkieł ozdobnych, takich jak szkła muślinowe, szlifowane rozetki i elementy wytłaczane, należało do podstawowych, a zarazem najbardziej wymagających etapów prac konserwatorskich. Zabieg ten wymagał każdorazowo indywidualnego podejścia, rozpoznania technologii wykonania obiektu, oceny stanu zachowania poszczególnych materiałów oraz bardzo ostrożnego doboru metod i środków czyszczących. Celem czyszczenia nie jest tylko poprawa estetyki obiektu, lecz przede wszystkim usunięcie nawarstwień brudu, osadów i wtórnych zanieczyszczeń w sposób bezpieczny dla oryginalnej substancji, bez naruszenia struktury szkła, powierzchni dekoracyjnych i profili ołowianych.

Ważne jest również rozróżnienie pomiędzy szkłem niemalowanym a klasycznym witrażem z dekoracją wykonaną przy użyciu farb szklanych wypalanych w piecu witrażowym. W przypadku szkła pozbawionego warstw malarskich zakres możliwych działań jest z reguły szerszy, jednak również tutaj należy uwzględnić wrażliwość powierzchni na zarysowania, matowienie, działanie środków chemicznych oraz możliwość zachodzenia zmian korozyjnych, zwłaszcza w szkłe historycznym o osłabionej strukturze. Ostrożności wymagają również szkła dekoracyjne o zróżnicowanej fakturze powierzchni, w tym szkła trawione, których walory estetyczne opierają się na subtelnym opracowaniu powierzchni, które może zostać uszkodzenia podczas zbyt

intensywnego oczyszczania. Podobnie szkła szlifowane i polerowane, jak np. rozetki, wymagają metod, które nie doprowadzą do zmatowienia, zarysowania.

Jeszcze większej ostrożności wymaga czyszczenie klasycznych witraży z warstwami malarskimi. Mimo że dekoracja tego typu jest trwale związana z podłożem szklanym, jej odporność nie jest nieograniczona. Stopień związania warstwy malarskiej ze szkłem może być zróżnicowany, zależny od techniki nakładania, jakości wypału, rodzaju użytych farb szklanych oraz późniejszych procesów korozyjnych. W związku z tym wszelkie działania czyszczące muszą być poprzedzone szczegółowym rozpoznaniem stanu zachowania warstw malarskich, oceną jej spistości i przyczepności, a także wykonaniem prób dobranych indywidualnie do konkretnego obiektu³³⁵.

W omawianym przypadku czyszczeniu poddano obiekty wyjątkowo silnie zabrudzone (zwłaszcza witraże z kamienic przy ul. Poniatowskiego 1 i ul. Jagiellończyka 4), na których powierzchni zalegały wieloletnie nawarstwienia kurzu, zbitych, twardych, tłustych osadów, wtórnych zabrudzeń eksploatacyjnych oraz produktów korozji pochodzących od stalowych wiatrownic. Stopień zabrudzenia był na tyle duży, że proces oczyszczania okazał się długotrwały, wieloetapowy i technicznie złożony. Wymagał on nie tylko stosowania metod mechanicznych i z wykorzystaniem wody, ale zwłaszcza chemicznych, każdorazowo dobieranymi po wykonaniu prób i stosowanymi w możliwie najniższych, skutecznych stężeniach.

We wszystkich obiektach podstawowym etapem prac było usunięcie resztek kitu szklarskiego z obrzeży kwater, co wykonywano mechanicznie przy użyciu skalpeli. Zalegający kurz i luźne zabrudzenia powierzchniowe usuwano przy użyciu pędzli i szczoteczek o zróżnicowanej twardości włosia, dobieranych w zależności od rodzaju powierzchni i stopnia jej wrażliwości, wspomagając się odkurzaczem.

W dalszej kolejności przystępowano do usuwania zabrudzeń powierzchniowych przy użyciu waty nasączonej wodą dejonizowaną, alkoholem etylowym³³⁶ oraz acetonem³³⁷. Środki te stosowano zamiennie, zależnie od charakteru zabrudzeń, przy czym rozpuszczalniki organiczne używano zarówno w stężeniach oryginalnych, jak i – w przypadku alkoholu etylowego – niekiedy w proporcji 1:1 z wodą dejonizowaną. Taki

³³⁵ Czeski, „Konserwacja szkła jako wystroju architektonicznego”; Marta Kamińska, Paweł Karaszkiewicz, „Dawne i współczesne metody konserwacji i restauracji witraży na przykładzie witrażu Św. Piotr ze zbiorów Muzeum Uniwersytetu Jagiellońskiego Collegium Maius w Krakowie”, *Opuscula Musealia*, 22 (2014), 123–136.

³³⁶ Etylowy alkohol wysokoprocentowy 99,9% skażony 1% alkoholem izopropylowym odwodnionym. Rozpuszczalnik do szelaku (Dystrybutor P.H. Blik, Toruń).

³³⁷ Dystrybutor P.H. Blik, Toruń.

sposób postępowania wynikał z konieczności stopniowego i kontrolowanego oddziaływania na różne rodzaje osadów, w tym zabrudzenia tłuste, eksploatacyjne oraz wtórne nawarstwienia powierzchniowe. Woda dejonizowana pozwalała na bezpieczne usuwanie zabrudzeń rozpuszczalnych w wodzie, natomiast alkohol etylowy i aceton okazywały się skuteczniejsze tam, gdzie obecne były substancje tłuste, smoliste lub silniej związane z powierzchnią.

Kolejnym etapem był demontaż wtórnych uzupełnień szkła, niedostosowanych do charakteru tych oryginalnych, w tym pleksi (Il. 264–267) oraz usuwanie z powierzchni szkła i listew ołowianych zabrudzeń w postaci plam farb olejnych, występujących głównie przy obrzeżach kwater i szkieł. Część tych nawarstwień udało się usunąć mechanicznie przy pomocy skalpela, jednak metoda ta nie zawsze była wystarczająca i z uwagi na ryzyko uszkodzenia powierzchni nie mogła być stosowana zbyt intensywnie. Najskuteczniejsze okazało się użycie żeli zmydlających Scalpex NW³³⁸ i Remosol 300³³⁹, które pozwalały na kontrolowane rozmiękczenie warstw farby bez konieczności nadmiernej ingerencji mechanicznej. Preparaty наносzono pędzlem w kilkumilimetrowej warstwie i pozostawiano na powierzchni od kilku do kilkunastu minut, a następnie rozmiękzoną farbę usuwano skalpelem. Miejsca po zabiegu przemywano acetonem, aby usunąć pozostałości preparatu i resztki zabrudzeń. Zabieg powtarzano wielokrotnie, aż do całkowitego usunięcia farb ze szkła i listew ołowianych (Il. 268, 269).

³³⁸ Scalpex NW jest rozpuszczalnikowym preparatem żelowym do usuwania powłok malarskich. Według informacji producenta opiera się na mieszaninie częściowo biodegradowalnych rozpuszczalników; publicznie dostępne materiały nie podają pełnego składu jakościowo-ilościowego. Producent deklaruje brak chlorku metylenu, N-metylopirolidonu, NEP oraz fosforanów, Za <https://scalpex.pl/produkt/przezroczysty-zel-scalpex-nw-do-usuwania-farb/>, Dostęp 16.04.2026 (Producent SCALP SAS, Francja).

³³⁹ Remosol 300 jest alkalicznym, zagęszczonym preparatem rozpuszczalnikowym do usuwania powłok malarskich metodą nakładania pędzlem. Według informacji producenta zawiera aktywnie działające rozpuszczalniki organiczne oraz dodatki wspomagające proces usuwania powłok i ograniczające parowanie; publicznie dostępne materiały nie podają jego pełnego składu jakościowo-ilościowego, Za <https://www.impurex.pl/produkowane-preparaty/preparaty-do-usuwania-farb-i-lakierow/18-remosol-300>, Dostęp 16.04.2026 (Producent Impurex, Polska).



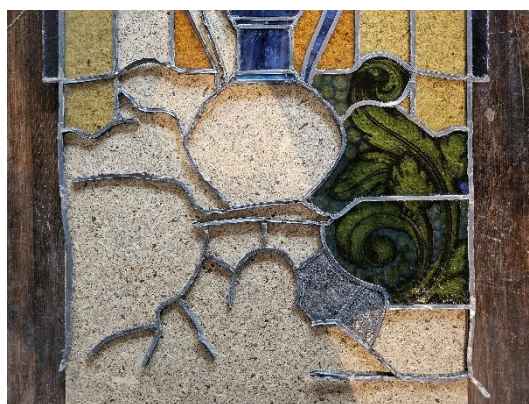
Il. 264. Usuwanie pleksi z jednej z kwater witrażowych okna kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).



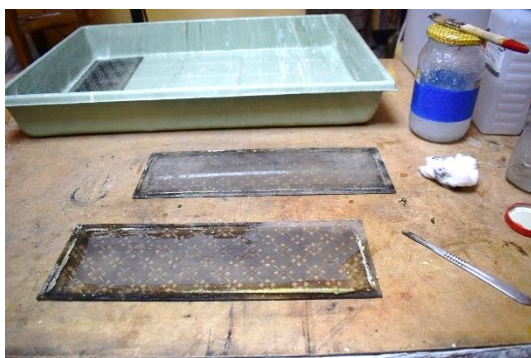
Il. 265. Usuwanie wtórnego szkła jednej z kwater witrażowych trzeciego okna kamienicy przy ul. Jagiellończyka 6 (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 266. Usuwanie wtórnych szkielek jednej z kwater witrażowych trzeciego okna kamienicy przy ul. Jagiellończyka 6 (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 267. Usuwanie wtórnych szkielek oraz demontaż szkielek przeznaczonych do klejenia jednej z kwater witrażowych okna budynku przy Placu Rapackiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 268. Usuwanie zabrudzeń z farby olejnej. Szkło muślinowe z kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4 (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 269. Usuwanie zabrudzeń z farby olejnej. Szlifowane rozetki z kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4 (Fot. Adam Kaźmierczak).

Silikon usuwano mechanicznie, natomiast w miejscach, gdzie zastosowano silikon octowy, wykonywano dodatkowo okłady na wacie celulozowej z 10% octu spirytusowego. Zabieg ten miał na celu rozmiękczenie spoin i ułatwienie ich

bezpiecznego usunięcia, bez konieczności stosowania nadmiernej siły mechanicznej. Po usunięciu silikonu powierzchnie przemywano wodą, a następnie acetonem, aby usunąć zarówno pozostałości zabrudzeń, jak i resztki wilgoci (Il. 270).



Il. 270. Usuwanie silikonu ze szkła i uzupełnień kitu szklarskiego.
Okna z kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4 (Fot. Adam Kaźmierczak).

W przypadku witraży z kamienicy przy ul. Jagiellończyka 6 (Il. 273) oraz budynku przy Placu Rapackiego 1 (Il. 271–272) zabrudzenia szkła i ołowiu usuwano głównie przy użyciu acetonu, wspomaganego lokalnie doczyszczaniem mechanicznym sztyftami z włóknem szklanym. Metoda ta okazała się skuteczna tam, gdzie nawarstwienia były silnie związane z podłożem, a jednocześnie możliwe było ich punktowe usuwanie bez ryzyka naruszenia całości powierzchni. Przy ul. Jagiellończyka 6 niektóre partie szkła wymagały dodatkowo użycia wacików nasączonych 6% roztworem kwasu cytrynowego³⁴⁰ w wodzie dejonizowanej. Zabieg ten stosowano miejscowo, przede wszystkim tam, gdzie występowały osady mineralne i trudniejsze do usunięcia zacieki. Po zakończeniu czyszczenia powierzchnie każdorazowo zmywano wodą dejonizowaną i dosuszano acetonem, aby ograniczyć ryzyko pozostawienia aktywnych resztek środka chemicznego.

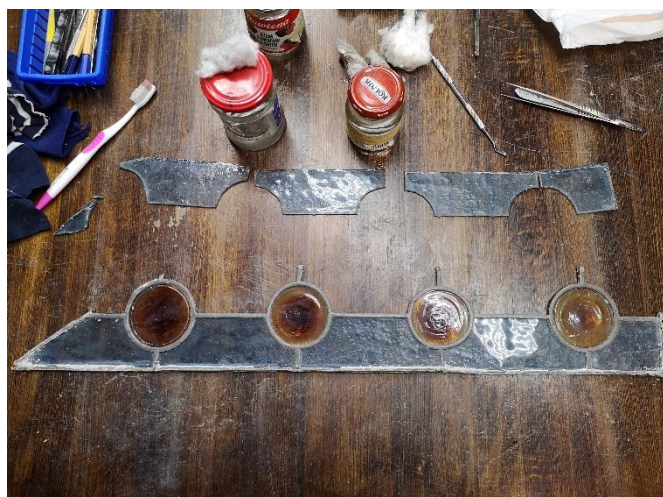
³⁴⁰ Kwas cytrynowy 1 hydrat cz.d.a. $C_6H_8O_7 \cdot xH_2O$ 210,14 g/mol (producent Chempur, Polska). Kwas cytrynowy jest słabym kwasem organicznym o właściwościach chelatujących, stosowanym do usuwania części osadów mineralnych, zacieków oraz wybranych produktów korozji metali. Jego działanie polega na zakwaszaniu środowiska oraz wiązaniu jonów metali w rozpuszczalne kompleksy, Za <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Citric-Acid>, Dostęp 16.04.2026.



Il. 271. Przykłady szkieł witraży z budynku przy Placu Rapackiego 1 przed i po oczyszczeniu
(Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 272. Przykłady szkieł witraży z budynku przy Placu Rapackiego 1 w trakcie oczyszczania
(Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 273. Jedna z kwater okna z kamienicy przy ul. Jagiellończyka 6 w trakcie oczyszczania
(Fot. Adam Kaźmierczak).

Znacznie trudniejsze i bardziej złożone okazało się oczyszczanie kwater witrażowych z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 oraz szkieł ozdobnych z ul. Jagiellończyka 4. W tych przypadkach stopień zabrudzenia był wyjątkowo duży, a nawarstwienia miały charakter wielowarstwowy, zwarty i silnie związany z powierzchnią. Z tego względu konieczne było zastosowanie szerszego zakresu zabiegów, przy zachowaniu zasady stopniowania ingerencji i doboru metod możliwie najmniej inwazyjnych, lecz zarazem skutecznych.

W zachowanych niemal kompletnie kwaterach z budynku przy ul. Poniatowskiego 1 bardzo dobre rezultaty w usuwaniu wstępnych, silnych zabrudzeń przyniosło użycie parownicy. Ciepłą parę stosowano z odpowiedniej odległości od powierzchni szkła, wspomagając zabieg szczotkami nylonowymi. Metoda ta pozwalała na rozmiękczenie zwartych osadów i tłustych nawarstwień bez konieczności intensywnego tarcia, a tym samym ograniczała ryzyko uszkodzeń mechanicznych. Zabieg ten był szczególnie przydatny na etapie wstępnego oczyszczania, gdy zależało na usunięciu możliwie dużej ilości brudu przed zastosowaniem bardziej specjalistycznych środków chemicznych (Il. 274).



Il. 274. Kwatery witrażowe trzeciego okna klatki schodowej z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 w trakcie usuwania powierzchniowych zabrudzeń parownicą (Fot. Adam Kaźmierczak).

Dalsze oczyszczanie prowadzono z użyciem roztworów chemicznych. Luźne szkła zanurzano od kilkunastu do kilkudziesięciu minut w 6% roztworze fosforanu trójsodowego dwunastowodnego³⁴¹ w wodzie dejonizowanej. Roztwór ten skutecznie rozmięczał brud, który następnie można było usunąć przy pomocy miękkiej gąbki i szczoteczki nylonowych (Il. 275). Zastosowanie fosforanu było uzasadnione jego skutecznością w rozbijaniu tłustych i silnie związanych zabrudzeń, przy jednoczesnym zachowaniu możliwości pełnej kontroli nad czasem działania i dokładnym wypłukaniem preparatu po zabiegu. Każdy element po kąpieli był wielokrotnie płukany wodą

³⁴¹ Fosforan trójsodowy dwunastowodny $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ jest uwodnioną postacią fosforanu trisodu, czyli nieorganicznego związku chemicznego o odczynie zasadowym, dobrze rozpuszczalnego w wodzie. W roztworach wodnych stosowany jest jako środek myjący i odtłuszczający, pomocny zwłaszcza w usuwaniu zabrudzeń tłustych, sadzy oraz wtórnych nawarstwień brudu eksploatacyjnego, Za <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Trisodium-phosphate-dodecahydrate>, Dostęp 16.04.2026 (Producent Biomus, Polska).

i osuszany acetonem, aby wykluczyć pozostawienie resztek środka w strukturze zabrudzonej powierzchni lub przy krawędziach szkła.



Il. 275. Fragmenty szkieł z kwatery witrażowej III2a z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 w trakcie kąpieli w 6% roztworze fosforanu trójsodowego dwunastowodnego (Fot. Adam Kaźmierczak).

Na kwatery nanoszono również okłady z waty celulozowej nasączonej 6% roztworem fosforanu. Po zakończeniu zabiegu kwatery były dokładnie spłukiwane wodą. Wykonywano dodatkowe okłady wodne z waty celulozowej w celu wypłukania pozostałości preparatu, a następnie powierzchnie przecierano acetonem (Il. 276). Takie wieloetapowe zmywanie było konieczne z uwagi na potrzebę całkowitego usunięcia substancji aktywnych i zminimalizowania ryzyka ich dalszego oddziaływania na szkło i listwy łożwiane.



Il. 276. Okłady z ligniny nasączonej 6% fosforanem trójsodowym dwunastowodnym. Po prawej widoczne przebarwienia ligniny świadczące o rozpuszczeniu zabrudzeń. Witraże z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).

Miejscowo szkła, zwłaszcza rdzawe zacieki po wiatrownicach, doczyszczano 6% roztworem wersenianu disodu³⁴² w wodzie dejonizowanej. Środek ten stosowano tam, gdzie występowały osady o charakterze metalicznym lub mineralnym, trudne do usunięcia innymi metodami. Inne, bardziej związane z podłożem i twarde nawarstwienia usuwano także przy użyciu gotowego preparatu Only Eco Kamień i Rdza³⁴³, opartego na działaniu kwasu cytrynowego. Zarówno wersenian di-sodu, jak i preparat na bazie kwasu cytrynowego stosowano wyłącznie miejscowo, po wcześniejszych próbach z dużą ostrożnością i przy możliwie krótkim czasie kontaktu z powierzchnią. Po każdym zabiegu preparaty były bardzo dokładnie zmywane wodą oraz acetonem (Il. 277–279).



Il. 277. Fragmenty witraży I2a z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 w trakcie oczyszczania (Fot. Adam Kaźmierczak).

³⁴² Wersenian disodu (EDTA disodowe) jest związkiem kompleksującym, wykorzystywanym w czyszczeniu do wiązania jonów metali, zwłaszcza wapnia, magnezu, żelaza i miedzi. Dzięki temu może wspomagać usuwanie nawarstwień mineralnych oraz części produktów korozji metalicznej, Za <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Disodium-EDTA>, Dostęp 16.04.2026 (Di-Sodu wersenian 2 hydrat cz.d.a., $C_{10}H_{14}N_2O_8Na_2 \cdot 2H_2O$ 372,24 g/mol (Producent Chempur, Polska).

³⁴³ Only Eco Kamień i Rdza (Aktywna piana MAX) jest preparatem do usuwania osadów mineralnych i rdzy, opartym na kwasie cytrynowym, środkach powierzchniowo czynnych pochodzenia roślinnego, etanolu roślinnego, naturalnym rozpuszczalniku oraz olejku eterycznym ze skórki cytryny, Za <https://biozdrowy.pl/onlyeco-aktywna-piana-max-kamien-i-rdza-500ml/?srsltid=AfmBOoodjXadFBztOvws8tC0n cPwuhFPdhd27 tGeF7y8YnTs 6EvqvnOL>, Dostęp 16.04.2026 (Producent Onlybio.life S.A., Polska).



Il. 278. Fragmenty kwatery witrażowej I 2b z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 w trakcie oczyszczania (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 279. Szkła z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 w trakcie kąpieli w 6% roztworze fosforanu trójsodowego dwunastowodnego (Fot. Adam Kaźmierczak).

Podobne postępowanie zastosowano przy oczyszczaniu szkieł ozdobnych z kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4. Elementy te zanurzano od kilkunastu do kilkudziesięciu minut w 6% roztworze fosforanu trójsodowego dwunastowodnego, który skutecznie rozmiękczał zabrudzenia, zwłaszcza zalegające w mikroporach szkieł muślinowych, matowanych i szlifowanych. W przypadku tego typu oszkleń uzyskanie zadowalającego efektu czyszczenia było szczególnie trudne, ponieważ zabrudzenia wnikały w nierówną powierzchnię szkła. Po kąpeli zabrudzenia usuwano miękką gąbką (Il. 280–282), a każde szkło wielokrotnie płukano wodą i osuszano acetonem. Miejscowo szkła doczyszczano również 6% roztworem kwasu cytrynowego oraz preparatem Only Eco Kamień i Rdza. Wszystkie zastosowane środki były następnie dokładnie zmywane wodą i acetonem.



Il. 280. Rozetki szlifowane z kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4 w trakcie kąpeli w 6% roztworze fosforanu trójsodowego dwunastowodnego (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 281. Szkła muślinowe z kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4 w trakcie kąpeli w 6% roztworze fosforanu trójsodowego dwunastowodnego (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 282. Jedna z rozetek z kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4 w trakcie oczyszczania (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 283. Jedna z rozetek z kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4 w trakcie oczyszczania (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 284. Szlifowane rozetki z kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4 przed (po prawej) i po (po lewej) oczyszczaniu (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 285. Szkła muślinowe z kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4 przed (u dołu) i po (u góry) oczyszczeniu (Fot. Adam Kaźmierczak).

Zastosowane metody oczyszczania wynikały z bardzo złego stanu zachowania obiektów i wyjątkowo silnego zabrudzenia ich powierzchni. Proces czyszczenia był długotrwały, wieloetapowy i wymagał łączenia metod mechanicznych, z udziałem wody, rozpuszczalnikowych i związków chemicznych. Każdorazowo dobór środków i technik poprzedzały próby, a ich stosowanie podporządkowane było zasadzie minimalnej ingerencji oraz używania możliwie najniższych skutecznych stężeń (Il. 283–291).

Osuszanie powierzchni, między innymi przy użyciu acetonu, miało istotne znaczenie technologiczne i konserwatorskie. Pozwalało ono na szybkie usunięcie resztek wilgoci, ograniczenie ryzyka powstawania zacieków i osadów oraz zmniejszenie możliwości wystąpienia niekorzystnych zmian na powierzchniach szkła i elementów ołowianych. Było to szczególnie ważne po zastosowaniu roztworów wodnych i środków chemicznych, których pozostałości mogłyby przy dłuższym zaleganiu wywoływać wtórne procesy niszczące lub powodować niepożądane zmiany estetyczne.



Il. 286. Fragmenty kwatery witrażowej I2a z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 po oczyszczeniu (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 287. Fragmenty kwatery witrażowej I2b z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 po oczyszczeniu (Fot. Adam Kaźmierczak).



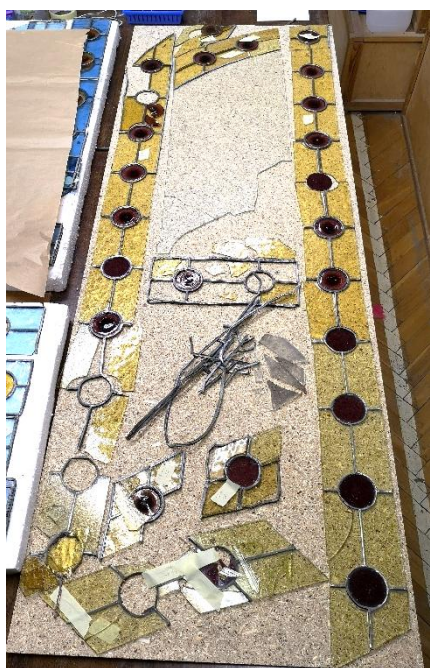
Il. 288. Fragmenty kwatery witrażowej I2c z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 po oczyszczeniu (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 289. Kwaterna witrażowa II2a z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 po oczyszczeniu (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 290. Przykładowe szkło muślinowe i rozetki z kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4 po oczyszczeniu (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 291. Wybrane kwatery witrażowe z kamienicy przy ul. Jagiellończyka 6 po oczyszczeniu (Fot. Adam Kaźmierczak).



3.4.4. Klejenie szkła

W pracach konserwatorskich i restauratorskich szkielew witrażowych stosuje się do klejenia przede wszystkim żywice epoksydowe. Wciąż relatywnie słabo przebadaną grupą pozostają kleje światło- i UV-utwardzalne. Z uwagi jednak na ich zróżnicowaną lepkość oraz dobrą stabilność tworzonych spoin należy uznać je za kleje o znacznym potencjale konserwatorskim. Materiały te muszą spełniać szereg określonych wymogów, ponieważ od ich właściwości zależy nie tylko trwałość wykonanej naprawy, lecz także bezpieczeństwo samego obiektu.

Przed wszystkim żywice powinny być w pełni odwracalne, tak aby w razie potrzeby można było usunąć je bez szkody dla zabytku. Nie powinny ingerować w oryginalną tkankę obiektu, a zarazem muszą być bezpieczne zarówno dla szkła, jak i dla użytkownika. Istotne jest również, aby ich współczynnik załamania światła był możliwie zbliżony do parametrów szkła. Wartość ta różni się w zależności od rodzaju szkła: dla szkielew sodowo-wapniowo-krzemianowych wynosi 1,47–1,51. Ponadto żywice powinny cechować się stabilnością, czyli odpornością na działanie czynników zewnętrznych, zwłaszcza światła, a także wykazywać zerowy lub minimalny skurcz oraz możliwie krótki czas wiązania.

W ujęciu historycznym w konserwacji i restauracji szkła stosowano dotąd różne żywice epoksydowe, między innymi Araldite AY 103/HY956 (Huntsman, USA), Ablebond 342-1 (Ablestick Lab., USA; obecny na rynku od 1979 r.), HXTAL NYL-1 (Hxtal Adhesive LLC, USA; dostępny od 1984 r.), Epo-Tek 301 i 301-2 (Epoxy Technology, USA), Fynebond (Fyne Conservation Services, Wielka Brytania), a także Ciba-Geigy XW396/XW397, obecnie sprzedawaną pod nazwą Araldite 2020 (Huntsman, USA)³⁴⁴.

Obecnie najczęściej wykorzystuje się żywice epoksydowe Epo-Tek 301-2 (Epoxy Technology, USA), HXTAL NYL-1 (Hxtal Adhesive LLC, USA) oraz Araldite 2020 (Huntsman, USA). Materiały te wyróżniają się współczynnikiem załamania światła najbardziej zbliżonym do szkła oraz wysoką, krystaliczną przejrzystością. Dzięki tym cechom linia klejenia może w niektórych przypadkach pozostawać niemal niewidoczna,

³⁴⁴ Natalia Moszak, „Lustra weneckie. Problematyka technologiczno-konserwatorska dwóch neorokokowych lusterek ze zbiorów Muzeum Karkonoskiego w Jeleniej Górze o nr inw. MJG 36s, MJG 1245Ps” (rozprawa doktorska, Akademia Sztuk Pięknych im. E. Gepperta we Wrocławiu, 2024), 193–194; Sandra Davison, „Reversible Fills for Transparent and Translucent Materials”, *Journal of the American Institute for Conservation* 37, nr 1 (1998), 42.

co ma ogromne znaczenie zarówno estetyczne, jak i konserwatorskie. Nie istnieje jednak żywica idealna, odpowiednia w równym stopniu do klejenia i wykonywania uzupełnień szkła. Szczególnie istotna jest kwestia odporności na światło. W przypadku żywic epoksydowych zawsze należy liczyć się z ryzykiem zmiany barwy, co stanowi objaw fotostarzenia zachodzącego wskutek reakcji chemicznych wywołanych działaniem światła. Dodatkowo żywice epoksydowe w mniejszym lub większym stopniu tracą z czasem swoje właściwości mechaniczne. Mimo to, pod względem stabilności rozumianej jako możliwie długie zachowanie właściwości deklarowanych przez producenta, zaliczane są do materiałów klasy A³⁴⁵.

Najważniejsze znaczenie dla uzyskania trwałych i wysokiej jakości połączeń oraz uzupełnień ma zachowanie odpowiednich procedur na każdym etapie pracy: zarówno podczas przygotowania szkła i żywicy epoksydowej, jak i w trakcie samego procesu klejenia. W przypadku żywic epoksydowych do najistotniejszych zasad należą m.in.: przestrzeganie terminu przydatności do użycia zalecanego przez producenta; zachowanie dokładnych proporcji składników A (epoksyd) i B (utwardzacz), właściwych dla danej żywicy; odpowiedni czas mieszania, umożliwiający dokładne połączenie komponentów; stosowanie neutralnych i czystych pojemników oraz narzędzi do przygotowania mieszaniny; powolne mieszanie, które nie powoduje napowietrzenia żywicy; dokładne odtłuszczenie powierzchni przeznaczonych do klejenia lub wykonania uzupełnień; precyzyjne zestawienie łączonych fragmentów bez przesunięć; właściwa stabilizacja fragmentów; użycie materiałów izolujących klejony obiekt od otoczenia, zapobiegających przypadkowemu przyklejeniu do podłoża, na przykład folii poliestrowej; aplikacja odpowiedniej ilości żywicy; dobór żywicy o właściwej lepkości i leżności, tak aby mogła możliwie najlepiej wnikać w przełomy; zalecane stosowanie metody swobodnego spływania żywicy w szczelinę podczas klejenia; utrzymanie temperatury otoczenia zalecanej przez producenta podczas wiązania.

Należy również pamiętać, że wszelkie modyfikacje żywic, polegające na dodawaniu barwników, wypełniaczy czy innych substancji, mogą w istotny sposób wpływać zarówno na ich właściwości, jak i na czas wiązania. Z tego względu każda

³⁴⁵ Określenie „klasa A” odnosi się do konserwatorskiej klasyfikacji stabilności materiałów, w której do tej grupy zalicza się tworzywa o najwyższej trwałości, przewidywanej – w warunkach muzealnych – na ponad 100 lat użytkowania. Nie oznacza to całkowitej niezmienności materiału, lecz jego relatywnie wysoką odporność na procesy starzenia, takie jak żółknięcie, utrata właściwości mechanicznych, zmiana rozpuszczalności czy pogorszenie adhezji. W przypadku klejów stosowanych do szkła istotne znaczenie mają zwłaszcza stabilność optyczna, zachowanie przezroczystości oraz trwałość połączenia.

ingerencja w skład żywicy powinna być dobrze uzasadniona i poprzedzona oceną możliwych konsekwencji technologicznych oraz konserwatorskich³⁴⁶.

Do klejenia omawianych obiektów (pęknięć i uzupełnień ubytków szkła) zastosowano trzy różne żywice: dwie epoksydowe: Araldite 2020 i Hxtal NYL-1 oraz światłoutwardzalny klej akrylanowy UV Drei Bond 6020. Dobór konkretnego materiału był każdorazowo uzależniony od indywidualnej problematyki danego szkła. Brano pod uwagę przede wszystkim charakter i przebieg pęknięcia, obecność ubytków przy krawędziach, liczbę uszkodzeń, a także naprężenia wynikające z konstrukcji listew ołowianych.

W praktyce konserwatorsko-restauratorskiej istotnym problemem okazywało się często rozklejanie spoin już na etapie ponownego montażu w listwy ołowiane, a niekiedy także podczas samego przenoszenia kwater witrażowych po ich osadzeniu. Ze względu na stopień zniszczenia i zabrudzenia szkieleć większość elementów została zdemontowana z kwatery. Demontaż prowadzono poprzez delikatne odginanie listew ołowianych od strony odwrocia bądź wyjmowanie szkieleć przez partie wcześniej uszkodzone lub zdegradowane. Sytuacje te wskazywały, że w przypadku niektórych obiektów, zwłaszcza mocno zniszczonych, tradycyjnie stosowane żywice epoksydowe nie zawsze zapewniają wystarczającą wytrzymałość połączenia.

Doświadczenie konserwatorsko-restauratorskie autora niniejszej pracy wykazało, że szczególnie w odniesieniu do witraży znacznie osłabionych strukturalnie, z licznymi drobnymi i większymi ubytkami szkła, kleje epoksydowe mogą okazywać się zbyt słabe w stosunku do obciążeń, jakim poddawany jest obiekt podczas montażu i dalszego użytkowania. Z tego względu świadomie zdecydowano się na wprowadzenie kleju utwardzanego promieniowaniem UVA, który tworzy spoiny o większej wytrzymałości mechanicznej.

Przeprowadzone próby własne wykazały ponadto, że wykonane w ten sposób połączenia mogą zostać w razie potrzeby rozklejone, a sama spoina usunięta mechanicznie, na przykład przy użyciu skalpela. Wskazuje to, że zastosowanie tego rodzaju kleju może stanowić obiecującą alternatywę w wybranych przypadkach konserwatorskich, zwłaszcza tam, gdzie konieczne jest uzyskanie większej trwałości połączenia przy jednoczesnym zachowaniu możliwości późniejszej interwencji.

³⁴⁶ Moszak, „Lustra weneckie”, 194–198.

Należy jednak podkreślić, że zagadnienie to wymaga dalszych, pogłębionych badań. Dotyczy to przede wszystkim wpływu starzenia się kleju na długoterminową stabilność spoiny, jego zachowania pod wpływem światła, zmian właściwości mechanicznych w czasie oraz ewentualnego oddziaływania na strukturę samego szkła i ołowiu. Dopiero takie analizy pozwolą w pełni ocenić przydatność tego materiału w konserwacji witraży zabytkowych³⁴⁷.

Hxtal NYL-1 jest dwuskładnikową, niskolepką (200–300 cP) żywicą epoksydową opracowaną specjalnie do zastosowań konserwatorskich i restauratorskich, zwłaszcza do łączenia szkła i ceramiki. Producent oraz dystrybutorzy opisują ją jako materiał bezbarwny, optycznie przejrzysty i odporny na żółknięcie, a jej istotną zaletą jest dobre dopasowanie współczynnika załamania światła do większości szkła (1,52). W praktyce konserwatorskiej sprawia to, że spoina może być mało widoczna, co ma duże znaczenie przy naprawie obiektów artystycznych i zabytkowych. Z technicznego punktu widzenia Hxtal NYL-1 miesza się w proporcji 3:1 wagowo, a żywica osiąga około 90% utwardzenia po 7 dniach w temperaturze pokojowej. Ten stosunkowo długi czas utwardzania jest cechą ważną technologicznie: wydłuża proces pracy, ale jednocześnie pozwala na dokładne ustawienie fragmentów, korektę ich położenia oraz usuwanie pęcherzyków powietrza ze spoiny. Materiał jest więc szczególnie przydatny tam, gdzie liczy się precyzja montażu i wysoka jakość optyczna połączenia³⁴⁸.

Araldite 2020 jest dwuskładnikowym, utwardzanym w temperaturze pokojowej klejem epoksydowym o niskiej lepkości (130 cP), zaprojektowanym przede wszystkim do łączenia szkła. Producent podkreśla jego wysoką przejrzystość oraz współczynnik załamania światła zbliżony do szkła (1,553), dzięki czemu klej ten jest często wykorzystywany w połączeniach wymagających dobrej estetyki spoiny. Oprócz szkła może być stosowany również do metali, ceramiki, gumy i części tworzyw sztucznych. Jego proporcja mieszania wynosi 100:30 wagowo. Czas życia mieszaniny w temperaturze 25°C wynosi około 40–50 minut, co daje stosunkowo wygodne warunki pracy. Producent

³⁴⁷ Wstępne badania nad zastosowaniem między innymi klejów utwardzanych promieniowaniem UV w konserwacji witraży zostały przeprowadzone w ramach prac magisterskich realizowanych w Katedrze Konserwacji-Restauracji Architektury i Rzeźby UMK w Toruniu. Do takich opracowań należą: Anna Reiter, „Problematyka konserwatorska zabytkowych witraży na przykładzie zbioru witraży z Muzeum Warmii i Mazur w Olsztynie” (praca magisterska pod kierunkiem prof. dr hab. Jadwigi Łukaszewicz, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, Wydział Sztuk Pięknych, Instytut Zabytkoznawstwa i Konserwatorstwa, 2010) oraz Urszula Anna Białek, „Współczesne materiały do klejenia szkła witrażowych” (praca magisterska pod kierunkiem prof. dr hab. Jadwigi Łukaszewicz, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, Wydział Sztuk Pięknych, Instytut Zabytkoznawstwa i Konserwatorstwa, 2017).

³⁴⁸ Hxtal NYL-1 – Specyfikacja, Dostęp 18.02.2026, <https://hxtal.pl/specyfikacja/>.

zaznacza również, że najwyższą wytrzymałość połączeń adhezyjnych uzyskuje się zazwyczaj przy bardzo cienkiej warstwie kleju, rzędu 0,05–0,10 mm. Te właściwości sprawiają, że Araldite 2020 jest ceniony za łatwość aplikacji i możliwość uzyskania cienkiej, przejrzystej spoiny³⁴⁹.

Drei Bond 6020 (DB 6020) jest jednoskładnikowym, bezbarwnym klejem utwardzanym promieniowaniem UVA i w firmowym katalogu został sklasyfikowany jako akrylan UV. Producent przeznacza go do wykonywania połączeń szkła ze szkłem oraz szkła z innymi materiałami, takimi jak stal, aluminium, kamień i drewno. Według arkusza danych technicznych klej ten ma lepkość 2200–2900 cP w temperaturze 25°C, umożliwia wypełnianie szczelin od 0,03 do 1,5 mm, osiąga wytrzymałość wstępną po 6–10 sekundach naświetlania UV 365 nm, a pełniejsze właściwości użytkowe uzyskuje po około 1–2 godzinach. Deklarowana odporność temperaturowa wynosi od –55°C do +120°C. Po utwardzeniu wykazuje wytrzymałość na rozciąganie 10–14 N/mm², wydłużenie przy zerwaniu 80–100%, twardość 50–65 Shore’a, współczynnik załamania światła 1,49 oraz przepuszczalność światła powyżej 98%. Z punktu widzenia aplikacji istotne jest jednak ograniczenie typowe dla klejów UV: producent zaleca utwardzanie od strony materiału przepuszczającego promieniowanie ultrafioletowe, więc w układach zacienionych, nieprzepuszczalnych dla UV albo przy niekorzystnej geometrii spoiny proces sieciowania może być utrudniony³⁵⁰. Dlatego szczególną trudność stanowi klejenie szkielec opalowych i mąconych, cechujących się niską przeziernością, a także ciemnych, intensywnie nasyconych szkielec barwionych w masie. Dostępne są również inne warianty tego kleju różniące się głównie lepkością m. in.: Drei Bond 6022 (5500–7500 cP) oraz Drei Bond 6023 (50–100 cP)³⁵¹.

W trakcie klejenia żywicami epoksydowymi istotne było odpowiednie przygotowanie stanowiska pracy. Jako podkład roboczy wykorzystywano taflę płaskiego szkła owiniętą folią poliestrową. Poszczególne fragmenty szkła przeznaczone do klejenia stabilizowano od strony odwrocia za pomocą bezbarwnej taśmy klejącej, natomiast boki przełomów dodatkowo punktowo zabezpieczano klejem na gorąco, aby zapobiec migracji żywicy poza obręb spoiny. W pierwszej kolejności do szczeliny wprowadzano

³⁴⁹ Advanced Materials Araldite® 2020, Dostęp 18.02.2026, <https://www.viba.nl/media/files/tds/tds0000507.pdf>.

³⁵⁰ Drei Bond 6020 Arkusz danych technicznych, Dostęp 18.02/2026, https://multicom.pl/multicom/product_files/DB%206020%20Arkusz%20Danych%20Technicznych%20v%201.004.pdf; Drei Bond katalog produktów, Dostęp 18.02.2026, https://dreibond.de/fileadmin/user_upload/08_Downloads/Kataloge/PL/DreiBond-Katalog-PL_0324_2_41029.pdf.

³⁵¹ Tamże.

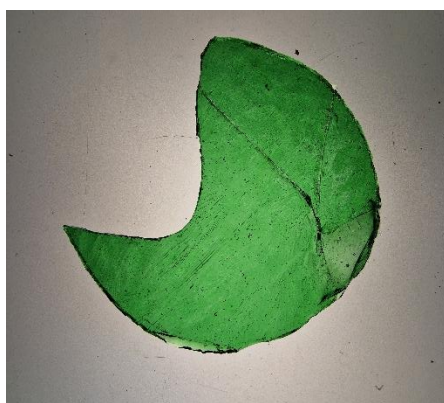
pędzelkiem niewielką ilość alkoholu etylowego w celu zmniejszenia napięcia powierzchniowego, a następnie stopniowo aplikowano klej, aż do całkowitego wypełnienia pęknięcia. Nadmiar żywicy usuwano wacikiem nasączonym acetonem.

Ubytek w zielonym szkłe katedralnym z kwatery III2a witraży z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 uzupełniono żywicą epoksydową Araldite 2020, barwioną barwnikami Orasol firmy Kremer³⁵². Barwniki w pierwszej kolejności były rozpuszczane w alkoholu etylowym i stopniowo dodawane do rozrobionej już żywicy. Po wymieszaniu odpowiedniego koloru, klej wlewano plastikową pipetą do ubytku szkła (Il. 292). Niestety po około roku ekspozycji witraży w oknie uzupełnienie całkowicie zmieniło barwę, przybierając odcień brązowobrunatny. Zjawisko to stanowi istotny przyczynek do dalszych badań nad możliwością barwienia w masie spoin klejowych oraz nad trwałością stosowanych w tym celu barwników.

Ze względu na charakter niektórych zniszczeń, zwłaszcza obserwowanych w witrażach z budynku przy Placu Rapackiego 1, zakres prac nie ograniczał się wyłącznie do sklejenia pęknięć szkła. Szczególnym problemem były obszczypania krawędzi, powstałe najpewniej podczas wcześniejszych ingerencji, związanych z ujmowaniem spękanych elementów w listwy ołowiane. W związku z tym, obok sklejenia przełomów, uzupełniono również drobne ubytki przy użyciu żywicy epoksydowej Araldite 2020 (Il. 295).

W przypadku klejenia z użyciem promieniowania UV ważny był chwilowy docisk łączonych fragmentów szkła podczas wiązania. Konieczne było również stosowanie odpowiednich środków ochrony osobistej, w szczególności rękawiczek i okularów ochronnych. Klej Drei Bond 6020 наносzono pędzelkiem na przełom szkła, po czym element umieszczano pod lampą UV. W ciągu kilku do kilkunastu sekund następowało wiązanie kleju. Nadmiar spoiny usuwano acetonem, a po utwardzeniu także delikatnie skalpelem (Il. 293).

³⁵² Barwniki Orasol firmy Kremer są syntetycznymi, transparentnymi barwnikami rozpuszczalnymi w rozpuszczalnikach organicznych, stosowanymi m.in. do podbarwiania lakierów, bejc i żywic, zwłaszcza tam, gdzie istotne jest zachowanie przejrzystości warstwy barwnej. Kremer Pigmente GmbH & Co. KG (Aichstetten, Niemcy).



Il. 292. Etapy klejenia i uzupełniania ubytku zielonego szkła katedralnego żywicą epoksydową Araldite 2020 barwioną barwnikami Orasol (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 293. Klejenie szkła ornamentowego z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 klejem utwardzanym światłem UV. (Fot. Adam Kaźmierczak).



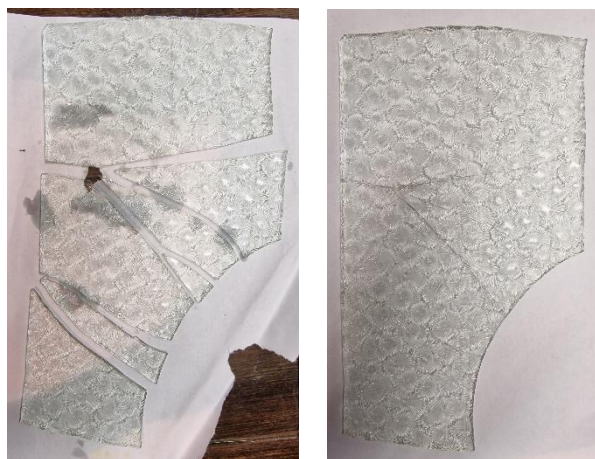
Il. 294. Szkło z witrażu budynku przy Placu Rapackiego 1 przed i po sklejeniu
(Fot. Adam Kaźmierczak).



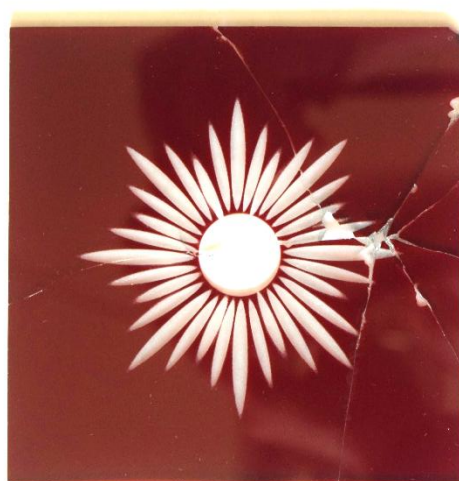
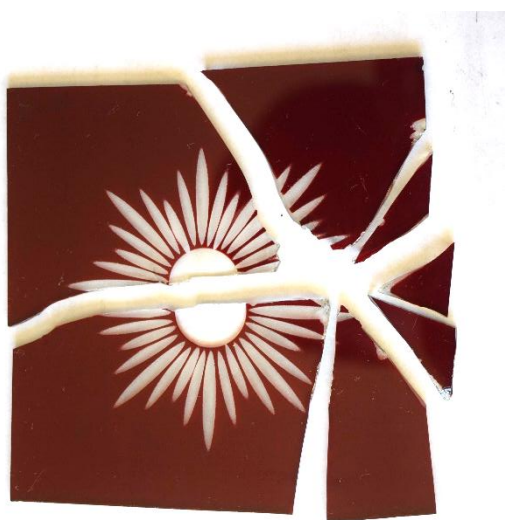
Il. 295. Szkło z budynku przy Placu Rapackiego 1 przed sklejeniem, po sklejeniu i po uzupełnieniu
ubytku szkła żywicą epoksydową Araldite 2020 (Fot. Adam Kaźmierczak).



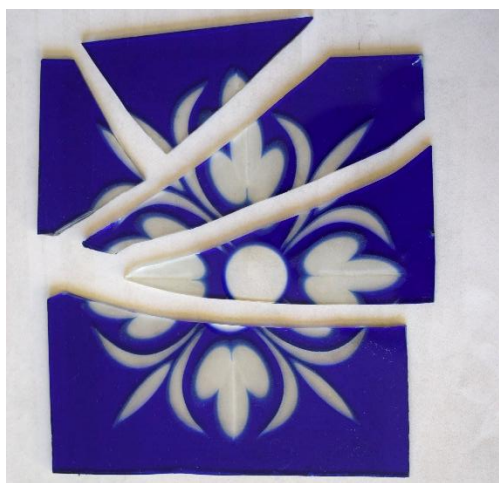
Il. 296. Szkło z kwatery 1b z budynku przy Placu Rapackiego 1 przed i po sklejeniu
(Fot. Adam Kaźmierczak).



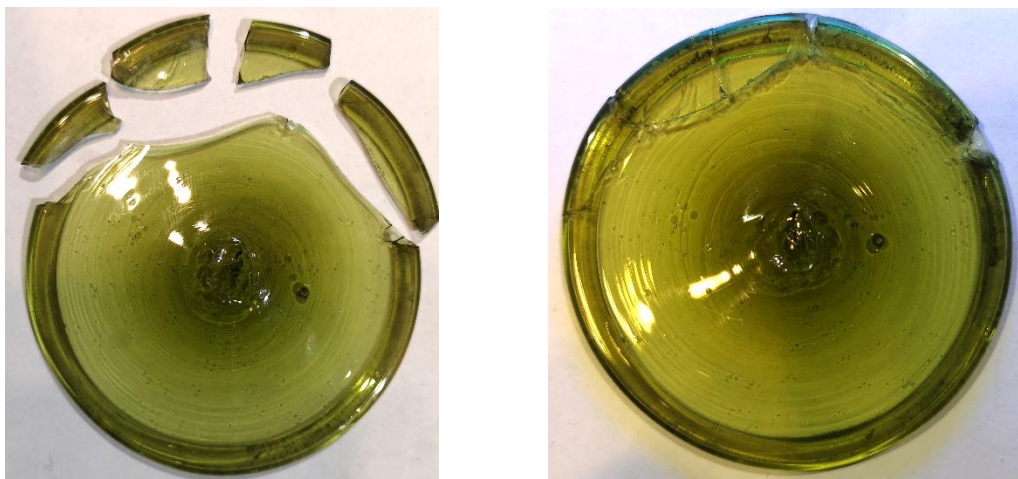
Il. 297. Szkło ornamentowe z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 przed i po sklejeniu (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 298. Rozetka szlifowana z kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4 przed i po sklejeniu (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 299. Rozetka szlifowana z kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4 przed i po sklejeniu (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 300. Gomółka z kamienicy przy ul. Jagiellończyka 6 przed i po sklejeniu (Fot. Adam Kaźmierczak).

3.4.5. Uzupełnianie ubytków szkła oraz rekonstrukcje

Uzupełnienia i rekonstrukcje szkła w witrażach i oszkleniach ozdobnych z toruńskich budynków rozpoczęto od przygotowania kartonów, czyli projektów wykonanych w skali 1:1. Opracowano je na podstawie przeprowadzonych pomiarów, odcisków (przecierek) kwater witrażowych wykonanych na papierze oraz wcześniej przygotowanej dokumentacji projektowej. Kartony stanowiły podstawę do dalszych prac, umożliwiając precyzyjne odtworzenie kształtu i wymiarów poszczególnych elementów.

W przypadku kwater gomółkowych z budynku przy ul. Jagiellończyka 6 kartony wykonano ręcznie na papierze. Natomiast dla uzupełnień i rekonstrukcji realizowanych w kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 przygotowano projekty w programie AutoCAD, a następnie zrealizowano je w druku wielkoformatowym. Z przygotowanych w ten sposób kartonów wycinano następnie pojedyncze szablony odpowiadające poszczególnym elementom szklenia. Uzupełnienia i rekonstrukcje wykonano z zastosowaniem odpowiednio dobranych typów szkła dostępnych na rynku szklarskim, a także szkieł przetworzonych w technikach termoformowania. Parametry technologiczne tych procesów opracowano indywidualnie dla poszczególnych rodzajów szkła i omówiono w podrozdziale 3.4.6.

Oszklenia ozdobne z kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4

W oknach kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4 w kilku przypadkach, ze względów estetycznych, wykorzystano oryginalne szkło pozyskane z bardziej zniszczonych kwater. Po odpowiednim docięciu posłużyło ono do uzupełnienia krótszych pól, w których odpowiadało wymiarom rekonstruowanych elementów. Rozwiązanie to umożliwiło lepsze zachowanie spójności materiałowej i wizualnej wszystkich elementów tego przeszklenia.

W pozostałych miejscach pozbawionych oryginalnego szkła zastosowano nowe szkło muślinowe o numerach katalogowych M-1 i M-4³⁵³. Wadą współczesnych szkieł muślinowych jest jednak technologia ich wykonania. W odróżnieniu od dawnych wyrobów, uzyskiwanych metodą trawienia, współczesne szkła tego typu wykonywane są przez piaskowanie, przez co pozbawione są charakterystycznej subtelności satynowej powierzchni.

Najbardziej zniszczoną szlifowaną rozetkę z kwatery IIIA/7c uzupełniono żywicą epoksydową Hxtal NYL-1. Po związaniu żywicy imitację szlifów wykonano mikroszlifierką z odpowiednio dobraną końcówką szlifującą (Il. 301). Tak przygotowane uzupełnienie zostało w następnej kolejności scalone kolorystycznie, co opisano w podrozdziale 3.4.10.

³⁵³ Dystrybutor firma Agropref, Poznań.



Il. 301. Etapy klejenia i uzupełniania ubytków szkła żywicą Hxtal NYL-1 szlifowanej rozetki IIIa/7c z kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4, od lewej u góry: przed klejeniem, klejenie, po sklejeniu, rysunek roboczy pod szlifowanie, szlifowanie mikroszlifierką oraz po wykonaniu szlifów na żywicy (Fot. Adam Kaźmierczak).

Brakujące dwie rozetki (kobaltową i rubinową) uzupełniono nowymi elementami sprowadzonymi z Niemiec³⁵⁴. Mimo deklaracji producenta, iż stanowią one wierne odtworzenie tego typu dekorów, uzyskany efekt końcowy należy ocenić jako daleki od zadowalającego. Nowe rozetki wykonano co prawda ze szkła powłokowego, jednak zasadnicza kompozycja trójliści i palmetek została opracowana metodą piaskowania. Spowodowało to wyraźne spłaszczenie formy i utratę charakterystycznego, trójwymiarowego efektu modelowania poszczególnych listków, który w oryginalnych elementach uzyskiwano przez obróbkę na kamieniu szlifującym. Jedynie środkowe kółko

³⁵⁴ Producent Schreiber Farb- und Antikglas, Niemcy.

oraz centralne linie trójlisci zostały dodatkowo wypolerowane mechanicznie na szlifie wrzecionowej. Zabieg ten nie był jednak wystarczający, aby przywrócić całości właściwą plastykę i głębię opracowania. W rezultacie nowe elementy, mimo prób nawiązania do historycznego wzoru, wyraźnie różnią się od oryginałów zarówno pod względem sposobu opracowania dekoru, jak i efektu wizualnego (Il. 302).



Il. 302. Zestawienie oryginalnej (po lewej) i współczesnej rozetki (po prawej) uważanej przez producenta za kopię XIX-wiecznej rozetki szlifowanej i polerowanej (Fot. Adam Kaźmierczak).

Główne pola okien uzupełniono szkłem matowym satynowym o grubości 4 mm. Dobór tego materiału pozwolił na częściowe dostosowanie nowych elementów do charakteru istniejącego przeszklenia³⁵⁵.

Oszklenia mozaikowe i ozdobne z kamienicy przy ul. Jagiellończyka 6

W szkleniach kamienicy przy ul. Jagiellończyka 6 do uzupełnienia użyto szkło katedralne Schott Glass: jasnożółte (słomkowe) nr 76-91 oraz jasnofioletowe (ametystowe) nr 92-51³⁵⁶. Szkło błękitne oraz częściowo ornamentowe do głównych pól skrzydeł okiennych wykonano w technice opisanej w podrozdziale 3.4.6. Pozostałe pola główne wypełniono szkłem o zbliżonej fakturze, ale bardziej spłaszczonej – bezbarwnym ornamentowym Cathedral Max o grubości 4 mm³⁵⁷.

Największą trudność stanowiło jednak znalezienie gomółek o kolorystyce możliwie najbardziej zbliżonej do oryginału. Udało się zakupić ostatnie dostępne

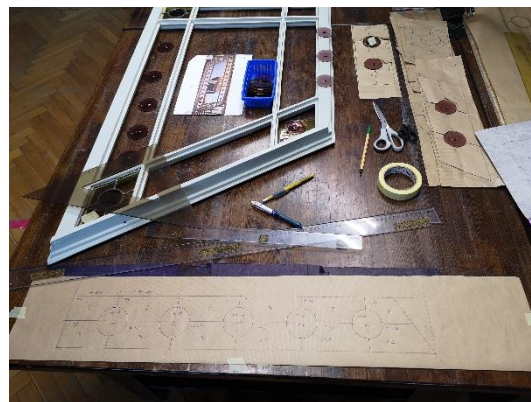
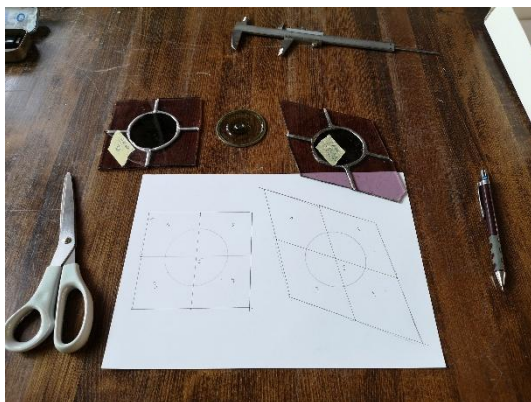
³⁵⁵ Dystrybutor firma Jak Szkło, Toruń.

³⁵⁶ Schott Glass, Niemcy. Dystrybutor firma Agropref, Poznań.

³⁵⁷ Dystrybutor firma Szklarz Toruń S.C.

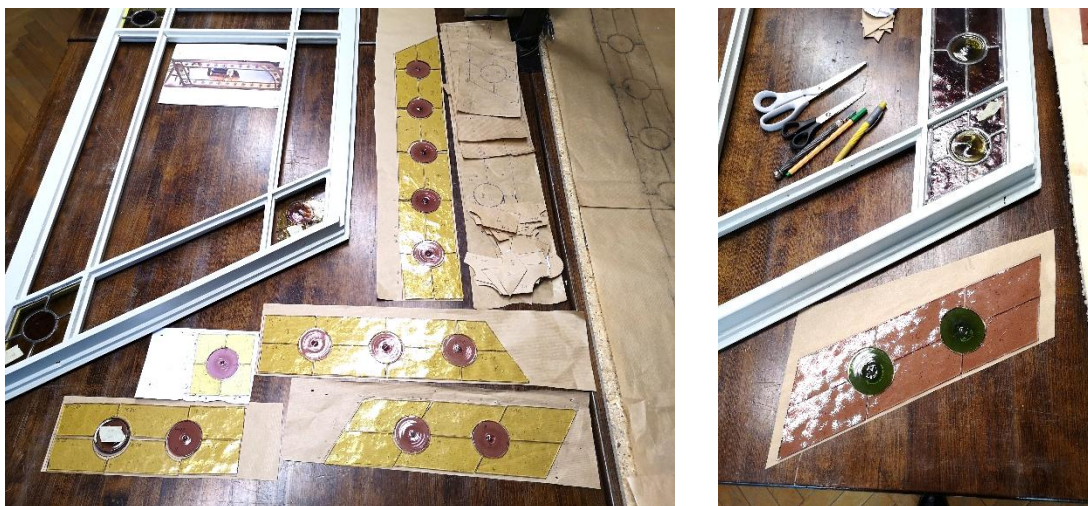
egzemplarze gomółek pochodzących z huty Jasło, jednak ich barwa nie odpowiadała w pełni kolorystyce historycznego przeszklenia. Różnice te były zauważalne, lecz w ówczesnych warunkach nie było możliwości pozyskania materiału bardziej odpowiadającego oryginałowi.

Przez brak innych dostępnych rozwiązań zdecydowano się wykorzystać do rekonstrukcji gomółki w następujących kolorach: żółte nr 103-1, zielone nr 803-2 oraz fioletowe nr 405-1 (Il. 303, 304). Dobór ten miał charakter kompromisowy i wynikał z ograniczonej dostępności materiału, a zarazem z konieczności przeprowadzenia rekonstrukcji³⁵⁸. Gomółki produkowane w hucie w Jaśle różniły się zasadniczo od formowanych tradycyjnie na puszczeli przy użyciu rozwieraka, który pozwalał uzyskać charakterystyczne koncentryczne linie, płynne przejścia barwne oraz zawinięte krawędzie. Gomółki jasielskie cechowały się natomiast większą jednorodnością i bardziej spłaszczonym profilem, co było konsekwencją formowania ich w specjalnie przygotowanych drewnianych foremkach o określonej średnicy.



Il. 303. Przygotowywanie szablonów do rekonstrukcji witraży gomółkowych z kamienicy przy ul. Jagiellończyka 6 (Fot. Adam Kaźmierczak).

³⁵⁸ Producent huta szkła Jasło, Polska.



Il. 304. Wycinanie szkieł do uzupełnień i rekonstrukcji witraży gomółkowych z kamienicy przy ul. Jagiellończyka 6 (Fot. Adam Kaźmierczak).

Secesyjne witraże z budynku przy Placu Rapackiego 1

Ubytki szkła secesyjnych witraży z budynku przy Placu Rapackiego 1 uzupełniono przede wszystkim szkłem katedralnym: Wissmach³⁵⁹ kolory: żółty nr 45, zielony 343, błękitny nr 300, jasnożółty nr 22-J10/T oraz fioletowy 94-1960 oraz Lamberts³⁶⁰: jasnozielony TK 11.58. Do rekonstrukcji brzośca wazonu zastosowano żółto-brązowe szkło opalone z nieregularnym ornamentem firmy Uroboros³⁶¹: Light/Dark Brown 65-17-5 Granite (Il. 305).

Do wykonania brązowo-fioletowych partii stanowiących podstawę kompozycji witrażu zastosowano szkło mącone firmy Spectrum³⁶². W pierwszym etapie zostało ono odpowiednio uformowane w piecu, tak aby nadać mu fakturę zbliżoną do szkła katedralnego. Następnie powierzchnię szkła delikatnie zmatowiono przy użyciu piaskarki, stosując korund o frakcji 220 μm . Zabieg ten pozwolił uzyskać efekt nawiązujący do charakteru i stopnia zniszczenia oryginalnych fragmentów.

Kolejnym etapem było podmalowanie szkła brązową farbą szklaną witrażową nr 62 HB 12³⁶³, a następnie jej wypalenie w piecu w temperaturze 620°C. Postępowanie to umożliwiło uzyskanie bardziej odpowiedniego tonu barwnego, dzięki czemu przygotowane szkło mogło zostać wykorzystane do uzupełnień (Il. 306).

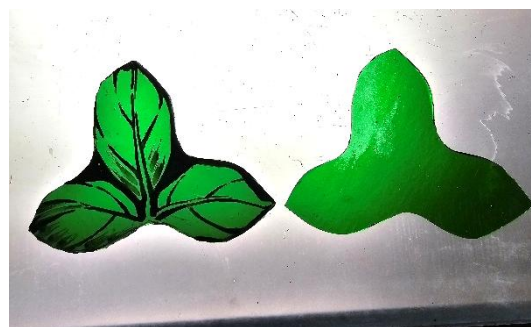
³⁵⁹ Producent Paul Wissmach Glass Company, USA. Dystrybutor Hurtownia szkła Katarzyna Sauerman, Sosnowiec.

³⁶⁰ Producent Glashütte Lamberts Waldsassen GmbH, Niemcy. Dystrybutor firma Agropref, Poznań.

³⁶¹ Producent Uroboros Glass, USA. Dystrybutor Hurtownia szkła Katarzyna Sauerman, Sosnowiec.

³⁶² Producent Spectrum Glass, USA. Dystrybutor Hurtownia szkła Katarzyna Sauerman, Sosnowiec.

³⁶³ Producent Sieć Badawcza Łukasiewicz - Instytut Ceramiki i Materiałów Budowlanych, Warszawa.



Il. 305. Uzupełnianie ubytków szkła i wycinanie nowych fragmentów do częściowych rekonstrukcji w kwadrach witraży secesyjnych z budynku przy Placu Rapackiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).



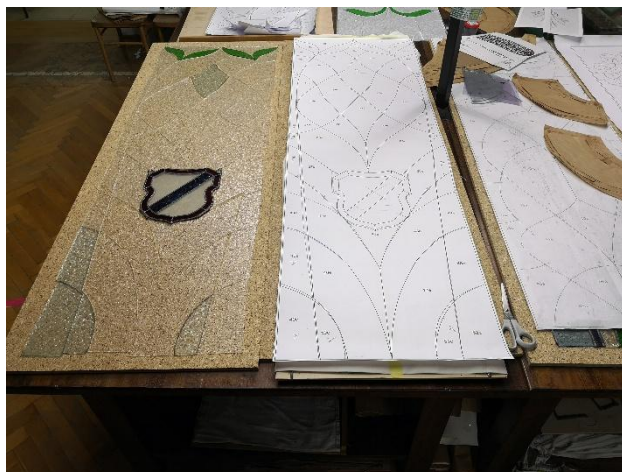
Il. 306. Próby kolorystyczne brązowej farby szklanej (po lewej) i efekt końcowy po wypaleniu farby na szkło opalowym (po prawej) do uzupełnień szkła podstawy kompozycji witraży z budynku przy Placu Rapackiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).

Secesyjne witraże mozaikowe z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1

Do uzupełnień i rekonstrukcji secesyjnych witraży z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 w oknie I półpiętra zastosowano kilka rodzajów szkła, dobranych w zależności od kolorystyki i faktury poszczególnych obszarów kompozycji. Do rekonstrukcji partii błękitnych użyto szkła katedralnego Lamberts Tisch Kathedraal 10.11, natomiast do uzupełnień w zachowanych kwaterach wykorzystano błękitne szkło antyczne Jasło nr 309-1, które uformowano w piecu fusingowym (zob. podrozdział 3.4.6.). Ornamentowe szkło z motywem gwiazdek uzupełniono szkłem Wissmach Florentine 01. Jako bazę do fusingu dla żółcieni ornamentowej zastosowano szkło antyczne Jasło 111-1, do kaboszonów czerwone Spectrum 152 SF, a dla zieleni ornamentowej — Spectrum 528-1W ST (zob. podrozdział 3.4.6.). Ponadto użyto zieleni mąconej ornamentowej Wissmach 191 LL G, zieleni katedralnej Lamberts Tisch Kathedraal 11.58. W partii herbu wykorzystano szkło warstwowe czerwone Jasło szkło antyczne 6 – kadmowe 610 (Il 307–310). Do uzupełnień i rekonstrukcji niebiesko-fioletowego szkła mąconego użyto niebieskiego szkła Wissmach 158 mystic, które stanowiło bazę do namalowania imitacji smug szklwną transparentną farbą rubinową ETC 77 436³⁶⁴, wypaloną w piecu w temperaturze 620°C (Il. 311).



Il. 307. Wycinanie szkieł do kwatery I2c witraży z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 308. Wycinanie szkieł do kwatery I2b witraży z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).

³⁶⁴ Producent firma ETC, Ostrowiec Świętokrzyski.



Il. 309. Wycinanie szkieł do rekonstruowanej kwatery witrażowej IIa z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 310. Wycięte szkła do rekonstruowanej kwatery witrażowej IIc z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 311. Malarska imitacja fioletowych smug na błękitnym szkłe transparentną farbą szklwną ETC 77 436 (Fot. Adam Kaźmierczak).



W oknie II półpiętra zastosowano podobny zestaw materiałów, z pewnymi modyfikacjami wynikającymi ze specyfiki kompozycji. Do wykonania żółcieni ornamentowej, stanowiącej bazę do fusingu (zob. podrozdział 3.4.6.), użyto szkła antycznego Jasło 111-1 i Spectrum 110-4S-AG Light Amber Solid Transparent. Partie ametystowe wykonano ze szkła katedralnego Wissmach 135 mystic. Do czerwonych taśm zastosowano szkło warstwowe Jasło szkło antyczne 6 – kadmowe 608 P (Il. 312, 313).



Il. 312. Wycinanie szkieł do rekonstruowanej kwatery witrażowej II2b z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 313. Wycinanie szkieł do rekonstruowanych kwater witrażowych II1b i c z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).

W oknie III półpiętra do rekonstrukcji i uzupełnień dodatkowo wykorzystano szkło mącone bursztynowo-brązowe Wissmach 199LL oraz szkło mącone zielono-białe Wissmach 100 SP (Il. 314, 315).



Il. 314. Wycinanie szkieł do rekonstruowanej kwatery witrażowej III1a z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).



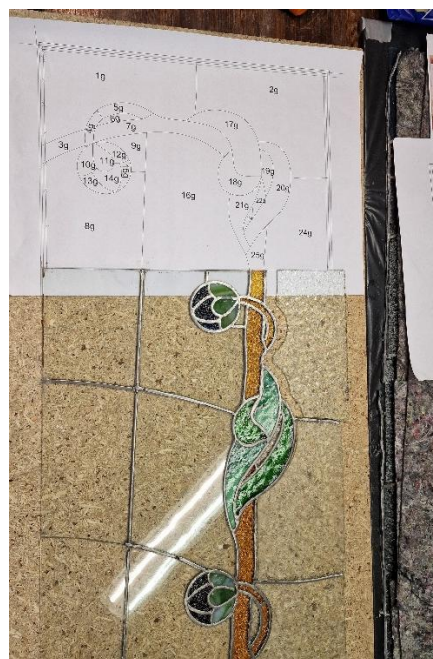
Il. 315. Wycinanie szkieł do rekonstruowanej kwatery witrażowej III1b z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).

W oknie IV półpiętra w rekonstrukcjach zastosowano także szkło mącone zielono-białe Spectrum 327-6 ST, zielono-białe Spectrum 6022-82 CC oraz ornamentowe bursztynowo-brązowe K27-83 NG, którego smugi zostały namalowane transparentną farbą szklwną rubinową ETC 77436 i wypalone w piecu w temperaturze 620°C (Il. 316–318).

Do uzupełnienia bezbarwnego szkła okiennego o lekko przewalcowanej fakturze zastosowano szkło float o grubości 3 mm. W celu uzyskania delikatnych nierówności powierzchni poddano je działaniu 30% kwasu fluorowodorowego. Zachowując szczególną ostrożność, kwas наносzono pod dygestorium szerokim pędzlem na obie strony tafli, prowadząc go równoległymi pociągnięciami. Po upływie około 5 minut powierzchnię szkła spłukiwano wodą, a następnie osuszano (Il. 319).



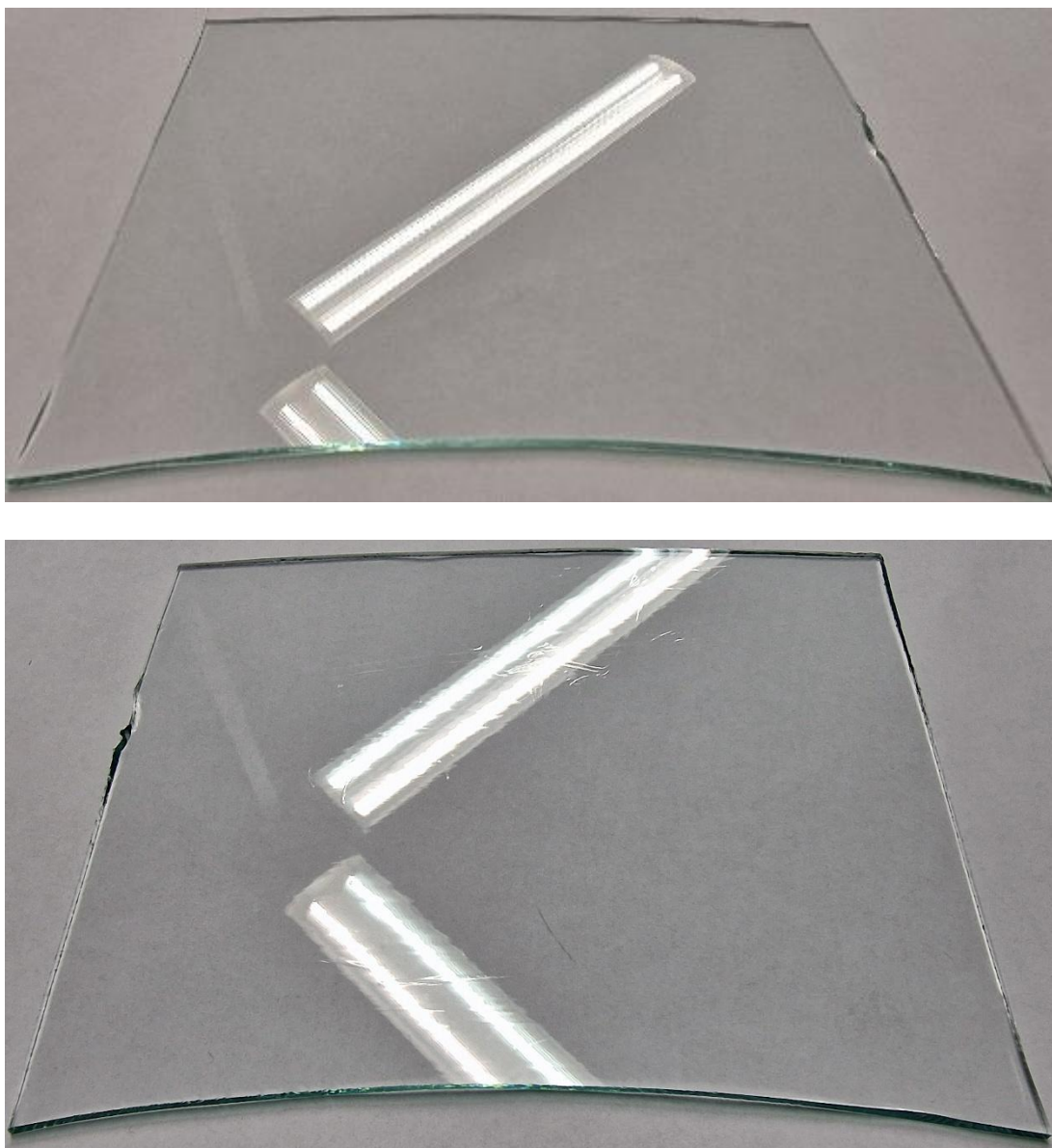
Il. 316. Wycinanie szkielek do aranżacji górnej części kwatery witrażowej IV2a z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 317. Przygotowany karton do aranżacji górnej części kwatery witrażowej IV2c z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 318. Wycinanie szkielek do aranżacji kwatery witrażowej IV2b z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 319. Zestawienie szkła okiennego float przed trawieniem na górze i po trawieniu kwasem fluorowodorowym na dole (Fot. Adam Kaźmierczak).

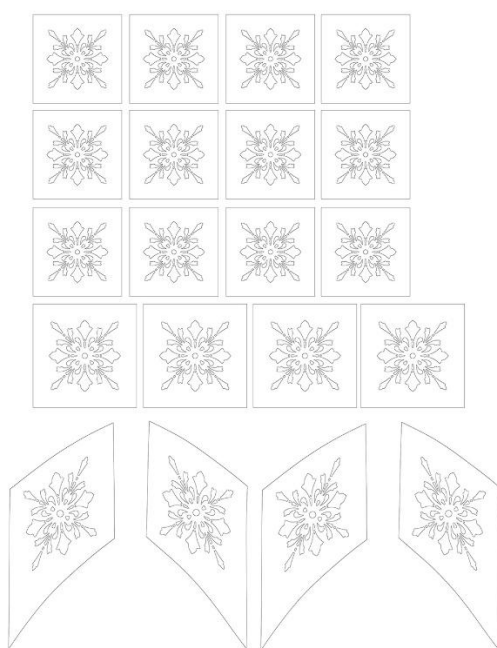
Oszklenie ozdobne z kamienicy przy ul. Mickiewicza 57

W ramach prac budowlano-konserwatorskich prowadzonych w kamienicy przy ul. Mickiewicza 57 wykonano między innymi rekonstrukcję piaskowanych rozetek przeznaczonych do stolarek drzwiowych. W oryginale elementy te były wykonane z czerwonego szkła powłokowego. Ze względów technologicznych i realizacyjnych rekonstrukcję wykonano jednak na szklach podmalowanych farbami szklivnymi, starając się możliwie wiernie zachować charakter pierwowzoru.

W pierwszym etapie opracowano szablony rozetek na podstawie fotografii obiektu wykonanych przed remontem. Rysunki przygotowano w programie AutoCAD, a następnie wzory wycięto na ploterze na grubej folii samoprzylepnej (Rys. 5).

Do realizacji użyto szkła okiennego typu float o grubości 3 mm, w większości w formacie 12 × 12 cm. Taflę pokryto farbami szklivnymi w dwóch warstwach, z których każda była osobno wypalana w piecu witrażowym w temperaturze 610°C. Pierwszą warstwę stanowiła rubinowa farba ETC 77 436, natomiast drugą – czerwona farba ETC 17 395. Tak przygotowane podkłady posłużyły do dalszej obróbki: naklejono na nie wzory rozetek, po czym przeprowadzono piaskowanie z użyciem korundu o frakcji 220 µm (Il. 320–322).

Dla porównania oraz w celach technologicznych wykonano również przykładowe rozetki piaskowane na kobaltowym i rubinowym szkłe powłokowym. Pozwoliło to zestawić efekt uzyskany na szkłe barwionym powłokowo w hucie z rezultatem osiągniętym na szkłe podmalowanym, zastosowanym ostatecznie w realizacji (Il. 323–324).



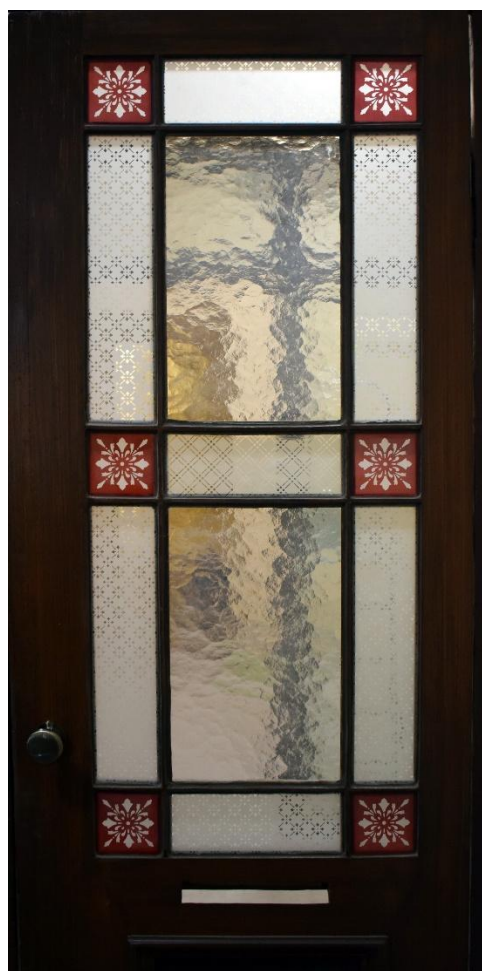
Rys. 5. Wzory rozetek przygotowane w programie AutoCAD (Rys. Adam Kaźmierczak).



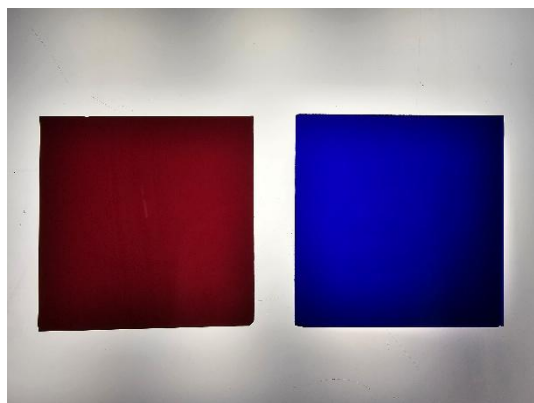
Il. 320. Malowanie podkładów szklanych farbami szklivnymi (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 321. Przyklejanie folii na szkło z wyciętymi wzorami rozetek (Fot. Adam Kaźmierczak).

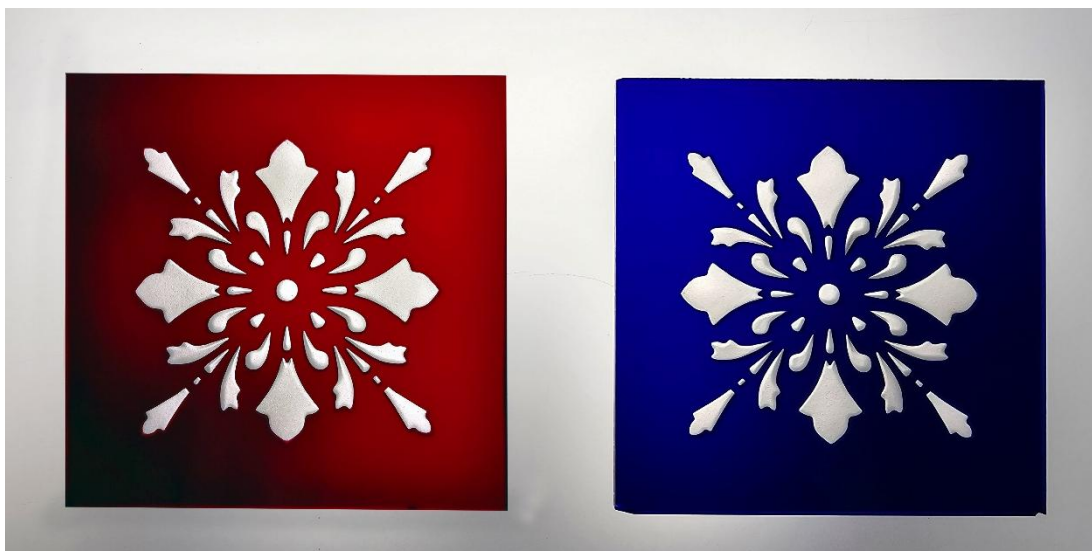


Il. 322. Przykładowe drzwi kamienicy przy ul. Mickiewicza 57 po montażu rozetek (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 323. Po lewej rubinowe i kobaltowe szkło powłokowe, po prawej przyklejanie folii z wyciętymi wzorami rozetek (Fot. Adam Kaźmierczak).





Il. 324. Wypiaskowane rozetki na rubinowym i kobaltowym szkłe powłokowym
(Fot. Adam Kaźmierczak).

3.4.6. Wykorzystanie współczesnych technik termoformowania do uzupełniania ubytków szkła

3.4.6.1. Geneza i rozwój techniki szkła stapianego

Szkło wykorzystywane jest przez człowieka od tysięcy lat. Archeolodzy przypuszczają, że pierwsi ludzie stosowali narzędzia wykonane z obsydianu, czyli naturalnie występującego szkła wulkanicznego, już 5000 lat p.n.e. Szklane paciorki i dekoracyjne szkliska na ceramice zostały odkryte w Egipcie ok. 3000 lat p.n.e., jednak dopiero ok. 1500 r. p.n.e. rzemieślnicy mezopotamscy i egipscy opanowali technikę obróbki gorącego szkła. Do wytworzenia pustego w środku naczynia wykorzystywano techniki odlewania i formowania rdzenia (związane ze stapianiem szkła). Fenicjanie, Grecy i Rzymianie przez setki lat udoskonalali tę technikę tworząc szklane przedmioty. Stapianie szkła wyszło z użycia ok. 50 r. p.n.e., kiedy to, jak się uważa, Fenicjanie wynaleźli dmuchanie szkła. Cesarstwo Rzymskie doskonało ten sposób i w ciągu 300 lat w całym świecie rzymskim powstały warsztaty szklarskie, które oferowały przeróżne przedmioty od flakonów na perfumy, przez zastawę stołową, po szkło okienne i wiele innych³⁶⁵.

Techniki szkła stapianego zostały w dużej mierze zapomniane na ponad 1900 lat, do czasu, gdy grupa francuskich artystów wskrzesiła pod koniec XIX w. technikę zwaną

³⁶⁵ Randy Wardell, Carole Wardell, *Joy of Fusing: Fusing Basics, Molds & More* (Fort Lauderdale: Wardell Publications Inc, 2023), 5.

Pâte de Verre³⁶⁶. Szkło artystyczne zaczęło rozwijać się na całym świecie, włączając do tego ówczesne wytwórnie szkła Johna La Farge i Louisa Comfort Tiffany’ego³⁶⁷. Pod koniec lat 50. XX w. kilku artystów zaczęło eksperymentować, układając i przetapiając szkła płaskie w elektrycznych piecach ceramicznych. Te działania doprowadziły do narodzin nowego stylu stapiania szkła, znanego do dziś. Kolejni artyści kontynuowali pracę w tej technice w latach 60. i 70. XX w. Stanowiło to inspirację dla firmy Bullseye Glass Company (powstałej w 1974 r. w Portland stanie Oregon, USA), która rozpoczęła w latach 80. XX w. produkcję szkła kompatybilnego (Tested Compatible Glass, obecnie nazywanego Kiln–Glass³⁶⁸), przeznaczonego do przetapiania. Firma ta przyczyniła się również do popularyzacji i przekazywania wiedzy na temat przetapiania szkła jako formy sztuki³⁶⁹.

Na przestrzeni wieków szkło nie zawsze było dostępne dla artystów (rzemieślników), którzy mogli wybrać je jako medium twórcze. Obecnie twórcy już nie są ograniczeni tradycjami i przepisami dotyczącymi materiału. Mają oni do dyspozycji całą gamę technik obróbki szkła, dzięki którym mogą realizować swoje koncepcje artystyczne³⁷⁰. Szkło od dawna można przetwarzać na różne sposoby, np.: odlewanie, kształtowanie w formach, dmuchanie, stapianie, trawienie, wykonywanie witraży, lamp, mozaik, czy też barwienie i malowanie na szkle w różnych technikach³⁷¹.

3.4.6.2. Podstawowe zagadnienia technologiczne kształtowania form szklarskich oraz kryteria i zasady techniki szkła termoformowanego

W tej części przedstawiono zagadnienia technologiczne związane z wytwarzaniem poszczególnych form szklarskich oraz scharakteryzowano podstawowe kryteria i zasady techniki szkła termoformowanego. Fusing (z ang. fuse – stapiać) to technologia obróbki cieplnej szkła polegająca na łączeniu (stopieniu ze sobą) pod wpływem odpowiedniej

³⁶⁶ Pâte de verre [pat dö wër; fr.], rzemiosło artystyczne, pasta szklana składająca się z mieszaniny rozdrobnionego szkła z topnikami i tlenkami metali, modelowana za pomocą szpatułki lub poprzez wyciskanie w formie i termiczne stapianie na szklistą masę; uzyskany materiał jest nieprzezroczysty, zwarty, podobny do ceramiki; technika szklarska znana w Egipcie i Mezopotamii od ok. 4200 p.n.e.; ponownie odkryta 1618 przez G. Bicheaux; od 1766 stosowana przez rzeźbiarza W. Tassie; ponowny jej renesans nastąpił we Francji po 1883 (Encyklopedia PWN), za <https://encyklopedia.pwn.pl/haslo/pate-de-verre;3954972.html>, Dostęp 17.02.2024.

³⁶⁷ Wardell, *Joy of Fusing*, 5.

³⁶⁸ <https://www.bullseyeglass.com/about-us/>, Dostęp 15.02.2024.

³⁶⁹ Wardell, *Joy of Fusing*, 5.

³⁷⁰ Petra Kaiser, *Introduction to Glass Fusing* (Fort Lauderdale: Wardell Publications Inc, 2003), 6.

³⁷¹ Tamże.

temperatury szklanych elementów o różnych kształtach, kolorach i gatunkach. Elementy te łączą się w całość przyjmując formy przestrzenne³⁷². Slumping (z ang. slump – opadać) polega na odkształcaniu, opadaniu tafli szkła do odpowiedniej formy.

Podstawowym i najważniejszym czynnikiem przy wyborze szkła do przetapiania jest jego kompatybilność – „fusing compatible glass”. To znaczy, że dwa lub więcej różnych kawałków szkła można ze sobą stopić i po ochłodzeniu są pozbawione naprężeń wewnętrznych. W przeciwnym razie szkła po przetworzeniu w wysokiej temperaturze mogą samoistnie pękać. Ten proces może nawet trwać do roku lub dłużej, po ukończeniu pracy. Naprężenia pojawiają się w trakcie cykli ogrzewania oraz chłodzenia i są wynikiem dwóch różnych dynamik. Szkło pod wpływem ogrzewania rozszerza się, a po ochłodzeniu kurczy. By dane szkło mogło zostać uznane za odpowiednie do stapiania, musi się rozszerzać i kurczyć, tzn. zwiększać i zmniejszać swoją powierzchnię w podobnym tempie w całym cyklu wypalania. Ważna jest również charakterystyka lepkości szkła kompatybilnego, która także musi być zharmonizowana. Gdy jedna tafa jest sztywniejsza od drugiej, to podczas wygrzewania (po zejściu z najwyższej temperatury) powstaną naprężenia³⁷³.

Producenci nieustannie testują kompatybilność materiału szklarskiego i oferują różne produkty. Szkła kompatybilne mają przypisany specjalnie stworzony do tych celów system numeracyjny „COE” (ang. Coefficient Of Expansion), czyli współczynnik rozszerzalności. W danym projekcie, realizacji można użyć szkła od różnych producentów, ale pod warunkiem zastosowania tego samego numeru COE³⁷⁴. Producenci szkła oferują 4 główne kategorie COE szkła topiowego, są to: COE 104 – stosowane głównie do technik palnikowych, COE 82 – kompatybilne z powszechnie dostępnym szkłem okiennym typu Float oraz dwa najbardziej popularne – COE 90 i COE 96³⁷⁵.

Obecnie kilka hut produkuje szkła o określonych współczynnikach rozszerzalności COE:

- Bullseye Glass Co. – produkuje szkła z COE 90.
- Spectrum Glass Co. – produkuje szkła „System 96” kompatybilne z COE 96.
- Uroboros Glass Studio – produkuje szkła z COE 90 oraz 96. (W 2017 r. amerykańska firma Oceanside Glas & Tile (OGT) przejęła produkcję szkła

³⁷² Ewa Mickiewicz, „Fusing – inny wymiar szkła dekoracyjnego”, *Świat Szkła*, wydanie 7–8/2008, Dostęp 5.02.2024, <https://swiat-szkla.pl/article/1344-fusing-inny-wymiar-szkla-dekoracyjnego>.

³⁷³ Kaiser, Introduction to Glass Fusing, 16; Wardell, *Joy of Fusing*, 9.

³⁷⁴ Kaiser, Introduction to Glass Fusing, 16.

³⁷⁵ Wardell, *Joy of Fusing*, 9.

Spectrum oraz Uroboros, wytwarzające szkło kompatybilne COE 96³⁷⁶, a już w 2019 r. firma Uroboros została sprzedana firmie Connelsville z siedzibą w Pensylwanii Youghiogeny Opalescent Glass, Inc.³⁷⁷).

- Wasser Glass Co. – produkuje szkła z COE 90³⁷⁸.

Najbardziej popularną formą szkła topliwego są tafle, sprzedawane w szerokiej gamie kolorów, faktur i tekstur. Do technik termoformowania użyć można także: podłużne kawałki szkła zwane spaghetti lub stringers; wąskie paski przypominające makaron (noodles, linguine); cienkie odłamki wyglądające jak kawałki papieru; frytę – tłuczone szkło od gradacji proszkowej, po bardzo grube fragmenty, duże bryłki (jak cegła) oraz w formie łupanych bryłek o nierównomiernych krawędziach³⁷⁹.

Jedna z najbardziej znanych i dostępnych materiałowo firm Oceanside Glas & Tile³⁸⁰ oferuje obecnie kilka kategorii i rodzajów szkła Oceanside Compatible™ (Spectrum). Wszystkie produkty zostały opracowane i przetestowane pod kątem kompatybilności do technik w podwyższonych temperaturach: fusingu (stapiania), slumpingu (odkształcania) i innych prac z gorącym szkłem termoformowanym. Szkła są testowane pod kątem jednego standardu, aby zapewnić kompatybilność współczynnika rozszerzalności cieplnej każdego produktu³⁸¹.

Oferowane są szkła w następujących kategoriach (Il. 325):

Kategoria transparentności:

- Przezroczyste, tzw. szkła katedralne (Transparent) – przenikanie światła jest swobodne, ponieważ nie zawierają one żadnych zamącających dodatków lub innego materiału blokującego światło.
- Półprzezroczyste (przeświecające, Translucent) – wykonane zarówno z przezroczystego, jak i opalizującego szkła, ale zawierają większą ilość szkła przezroczystego, co pozwala na przepuszczanie światła w wielu lub większości obszarów.

³⁷⁶ *Oceanside Glasstile and the future of System 96 and Spectrum Glass*, <https://www.creativeglassguild.co.uk/blog/oceanside-glasstile-and-the-future-of-coe96>, Dostęp 16.02.2024.

³⁷⁷ <https://www.youghiogenyglass.com/uro-by-yough.html>, Dostęp 21.02.2024.

³⁷⁸ Kaiser, *Introduction to Glass Fusing*, 17.

³⁷⁹ Wardell, *Joy of Fusing*, 9.

³⁸⁰ Firma ma swoją siedzibę w Stanach Zjednoczonych w mieście Vista, Stanie Kalifornia. Drugą najbardziej znaną firmą jest Paul Wissmach Glass, która również ma swoją siedzibę w Stanach Zjednoczonych w mieście Paden City, w Stanie Wirginia Zachodnia.

³⁸¹ *Oceanside Sheet Glass Classifications and Product Types*, <https://cdn.shopify.com/s/files/1/0306/4043/9428/files/classification.pdf?v=1591197878>, dostęp 16 lutego 2024.

- Małoprzezroczyste (Semi-Translucent) – mają zmacenia, które zawierają głównie szkło opalizujące, a zatem przepuszczają mniej światła przez taflę lub przepuszczają je tylko w niewielkich obszarach.
- Nieprzezroczyste (opalizujące, Opalescent) – szkła, które są głównie lub całkowicie opalizujące, odbijają większość światła, ale często mają luminescencyjną poświatę (powierzchnię iryzowaną), gdy są podświetlone (różnią się w zależności od konkretnego produktu).

Rodzaje szkła artystycznego Oceanside (Oceanside Art Glass Families):

- faktury bezbarwne (szkła ornamentowe, Clear Textures) – faktury szkła artystycznego sugerują wymiar, głębię i kontrast powierzchni. W przezroczystych taflach faktura pełni rolę przesłony, jednocześnie dodając elegancji i bogactwa (dostosowując je do danego wnętrza). Szeroki asortyment produktów waha się od całkiem przezroczystych do mocno nieprzejrzystych (zagłuszonych).
- Gładkie przezroczyste (Smooth Transparent) – szkła prawie pozbawione faktury stanowią klasyczny wybór w różnego rodzaju działaniach sztuki szklarskiej. Oznaczone są symbolem "S" jako przedrostek do numeru katalogowego produktu.
- Faktury przezroczyste (Textured Transparent) – faktura załamuje światło przechodzące przez przezroczyste szkło, nasycając kolor i jednocześnie delikatnie zacierając obrazy tła. Ta kategoria zawiera popularny typ szkła walcowanego o szorstkiej powierzchni (Rough Rolled).
- Nieprzezroczyste opalowe (Solid Opalescent) – jednokolorowe, opalizujące. Szkła te odbijają dużo światła i dlatego są chętnie wykorzystywane w mozaikach i okładzinach ściennych. Przy naturalnym lub sztucznym podświetleniu wykazują opalizujący blask.
- Iryzujące szkło (Iridescent Glass) – cienka warstwa metalicznego kryształu została połączona ze szkłem podczas formowania tafli, tworząc kolorowy, mieniący się efekt na powierzchni. W przypadku szkieł topliwych Oceanside Compatible powłoka iryzująca jest odporna na wysokie temperatury i nie wypala się w piecu.
- Szkło ze smugami (Wispy Opalescent) – zazwyczaj składa się z około 3/4 szkła katedralnego i około 1/4 nieprzezroczystego szkła białego. W tafli pojawiają się

opalizujące drobinki na powierzchni oraz wewnątrz masy szklarskiej potęgując w ten sposób cieniowanie, odbicie i wrażenie głębi.

- Awenturyn (Aventurine) – szkło Oceanside Compatible, w którym po wypaleniu pojawiają się osadzone wcześniej mieniące i metaliczne płatki.

Rodzaje szkła artystycznego Oceanside Exclusive (Oceanside Art Glass Exclusive Glass Families):

- Artique® – to rodzaj „antycznych”, przezroczystych szkieł, charakteryzujących się nieregularnym i delikatnym prążkowaniem powierzchni jak w szklach dmuchanych. Nierównomierna powierzchnia tafli delikatnie załamuje światło i subtelnie, ale wyraźnie zniekształca także tło.
- Szkło wodne (Waterglass®) – przezroczyste kolory z naturalną fakturą powierzchni utworzoną przez rozciąganie jeszcze gorącej plastycznej tafli. Wynikiem są delikatne fale przypominające powierzchnię wody.
- Szkła o szorstkiej powierzchni (Rough Rolled) – mają delikatną fakturę, która blokuje przepuszczane światło i obrazy tła.
- Perłowe szkła opalowe (Pearl Opal Art Mix) – wielokolorowe przemącenia z luminescencyjnym perłowym blaskiem, który jest podkreślony subtelną fakturą o nazwie „Corsica”.
- Szkło artystyczne opalowe (OpalArt™) – powstaje w trakcie mieszania masy szklarskiej na opalizującej podstawie. Dzięki temu tworzą się w strukturze tafli wyraziste przemazania i zamącenia.
- Spirit™ – szkła charakteryzują się długimi i podłużnymi wielokolorowymi smugami, przypominającymi szkła dmuchane.
- Szkła barokowe (Baroque™) – wytwarzane przez przemieszanie szkła bezbarwnego z barwnym i wykreowaniu nieregularnych wirujących, trójwymiarowych optycznie kształtów³⁸².

³⁸² *Oceanside Sheet Glass Classifications and Product Types*,
<https://cdn.shopify.com/s/files/1/0306/4043/9428/files/classification.pdf?v=1591197878>, Dostęp 16 lutego 2024.



Il. 325. Przykładowe szkła ze wzornika firmy Oceanside Glas & Tile – Oceanside Compatible™ System 96. Od lewej górnej próbki: 100G-F Clear Granite, 121S-F Light Green Solid Transparent, 200S-2MM-F White Solid Opalescent, 1009S-F-IR Black Iridescent Solid Opalescent, 339-2S-F Light Blue/White Wispy, 128AV-F Dark Green Aventurine, 100A-F Clear Artique®, 518-1W-F Bronze Waterglass®, 151RR-F Cherry Red Rough Rolled, OA-355-1S-F Strawberries & Cream OpalArt, 6022-82CC-F Congo Pearl Opal, Spirit-4361-76S-F Atlantis Spirit, BR-308 White/Clear Baroque™ (Fot. Adam Kaźmierczak).

Wykorzystując technikę fusingu (stapiania), czy slumpingu (formowania, odkształcania) należy pamiętać o kontroli temperatury i czasu wypalania w piecu, które mają wpływ na określony proces i efekt. W literaturze przedmiotu można znaleźć ogólne wytyczne jak dana temperatura będzie wpływać na efekt końcowy stosując typowe topliwe szkła artystyczne. Należy jednak pamiętać, że inne rodzaje szkła mogą wymagać

różnych temperatur³⁸³. W tabeli 17 przedstawiono przykładowe nazwy procesów, zakres temperatur i efekt końcowy przetworzonego szkła topliwego.

Tabela. 17. Zestawienie przykładowych nazw procesów, zakresu temperatur i efektów końcowych przetworzonego szkła topliwego (opracowanie na podstawie Kaiser, *Introduction to Glass*, 7).

Proces	Zakres temperatur [°C]	Uzyskany efekt
Drapowanie (slumping, uginanie)	650 – 675	Szkło kształtowane przez podgrzewanie do momentu wygięcia się nad formą pod własnym ciężarem.
Polerowanie ogniem	705 – 760	Szkło podgrzewane do momentu, aż krawędzie stają się zaokrąglone i wybliszczzone.
Formowanie (odkształcanie, opadanie)	705 – 790	Szkło kształtowane przez podgrzewanie do momentu rozciągnięcia i opadnięcia do formy.
Połączenie tafli	730 – 790	Szkło podgrzewane do momentu połączenia się poszczególnych elementów, ale zachowując swój kształt i charakter.
Fusing (stapianie)	790 – 845	Szkło podgrzewane i wygrzewane do momentu całkowitego połączenia się poszczególnych elementów, które tracą swój pierwotny kształt.
Odlewanie fryty	805 – 870	Małe pokruszone kawałki szkła (fryty) umieszcza się w formie i podgrzewa do całkowitego stopienia.
Pâte de Verre	815 – 870	Drobno mielone szkło jest mieszane z wodą i czasem z dodatkiem np. gliceryny lub gumy arabskiej i umieszczane w formie, wypalane w piecu do uzyskania szklistej masy rzeźbiarskiej.
Czesanie	900 – 955	Szkło jest podgrzewane niemal do stopionej masy i poprzez użycie metalowego narzędzia przeczesuje się powierzchnię tafli tworząc różne wzory.
Odlewanie szkła	925 – 980	Szkło topi się w tyglu (ceramicznej donicy) do stanu ciekłego i wlewa do przygotowanej formy.

³⁸³ Kaiser, *Introduction to Glass Fusing*, 7.

Ważną kwestią przy przetapianiu szkła są zależności pomiędzy gorącym szkłem, napięciem powierzchniowym i lepkością, które trzeba brać pod uwagę przy planowaniu pracy. Gdy szkło jest wypalane do pełnej temperatury topnienia, będzie ono próbowało uzyskać grubość 6 mm, co jest wynikiem napięcia powierzchniowego w szkłe. Siła napięcia powierzchniowego powoduje, że pojedyncza warstwa tafli (3 mm) skurczy się w miarę wzrostu wysokości, próbując uzyskać 6 mm grubości. Odwrotna sytuacja dzieje się, kiedy trzy warstwy szkła (9 mm) zostaną stopione. Wtedy warstwy opadają aż napięcie powierzchniowe utrzyma je na poziomie 6 mm. Napięcie powierzchniowe będzie się różnić w zależności od rodzaju szkła³⁸⁴. Dlatego tworząc szczególnie mniejsze realizacje należy to uwzględnić, np. docinając szkło większe od docelowego wymiaru.

Z napięciem powierzchniowym związana jest adhezja. To zdolność przylegania, przyczepiania się jednego ciała do powierzchni innego (przede wszystkim stałego). Zjawisko to zachodzi przez działania sił między cząstkami zbliżonymi dostatecznie do siebie. Ta właściwość decyduje o zdolności cieczy do zwilżania – zwana zwilżalnością. Adhezja masy szklanej, czyli zdolność zwilżania przez nią różnych materiałów, jest właściwością ważną w technologii szkła³⁸⁵ oraz jej obróbce, w tym termoformowaniu. Stopień zwilżalności materiałów ogniotrwałych przez stykającą się z nimi masę szklaną nie może być dowolny, ponieważ wpływa na niszczenie materiałów ogniotrwałych³⁸⁶. Stąd potrzeba pokrywania form separatorami.

Gdy szkło z kolei się nagrzeje, zaczyna płynąć. Lepkość jest miarą płynności szkła po osiągnięciu optymalnej temperatury topnienia. Szkło o niskiej lepkości staje się płynniejsze w węższych zakresach temperatur niż szkło o wyższej lepkości. Szkło przeznaczone do stopienia ma zróżnicowaną lepkość w zależności od rodzaju i temperatury. Różnica lepkości wyjaśnia, dlaczego jedno szkło wydaje się wyoblać lub wygładzać w określonej temperaturze, a drugie nie. Ma to istotne znaczenie przy wygrzewaniu (przetrzymaniu) w końcowej – najwyższej temperaturze przetopu³⁸⁷.

W programie odkształcania lub przetapiania szkła ważne są poszczególne fazy: nagrzewanie, przetrzymywanie w maksymalnej temperaturze oraz wygrzewanie, odprężanie i powolne chłodzenie. Istnieją różne teorie i doświadczenia w zakresie pierwszej fazy nagrzewania, czyli szybkości wzrostu temperatury od pokojowej do

³⁸⁴ Wardell, *Joy of Fusing*, 22.

³⁸⁵ Waclaw Nowotny, *Technologia szkła*, cz. 1, 55.

³⁸⁶ Tamże.

³⁸⁷ Wardell, *Joy of Fusing*, 22.

maksymalnej. Zasadniczo w zależności od grubości szkła (szkieł nawarstwionych w formie), prędkość wzrostu temperatury wynosi od 165 (proces bezpieczny) do 495°C (proces o dużym ryzyku) na godzinę. Większość wypalów mieści się pomiędzy tymi wartościami. Przy bardzo skomplikowanych i grubych realizacjach, prędkość ta może być jeszcze wolniejsza. Powodem jest szok termiczny. Kiedy szkło zostanie poddane szybkiej zmianie temperatury, zarówno w górę, jak i w dół – pęknie. Aby zapobiec szokowi termicznemu, należy obliczyć i kontrolować tempo zmian temperatury, aby utrzymać ją w granicach tolerancji szkła, które nagrzewa się lub chłodzi. Małe kawałki szkła lub cienka tafla są mniej podatne na szok termiczny³⁸⁸.

Celem wygrzewania jest zmniejszenie naprężeń wewnętrznych w szkłe powstałych podczas cyklu ogrzewania i chłodzenia w piecu. Za każdym razem, kiedy szkło zostało podgrzane do punktu zmięknienia, należy je ponownie zrównoważyć, czyli odprężyć. Dzieje się to w trakcie schładzania przez wygrzewanie w stałej temperaturze ok. 510°C (w zależności od rodzaju szkła i grubości pracy do ok. 580°C) przez pewien czas (określony objętościowo), a następnie chłodzi się powoli, aż spadnie poniżej punktu odkształcania (400°C).

Pierwszym etapem jest wygrzewanie w temperaturze 510°C, co umożliwia wyrównanie temperatury kawałka topionego szkła, formy lub podkładu w piecu. W trakcie ochładzania górna strona szkła będzie o kilka stopni chłodniejsza niż dolna stykająca się np. w formę. Celem wygrzewania odprężającego jest umożliwienie szkłu i jego otoczeniu osiągnięcia równowagi temperaturowej i niwelacji naprężeń powstałych w wyniku stapiania. Drugi etap wygrzewania to kontrolowane chłodzenie, które umożliwia utrzymanie wyrównanej temperatury do czasu, kiedy szkło nie przekroczy momentu odkształcania wynoszącej 400°C. Osiąga się to przez zastosowanie tempa schładzania wynoszącej 67°C na godzinę – do 370°C. Dalej piec musi pozostać zamknięty do osiągnięcia temperatury pokojowej³⁸⁹. Powyższe zasady obejmują przede wszystkim cienkie i średniej grubości projekty czy tafle szkła.

³⁸⁸ Tamże, 22–23.

³⁸⁹ Tamże, 29.

3.4.6.3. Materiały ogniotrwałe stosowane do formowania szkła

Do odkształcania i przetapiania szkła niezbędne są różnego rodzaju formy, podkłady i separatory, które określają docelowy charakter i kształt przetworzonego elementu. Forma może być wykonana z niemal każdego materiału odpornego na bardzo wysokie temperatury, w zależności od potrzeb do około 1000°C. Oprócz form można stosować różne tzw. separatory w proszku (krede, kaolin lub gotowe mieszanki ogniotrwałe zawierające mieszaniny: krzemianów, glinokrzemianów, tlenku żelaza, glinu, magnezu, potasu i wapnia, np. separator Profi „na sucho”³⁹⁰), w których można przykładowo odcisnąć negatyw wzoru do odtworzenia.

Formy i materiały do odkształcania szkła mogą być wykonane z: ceramiki biskwitowej, stali nierdzewnej (np. z wytłoczonym wzorem), cegły ogniotrwałej, materiałów odlewniczych odpornych na wysoką temperaturę (np.: gips ceramiczny z mączką kwarcową) czy wyrobów z tkanin ceramicznych: papier ceramiczny (miękki, elastyczny³⁹¹ w wersji cienkiej i grubej, która zawiera spoiwo organiczne, wydzielając w trakcie spalania ostry zapach³⁹²), koc ceramiczny (miękki, puszysty, przypominający w dotyku koc), płyta ceramiczna (sztywna, porowata, łatwa w obróbce, do cięcia i kształtowania)³⁹³, materiałów szamotowych (otrzymywanych przez wypalenie łupków bądź gliny i ich zmielenie), materiałów wysokoglinowych, andaluzytowych, mulitowych, wyrobów magnezjowych, glinokrzemianowych czy korundowych³⁹⁴. Formy ceramiczne należy pokryć środkiem oddzielającym szkło (separatorem) rozrabianym w wodzie i nanoszonym pędzlem czy tamponem lub gotowym w sprayu na bazie azotku boru.

³⁹⁰ Badania składu separatora (Aneks VIII, 244–246) za pomocą absorpcyjnej spektroskopii w podczerwieni FTIR, aparat: spektrometr FT-IR ALPHA I firmy BRUKER z przystawką ATR (zakres pomiarowy 4000–400 cm⁻¹) oraz fluorescencyjnej spektroskopii rentgenowskiej, aparat: spektrometr XRF Tracer 5i firmy BRUKER Źródło: Rh; Filtr: Ti/Al; kolimator: 8 mm; X-ray: 40kV, 8 µA; atmosfera: powietrze – wykazały obecność związków wapnia, krzemu, żelaza oraz glinokrzemiany (prawdopodobnie w postaci zeolitów, co może potwierdzać obecność m.in. potasu, wapnia, manganu i glinu). W mieszanice znajdują się również spieki kwarcowe. Pomiary wykonała dr Grażyna Szczepańska w Katedrze Konserwacji-Restauracji Architektury i Rzeźby, Wydziału Sztuk Pięknych, Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu.

³⁹¹ Kaiser, *Introduction to Glass Fusing*, 15; M. Di Spirito, *Arte e tecnica della vetrofusione. Attrezzatura, materiali e procedimenti* (Milano: Il Castello, 2001), 32.

³⁹² Kaiser, *Introduction to Glass Fusing*, 23.

³⁹³ Ibidem, 15; Wardell, *Joy of Fusing*, 13.

³⁹⁴ Dostęp 19 lutego 2024 r., <https://ceramic.com.pl/>.

3.4.6.4. Opracowanie metod odtwarzania faktur szkieł i elementów zdobniczych

Ważnym problemem pojawiającym się w trakcie prac konserwatorsko-restauratorskich, zwłaszcza przy witrażach mozaikowych oraz szkleniach dekoracyjnych, jest dobór odpowiedniego rodzaju szkła do uzupełniania ubytków, a w uzasadnionych przypadkach także do wykonywania częściowych rekonstrukcji. Kluczowe znaczenie mają przy tym takie cechy materiału, jak rodzaj szkła, jego barwa, faktura, grubość oraz stopień przejrzystości. To właśnie one decydują o możliwości zachowania spójności estetycznej i technologicznej z historyczną substancją obiektu.

Współcześnie, mimo szerokiego dostępu do asortymentu szklarskiego sprowadzanego częściowo z Europy, a w dużej mierze ze Stanów Zjednoczonych, dobór materiału odpowiadającego historycznym realizacjom wciąż okazuje się bardzo trudny. W wielu przypadkach nie ma możliwości znalezienia szkła o parametrach dostatecznie zbliżonych do oryginału. Jeszcze większą trudność stanowi brak odpowiednich elementów dekoracyjnych, takich jak kaboszony, rauty czy różnego rodzaju rozetki. Choć zagraniczni producenci oferują szeroką gamę ozdobnych detali szklanych, ich współczesne wzory zazwyczaj jedynie w ograniczonym stopniu nawiązują do historycznych pierwowzorów. Dawne formy były bowiem znacznie bogatsze, subtelniejsze i bardziej zróżnicowane pod względem kształtu, rysunku oraz walorów plastycznych.

Obecnie zlecenie hucie wykonania konkretnego, historycznie odpowiadającego wzoru szkła lub detalu dekoracyjnego byłoby przedsięwzięciem kosztownym i trudnym organizacyjnie. Wiązałoby się ono z koniecznością przygotowania specjalistycznych form, metalowych matryc oraz odpowiednio dobranego zestawu szklarskiego przeznaczonego do wylewania i formowania. Wprawdzie współczesne firmy szklarskie dysponują własnymi wzornikami, niekiedy inspirowanymi historycznymi rozwiązaniami lub wręcz stanowiącymi kontynuację dawnych faktur, jednak oferta ta ma charakter wybiórczy i ogranicza się do określonych kolorów oraz typów powierzchni. Często odbiegają one od dawnych odpowiedników zarówno pod względem formalnym, jak i kolorystycznym.

W tej części przedstawiono próby wykorzystania nowoczesnych technik szkła termoformowanego, takich jak fusing i slumping, do odtwarzania wybranych cech historycznych przeszkleń. Dotyczyły one zarówno rekonstrukcji faktur tafli szkła witrażowego: ornamentowego i katedralnego, jak i wykonywania szklanych elementów

dekoracyjnych, takich jak kaboszony i rozetki. Podjęte działania miały na celu sprawdzenie, w jakim stopniu współczesne metody obróbki szkła taflowego mogą stanowić praktyczne narzędzie wspomagające prace konserwatorskie oraz ułatwiać tworzenie uzupełnień lepiej dostosowanych do charakteru zabytkowych obiektów.

Wszystkie realizacje wykonano w piecach elektrycznych, w warunkach pracowni witrażowej, co dodatkowo podkreśla ich warsztatowy charakter. Jeden z zaprezentowanych przykładów dotyczy zastosowania niewielkiego piecyka przeznaczonego do przetapiania szkła w kuchence mikrofalowej, co wskazuje również na możliwość wykorzystania prostszych i bardziej dostępnych rozwiązań technologicznych w działaniach eksperymentalnych oraz pomocniczych.

W trakcie prac przy dwóch zespołach witraży z kamienic przy ul. Poniatowskiego 1 i ul. Jagiellończyka 6, jeden z wielu problemów dotyczył doboru szkła do uzupełnień ubytków i częściowych rekonstrukcji. Brakowało jasnoblękitnego szkła katedralnego, zielonego i żółtego szkła ornamentowego o nieregularnych wklęsłych gruzełkach, bezbarwnego szkła o nieregularnych wypukłych krakelurach³⁹⁵ oraz czerwonych małych okrągłych kaboszonów. Szkło katedralne zasadniczo jest obecnie możliwe do zdobycia w dość szerokiej gamie barwnej, jednak odcienie błękitów w tym przypadku znacząco odbiegały od oryginalnego koloru. Jeżeli chodzi o szkło ornamentowe, to nie znaleziono podobnego wzoru.

Odtwarzanie faktury szkła katedralnego (Il. 326, 327)

Szkło katedralne ma charakterystyczną nierównomierną strukturę powierzchni w formie pofalowań i nieregularnych płytszych oraz głębszych kresek, przypominających zarysowania. Do uzupełnienia ubytków jasnoblękitnego szkła użyto ręcznie dmuchane szkło antyczne z huty Jasło³⁹⁶ (numer katalogowy koloru 309-1), nieprzystosowane do pracy w technice termoformowania. Tego typu szkło przy źle dobranym programie odkształcania podatne jest na proces dewitryfikacji (odszklenia, krystalizacji szkła), czyli wypalenia warstwy wierzchniej, co ujawnia się w postaci pomarszczenia lub nieregularnego zmatowienia³⁹⁷.

³⁹⁵ Niektórzy współcześni doświadczeni szklarze nazywają ten typ dawnym szkłem szklarniowym, czy też tzw. surówką. Szkło to niegdyś było bardzo tanie i stosowane przede wszystkim w szklarniach ogrodowych.

³⁹⁶ Około 2020 r. huta Jasło zaprzestała produkcji szkła witrażowego antycznego.

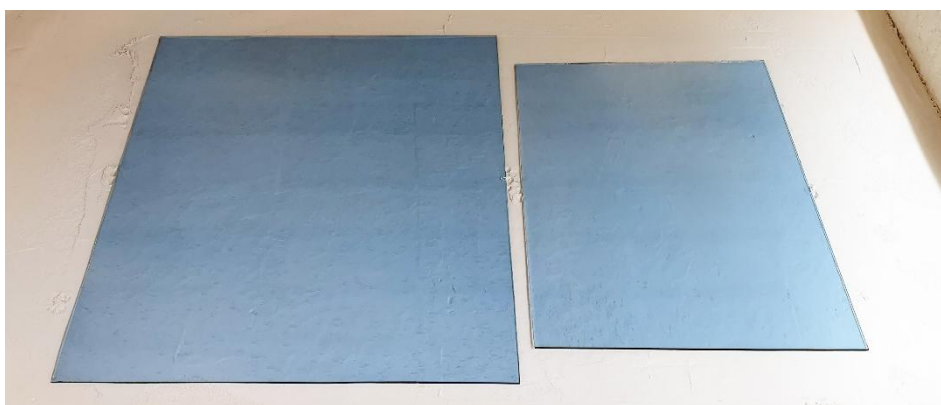
³⁹⁷ Spirito, *Arte e tecnica*, 32.

Wykonano kilka prób z wykorzystaniem różnych separatorów i podkładów oraz zakresu docelowej maksymalnej temperatury. W pierwszej kolejności użyto dwa rodzaje sypkiego separatora: kredę malarską (producent: Dragon, Polska) oraz separatora Profi „na sucho” (dystrybutor: Szkło Craft, Polska). Przy pomocy drobnego sita wysypano dany separator na płytę pieca elektrycznego i następnie metalową packą wygładzono powierzchnię. Trzecią próbą było rozsypanie kredy oraz ułożenie przepalonego wcześniej cienkiego papieru ceramicznego bullseye 1 mm (producent: Bullseye, USA). Wcześniejsze przepalenie papieru spowodowało zwiększenie jego elastyczności, co z kolei ułatwiło wykonanie negatywu faktury.

Kawałek oryginalnego szkła katedralnego posłużył jako stempel, którym odbijano w separatorach i na papierze fakturę powierzchni taflí. Odbijanie powielano kilkakrotnie obok siebie, a powstałe widoczne granice zacierano małą metalową szpachelką. Docięte szkło antyczne delikatnie położono na negatyw utworzony w danym separatorze. Przeprowadzono kilka prób formowania w piecu ustalając różne programy wypału. Za kryterium przyjęto odpowiedni stopień klarowności i odwzorowania faktury. Optymalny program dla szkła antycznego przedstawiono w tabeli 18. Inne zakresy maksymalnych temperatur i ich przetrzymania dawało efekty mniej zadowalające, np. szkło po wypaleniu w temperaturze 780°C było klarowne, ale miało zbyt płytki relief, a już w 800°C miało delikatnie zmatowioną powierzchnię. Lepsze efekty dało również zastosowanie separatora Profi „na sucho”. Dobrze sprawdził się także papier ceramiczny Bullseye.

Tabela. 18. Program wypału szkła antycznego do odtworzenia faktury szkła katedralnego (Opracowanie Adam Kaźmierczak).

PROGRAM FORMOWANIA SZKŁA ANTYCZNEGO			
Etap	Tempo (minuty)	Temperatura (°C)	Przetrzymanie (minuty)
1	90	550	—
2	Maksymalny wzrost	790	12
3	swobodne zejście	550	—
4	60 (odprężanie)	400	—
5	swobodne studzenie	temperatura pokojowa	—



Il. 326. Etapy termoformowania szkła antycznego na fakturę szkła katedralnego, od lewej: separator z odbitą fakturą szkła katedralnego; ułożone tafle przed wypałem; tafle po wypaleniu (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 327. Zestawienie oryginalnego szkła katedralnego (po lewej) z odtworzoną fakturą ze szkła antycznego (po prawej) (Fot. Adam Kaźmierczak).

Odtwarzanie bezbarwnego szkła o nieregularnych wypukłych krakelurach (Il. 328)

Ten typ szkła można spotkać stosunkowo często w witrażach oraz jako wypełnienie środkowych połączeń okien przełomu XIX i XX w., jak np. na klatce schodowej kamienicy przy ul. Jagiellończyka 6 w Toruniu, gdzie kwatery centralne ujęto dekoracyjnie gomółkową bordiurą. Tutaj w ramach programu prac konserwatorskich zdecydowano na częściowe zrekonstruowanie tego szkła w jednej kwaterze okna. W pozostałych otworach znajdowało się oszklenie wtórne, które wymieniono na nowe, ale fabryczne o najbardziej zbliżonej fakturze.

Do rekonstrukcji użyto szkło okienne typu Float 4 mm. Jako separator zastosowano kredę malarską (jw.). Rozsypano ją przez sito na grubość około 1 cm i dokładnie wyrównano metalową szpachlą zachowując idealny poziom. Następnie odbito fakturę szkła, w tym przypadku korzystając z całej zachowanej jednej dużej tafli. Docięto odpowiedni rozmiar szkła i położono na separator stroną cynową w dół³⁹⁸. Program wypalenia przedstawiono w tabeli 19. Przyjmując za zasadę minimalnej

³⁹⁸ Stronę cynową sprawdza się przy pomocy lampki UV, której promieniowanie powoduje charakterystyczną mleczną fluorescencję.

odróżnialności elementów rekonstruowanych, w efekcie powstało szkło o nieco płytszym reliefie.

Tabela. 19. Program wypału szkła typu Float 4 mm do odtworzenia faktury szkła bezbarwnego o nieregularnych wypukłych krakelurach (Opracowanie Adam Kaźmierczak).

PROGRAM FORMOWANIA SZKŁA TYPU FLOAT			
Etap	Tempo (minuty)	Temperatura (°C)	Przetrzymanie (minuty)
1	150	250	—
2	150	500	—
3	150	700	—
4	60	820	9
5	240	540	—
6	300	460	—
7	240	300	—
8	swobodne studzenie	temperatura pokojowa	—



Il. 328. Zestawienie oryginalnego szkła ornamentowego o wypukłych krakelurach (po prawej) z odtworzoną fakturą ze szkła typu Float (po lewej). Skrzydło okienne kamienicy przy ul. Jagiellończyka 6 w trakcie oszklenia po pracach konserwatorskich i restauratorskich (Fot Adam Kaźmierczak).

Odtwarzanie żółtego i zielonego szkła ornamentowego o nieregularnych wklęsłych gruzelkach

Zastosowano szkło firmy Oceanside Glas & Tile – Oceanside Compatible™ System 96 (Spectrum): żółte 110-4S-AG Light Amber Solid Transparent oraz zielone 528-1W ST Waterglass. Do rekonstrukcji faktury wykorzystano trzy różne sposoby: odciski w separatorze, formy ceramiczne oraz skan i druk modelu w technologii 3D.

Na płytę pieca wysypano przez sito separator Profi „na sucho” i wygładzono metalową szpachlą. Fragment szkła z oryginalną fakturą posłużył jako stempel

i wykonano odciski negatywowe. Odbijanie powielano zacierając ślady łączy i tworząc większą powierzchnię dla szkła (Il. 329–331).

Do uzupełniania i rekonstrukcji mniejszych fragmentów wykorzystano technikę odlewu faktury szkła. Przygotowano mieszankę gipsu ceramicznego GC-4 1 PN-EN 13279-1A/6/4 (producent: „Nowy Łą” sp. z o.o., Polska) oraz mączki kwarcowej W-12 (dystrybutor: "Flow" Wioletta Cebulska, Polska) w proporcjach ilościowych 1:1. Fragment oryginalnego szkła zaizolowano szarym mydłem rozrobionym w wodzie oraz wykonano korytko z plasteliny. Szkło zalano przygotowaną wcześniej mieszanką gipsu ceramicznego i pozostawiono do związania. Szkło wyciągnięto z formy, którą w dalszej kolejności wysuszono w piecu w temperaturze 60°C przez kilka godzin. Wysuszoną formę obrobiono i zaizolowano trzema warstwami separatora w sprayu na bazie azotku boru (producent: FEHCHEM, Polska).

W celu wierniejszego oddania faktury i wykonania większej tafli szkła ornamentowego, wykorzystując w dalszym ciągu technikę odlewu, skorzystano z technologii druku 3D³⁹⁹ (Il. 332–334). Fragment szkła ornamentowego odtłuszczono alkoholem izopropylowym i pokryto odparowującym sprayem matującym do skanowania 3D AESUB BLUE⁴⁰⁰ (producent: Niemcy). Skanowanie wykonano ręcznym skanerem EinScan-Pro+ z kamerą EinScanPCA-TB18200A19. Szkło osadzono na tymczasowej konstrukcji w pozycji wertykalnej i postawiono na stoliku obrotowym skonfigurowanym ze skanerem. Po wykonaniu skanu przystąpiono do obróbki w programach komputerowych: 3D Builder oraz ZBrush. Najważniejszym zadaniem było wykonanie modelu większego fragmentu szkła, powielając jego fragmenty. Szkło oryginalne miało wymiary 3,5 x 18 cm, a model docelowy 12 x 21,5 cm. Formę do druku przygotowano w programie Formlabs PreForm. Model wykonano z żywicy standard Formlabs – Grey V4 w drukarce Formlabs Form 2 (druk trwał 21 godzin i 15 minut). Następnie formę wypłukano w alkoholu izopropylowym (20 minut) oraz utwardzono promieniami UV (15 minut przy 60°C). Zabiegi te wykonano w urządzeniach Formlabs.

Otrzymano pozytywny model szkła ornamentowego z żywicy, z którego następnie wykonano odlew negatywową z mieszanki gipsu ceramicznego i mączki kwarcowej.

³⁹⁹ Skan, obróbkę programową oraz druk wykonał dr Aleksander Paskal z Katedry Architektury Wnętrz i Rzeźby Wydziału Sztuk Pięknych Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu.

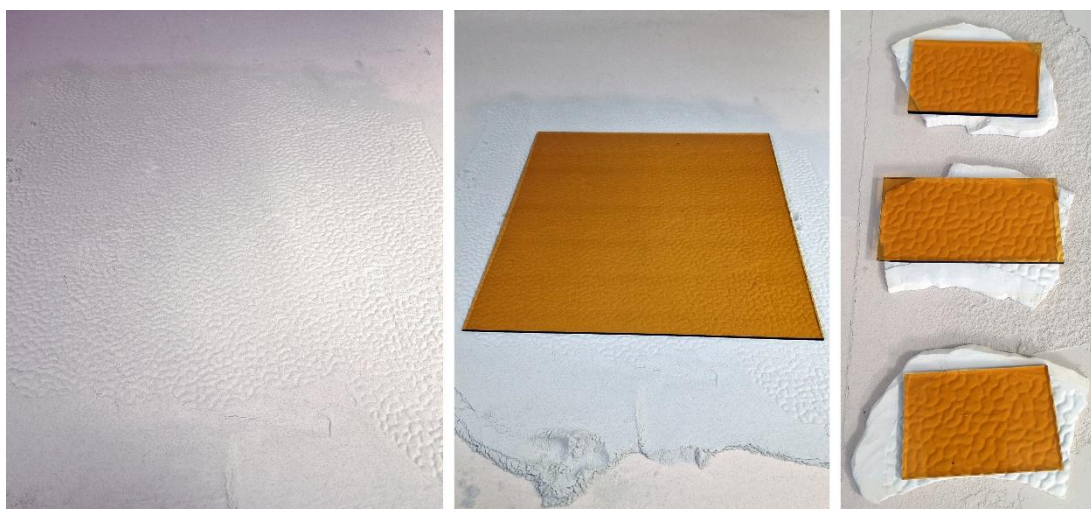
⁴⁰⁰ AESUB Blue to nowatorski spray do matowienia. Przeznaczony jest do pokrywania powierzchni skanowanych obiektów w celu ich akwizycji metodami skanowania 3D. Idealnie sprawdza się w wymagających aplikacjach, gdzie czas na przygotowanie próbki jest niezwykle istotny. AESUB BLUE całkowicie odparowuje z powierzchni obiektu nie pozostawiając śladów. Dodatkowo nie zawiera pigmentów, <https://www.ita-polska.com.pl/systemy-pomiarowe/akcesoria/aesub-blue>, Dostęp 25.02.2024.

Odlew wysuszono w piecu i zaizolowano separatorem w spray, według opisu umieszczonego powyżej.

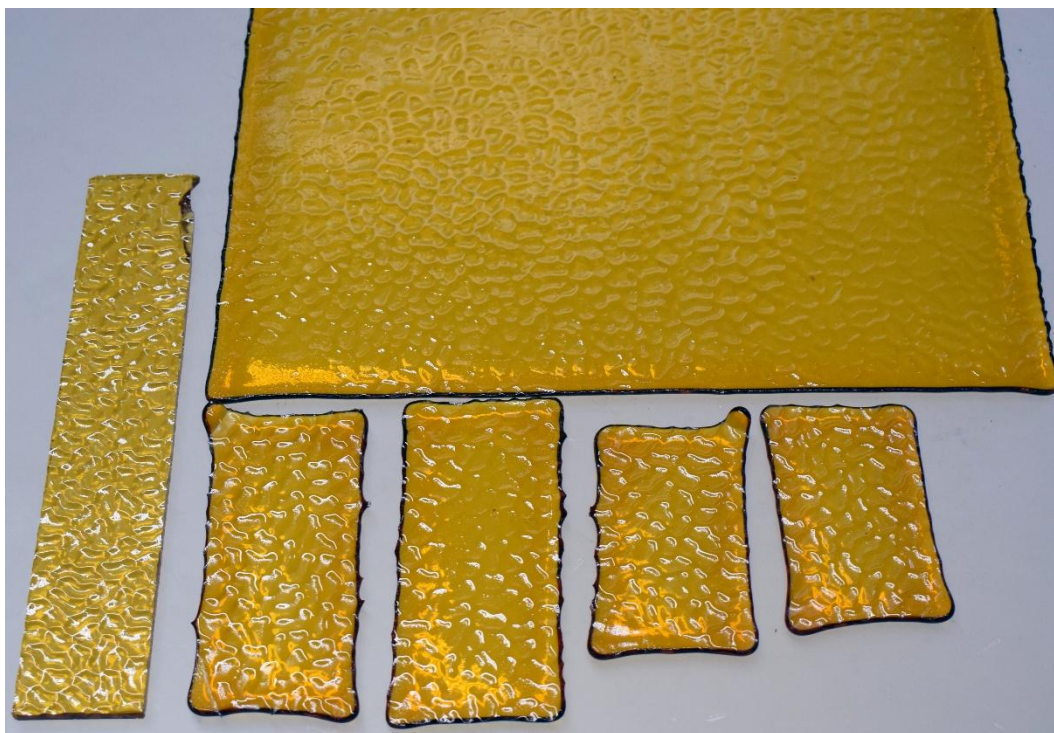
Przeprowadzono kilka prób wypału sprawdzając zakresy maksymalnych temperatur i ich przetrzymanie. Ostatecznie dla wszystkich powyższych podkładów i form ustalono zakres podany w tabeli 20.

Tabela. 20. Program wypału szkła (Spectrum) System 96 do odtworzenia faktury żółtego i zielonego szkła ornamentowego o nieregularnych wklęsłych gruzełkach (Opracowanie Adam Kaźmierczak).

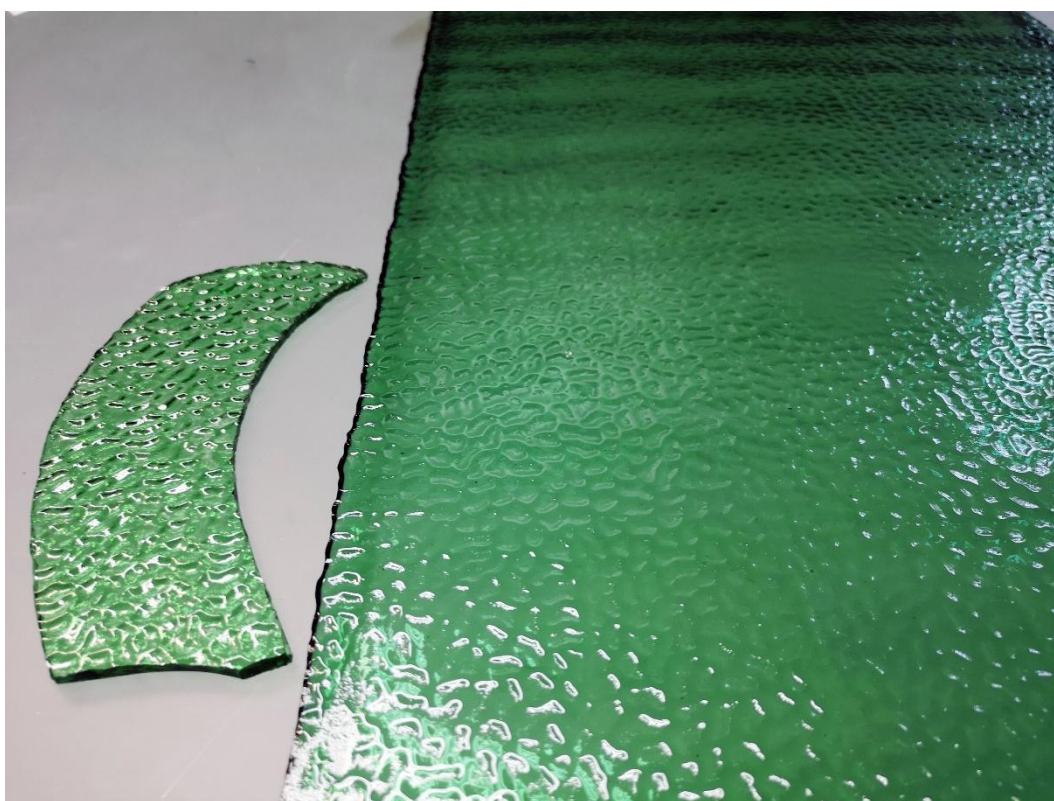
PROGRAM FORMOWANIA SZKŁA (SPECTRUM) SYSTEM 96			
Etap	Tempo (minuty)	Temperatura (°C)	Przetrzymanie (minuty)
1	150	500	—
2	maksymalny wzrost	810	25
3	swobodne zejście	550	—
4	120	400	—
5	swobodne studzenie	temperatura pokojowa	—



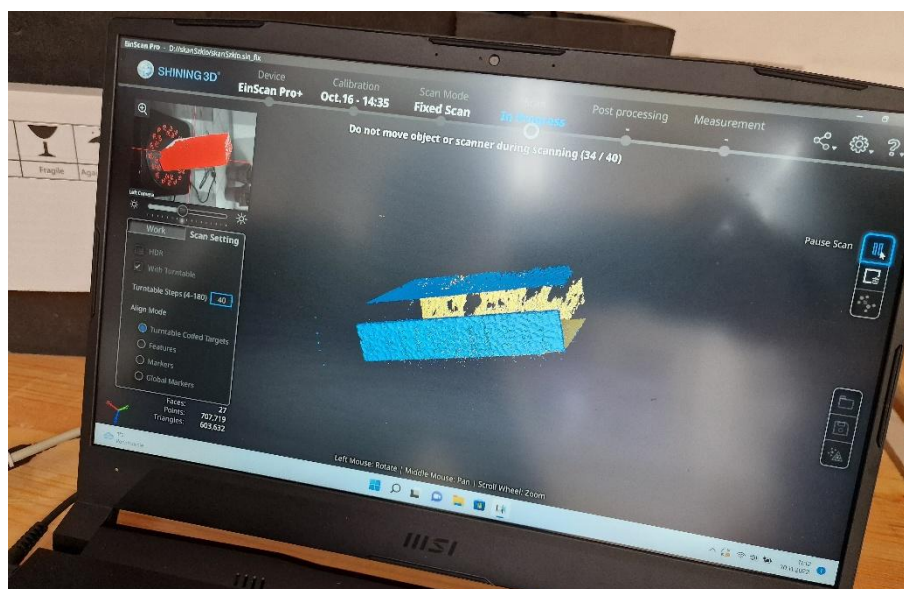
Il. 329. Etapy termoformowania szkła (Spectrum) System 96 na fakturę szkła ornamentowego o nieregularnych wklęsłych gruzełkach, od lewej: separator z odbitą fakturą szkła ornamentowego; ułożona tafla przed wypałem; małe tafle szkła ułożone na negatywowych odlewach z gipsu ceramicznego z mączką kwarcową (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 330. Zestawienie oryginalnego żółtego szkła ornamentowego (po lewej) z odtworzoną fakturą ze szkła (Spectrum) System 96: u góry tafla po formowaniu na separatorze, na dole cztery małe kawałki po formowaniu na odlewach z gipsu ceramicznego (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 331. Zestawienie oryginalnego zielonego szkła ornamentowego (po lewej) z odtworzoną fakturą ze szkła (Spectrum) System 96 (po prawej) po formowaniu na separatorze (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 332. Etapy tworzenia modelu szkła 3D, od lewej: skan fragmentu szkła ornamentowego; widok procesu skanowania w programie komputerowym; druk modelu żywicznego (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 333. Etapy tworzenia modelu szkła 3D, od lewej góry: wydruk żywiczny modelu; utwardzanie modelu w świetle UV; zestawienie fragmentu oryginalnego szkła ornamentowego z gotowym modelem żywicznym (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 334. Etapy odtworzenia szkła z żywicznego modelu 3D, od góry: żywiczny model z negatywowym odlewem z gipsu ceramicznego z mączką kwarcową; ułożone tafle szkła na formach negatywowych w piecu; zestawienie oryginalnego szkła ornamentowe (pośrodku) z odtworzonymi taflami (po bokach) (Fot. Adam Kaźmierczak).

Odtwarzanie czerwonych kaboszonów (Il. 335–337)

W secesyjnym witrażu okna pierwszego półpiętra klatki schodowej kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 znajdują się małe czerwone okrągłe kaboszony (guzy), stanowiące środek żółtych kwiatów. Mają one średnicę 2,5 cm oraz wysokość 1 cm. Środkowa kopułka ma 1,3 cm średnicy i 0,5 cm wysokości. Takie małe formy szklane można wykonać w piecu witrażowym, technikami opisanymi powyżej. Tutaj zostanie opisany jednak trochę inny sposób, który wykorzystuje urządzenie HotPot – piecyk do przetapiania szkła w mikrofalówce.

Badania XRF i FT-IR wykazały, że HotPot ma charakter przede wszystkim krzemianowy. Wynika to zarówno z analizy FT-IR, jak i z obecności typowych dla takich materiałów pierwiastków w badaniu XRF. Dla elementów białych FT-IR wskazuje pasma przy 1061, 797 i 457 cm^{-1} , przypisane drganiom Si–O, co jest charakterystyczne dla materiałów krzemionkowych i krzemianowych. Badanie metodą XRF potwierdza ten kierunek interpretacji, wykazując obecność przede wszystkim Si, a także Al, Ca, K, Ti, Fe, Zr, S i Sr. Taki zestaw sugeruje materiał oparty na fazie krzemianowej z udziałem typowych domieszek mineralnych lub dodatków technologicznych. Al, Ca i K mogą wskazywać na obecność glinokrzemianów albo składników pochodzących z fazy ceramicznej, natomiast Ti, Fe, Zr i Sr można wiązać z dodatkami uszlachetniającymi, pigmentami, wypełniaczami lub naturalnymi domieszkami surowcowymi.

W przypadku elementów szarych badanie FT-IR również wskazuje dominację układu krzemianowego: obecne są pasma 1097 i 466 cm^{-1} , także przypisane wiązaniom Si–O. Dodatkowo pojawia się pasmo przy 1393 cm^{-1} , interpretowane jako możliwy sygnał grup węglanowych (CO_3^{2-}). Pasma przy 418 cm^{-1} zostało opisane szeroko jako związane z tlenkami, co sugeruje obecność dodatkowego, słabiej rozpoznanego składnika nieorganicznego.

Badanie XRF dla części szarych wykazało obecność Si, Fe, Ca, K, Al, Ti, Zn i S. W porównaniu z próbką białą zwraca uwagę obecność cynku (Zn) oraz brak wskazanego Zr i Sr. To może oznaczać inną recepturę materiałową albo inną kompozycję dodatków technologicznych. Zn i Ti bywają związane z pigmentami, wypełniaczami lub dodatkami modyfikującymi właściwości materiału⁴⁰¹.

⁴⁰¹ HotPot zbudowany jest ogólnie z krzemianów, glinokrzemianów i włókien szklanych. Pierwsze próby badania składu (Aneks IX, 247–251) białej obudowy za pomocą absorpcyjnej spektroskopii w podczerwieni FTIR, aparat: spektrometr FT-IR ALPHA I firmy BRUKER z przystawką ATR (zakres pomiarowy 4000–400 cm^{-1}) oraz fluorescencyjnej spektroskopii rentgenowskiej, aparat: spektrometr XRF Tracer 5i firmy BRUKER Źródło: Rh; Filtr: Ti/Al; kolimator: 8 mm; X-ray: 40kV, 8 μA ; atmosfera:

HotPot składa się z dwóch części – płaskiej okrągłej podstawki oraz pokrywy w kształcie walca z okrągłym otworem na górze. W pierwszej kolejności wykonano odlewy kaboszonów. Szklane elementy zabezpieczono szarym mydłem, wykonano korytko z plasteliny i zalano mieszanką gipsu ceramicznego z mączką kwarcową. Po związaniu gipsu, szkło wyciągnięto, a formy wysuszone w piecu i później pokryto separatorem w sprayu. Do odtworzenia wykorzystano szkło firmy Oceanside Glas & Tile – Oceanside Compatible™ System 96 (Spectrum) – czerwień nr 152 SF Ruby Red Transparent Smooth Fusible. Najpierw wycięto małe kółka o średnicy 3 cm (wzięto pod uwagę skurcz szkła w trakcie wypału). Część szkła rozdrobniono w moździerzu na małe fragmenty tworząc frytę. Wypełniono nią kopułkę kaboszonu z odpowiednim nadmiarem i na to położono wycięty krążek.

HotPot ustawiono w mikrofali na małych szamotowych izolujących kosteczkach. Na podstawkę położono formy ze szkłem (jednocześnie pomieściła cztery) i przykryto pokrywą. Najpierw miało miejsce wygrzewanie wstępne na mocy 700 Wat przez 4 minuty. Właściwe przetapianie wykonano na mocy 970 Wat. Proces topienia trwał od 20 do nawet 40 minut (nie zinterpretowano zależności w różnicach czasu wypału). Przez cały czas należało obserwować moment, w którym pojawił się pomarańczowy blask w górnym otworze piecyka, który informował, że temperatura w HotPocie jest wystarczająco wysoka i szkło zaczyna się topić. Wewnątrz dochodziło do temperatury ok. 850°C. W trakcie pracy kilka razy sprawdzano efekt przetapiania. W tym celu zatrzymywano kuchenkę mikrofalową, otwierano drzwiczki i odchyłono pokrywę w rękawicach termoodpornych. Pokrywę można było uchylić tylko na ok. 1–2 sekundy, by nie narażać szkła na szok termiczny. Po zakończeniu procesu przetopu otwarto drzwiczki mikrofali i pozostawiono zamknięty HotPot do całkowitego schłodzenia na kilka godzin.

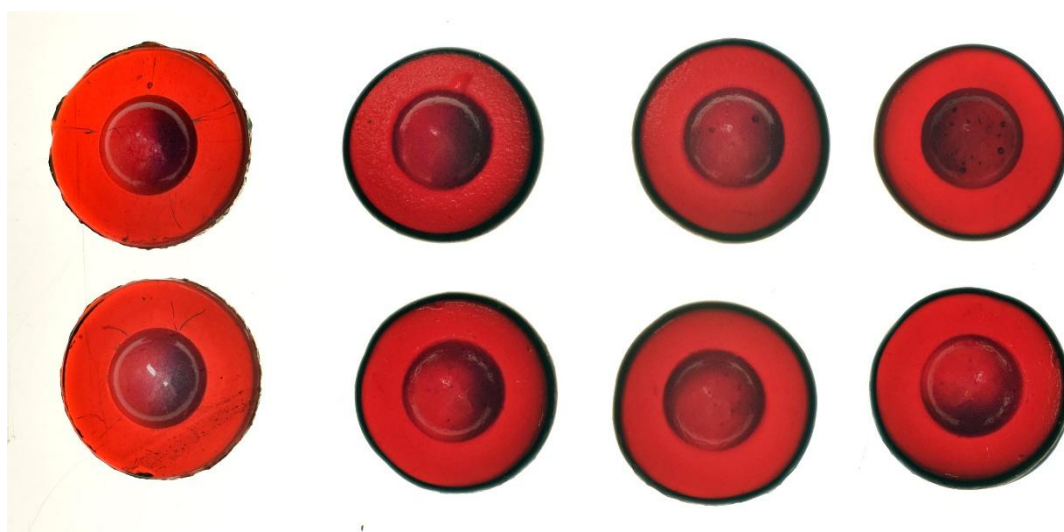
powietrze – wykazały obecność: krzemu, żelaza, cyrkonu, tytanu, glinu, wapnia, potasu, siarki i strontu. Czarny spiek wewnątrz zawiera: krzem, żelazo, wapń, potas, glin, tytan, cynk i siarkę. Pomiary wykonała dr Grażyna Szczepańska w Katedrze Konserwacji-Restauracji Architektury i Rzeźby, Wydziału Sztuk Pięknych, Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu.



Il. 335. Etapy odtwarzania czerwonych kaboszonów od lewej: silikonowy i gipsowy (ceramiczny) odlew kaboszonu; wycinanie szklanych krążków (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 336. Etapy odtwarzania czerwonych kaboszonów od lewej: forma gipsowa wypełniona szkłem; forma ze szkłem ustawiona na podstawce HotPotu; zamknięty HotPot w kuchence mikrofalowej przed wypałem szkła (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 337. Zestawienie oryginalnych dwóch czerwonych kaboszonów (pierwsza kolumna po lewej) z odtworzonymi (w trzech kolumnach po prawej) (Fot. Adam Kaźmierczak).

Odtwarzanie szmaragdowych i żółtych rozet (Il. 338–340)

Zastosowano szkło firmy Oceanside Glas & Tile – Oceanside Compatible™ System 96 (Spectrum): żółte 110-4S-AG Light Amber Solid Transparent oraz zielone 528-1W ST Waterglass. Rozetka żółta ma średnicę 5 cm, a szmaragdowa 6 cm. W pierwszej kolejności wykonano ich odciski bez demontażu kwatery witrażowej. Do tego celu zastosowano silikon dentystyczny KKD® Kondisil V-1 z utwardzaczem (producent: Kentzler Kaschner Dental, Niemcy). Silikon ten jest gęsty, nie spływa i dobrze sprawdził się do oddania detali rozetek ułożonych w pozycji pionowej. Po ok. 2 godzinach ściągnięto odciski. Dalszym krokiem było wykonanie pozytywu rozetek, również z masy silikonowej. Negatyw zaizolowano szarym mydłem rozrobionym w wodzie. Do odlewu użyto silikon formierski MM928 z 5% dodatkiem katalizatora MM RED55NT (Dystrybutor: Blik, Toruń). Po 24 godzinach wyciągnięto formę pozytywową i przygotowaną ją do odlewu z mieszanki gipsu ceramicznego i mączki kwarcowej. Odlaną formę wysuszono i zaizolowano separatorem w sprayu.

Do żółtej rozetki docięto dwa krążki szklane: mniejszy na spód i większy na górę. W zielonym dekorze wypukłość wypełniono przygotowaną wcześniej frytą szklaną, potłuczoną w moździerzu. Na wierzch położono nieco większy krążek w stosunku do średnicy formy, biorąc pod uwagę skurcz szkła przy wypalaniu. W tabeli 21 przedstawiono program przetopu rozetek.

Tabela. 21. Program wypału szkła (Spectrum) System 96 do odtworzenia żółtej i zielonej rozetki
(Opracowanie Adam Kaźmierczak).

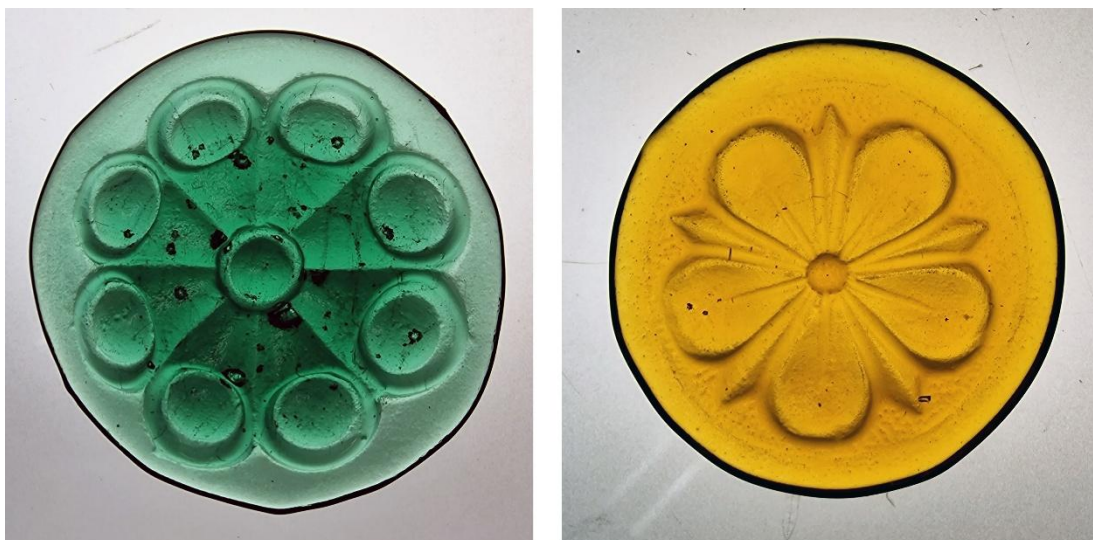
PROGRAM FORMOWANIA SZKŁA (SPECTRUM) SYSTEM 96			
Etap	Tempo (minuty)	Temperatura (°C)	Przetrzymanie (minuty)
1	150	500	—
2	maksymalny wzrost	820	20
3	swobodne zejście	550	—
4	150	400	—
5	swobodne studzenie	temperatura pokojowa	—



Il. 338. Etapy odtwarzania szmaragdowej i żółtej rozetki, od góry: rozetki znajdujące się w kwaterze okna; gęsty silikon dentystyczny nałożony na szklane detale (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il.339. Etapy odtwarzania szmaragdowej i żółtej rozetki, od lewej: odlewy rozetek – patrząc od góry: negatywy z gęstego silikonu dentystycznego, pozytywy z silikonu formierskiego oraz odlewy negatywowe z gipsu ceramicznego z mączką kwarcową; formy gipsowe ze szkłem umieszczone w piecu przed wypaleniem (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 340. Odtworzona szmaragdowa i żółta rozetka (Fot Adam Kaźmierczak).

3.4.7. Uzupełnianie ubytków warstw malarskich klasyczną techniką witrażową

W tej tradycyjnej technice wykonano uzupełnienia oraz częściowe rekonstrukcje farby konturowej w secesyjnych witrażach z budynku przy Placu Rapackiego 1. Przed przystąpieniem do prac przeprowadzono próby kolorystyczne, których celem było możliwie najwierniejsze dopasowanie nowej farby do zachowanych partii oryginalnego opracowania malarskiego. Spośród testowanych materiałów najlepszy efekt dała brązowa farba witrażowa Debitus⁴⁰² w kolorze Brun XIIIe, która pod względem koloru najtrafniej odpowiadała historycznej warstwie malarskiej.

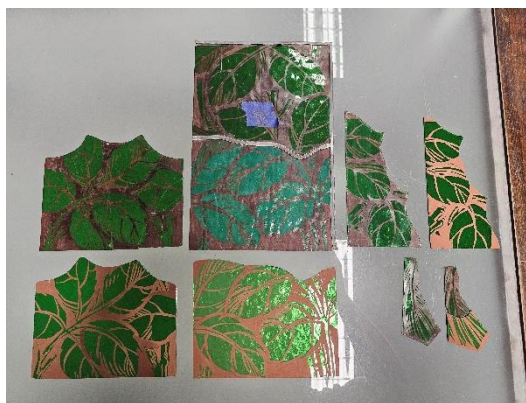
Na tej podstawie wykonano uzupełnienia i rekonstrukcje wybranych detali roślinnych, przede wszystkim fragmentów liści i łodyżek, odtwarzając ich przebieg w oparciu o analogiczne, zachowane partie występujące w innych kwaterach. Zrekonstruowano również kratownicę brzośca wazonu w kwaterze 1a (Il. 341–346).

W niektórych partiach szkła w kwaterach skrzydła 2a, w celu lepszego dostosowania uzupełnień do nierównomiernej kolorystyki oryginałów, zastosowano dodatkowe podmalowania. Wykonano je przy użyciu transparentnych farb zielonych ETC 11 667 i P1344, a także lazury srebrzej w paście (Il. 344). Zabieg ten pozwolił subtelnie zróżnicować tonację szkła i lepiej zintegrować partie rekonstruowane z autentyczną substancją zabytku. Wszystkie wymienione podmalowania i farbę konturową utrwalono przez wypał w temperaturze 620°C.

⁴⁰² Producent Hervé Debitus, Francja. Dystrybutor firma Peli Glass Products BV, Holandia.



Il. 341. Szkła przygotowane do malowania farbą konturową. Witraże z budynku przy Placu Rapackiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).



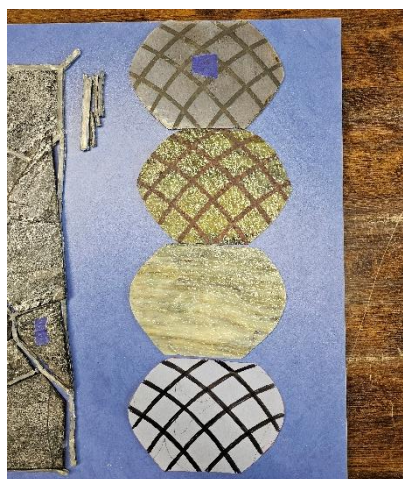
Il. 342. Malowanie farbą konturową ubytków liści – przed wypałem. Witraże z budynku przy Placu Rapackiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).



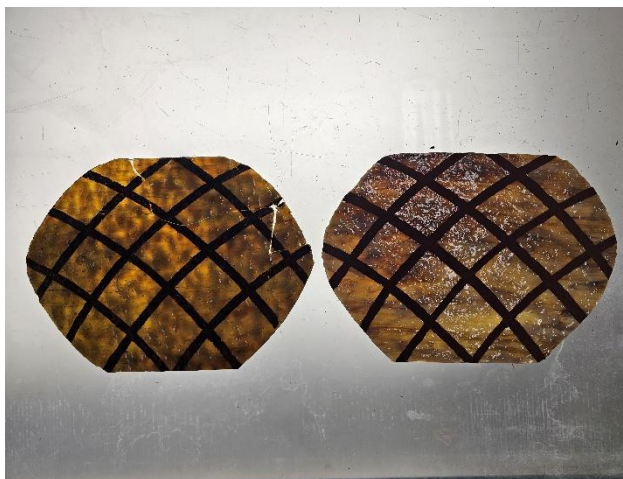
Il. 343. Podmalowywanie szkieł farbami transparentnymi. Witraże z budynku przy Placu Rapackiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 344. Podmalowywanie szkła zieloną farbą transparentną. Witraże z budynku przy Placu Rapackiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 345. Przygotowanie szkła brzuśca wazonu kwatery 1a, od góry: szkło wtórne, szkło oryginalne, wycięte nowe szkło do rekonstrukcji, szablon do namalowania kratownicy. Witraże z budynku przy Placu Rapackiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 346. Rekonstrukcja malarska kratownicy brzuśca wazonu z kwatery 1a, po lewej szkło oryginalne, po prawej rekonstrukcja (Fot. Adam Kaźmierczak).

3.4.8. Składanie kwater witrażowych oraz uzupełnianie ubytków profili ołowianych

Przy pracach konserwatorskich i restauratorskich przyjęto zasadę maksymalnego zachowania istniejących listew ołowianych wszędzie tam, gdzie pozwalał na to ich stan techniczny. Założenie to wynikało zarówno z dążenia do poszanowania oryginalnej substancji zabytkowej, jak i z chęci zachowania historycznego charakteru siatki ołowianej. Oryginalne fragmenty szprosów zachowały się w witrażach kamienicy przy ul. Jagiellończyka 6, gdzie ich szerokość wynosiła 4,5 mm oraz przy ul. Poniatowskiego 1, gdzie występowały listwy o szerokości 4,5–5 mm, a w partiach detalu także 3 mm.

W witrażach z budynku Collegium Maximum przy Placu Rapackiego 1 stwierdzono natomiast obecność wtórnych listew o szerokości 6 mm oraz 7 mm (stosowanych na obrzeżach kwater). Mimo że nie były to elementy pierwotne, ze względu na ich dobry stan zachowania zdecydowano o pozostawieniu ich in situ, ograniczając ingerencję do niezbędnych uzupełnień oraz wymiany jedynie tych fragmentów, które uległy degradacji lub nie spełniały już swojej funkcji konstrukcyjnej.

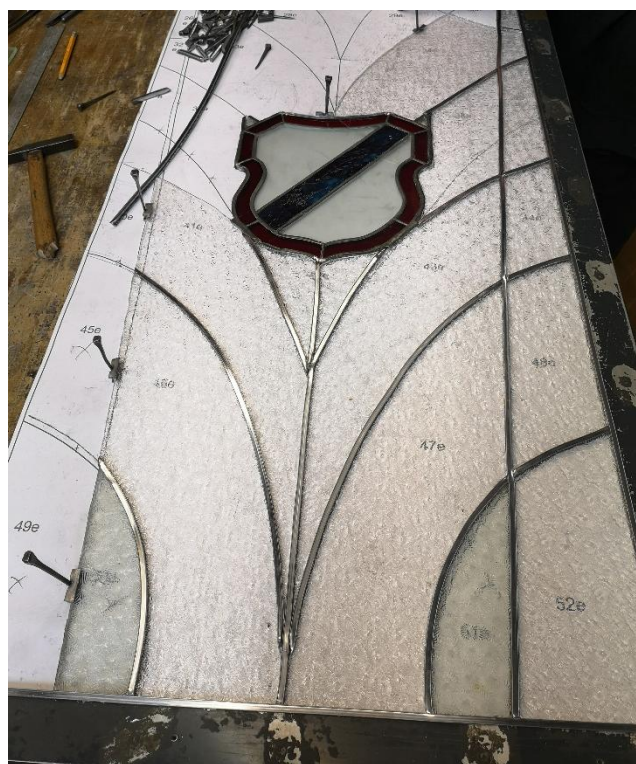
Do uzupełnień i rekonstrukcji witraży zastosowano listwy ołowiane dobrane odpowiednio do historycznych szerokości, to jest 3, 5, 6 i 7 mm. Pozwoliło to zachować zgodność technologiczną i wizualną z istniejącą siatką ołowianą oraz uniknąć nadmiernego zróżnicowania rysunku podziałów. Pęknięcia listew naprawiano poprzez lutowanie cyną. Zabieg ten był szczególnie trudny ze względu na obecność silnie rozwiniętych, korozyjnych warstw tlenkowych, które utrudniały prawidłowe związanie lutowia z powierzchnią ołowiu. Z tego względu miejsce przeznaczone do lutowania musiało być najpierw starannie oczyszczone mechanicznie — poprzez przeszlifowanie lub usunięcie produktów korozji nożem szklarskim. Następnie наносzono topnik w postaci oleju stearynowego, po czym punktowo lutowano uszkodzone miejsce.

Witraże z kamienic przy ul. Jagiellończyka 6 oraz ul. Poniatowskiego 1 były pierwotnie cynowane na całej powierzchni siatki ołowianej, co oznacza, że każda listwa była dodatkowo pokryta warstwą cyny. Rozwiązanie to miało na celu wzmocnienie całej konstrukcji i zwiększenie sztywności oszklenia. Tę samą zasadę zachowano również w trakcie prac konserwatorskich. Cynowanie stosowano zarówno przy miejscowych uzupełnieniach i flekowaniu poszczególnych fragmentów, jak i przy całościowych rekonstrukcjach oraz aranżacjach, dążąc do zachowania zgodności technologicznej z pierwotnym sposobem wykonania witraży (Il. 347–356). Nowe listwy ołowiane tam,

gdzie było to konieczne patynowano na ciemny grafitowy kolor czarną patyną do cyny i ołowiu⁴⁰³.

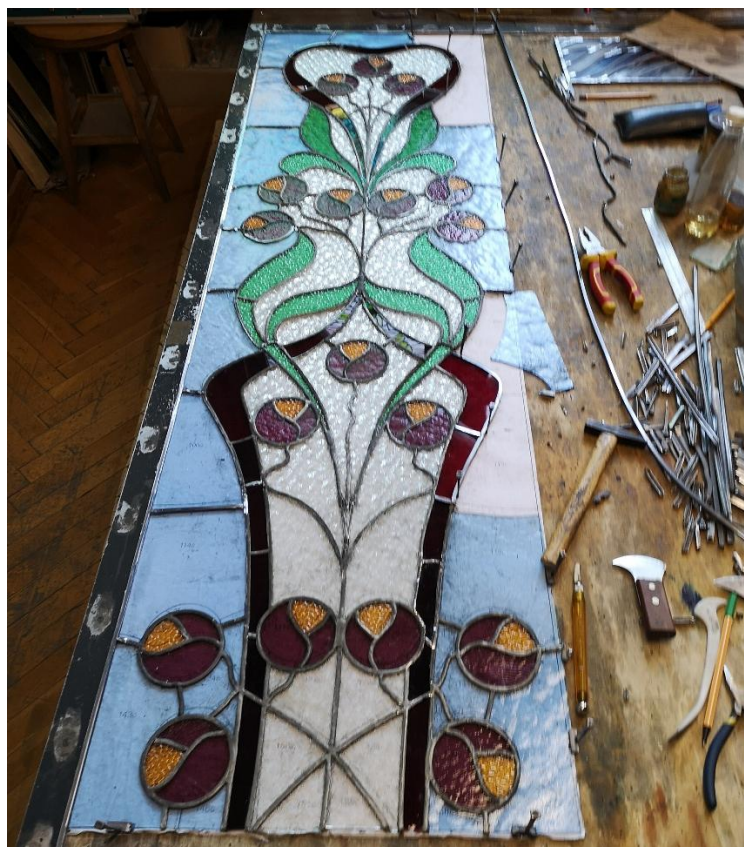


Il. 347. Uzupełnianie i rekonstrukcja listew ołowianych kwatery I2c witraży z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 348. Uzupełnianie i rekonstrukcja listew ołowianych kwatery I2b witraży z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).

⁴⁰³ Patyna czarna uniwersalna do cyny i ołowiu zawiera w składzie kwas azotowy i związki selenu.



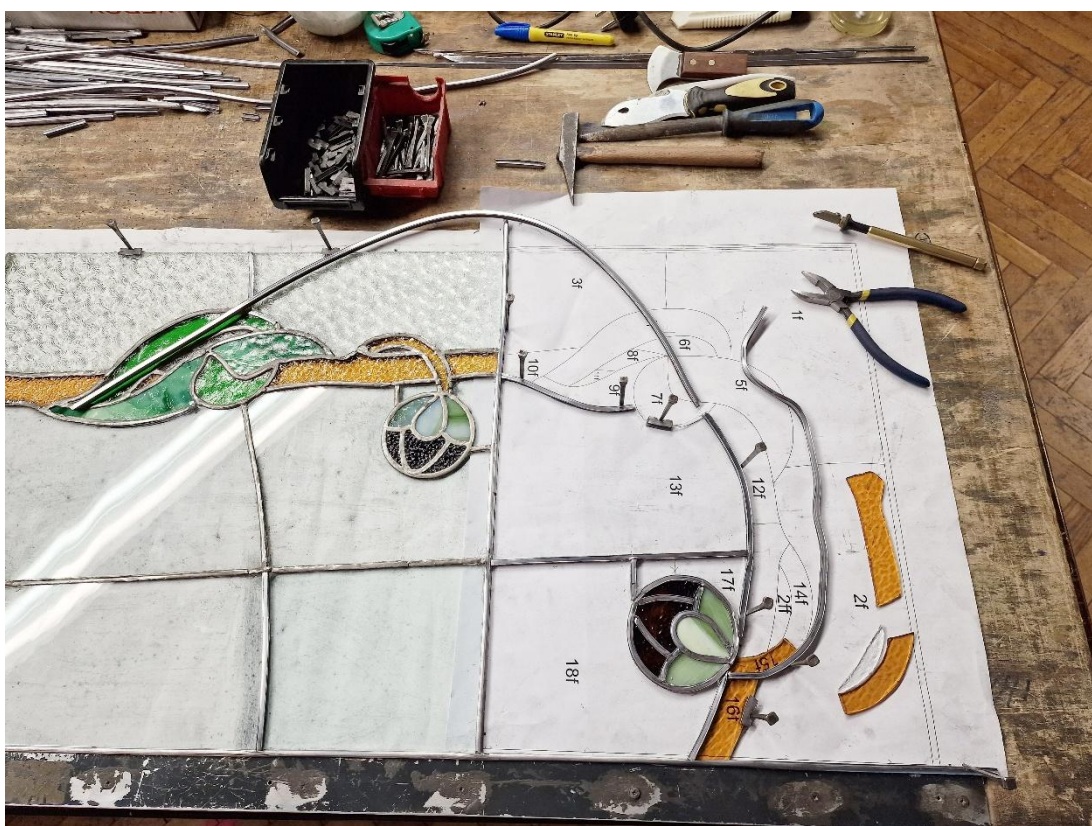
Il. 349. Uzupełnianie listew ołowianych kwatery II2a witraży z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 350. Składanie nowej kwatery II1a witraży z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 351. Uzupełnianie listew ołowianych kwatery III2a witraży z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 352. Uzupełnianie listew ołowianych i częściowa aranżacja kwatery IV2a witraży z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 353. Uzupełnianie listew ołowianych i częściowa rekonstrukcja bordiury gomółkowej witraży z kamienicy przy ul. Jagiellończyka 6 (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 354. Rekonstrukcja bordiury gomółkowej witraży z kamienicy przy ul. Jagiellończyka 6 (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 355. Uzupełnianie listew ołowianych kwatery 1a witraży z budynku przy Placu Rapackiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 356. Uzupełnianie listew ołowianych kwatery 2b/1a witraży z budynku przy Placu Rapackiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).

3.4.9. Kitowanie i dodatkowe usztywnienia konstrukcyjne

Wszystkie kwatery oprawione w listwy ołowiane poddano procesowi kitowania, którego celem było dodatkowe wzmocnienie oraz usztywnienie konstrukcji witraży. Zabieg ten stanowi istotny etap prac montażowo-konserwatorskich, ponieważ poprawia stabilność oszklenia. W miejscach, w których wcześniej przeprowadzono klejenie pękniętych elementów szklanych, spoiny zabezpieczono tymczasowo kawałkami taśmy papierowej, aby ochronić je podczas dalszych etapów opracowania.

Do kitowania zastosowano gotową masę kredowo-pokostową firmy Soudal⁴⁰⁴, którą rozcieńczano pokostem lnianym do uzyskania konsystencji umożliwiającej nakładanie jej pędzlem. Tak przygotowany kit wprowadzano starannie w szczeliny pomiędzy szkłem a ołowiem z obu stron każdej kwatery witrażowej, tak aby masa możliwie równomiernie wypełniła przestrzeń konstrukcyjne i zapewniła odpowiednie zespolenie poszczególnych elementów. Nadmiar kitu usuwano z kwater drobnymi trocinami drzewnymi pocierając je szczotkami nylonowymi (Il. 357–363).

Witraże z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 oraz z budynku przy Placu Rapackiego 1 zostały dodatkowo wzmocnione od strony odwrocia za pomocą wiatrownic wykonanych ze stali ocynkowanej o przekroju 1 × 3,6 mm (ul. Poniatowskiego 1) i 2 × 6 mm (Plac Rapackiego 1). Elementy te przylutowano punktowo do listew ołowianych, węższą stroną, co pozwoliło zwiększyć sztywność całych kwater bez nadmiernej ingerencji w ich wygląd. Było to rozwiązanie istotne z punktu widzenia bezpieczeństwa konstrukcyjnego i trwałości oszklenia (Il. 364).

Ponadto w witrażach budynku przy Placu Rapackiego 1 przywrócono również historyczne stalowe wiatrownice. Po ich demontażu elementy te zostały oczyszczone metodą piaskowania, a następnie zabezpieczone przez malowanie proszkowe na kolor ciemnego grafitu. Po przeprowadzeniu tych zabiegów zamontowano je ponownie od strony wewnętrznej, mocując do listew ołowianych za pomocą przylutowanych drucików miedzianych. Dzięki temu przywrócono nie tylko ich funkcję wzmacniającą, ale również rozwiązanie zgodne z wcześniejszym sposobem stabilizacji witraży (Il. 365).

⁴⁰⁴ Naturalny kit szklarski na bazie oleju lnianego, modyfikowany żywicami syntetycznymi. Producent Soudal, Polska.



Il. 357. Zabezpieczanie klejonych miejsc szkła taśmą papierową, przed kitowaniem kwatery I2b witraży z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 358. Kitowanie kwatery IV2a witraży z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 359. Kitowanie kwatery IIIa witraży z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 360. Czyszczenie kwatery IIa trocinami po kitowaniu.
Witraże z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 361. Kitowanie kwater witraży gomółkowych z kamienicy przy ul. Jagiellończyka 6
(Fot. Adam Kaźmierczak).



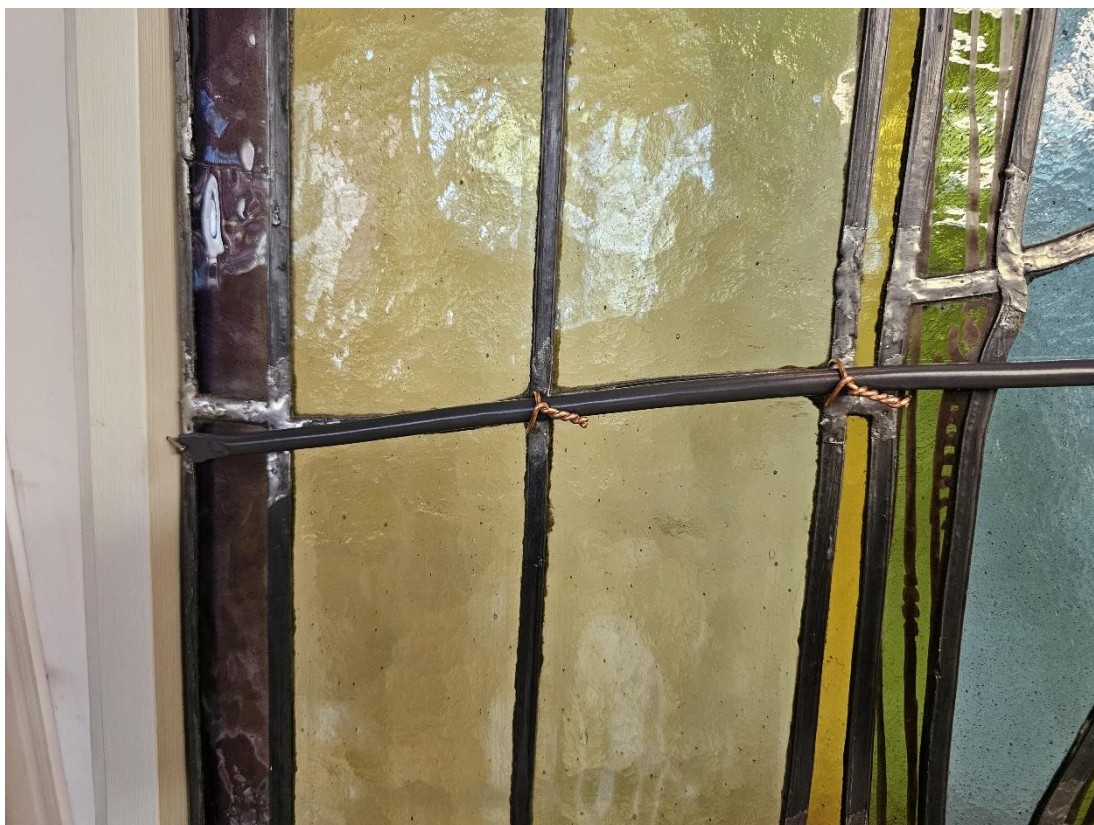
Il. 362. Zabezpieczenie klejonych pęknięć szkła taśmą papierową przed kitowaniem witraży z budynku przy Placu Rapackiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 363. Czyszczenie trocinami po kitowaniu witraży z budynku przy Placu Rapackiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 364. Przylutowywanie wiatrownic ze stali ocynkowanej do kwatery I2b witraży z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 365. Montaż stalowej wiatrownicy po konserwacji do kwatery 1a witraży z budynku przy Placu Rapackiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).

3.4.10. Uzupełnianie ubytków warstw malarskich oraz scalenie kolorystyczne technikami na „zimno”

Do uzupełniania ubytków warstw malarskich oraz scalenia kolorystycznego szkła witrażowego techniką na zimno⁴⁰⁵ stosuje się barwne materiały powłokotwórcze, które powinny charakteryzować się wysoką stabilnością barwy oraz dobrą adhezją do podłoża. Trwałość barwnej powłoki zależy zarówno od chemicznej natury spoiwa, jak i od właściwości zastosowanego pigmentu lub barwnika. Substancje barwiące powinny być rozpuszczalne w wybranym spoiwie, wzajemnie kompatybilne lub rozdrobnione do takiego stopnia, aby nie powodowały rozpraszania światła⁴⁰⁶.

⁴⁰⁵ Potoczne określenie techniki „na zimno” odnosi się do sposobu uzupełniania ubytków warstwy malarskiej lub barwy szkła bez konieczności wypalania w wysokiej temperaturze. Zabieg polega na zastosowaniu farb retuszerskich przygotowanych na bazie pigmentu lub barwnika połączonego ze spoiwem, bądź gotowych farb do szkła, których utrwalaanie następuje w wyniku odparowania rozpuszczalnika. W takim znaczeniu określenie to będzie stosowane w dalszej części niniejszej pracy.

⁴⁰⁶ Arletta Piasecka, Andrzej Podgórski, Alina Tomaszewska-Szewczyk, „Metody imitatorskie uzupełniania dekoracji emalierskiej – scalenie kolorystyczne”, *AUNC*, Zabytkoznawstwo i Konserwatorstwo XLVIII (Toruń: Wydawnictwo UMK, 2017), 352.

Ubytki warstw malarskich konturu, lazury srebrzej oraz patyny w witrażach z budynku przy Placu Rapackiego 1, a także ubytki koloru szkła powłokowego i mąconego w miejscach sklejeń w pozostałych przeszkleniach, uzupełniono techniką na zimno. Zastosowano spoiwo akrylowe w postaci 10% roztworu Paraloidu B-72 w Dowanolu, mieszane z odpowiednio dobranymi pigmentami. Do uzupełnień wykorzystano pigmenty firmy Kremer⁴⁰⁷, które przed użyciem rozcierano w moździerzu z dodatkiem etanolu. Zabieg ten umożliwiał dokładniejsze rozdrobnienie cząstek pigmentu. Przygotowane w ten sposób pigmenty następnie łączono ze spoiwem akrylowym, dostosowując proporcje mieszaniny do charakteru konkretnego ubytku oraz oczekiwanego efektu optycznego.

Transparentne uzupełnienia barwne w miejscach ubytków szkła wykonywano natomiast przy użyciu barwników Orasol firmy Kremer⁴⁰⁸, również łączonych z 10% Paraloidem B-72. Barwniki te uprzednio rozpuszczano w niewielkiej ilości alkoholu etylowego, co ułatwiało ich równomierne i stopniowe wprowadzenie do spoiwa (Il. 366–371).

Autor niniejszej pracy doktorskiej prowadził w ostatnich latach między innymi wstępne badania dotyczące odporności farb stosowanych na zimno do uzupełniania ubytków w witrażach⁴⁰⁹. Badania te wykraczały jednak poza zakres niniejszego opracowania. Jako główny cel przyjęto ocenę odporności tych materiałów na działanie promieniowania UV, uznawanego za jeden z najważniejszych czynników wpływających na trwałość uzupełnień barwnych eksponowanych na światło dzienne. W ramach wstępnych badań wykorzystano różne rodzaje farb do szkła, aby sprawdzić ich przydatność w praktyce konserwatorskiej. Ocenie poddawano nie tylko stabilność barwy, lecz również cechy użytkowe istotne podczas pracy, takie jak rozlewność, sposób układania się farby na szkło oraz stopień krycia.

Badaniami objęto kilka grup materiałów o odmiennym składzie technologicznym. Analizowano farby Marabu Glas ART, oparte na rozpuszczalnikach organicznych i spoiwie alkidowym, produkowane przez Marabu GmbH & Co. KG w Niemczech; Marabu Glas, oparte na spoiwie akrylowym, tego samego producenta; Idea Vetro na bazie

407 Czerń z winorośli nr 47000, kaput mortum odcień czerwony nr 48709, umbra palona brązowo-czarna nr 40720, ziemia zielona z Werony nr 41820, brąz Kaselski (brąz van Dyck) nr 41000. Producent Kremer Pigmente, Niemcy.

408 Solvent yellow 88, Solvent orange 99, Solvent orange 11, Solvent red 122, Spritrot 471, Solvent brown 43, Solvent blue 70. Producent Kremer Pigmente, Niemcy.

409 W ramach niniejszej pracy doktorskiej nie przedstawiono dokładnych wyników badań, które wymagają dużo szerszego omówienia, a jedynie ogólne rezultaty i spostrzeżenia.

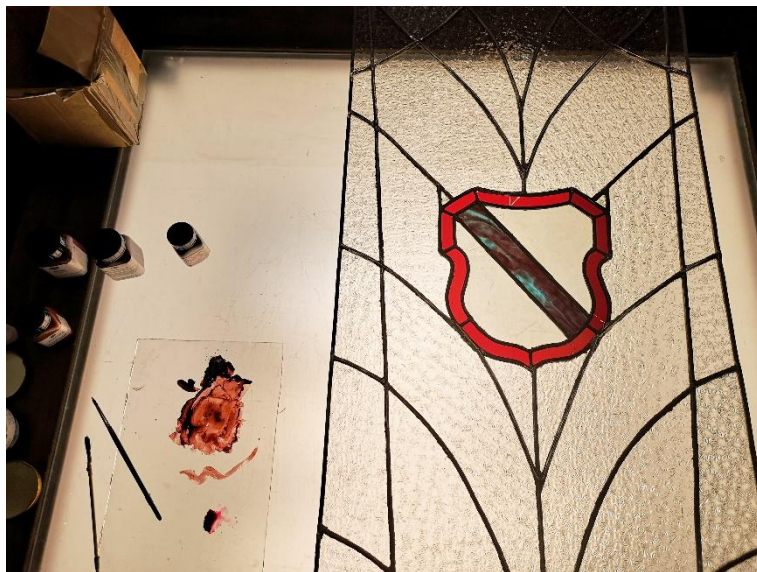
żywicy syntetycznych i rozpuszczalników organicznych, wytwarzaną przez firmę Maimeri we Włoszech; Amsterdam Glass Deco na bazie żywicy alkidowej i rozpuszczalników organicznych, produkowaną przez Talens w Holandii; a także farby własne, sporządzone na bazie pigmentów i barwników Orasol z 10% Paraloidu B72 w Dowanolu. Dobór ten pozwolił zestawić ze sobą zarówno gotowe produkty komercyjne jak i mieszaniny przygotowywane indywidualnie pod kątem potrzeb konserwatorskich.

Metodyka badań była celowo prosta, ale zarazem zbliżona do rzeczywistych warunków użytkowania. Na szklanych taflach pomalowano prostokątne pola w różnych kolorach dla każdej z badanych farb. Następnie część każdego pola starannie osłonięto z obu stron czarnym paskiem papieru, pozostawiając drugą część bez zabezpieczenia. Dzięki temu możliwe było późniejsze porównanie partii chronionej przed światłem z fragmentem poddanym bezpośredniemu działaniu promieni słonecznych. Tak przygotowane tafle eksponowano w oknie od strony południowej w pracowni, a więc w warunkach intensywnego nasłonecznienia. Raz w miesiącu próbki zdejmowano, odsłaniano zabezpieczone fragmenty, wykonywano dokumentację fotograficzną i oceniano zmiany optyczne okiem nieuzbrojonym. Obserwacje prowadzono systematycznie przez cztery lata, co pozwoliło uchwycić zarówno zmiany stosunkowo szybkie, jak i procesy degradacyjne ujawniające się dopiero po dłuższym czasie.

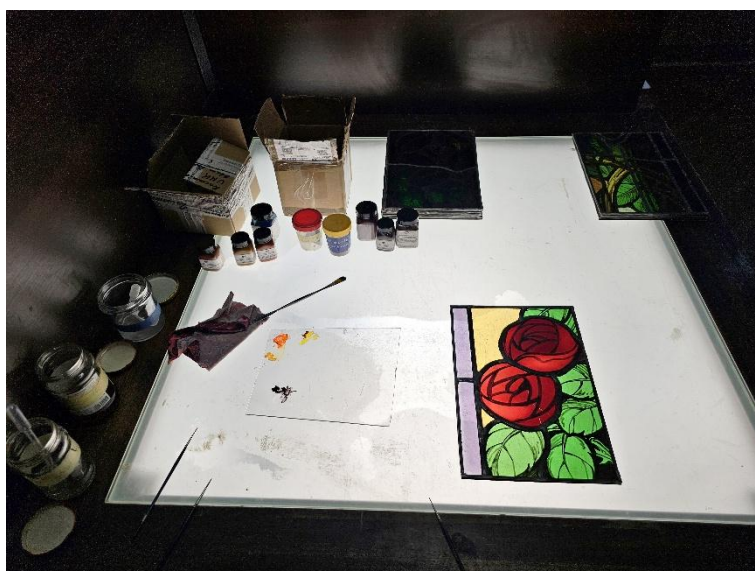
Wstępne wyniki tych badań nie są optymistyczne i wymagają jeszcze dalszej interpretacji, jednak już na obecnym etapie można sformułować kilka ogólnych wniosków. Przede wszystkim stwierdzono, że prawie wszystkie badane gotowe farby do szkła wykazują bardzo słabą odporność na bezpośrednie działanie światła słonecznego. Oznacza to, że ich stosowanie w uzupełnieniach przeznaczonych do długotrwałej ekspozycji powinno być traktowane z dużą ostrożnością. Najlepsze rezultaty — rozumiane jako zmiany zasadniczo niezauważalne gołym okiem — uzyskały farby własne oparte na pigmentach i barwnikach ze spoiwem akrylowym w postaci Paraloidu B72, a także gotowe farby Amsterdam Glass Deco, które obecnie nie są już dostępne w Polsce. Wyniki te sugerują, że to właśnie te materiały mogą mieć największy potencjał praktyczny spośród dotychczas testowanych, choć ich ocena powinna zostać uzupełniona o dalsze badania, obejmujące bardziej szczegółową analizę zmian koloru, transparentności i przyczepności warstwy malarskiej.

Materiałami używanymi do barwnych uzupełnień ubytków szkliw ceramicznych, które pod względem technologii i problematyki konserwatorskiej wykazują wiele analogii do uzupełnień wykonywanych na szkłe, zajmuje się między innymi Michał

Matuszczyk z Katedry Konserwacji i Restauracji Ceramiki i Szkła na Wydziale Ceramiki i Szkła ASP we Wrocławiu. W Toruniu powstała również praca magisterska w Katedrze Konserwacji-Restauracji Architektury i Rzeźby poświęcona bezpośrednio zagadnieniu uzupełniania warstw malarskich na witrażach Katarzyny Moskalik-Olobry⁴¹⁰. Przedstawione obserwacje mają znaczenie nie tylko praktyczne, lecz również metodologiczne, ponieważ mogą stanowić punkt wyjścia do dalszych, bardziej usystematyzowanych badań nad doбором farb do konserwatorskich uzupełnień witraży.

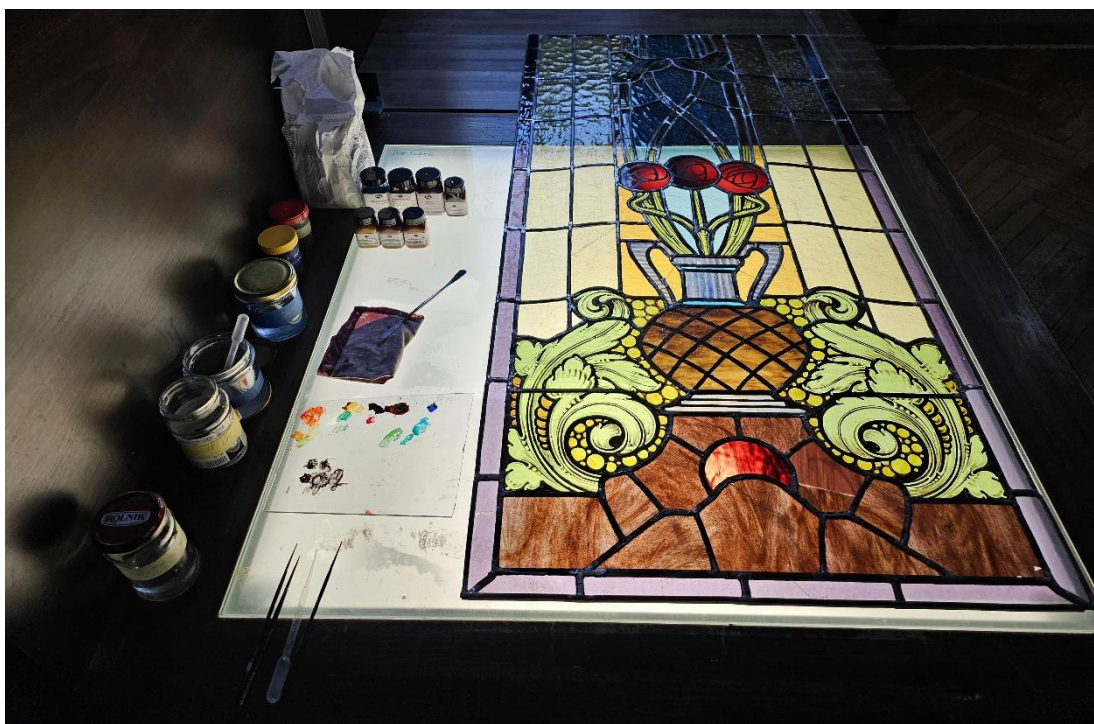


Il. 366. Scalanie kolorystyczne na zimno czerwonego szkła powłokowego kwatery I2b z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).

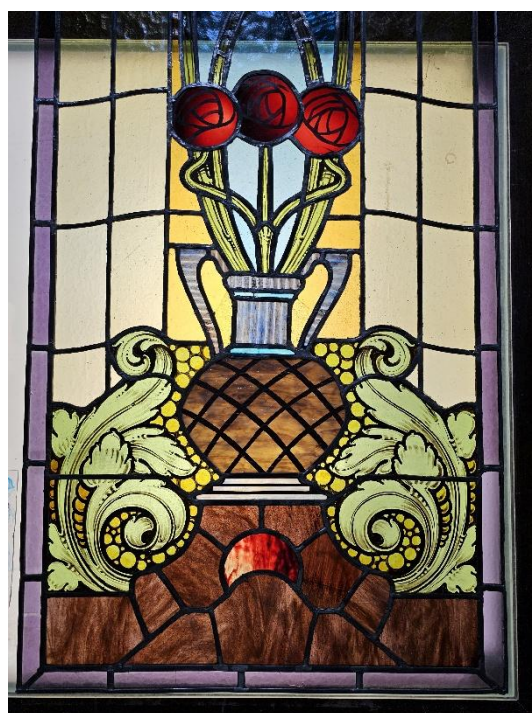
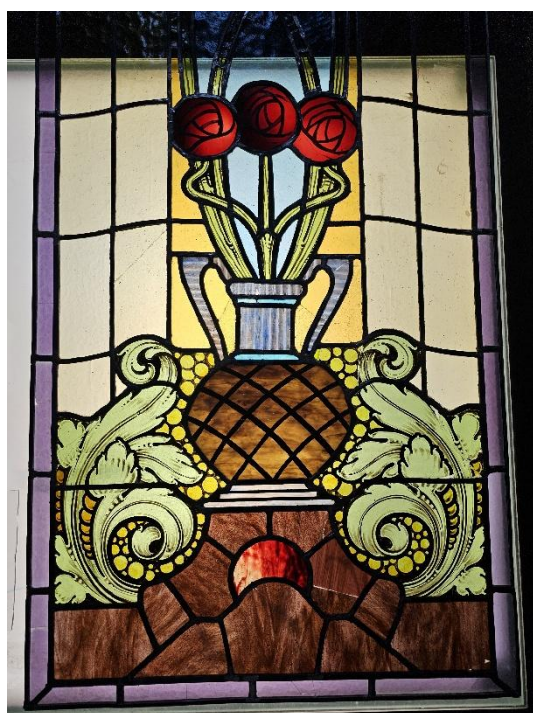


Il. 367. Scalanie kolorystyczne na zimno kwatery 2b z budynku przy Placu Rapackiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).

⁴¹⁰ Katarzyna Moskalik-Ołobry, „Metody uzupełniania malatury w konserwacji i restauracji witraży” (praca magisterska, Toruń 2018, archiwum KKRAiR UMK).



Il. 368. Scalanie kolorystyczne na zimno kwatery 1a z budynku przy Placu Rapackiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 369. Fragment kwatery 1a przed i po scaleniu kolorystycznym na zimno. Witraże z budynku przy Placu Rapackiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 370. Rozetka IA/1a przed i po scaleniu kolorystycznym na zimno z kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4 (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 371. Rozetka IIIA/7c przed i po scaleniu kolorystycznym na zimno z kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4 (Fot. Adam Kaźmierczak).

3.4.11. Problem konserwacji i restauracji stolarek okiennych

Równolegle do prac konserwatorskich i restauratorskich prowadzonych przy witrażach oraz oszkleniach ozdobnych realizowano w toruńskich budynkach również działania związane ze stolarką okienną⁴¹¹. W pierwszym etapie zdemontowano skrzydła okienne z witrażami oraz przeszklenia dekoracyjnymi, a następnie przewieziono je do pracowni. Okna z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 były zdemontowane w całości, razem z ramami okiennymi. Następnie wykonano odkrywki stratygraficzne w celu rozpoznania pierwotnej kolorystyki stolarki. Pozwoliło to ustalić historyczne nawarstwienia malarskie oraz określić zakres późniejszych przemalowań. Kolejnym etapem było usunięcie wtórnych powłok malarskich. Zabieg ten wykonywano metodą mechaniczną, przy użyciu skrobaków, cyklin i skalpeli, wspomaganą działaniem opalarek, a także metodą chemiczną z zastosowaniem preparatu do usuwania olejnych powłok malarskich Remosol oraz preparatu 3v3. Odślonięto śladowo zachowane warstwy oryginalnych kolorów.

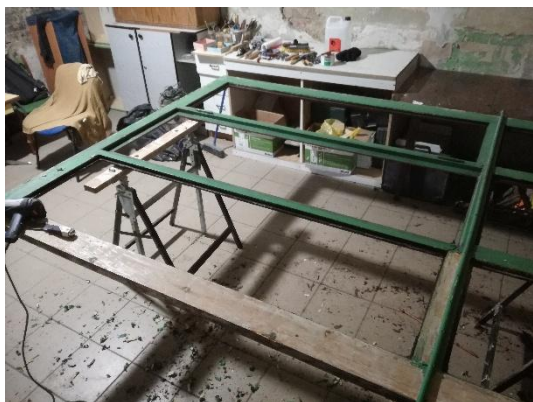
Po oczyszczeniu stolarki przeprowadzono dezynsekcję drewna środkiem owadobójczym Xirein, opartym na permetrynie. W miejscach osłabionych wykonano także lokalne wzmocnienie przy użyciu 10% Paraloidu B72 w toluenie. Równocześnie zabezpieczono elementy metalowe, w tym okucia stolarki okiennej, stosując preparat taninowy Cortanin F firmy Organika S.A., którego zadaniem było zahamowanie procesów korozyjnych i przygotowanie powierzchni do dalszych prac.

Ubytki drewna uzupełniono z zastosowaniem kilku metod, dobieranych zależnie od charakteru zniszczeń. Stosowano drewniane wstawki i fleki, a w wybranych miejscach również masę na bazie żywicy epoksydowej Araldite SV/HV 36. W skrzydłach okien pierwszego półpiętra kamienicy przy ul. Jagiellończyka 6 odtworzono ponadto profilowane szprosły w części środkowej. Luźne elementy konstrukcji sklejało klejami poliuretanowymi oraz klejami na bazie polioctanu winylu, przywracając stolarkom odpowiednią stabilność konstrukcyjną.

⁴¹¹ Prace przy oknach z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 wykonała Malwina Lewandowicz, z kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4 i 6 pracami kierowała Maja Dziurosz, natomiast przy oknach z Palcu Rapackiego 1 pracował autor niniejszej dysertacji oraz studentki i studenci III roku specjalność: konserwacja i restauracja rzeźby kamiennej i detalu architektonicznego: Sara de Tursi, Weronika Gradzik, Maciej Januszewski, Wiktoria Kosińska, Anastazja Kurach, Maria Leśniewicz, Julia Niemkiewicz, Paulina Pruss, Alicja Szerewicz, Jan Szramowski, Zuzanna Sztandarska i Malwina Szumska. Przy konserwacji witraży trzeciego i czwartego okna klatki schodowej kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 pomagała także studentka Joanna Kaźmierska.

Po zakończeniu napraw stolarkę zabezpieczono olejem lnianym, a następnie pomalowano farbami na bazie tego samego spoiwa. W obiekcie przy Placu Rapackiego 1 zastosowano farbę w kolorze białozółtawym firmy Ottosson, natomiast przy ul. Jagiellończyka 4 i 6 użyto farb firmy Allbäck o podobnym kolorze. Dzięki temu uzyskano wykończenie zgodne z historycznym charakterem stolarki oraz odpowiednie zabezpieczenie powierzchni drewna.

Odrębny sposób postępowania zastosowano w przypadku okien z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1. Tam wykonano dodatkowe uzupełnienia powierzchni z użyciem akrylowej masy Flügger Easy Filler. Następnie powierzchnie malarskie opracowano w systemie warstwowym: najpierw nałożono grunt zabezpieczający Flügger Interior Stop Primer, a jako warstwę nawierzchniową zastosowano turkusową farbę Caparol Capacryl PU-Satin. Pozwoliło to uzyskać trwałe wykończenie oraz właściwe dopasowanie kolorystyczne do charakteru obiektu (Il. 372–375).



Il. 372. Jedna z ram okiennych z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 w trakcie usuwania przemalowań (Fot. Malwina Lewandowicz).



Il. 373. Jedna z ram okiennych z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 w trakcie malowania na kolor turkusowy (Fot. Malwina Lewandowicz).



Il. 374. Jedno ze skrzydeł okiennych z budynku przy Placu Rapackiego 1 po usunięciu przemaalowań i uzupełnieniu ubytków drewna (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 375. Jedno ze skrzydeł okiennych z budynku przy Placu Rapackiego 1 w trakcie malowania białozółtawą farbą na bazie oleju lnianego (Fot. Adam Kaźmierczak).

3.4.12. Oszklenie ochronne

Oszklenie ochronne pełni istotną funkcję nie tylko w zakresie poprawy izolacyjności cieplnej budynku, lecz przede wszystkim jako zabezpieczenie witrażu przed oddziaływaniem czynników zewnętrznych. Chroni zabytkowe szklenie przed silnymi podmuchami wiatru, opadami atmosferycznymi, wnikaniami wody, zanieczyszczeniami środowiskowymi, a także przed uszkodzeniami wynikającymi z działalności człowieka, zarówno przypadkowymi, jak i celowymi. W praktyce stanowi więc jeden z podstawowych elementów profilaktyki konserwatorskiej, wpływający bezpośrednio na trwałość i bezpieczeństwo historycznych przeszkleń.

Prawidłowo zaprojektowane i wykonane oszklenie zewnętrzne powinno być dostosowane do specyfiki obiektu oraz charakteru chronionego witrażu. Istotny jest zarówno dobór odpowiedniego rodzaju szkła, jak i właściwie zaprojektowanej konstrukcji nośnej, która nie będzie powodować nadmiernych naprężeń, utrudniać wentylacji ani zakłócać odbioru estetycznego elewacji. Skuteczny system oszklenia ochronnego powinien zapewniać przede wszystkim szczelność od strony zewnętrznej, wentylację od strony wewnętrznej, umożliwiającą odprowadzanie wilgoci i zapobieganie kondensacji pary wodnej w przestrzeni międzyszybowej.

Szczególnie ważne znaczenie ma również zachowanie odpowiedniej odległości pomiędzy witrażem a oszkleniem ochronnym. Przestrzeń ta umożliwia prawidłową cyrkulację powietrza i ogranicza ryzyko niekorzystnych zmian mikroklimatycznych przy powierzchni zabytkowego szkła oraz listew ołowianych. W architekturze sakralnej przyjmuje się, że odległość ta powinna wynosić co najmniej 4–5 cm, co uznaje się za minimum pozwalające na bezpieczne funkcjonowanie układu ochronnego. Same kwatery witrażowe powinny być zamontowane na sucho, bez użycia zapraw i kitu szklarskiego⁴¹².

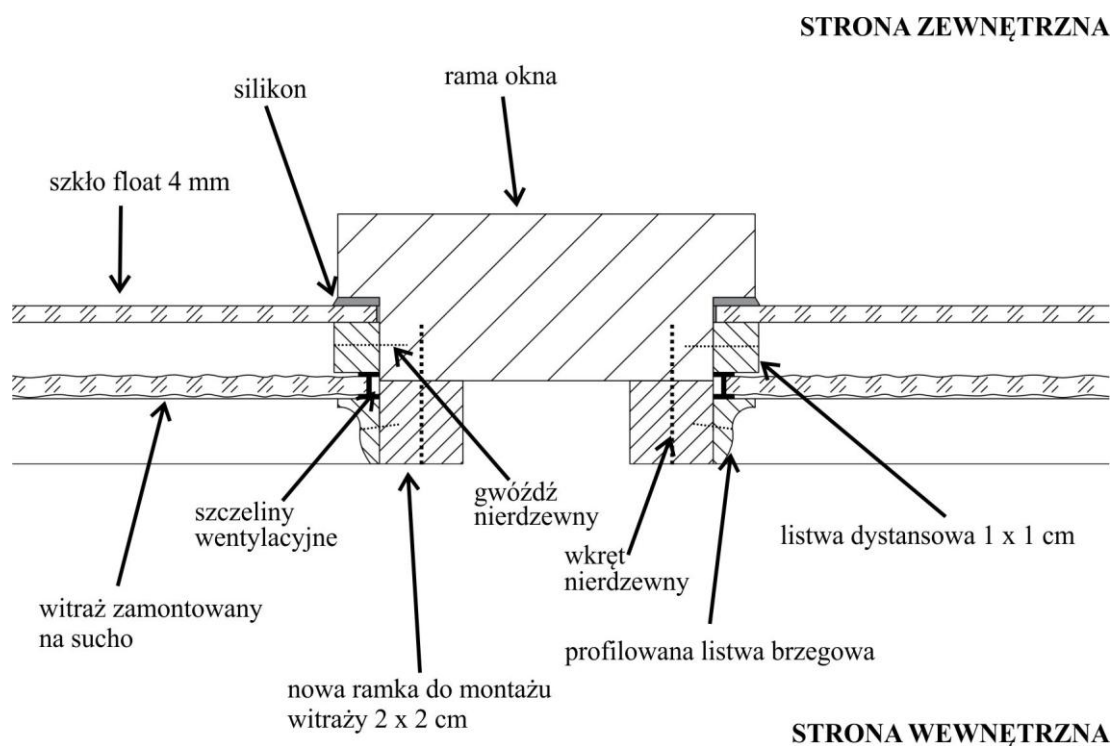
Szklenia ochronne wykonano dla witraży budynków przy ul. Poniatowskiego 1 oraz Placu Rapackiego 1. W przypadku pozostałych dwóch kamienic nie przewidziano tego rodzaju zabezpieczenia, ponieważ okna klatek schodowych wychodzą na tzw. studnie, które są obecnie zadaszone, a tym samym w znacznym stopniu osłonięte przed bezpośrednim oddziaływaniem czynników atmosferycznych.

Jednym z najważniejszych problemów projektowych okazała się konstrukcja samych okien klatek schodowych. W obu przypadkach były to proste okna krosnowe, ze skrzydłami o nieskomplikowanej budowie, z prostymi ramiakami i fazowaniami. Założeniem nadrzędnym było zachowanie historycznej stolarki okiennej, dlatego przyjęta koncepcja nie przewidywała jej wymiany na nową. Opracowano rozwiązanie polegające na wykonaniu dodatkowych drewnianych ramek nośnych dla kwater witrażowych od strony wnętrza, mocowanych do ramiaków okna oraz do skrzydeł ruchomych. Rozwiązanie to wiązało się wprawdzie z pewną ingerencją w wizualny odbiór okien, jednak wykonano je w sposób możliwie dyskretny, tak aby nie dominowało nad historyczną formą stolarki. Jednocześnie nowa konstrukcja została zaprojektowana i zamontowana w taki sposób, aby w przyszłości możliwy był jej demontaż, co stanowiło jedno z kluczowych założeń całego projektu.

W oknach kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 zastosowano proste ramki nośne o przekroju 2 × 2 cm, które stanowiły przedłużenie światła poszczególnych kwater. Zostały one zamocowane przy użyciu kleju na bazie polioctanu winylu oraz nierdzewnych wkrętów. Oszklenie ochronne wykonano ze szkła okiennego typu float o grubości 4 mm, które wklejono od strony wewnętrznej w oryginalny felc przy użyciu

⁴¹² Paweł Karaszkiewicz, „Oszklenie zewnętrzne witraży – teoria i praktyka”, w *Witraże – dziedzictwo cenne czy niechciane?* (Kraków – Legnica: Stowarzyszenie Miłośników Witraży AVP, 2017), 139–141; Sławomir Oleszczuk, „Oszklenia ochronne zabytkowych witraży – na przykładzie witraży z kaplicy św. Anny na Zamku Wysokim w Malborku oraz kościoła św. Aniołów Stróżów w Wałbrzychu”, w *Witraże na Śląsku*, red. Teresa Dudek-Bujarek (Katowice: Stowarzyszenie Historyków Sztuki – Oddział Górnośląski w Katowicach, 2002), 143–150.

bezbarwnego, neutralnego kleju silikonowego (Rys. 6). Wybór tego rodzaju szkła był podyktowany zarówno względami finansowymi, jak i usytuowaniem okien, wychodzących na wąski, wewnętrzny dziedziniec, gdzie walory optyczne szkła np. walcowanego nie miały aż tak istotnego znaczenia. Na powierzchni szyby osadzono listwy dystansowe o przekroju 1×1 cm, które przymocowano nierdzewnymi gwoździkami do boków felcu ram okiennych (Il. 376, 377).



Rys. 6. Projekt oszklenia ochronnego i montażu witraży po pracach konserwatorskich i restauratorskich kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 (Rys. Adam Kaźmierczak).



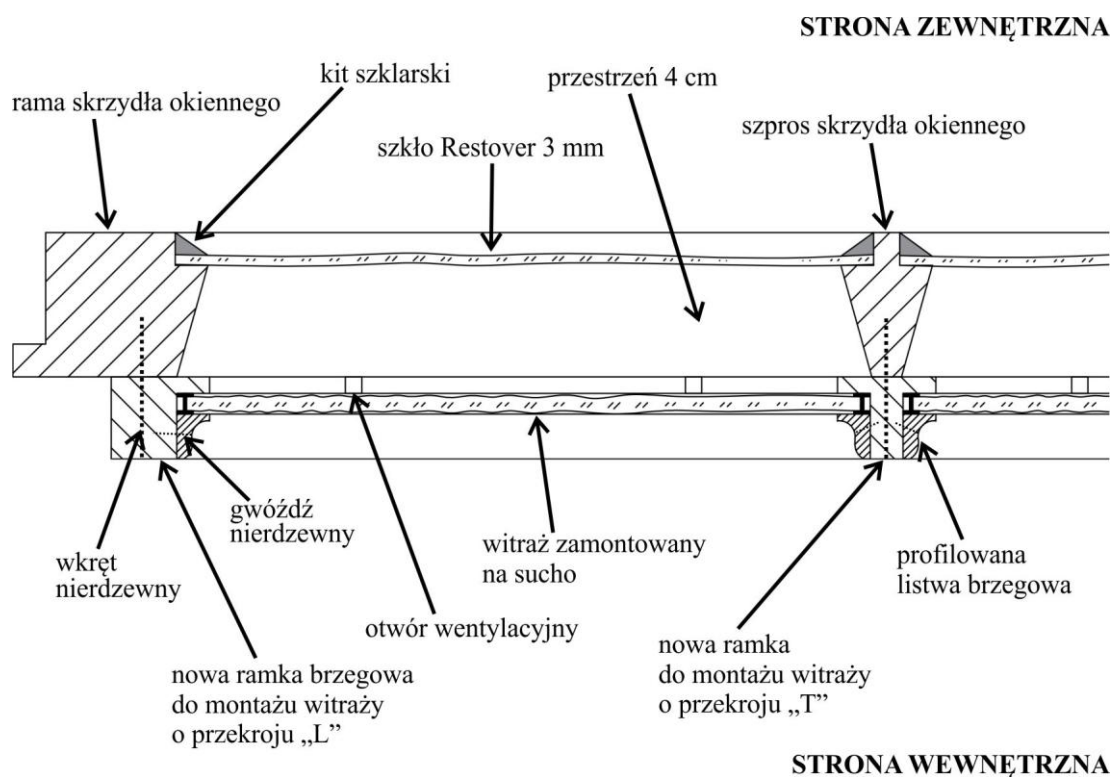
Il. 376. Montaż nowych ramek dla witraży po pracach konserwatorskich i restauratorskich
Z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 (Fot. Malwina Lewandowicz).



Il. 377. Montaż oszklenia ochronnego w ramy okna z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1
(Fot. Adam Kaźmierczak).

W oknach budynku przy Placu Rapackiego 1 przyjęto nieco inne rozwiązanie, wynikające ze specyfiki obiektu. Oszklenie ochronne wykonano tam ze szkła walcowanego Schott Restover light o grubości 3 mm, które osadzono w pierwotnym felcu od strony zewnętrznej, stosując sztyfty oraz kit szklarski Soudal. Kit ten następnie pomalowano na kolor stolarki okiennej. Konstrukcję nośną utworzono z listew o przekroju litery „L” $3 \times 2,5$ cm (na obwodzie skrzydeł okiennych) oraz z listew wewnętrznych zastosowanych w skrzydłach górnych, o przekroju odwróconej litery „T”, również o wymiarach $3 \times 2,5$ cm (Rys. 7). W każdej poziomej listwie od spodu wykonano pionowe otwory o szerokości około 0,5 cm, które pełnią funkcję otworów wentylacyjnych dla oryginalnych witraży. Listwy zamocowano za pomocą kleju na bazie polioctanu winylu oraz nierdzewnych wkrętów. Ostatecznie uzyskana odległość pomiędzy witrażem a oszkleniem ochronnym wyniosła 4 cm (Il. 378–381).

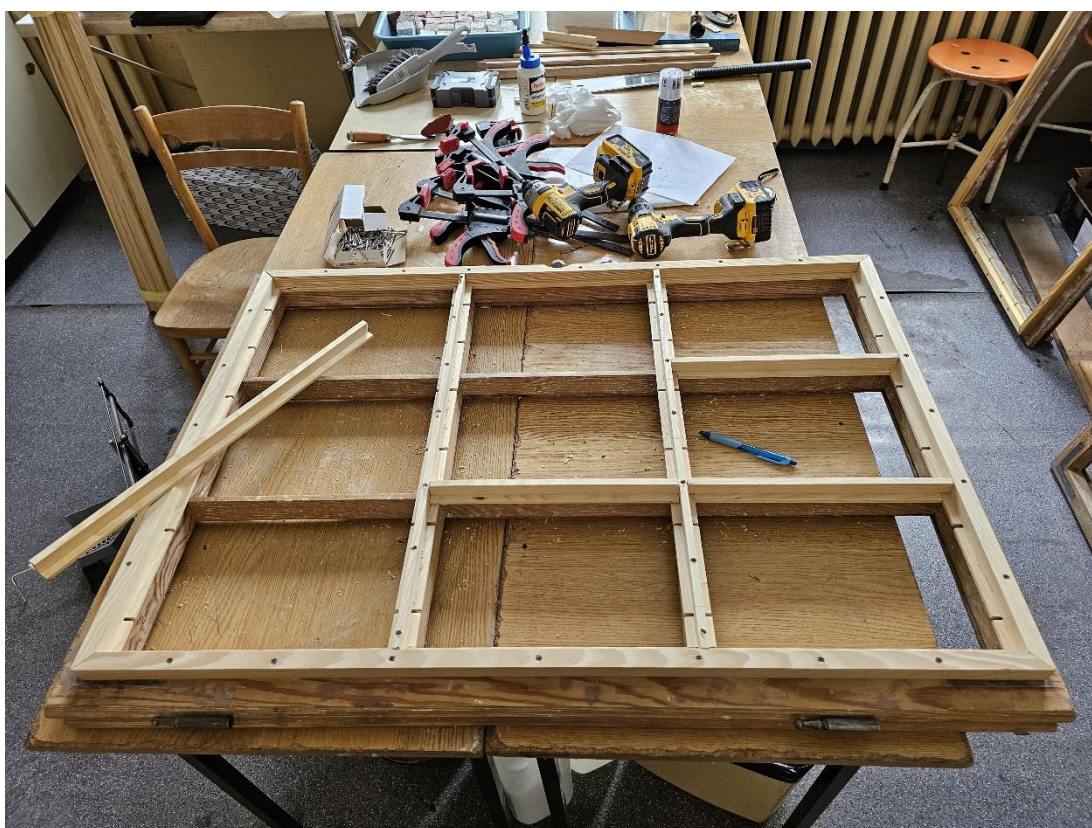
Przyjęte rozwiązania miały na celu pogodzenie kilku istotnych wymagań: skutecznej ochrony witraży przed czynnikami zewnętrznymi, zachowania historycznej stolarki, ograniczenia poważnej ingerencji w wygląd okien oraz zapewnienia odwracalności zastosowanych konstrukcji.



Rys. 7. Projekt oszklenia ochronnego i montażu witraży po pracach konserwatorskich i restauratorskich budynku przy Placu Rapackiego 1 (Rys. Adam Kaźmierczak).



Il. 378. Nacinanie otworów wentylacyjnych w nowych ramach montażowych dla witraży z budynku przy Placu Rapackiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 379. Montaż nowych ramek montażowych dla witraży z budynku przy Placu Rapackiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 380. Skrzydło okienne 2b po zamontowaniu nowych ramek dla witraży z budynku przy Placu Rapackiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 381. Skrzydło okienne 2b po zamontowaniu nowych ramek dla witraży z budynku przy Placu Rapackiego 1. Widoczne otwory wentylacyjne na poziomych listwach
(Fot. Adam Kaźmierczak).

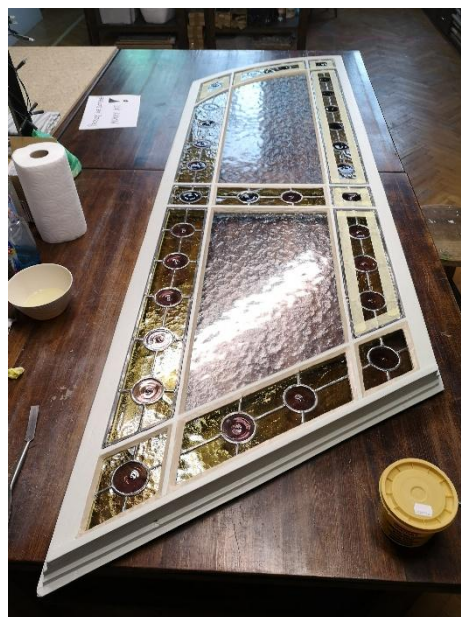
3.4.13. Montaż witraży i oszklenia ozdobnego

Po zakończeniu prac konserwatorskich i restauratorskich witraże oraz oszklenia ozdobne zamontowano ponownie metodą suchego montażu, z wyjątkiem jednego przypadku. Przyjęte rozwiązania miały na celu nie tylko stabilne osadzenie przeszkleń, lecz również umożliwienie ich możliwie łatwego demontażu w przyszłości, co pozostaje istotne z punktu widzenia dalszej opieki konserwatorskiej.

Witraże gomółkowe oraz szkła ornamentowe z kamienicy przy ul. Jagiellończyka 6 osadzono w felcach skrzydeł okiennych w sposób tradycyjny, z użyciem nierdzewnych gwoździków oraz kitu szklarskiego firmy Soudal. W pierwszej kolejności przykładano kwatery witrażowe i stabilizowano je za pomocą gwoździków. Następnie tafle szkła osadzano na warstwie kitu i również unieruchamiano gwoździkami. Po ustabilizowaniu wszystkich elementów nakładano kit brzegowy, który starannie fazowano sztywną szpachelką, a następnie malowano na kolor ram okiennych (Il. 382–384).



Il. 382. Montaż kwater witrażowych i szkieł w ramy okienne z kamienicy przy ul. Jagiellończyka 6 (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 383. Nakładanie kitu szklarskiego na oszklenie ram okiennych z kamienicy przy ul. Jagiellończyka 6 (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 384. Opracowywanie kitu szklarskiego na oszkleniach ram okiennych z kamienicy przy ul. Jagiellończyka 6 (Fot. Adam Kaźmierczak).

Oszklenie ozdobne z kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4 zamontowano przy użyciu drewnianych listewek o przekroju trójkątnym, pomalowanych na kolor stolarki okiennej i przybitych do boków felcu nierdzewnymi gwoździkami. Rozwiązanie to pozwoliło na pewne i estetyczne osadzenie dekoracyjnych tafli, a jednocześnie ograniczyło ingerencję w ich strukturę (Il. 385, 386). Szczególny przypadek stanowiła silnie zniszczona rozetka IIIA/7c, którą dla dodatkowej ochrony zdublowano na sucho dwoma kawałkami szkła typu float o grubości 2 mm, umieszczonymi po obu stronach dekoru (Il. 387).



Il. 385. Montaż oszklenia ozdobnego na drewniane listewki z kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4
(Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 386. Oszklenie ozdobne po montażu na drewniane listewki z kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4 (Fot. Adam Kaźmierczak).



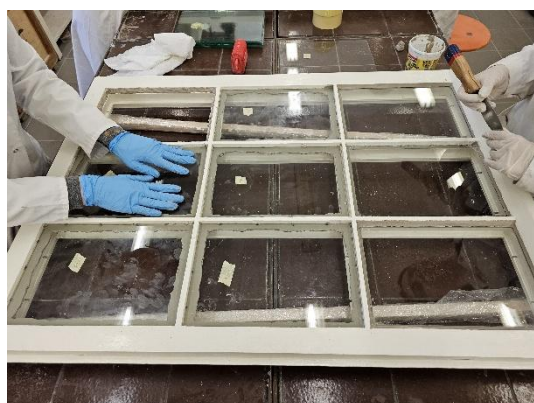
Il. 387. Zdublowana na sucho rozetka IIIA/7c dwoma szklami float 2 mm z kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4 (Fot. Adam Kaźmierczak).

Witraże kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 oraz budynku przy Placu Rapackiego 1 zamontowano również z zastosowaniem profilowanych, ozdobnych listewek. Taki sposób mocowania ma istotną zaletę praktyczną, ponieważ umożliwia stosunkowo szybki i łatwy demontaż przeszkleń w razie potrzeby przeprowadzenia przyszłych zabiegów konserwatorskich lub naprawczych. Dodatkowo pozostawione miejscowo niewielkie nieszczelności sprzyja cyrkulacji powietrza od strony wewnętrznej, co ma szczególne znaczenie w przypadku witraży z kamienicy przy

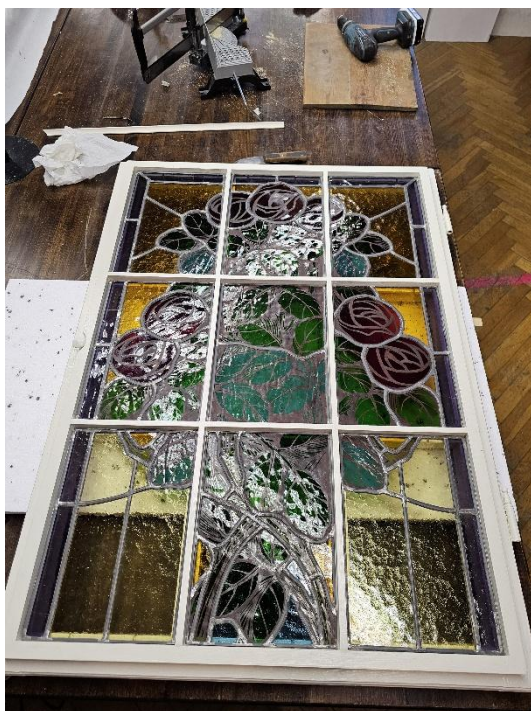
ul. Poniatowskiego 1, gdzie odległość między szkłem ochronnym a witrażem jest stosunkowo niewielka (Il. 388, 390–393).



Il. 388. Fragment witraży w kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 po montażu na drewniane listewki (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 389. Montaż szklenia ochronnego na kit szklarski z budynku przy Placu Rapackiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 390. Montaż witraży w skrzydła okienne
z budynku przy Placu Rapackiego 1
(Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 391. Witraże po montażu na drewniane listewki
z budynku przy Placu Rapackiego 1
(Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 392. Fragment skrzydła okiennego po
zamontowaniu witraży na drewniane listewki
z budynku przy Placu Rapackiego 1
(Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 393. Fragment skrzydła okiennego po
zamontowaniu witraży i z widocznym
opracowanym kitem szklarskim oszklenia
ochronnego po stronie zewnętrznej z budynku
przy Placu Rapackiego 1
(Fot. Adam Kaźmierczak).

3.4.14. Dokumentowanie – mapy zniszczeń oraz oznaczenia zakresu ingerencji konserwatorskich

Jednym z bardzo istotnych zagadnień związanych z pracami konserwatorsko-restauratorskimi przy witrażach i oszkleniach ozdobnych jest wspomniana wcześniej dokumentacja fotograficzna. Stanowi ona podstawowy zapis stanu obiektu przed rozpoczęciem działań, w ich trakcie oraz po zakończeniu prac, umożliwiając zarówno analizę techniczną, jak i późniejszą ocenę przeprowadzonych zabiegów.

Drugą, równie ważną formą rejestracji jest dokumentacja rysunkowa stanu zachowania oraz mapa ingerencji konserwatorskich. Tego rodzaju opracowania pozwalają w sposób uporządkowany i czytelny przedstawić rozmieszczenie uszkodzeń, przekształceń, wtórnych nawarstwień, wcześniejszych napraw oraz zakres i charakter przeprowadzonych interwencji. W przeciwieństwie do dokumentacji fotograficznej, która oddaje rzeczywisty wygląd obiektu, rysunek konserwatorski umożliwia syntetyczne uchwycenie konkretnych problemów technologicznych i konserwatorskich.

Mapy zniszczeń oraz mapy ingerencji konserwatorskich wykonywano, wszędzie tam, gdzie było to możliwe, dla obu stron obiektu, co miało szczególne znaczenie w przypadku witraży i oszkleń, których lico i odwrocie często różnią się zarówno stanem zachowania, jak i zakresem dawnych lub współczesnych działań. Rysunki te opatrywano odpowiednimi legendami, opracowanymi w oparciu o wytyczne Corpus Vitrearum, co pozwoliło zachować spójność oznaczeń, ujednolicić sposób opisu oraz dostosować dokumentację do powszechnie przyjętych standardów badania i opracowywania zabytkowych przeszkleń. Dzięki temu dokumentacja zyskuje nie tylko wartość praktyczną, ale również naukową i porównawczą.

Wszystkie rysunki wykonano w programie AutoCAD (Aneks I).



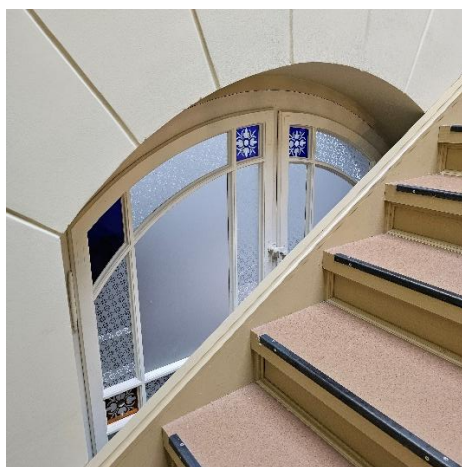
Il. 394. Oszklenie ozdobne okna I półpiętra klatki schodowej kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4 po pracach konserwatorskich i restauratorskich (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 395. Oszklenie ozdobne okna II półpiętra klatki schodowej kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4 po pracach konserwatorskich i restauratorskich (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 396. Oszklenie ozdobne okna IV półpiętra klatki schodowej kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4 po pracach konserwatorskich i restauratorskich. W trakcie trwania prac nadbudowano ostatnie piętro kamienicy wstawiając dodatkowy bieg schodów (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 397. Oszklenie ozdobne okna IV półpiętra klatki schodowej kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4 po pracach konserwatorskich i restauratorskich. Górna część okna (Fot. Adam Kaźmierczak).



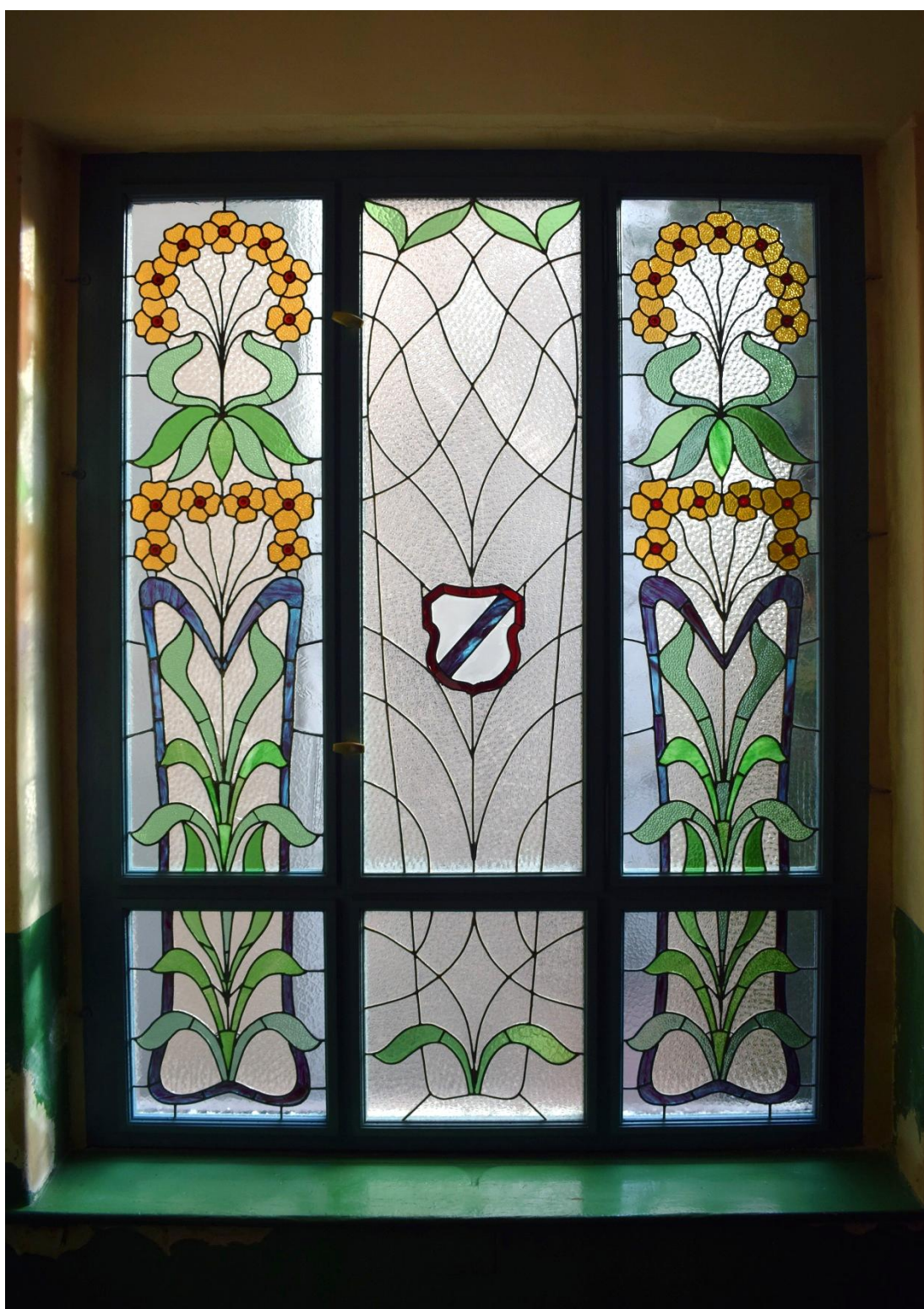
Il. 398. Witraże i oszklenia dekoracyjne okna I półpiętra klatki schodowej kamienicy przy ul. Jagiellończyka 6 po pracach konserwatorskich i restauratorskich (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 399. Witraże i oszklenia dekoracyjne okna II półpiętra klatki schodowej kamienicy przy ul. Jagiellończyka 6 po pracach konserwatorskich i restauratorskich (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 400. Witraże i oszklenia dekoracyjne okna III półpiętra klatki schodowej kamienicy przy ul. Jagiellończyka 6 po pracach konserwatorskich i restauratorskich (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 401. Witraże mozaikowe okna I półpiętra klatki schodowej kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 po pracach konserwatorskich i restauratorskich (Fot. Adam Kaźmierczak).



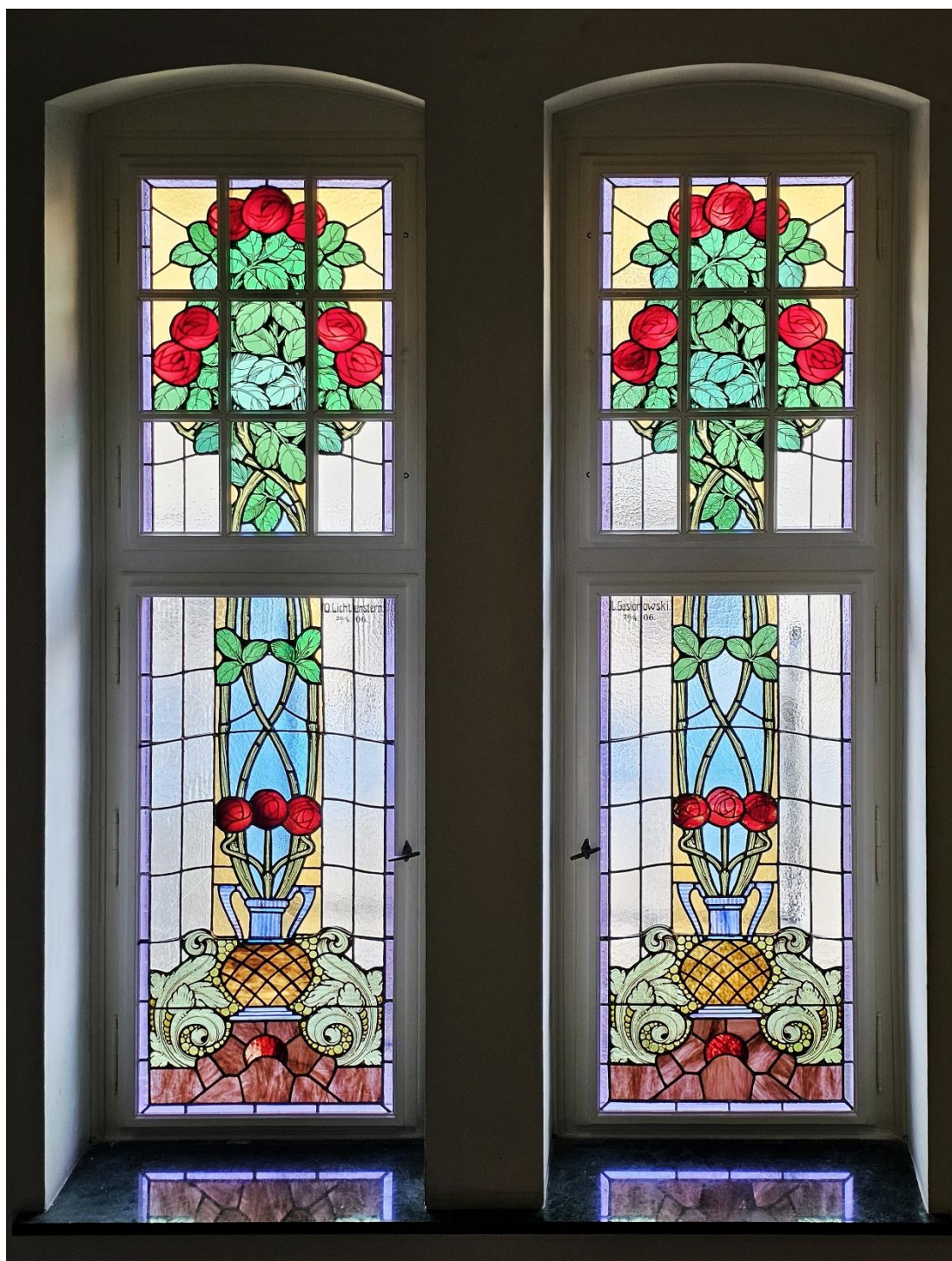
Il. 402. Witraże mozaikowe okna II półpiętra klatki schodowej kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 po pracach konserwatorskich i restauratorskich (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 403. Witraże mozaikowe okna III półpiętra klatki schodowej kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 po pracach konserwatorskich i restauratorskich (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 404. Witraże mozaikowe okna IV półpiętra klatki schodowej kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 po pracach konserwatorskich i restauratorskich (Fot. Adam Kaźmierczak).



Il. 405. Witraże okna klatki schodowej budynku Collegium Maximum przy Placu Rapackiego 1 po pracach konserwatorskich i restauratorskich (Fot. Adam Kaźmierczak).

Podsumowanie

W pracy doktorskiej zaprezentowano problematykę technologiczną i konserwatorską witraży i oszkleń ozdobnych zachowanych w toruńskich kamienicach z końca XIX i początku XX w. W szeroko zakrojonych, wieloaspektowych badaniach starano się wykazać spójność metod badawczych w zakresie tematyki: historyczno-artystycznej, materiałoznawczej oraz wykorzystania ich w praktyce konserwatorsko-restauratorskiej. Dzięki takiemu założeniu omawiane obiekty zostały przedstawione nie tylko jako element dekoracji architektonicznej, lecz także jako złożone technologicznie obiekty, których prawidłowe rozpoznanie wymaga analizy szkła, siatki ołowianej, stolarki, wcześniejszych napraw oraz warunków ekspozycji.

Istotnym rezultatem w podjęciu badań nad tym tematem było uporządkowanie wiedzy o świeckich witrażach i oszkleniach ozdobnych Torunia rozpatrywanych na tle zjawisk ogólnopolskich i europejskich. Analiza toruńskich przykładów pozwoliła pokazać ich funkcję estetyczną, użytkową i reprezentacyjną w przestrzeni mieszczańskiej. Witraże, szkła ornamentowe, gomółki, kaboszony, rozetki, szkła mączone, katedralne, walcowane i inne typy dekoracyjnych przeszkleń ukazano jako ważny składnik wystroju sieni, klatek schodowych, nadświetli i okien mieszkań. W tym ujęciu przeszklenia te nie są jedynie detalem, ale częścią programu architektonicznego i kultury materialnej miasta przełomu XIX i XX w.

W rozwiązaniu tak szeroko zakrojonej problematyce technologiczno-badawczej szczególne znaczenie miały przeprowadzone badania fizyko-chemiczne szkła oraz listew ołowianych. Objęły one m. in. witraże i oszklenia z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1, a także wybrane kwatery lub fragmenty z obiektów przy ul. Bydgoskiej 50–52, ul. Mostowej 9 oraz ul. Jagiellończyka 6. Zastosowano szerokie spektrum metod analitycznych: SEM-EDS, ED-XRF, LA-ICP-MS, makro XRF, XRF oraz FT-IR, co umożliwiło zarówno określenie składu chemicznego szkła, jak i rozpoznanie wybranych produktów korozji oraz cech technologicznych listew ołowianych.

Ważnym elementem pracy było powiązanie wyników badań materiałowych z oceną stanu zachowania. Analiza uszkodzeń objęła zarówno same przeszklenia, jak i stolarkę okienną oraz drzwiową. Wykazano, że destrukcja tej grupy zabytków ma charakter wieloczynnikowy i wynika z oddziaływania warunków atmosferycznych, zmian wilgotnościowo-temperaturowych, naprężeń konstrukcyjnych, osłabienia listew ołowianych kwater witrażowych, wcześniejszych napraw, wtórnych przekształceń oraz

degradacji drewna. Udało się w tej pracy pokazać całościowe traktowanie witrażu i stolarki jako współzależnego układu, w którym niewłaściwy stan jednego elementu bezpośrednio wpływa na trwałość drugiego.

Konieczność profesjonalnie zaplanowanych i wykonanych kompleksowych i specjalistycznych badań oraz analiz technologiczno-konserwatorskich najlepiej widać w praktycznej realizacji podjętych prac przy witrażach i oszkleniach ozdobnych z budynków przy ul. Jagiellończyka 4 i 6, ul. Poniatowskiego 1 oraz Collegium Maximum przy Placu Rapackiego 1. Na tych przykładach szczegółowo omówiono pełny proces postępowania: od projektu konserwatorskiego i prac wstępnych, przez czyszczenie szkła i ołoiu, klejenie pęknięć, uzupełnianie ubytków szkła, rekonstrukcje, składanie kwater, uzupełnianie profili ołowianych, kitowanie, usztywnianie konstrukcji, scalenie kolorystyczne, aż po montaż i dokumentację powykonawczą. Tak sformułowana kolejność zabiegów oraz sposób postępowania nie tylko porządkują procedury stosowane w konserwacji witraży, lecz także mogą stanowić metodykę postępowania konserwatorskiego dla tego typu obiektów.

Szczególnie ważnym osiągnięciem w pracy są niestandardowe rozwiązania dotyczące uzupełniania ubytków i rekonstrukcji szkła. W opracowaniu wykorzystano współczesne techniki termoformowania do odtwarzania faktur szkieł oraz elementów zdobniczych, których nie można było pozyskać w gotowej postaci jako dostępnych wyrobów szklanych. Opracowanie autorskich metod oraz przedstawienie konkretnych rozwiązań, obejmujących formowanie szkła, dobór odpowiednich materiałów, przygotowanie form i kontrolę parametrów wypału, umożliwiło wykonanie uzupełnień dostosowanych do specyfiki zabytkowych obiektów oraz nawiązujących do historycznego charakteru przeszkleń. Jest to jeden z najistotniejszych aspektów rozprawy, ponieważ łączy tradycyjne wymagania i metody konserwacji witraży z możliwościami współczesnej technologii szkła.

W pracy wykorzystano najnowsze środki i materiały wykorzystywane w konserwacji szkła m.in. żywicę epoksydową Araldite 2020, klej UV Drei Bond 6020, barwniki Orasol, fabryczne farby do scalenia kolorystycznego technikami na zimno oraz klasyczne rozwiązania warsztatowe związane z ołowiem, kitem i wiatrownicami. W trakcie stosowania tych rozwiązań poczyniono szereg uwag istotnych dla opracowania technologii konserwatorskiej szkieł. Dotyczyły one między innymi właściwości zastosowanych materiałów, w tym zmian barwy uzupełnienia wykonanego z żywicy Araldite 2020 barwionej barwnikami Orasol po około roku ekspozycji. Tego typu

obserwacje są szczególnie ważne, ponieważ wskazują na konieczność dalszego badania trwałości optycznej materiałów stosowanych między innymi w uzupełnieniach transparentnych.

W dysertacji doktorskiej szczególną uwagę zwrócono na konieczność profilaktyki konserwatorskiej witraży, zwłaszcza w zakresie oszklenia ochronnego. Zaproponowano je dla witraży z budynków przy ul. Poniatowskiego 1 oraz Placu Rapackiego 1, przy jednoczesnym uwzględnieniu specyfiki historycznej stolarki. Wskazano, że zarówno na etapie prac projektowych, jak i podczas ich realizacji konieczne jest zachowanie wentylowanej przestrzeni między witrażem a szybą ochronną. Rozwiązanie to ogranicza kondensację pary wodnej oraz spowalnia procesy korozyjne szkła i listew ołowianych, a jednocześnie nie powinno zakłócać estetycznego odbioru elewacji.

Ostatnim ważnym elementem pracy było przedstawienie odpowiedniego dokumentowania prac i wskazanie sposobu rejestracji zniszczeń i ingerencji w formie map, wszędzie tam, gdzie było to możliwe, dla obu stron obiektów, z zastosowaniem legend opartych na wytycznych Corpus Vitrearum. Tak opracowana dokumentacja umożliwia czytelne rozróżnienie partii oryginalnych, uszkodzeń, wcześniejszych napraw i nowych interwencji, a jednocześnie tworzy materiał porównawczy przydatny w dalszych badaniach oraz przyszłych pracach konserwatorskich.

Zakończenie

Przedstawiona analiza technologiczna i konserwatorska witraży i oszkleń ozdobnych rozpatrywana na wybranych budynkach Torunia wskazuje, że nadrzędnym celem prac konserwatorskich i restauratorskich przy historycznych witrażach, podobnie jak przy każdym innym obiekcie zabytkowym, jest ich zachowanie, zabezpieczenie, zatrzymanie procesów niszczenia, utrwalenie oraz rzetelne dokumentowanie wszystkich etapów działań. Uzupełnianie ubytków i częściowe rekonstrukcje powinny służyć nie tylko przywróceniu walorów estetycznych, lecz również odzyskaniu jego czytelności, spójności kompozycji i funkcji. Zasada ta stanowiła podstawowy punkt odniesienia dla wszystkich rozważań podjętych w niniejszej pracy.

Rozprawa pozwoliła wykazać, że analiza tej grupy zabytków wymaga ujęcia interdyscyplinarnego. Dopiero połączenie perspektywy historycznej, stylistycznej, technologicznej i konserwatorskiej umożliwia ich pełne rozpoznanie. Należy zaznaczyć,

że istniejące badania nad rozwojem Torunia i jego architektury stworzyły konieczne tło dla właściwej interpretacji badań i przyjęcia odpowiedniej metody postępowania.

Omówienie technik i technologii wytwarzania szkła oraz witraży pozwoliło lepiej ocenić i scharakteryzować materiał badawczy. Analiza stylistyczna wybranych realizacji umożliwiła wpisanie toruńskich przykładów w szerszy kontekst historyczny i artystyczny tego okresu. Szczególne znaczenie miała część poświęcona zagadnieniom konserwatorsko-restauratorskim, obejmująca zarówno badania fizykochemiczne szkła i listew ołowianych, jak i analizę stanu zachowania, przyczyn zniszczeń oraz metod postępowania przy wybranych obiektach.

Jednym z najważniejszych wniosków płynących z pracy jest stwierdzenie, że stan zachowania toruńskich witraży i oszkleń ozdobnych jest w wielu przypadkach niezadowolający i wynika z nakładania się różnych czynników destrukcyjnych. Obejmują one zarówno naturalne starzenie materiałów, jak i uszkodzenia mechaniczne, deformacje siatki ołowianej, zabrudzenia, ubytki warstw malarskich, nieprawidłowe wcześniejsze naprawy, a także zły stan stolarki okiennej i drzwiowej. W praktyce oznacza to, że skuteczna ochrona tych obiektów nie może ograniczać się wyłącznie do samych kwater witrażowych, lecz musi obejmować także ich kontekst konstrukcyjny i architektoniczny. Witraż oraz oszklenie ozdobne należy bowiem traktować jako integralną część całego układu okiennego lub drzwiowego, a nie jako autonomiczny detal oderwany od budynku.

Badania materiałowe potwierdziły przydatność metod analitycznych w rozpoznawaniu budowy technologicznej badanych obiektów oraz w formułowaniu właściwych zaleceń konserwatorskich. Ich wyniki mają znaczenie nie tylko poznawcze, lecz również praktyczne, ponieważ pozwalają lepiej dobrać metody czyszczenia, klejenia, uzupełniania ubytków i wzmacniania konstrukcji. W tym sensie praca wskazuje, że współczesna konserwacja witraży i oszkleń ozdobnych powinna opierać się na ścisłym powiązaniu badań diagnostycznych z działaniami wykonawczymi. Tylko takie postępowanie daje możliwość zachowania maksymalnej ilości oryginalnej substancji przy równoczesnym zapewnieniu trwałości i czytelności obiektu.

Istotnym rezultatem pracy jest także pokazanie, że współczesne rozwiązania technologiczne mogą znaleźć uzasadnione miejsce w praktyce konserwatorskiej, o ile są stosowane z rozwagą i przy zachowaniu podstawowych zasad ochrony zabytków. Szczególnie dotyczy to wykorzystania technik termoformowania do uzupełniania ubytków szkła i odtwarzania wybranych faktur oraz elementów zdobniczych. Zastosowanie tej metody nie powinno prowadzić do zacierania granicy między

oryginałem a uzupełnieniem, ale może stanowić wartościowe narzędzie tam, gdzie konieczne jest przywrócenie czytelności kompozycji i funkcji obiektu.

Przeprowadzone analizy pozwalają również stwierdzić, że toruński zasób witraży i oszkleń ozdobnych zasługuje na dalsze, szerzej zakrojone badania. Nadal potrzebna jest pełniejsza inwentaryzacja obiektów, dalsze porównania regionalne, próby ustalenia związków między konkretnymi realizacjami a warsztatami wykonawczymi oraz pogłębienie studiów nad lokalnym środowiskiem szklarskim i witrażowniczym. Szczególnie cenne wydaje się połączenie przyszłych badań historyczno-artystycznych z dokumentacją konserwatorską oraz analizami materiałowymi, ponieważ dopiero takie ujęcie pozwala uchwycić zarówno wartość artystyczną, jak i rzeczywistą kondycję zachowanej substancji.

Przeprowadzone na potrzeby tej pracy specjalistyczne badania technologiczne i konserwatorskie potwierdziły, że witraże i oszklenia ozdobne zachowane w kamienicach toruńskich z końca XIX i początku XX w. stanowią istotny, a zarazem wciąż niedostatecznie rozpoznany element dziedzictwa artystycznego miasta. Ich wartość nie ogranicza się wyłącznie do dekoracyjnej funkcji przeszkleń. Są one ważnym świadectwem przemian estetycznych epoki historyzmu i secesji, rozwoju mieszczańskiej kultury wnętrza, przemian technologicznych w produkcji szkła oraz poziomu lokalnego i ponadlokalnego rzemiosła artystycznego. W badanym materiale ujawnia się ścisły związek między rozwojem Torunia w XIX i na początku XX w., rozbudową dzielnic mieszczańskich oraz upowszechnieniem dekoracyjnych form przeszkleń w architekturze kamienic czynszowych.

Rozprawa prowadzi zatem do wniosku, że witraże i oszklenia ozdobne toruńskich kamienic z końca XIX i początku XX w. powinny być traktowane jako pełnoprawna część dziedzictwa miasta, wymagająca świadomej ochrony, systematycznej dokumentacji i specjalistycznych działań konserwatorskich. Ich zachowanie ma znaczenie nie tylko dla historii sztuki i konserwacji zabytków, ale także dla zachowania autentycznego charakteru toruńskiej architektury mieszczańskiej. Ochrona tych obiektów jest zarazem ochroną historycznej przestrzeni miasta, jego kultury wizualnej i materialnych świadectw przemian nowoczesności.

W tym sensie niniejsza praca stanowi próbę całościowego ujęcia problemu: od rozpoznania stanu badań i kontekstu historycznego, przez analizę technologiczną i stylistyczną, aż po sformułowanie praktycznych wniosków konserwatorskich. Jej celem było nie tylko uporządkowanie wiedzy o toruńskich witrażach i oszkleniach ozdobnych,

lecz również wskazanie dróg ich skuteczniejszej ochrony. Można zatem uznać, że podjęte badania potwierdziły rangę tego zespołu zabytków oraz wykazały potrzebę dalszych działań naukowych i konserwatorskich, które pozwolą zachować je dla przyszłych pokoleń.

Bibliografia

1. Adlington, Laura W., Ian C. Freestone, Jerzy J. Kunicki-Goldfinger, Tim Ayers, Heather Gilderdale-Scott i Anna Eavis. „Regional Patterns in Medieval European Glass Composition as a Provenancing Tool”. *Journal of Archaeological Science* 110 (2019).
2. Bardoński, Jerzy. „Witrażownictwo w Wielkopolsce w pierwszej połowie XX wieku”. W *Sztuka witrażowa w Polsce*, red. Krystyna Pawłowska i Joanna Budyn-Kamykowska. Kraków: Stowarzyszenie Miłośników Witraży AVP (2002): 147-152
3. Bartz, Danuta i Maria Żelska. „Ewolucja przestrzenno-funkcjonalna Bydgoskiego Przedmieścia do 1975”. *Rocznik Toruński* 12 (1977): 37-55.
4. Beines, Johannes Ralf. „Materialien zur Geschichte farbiger Verglasungen von 1780 bis 1914, vorzugsweise für das Gebiet der Bundesrepublik Deutschland”. W Waldemar Haberey, Suzanne Beeh i Johannes Ralf Beines. *Farbfenster in Bonner Wohnhäusern*, 85. Köln: Rheinland-Verlag GmbH (1979): 81-152.
5. Białek, Urszula Anna. „Współczesne materiały do klejenia szkielek witrażowych”. Praca magisterska pod kierunkiem prof. dr. hab. Jadwigi Łukaszewicz, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, Wydział Sztuk Pięknych, Instytut Zabytkoznawstwa i Konserwatorstwa (2017).
6. Birecki, Piotr. „O toruńskich witrażach ewangelickich słów kilka”. W *Plastyka toruńska 1793-1920. Zapomniane oblicze wielokulturowego miasta*, red. Katarzyna Kluczajd i Michał Pszczółkowski. Toruń: Stowarzyszenie Historyków Sztuki (2017): 119-138.
7. Biskup, Krzysztof i Jerzy Stankiewicz. „Twierdza Toruń. Cz. 4. Drugi okres budowy twierdzy pruskiej - etap pierwszy”. *Zapiski Historyczne* 43, nr 4 (1978): 77-126.
8. Bray, Sanford. Joining Glass Mosaics. U.S. Patent No. 349,424, filed December 23, 1885, issued September 21, 1886. Dostęp 24.04.2026, <https://patents.google.com/patent/US349424A/en>.
9. Budyn-Kamykowska, Joanna, i Krystyna Pawłowska, red. *Sztuka witrażowa w Polsce*. Kraków: Stowarzyszenie Miłośników Witraży AVP (2002).

10. Budyn-Kamykowska, Joanna, i Krystyna Pawłowska, red. *Witraż w architekturze. Architektura na witrażu*. Kraków: Stowarzyszenie Miłośników Witraży AVP (2011).
11. Budyn-Kamykowska, Joanna, red. *Witraże w obiektach zabytkowych. Między konserwacją a sztuką współczesną*. Kraków-Malbork: Stowarzyszenie Miłośników Witraży AVP (2009).
12. Byczko, Tadeusz. "Witraże łódzkiej architektury świeckiej na przełomie XIX i XX wieku." W *Sztuka łódzka. Materiały Sesji Naukowej Oddziału Łódzkiego Stowarzyszenia Historyków Sztuki*. Warszawa-Łódź (1977): 71-92.
13. Byczko, Tadeusz. „Pierwsza inwentaryzacja witraży łódzkich”. W *Dziedzictwo polskiej sztuki witrażowej*, red. Krystyna Pawłowska i Joanna Budyn-Kamykowska. Kraków: Stowarzyszenie Miłośników Witraży AVP (2000): 58-63.
14. Cackowski, Stefan. „I okres zaboru pruskiego i Księstwa Warszawskiego”. W *Toruń dawny i dzisiejszy. Zarys dziejów*, red. Marian Biskup. Warszawa-Poznań-Toruń (1983): 301-329.
15. Cerutti, Carla i Attilia Dorigato. *Szkło XV-XX wieku*. Warszawa: Wydawnictwo Amber, (1998).
16. Chmarzyński, Gwido. „Średniowieczne witraże toruńskie”. *Biuletyn Historii Sztuki i Kultury* 2, nr 1 (1933): 34-38.
17. Chmielewska, Ewa. „Witraże w pałacu Schoenów w Sosnowcu”. W *Witraże na Śląsku*. Materiały sesji Górnośląskiego Oddziału Stowarzyszenia Historyków Sztuki Chorzów 2001, red. Teresa Dudek-Bujarek. Katowice: Stowarzyszenie Historyków Sztuki (2002): 107-110.
18. Cieślak, Tadeusz. „Przekształcenie Torunia w centrum polskośći Pomorza Gdańskiego w 2 poł. XIX w.” *Rocznik Toruński* 12 (1977): 121-130.
19. Czacharowski, Antoni, red. *Toruń. Atlas Historyczny Miast Polskich. Prusy Królewskie i Warmia*. T. 1. Toruń (1995).
20. Czapczyńska, Danuta. „Dlaczego giną świeckie witraże w Krakowie?” *Ochrona Zabytków* 41, nr 2 (1988): 132-136.

21. Czapczyńska, Danuta. „Świeckie witraże w Krakowie. Uwagi o działalności krakowskich zakładów witrażowniczych od końca XIX wieku do roku 1939”. *Rocznik Krakowski* 53 (1987): 139-148.
22. Czapczyńska-Kleszczyńska, Danuta, red. *Witraże - dziedzictwo cenne czy niechciane?* Kraków-Legnica: Stowarzyszenie Miłośników Witraży AVP (2017).
23. Czapczyńska-Kleszczyńska, Danuta. „Krakowski Zakład Witrażów, Oszkleń Artystycznych i Mozaiki Szklanej S. G. Żeleński. Uwagi na marginesie prac nad monografią”. W *Dziedzictwo polskiej sztuki witrażowej*, red. Krystyna Pawłowska i Joanna Budyn-Kamykowska. Kraków: Stowarzyszenie Miłośników Witraży AVP (2000): 150-161.
24. Czapczyńska-Kleszczyńska, Danuta. „Witraże w Krakowie - dzieła i twórcy”. *Krakowska Teka Konserwatorska* 5 (2005).
25. Davison, Sandra. „Reversible Fills for Transparent and Translucent Materials.” *Journal of the American Institute for Conservation* 37, nr 1 (1998): 35-47.
26. Davison, Susan. *Conservation and Restoration of Glass*. Oxford (2006).
27. Di Spirito, M. *Arte e tecnica della vetrofusione. Attrezzatura, materiali e procedimenti*. Milano: Il Castello (2001).
28. Dobrzański, Aleksander, Janusz Jabłkowski, Stefan Kinel, Wacław Nowotny i Stanisław Sosnowski. *Podstawy szklarstwa*. T. 1. Warszawa: Państwowe Wydawnictwa Techniczne (1954).
29. Dobrzański, Aleksander, red. *Technologia szkła*. Warszawa: Arkady (1972).
30. Domańska-Biegowska, Anna. „Witraże w kamienicach poznańskich z przełomu XIX i XX wieku”. W *Polska sztuka witrażowa*, red. Joanna Budyn-Kamykowska i Krystyna Pawłowska. Kraków: Stowarzyszenie Miłośników Witraży AVP (2002): 38-51.
31. Ertman, Marta. *Łódzkie witraże*. Łódź: Wydawnictwo Artus (1990).
32. Fekecz-Tomaszewska, Beata i Magda Ławicka, red. „*Nie tylko art déco*”. *Sztuka witrażowa w okresie międzywojennym*. Kraków-Legnica: Stowarzyszenie Miłośników Witraży AVP (2014).

33. Fekecz-Tomaszewska, Beata i Magda Ławicka, red. *Twórcy witraży - projektanci, wykonawcy i konserwatorzy*. Kraków: Stowarzyszenie Miłośników Witraży AVP (2025).
34. Fekecz-Tomaszewska, Beata i Magda Ławicka. *Witraże - sztuka wciąż odkrywana*. Kraków-Legnica: Stowarzyszenie Miłośników Witraży AVP (2020).
35. Fortyfikacja. Twierdza Toruń. Stan badań i problematyka konserwatorska. Praca zbiorowa. T. 5. Warszawa-Kraków (1998).
36. Frycz, Jerzy i Edward Kwiatkowski. „Średniowieczne witraże pomorskie”. W *Polskie szkło do połowy XIX wieku*, red. Zofia Kamieńska, 167-172. Wrocław-Warszawa-Kraków-Gdańsk-Łódź: Wydawnictwo Zakład Narodowy imienia Ossolińskich (1987).
37. Frycz, Jerzy i Edward Kwiatkowski. „Średniowieczne witraże warsztatów toruńskich”. *Acta Universitatis Nicolai Copernici. Zabytkoznawstwo i Konserwatorstwo* 6, z. 77 (1977): 89-118.
38. Gajewska-Prorok, Elżbieta i Sławomir Oleszczuk. *Witraże na Śląsku. XIX i pierwsza połowa XX wieku. Glasmalereien in Schlesien. 19. und erste Hälfte 20. Jahrhundert*. Leipzig (2001).
39. Gajewska-Prorok, Elżbieta. „Katalog wytwórni i projektantów czynnych na Górnym Śląsku”. W *Witraże na Śląsku*. Materiały sesji Górnośląskiego Oddziału Stowarzyszenia Historyków Sztuki Chorzów 2001, red. Teresa Dudek-Bujarek. Katowice: Stowarzyszenie Historyków Sztuki (2002): 155-175.
40. Gajewska-Prorok, Elżbieta. „Witraże na Górnym Śląsku, 1850-1950. Zarys problematyki. Projektanci i pracownice.” W *Witraże na Śląsku*. Materiały sesji Górnośląskiego Oddziału Stowarzyszenia Historyków Sztuki Chorzów 2001, red. Teresa Dudek-Bujarek. Katowice: Stowarzyszenie Historyków Sztuki (2002): 43-54.
41. Gajewska-Prorok, Elżbieta. *Mistrzowie światła. Witraże i obrazy malowane pod szkłem*. Wrocław: Muzeum Narodowe we Wrocławiu (2014).
42. García-Heras, Manuel, María Ángeles Villegas, Emilio Cano, Fernando Cortés Pizano i Jose María Bastidas. "A Conservation Assessment on Metallic Elements from Spanish Medieval Stained Glass Windows." *Journal of Cultural Heritage* 5, nr 4 (2004): 311-317.

43. Gerc, Lidia. *Collegium Maximum Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu. Dawny budynek Banku Rzeszy i Narodowego Banku Polskiego*. Toruń: Wydawnictwo Uniwersytetu Mikołaja Kopernika (2006).
44. Gogolin, Marek i Henryk Ratajczak. „Problematyka ochrony XIX-wiecznej mieszkalnej zabudowy szkieletowej przedmieść na przykładzie Torunia”. W *Kierunki transformacji polskich miast u progu wstąpienia do Unii Europejskiej*. Materiały konferencji naukowej. Szczecin (2000): 70-99.
45. Gola, Agnieszka, Beata Fekecz-Tomaszewska i Magda Ławicka. *Architektoniczne rzemiosło artystyczne od XII do XX wieku*. Wrocław: Muzeum Architektury we Wrocławiu (2013).
46. Graczyk, Alicja. „Zagadnienie autentyczności gotyckich witraży w zbiorach Muzeum Okręgowego w Toruniu.” W *Dziedzictwo Torunia i ziemi chełmińskiej. Odkrycia i interpretacje*, red. Monika Jakubek-Raczkowska, t. 4. Toruń: TNOiK Toruń 'Dom Organizatora' (2021): 103-116, 304-325.
47. Grajpel, Jerzy. „Jak odkryłem średniowieczny witraż.” *Witraż* 1 (2000): 42-45.
48. Grajpel, Jerzy. „Średniowieczne witraże toruńskie - przygoda konserwatorska”. W *Sztuka witrażowa w Polsce*, red. Krystyna Pawłowska i Joanna Budyn-Kamykowska. Kraków: Stowarzyszenie Miłośników Witraży AVP (2002): 9-12.
49. Greiner-Wronowa, Elżbieta i Paweł Świt. „The Influence of Selected Organic Compounds on the Corrosion of Historical Glass Based on Their State of Preservation.” *Acta Physica Polonica A* 130, nr 6 (2016): 1406-1408.
50. Greiner-Wronowa, Elżbieta. „Korozja szkieł zabytkowych.” *Ceramika* 85 (2004).
51. Grzejszczak, Łukasz. „Witraże ze zbiorów Muzeum Miasta Łodzi. Ocalone dziedzictwo architektury łódzkiej”. W *Witraże secesyjne. Tendencje i motywy*, red. Tomasz Szybisty. Kraków-Legnica: Stowarzyszenie Miłośników Witraży AVP (2011): 205-211.
52. Grzęska-Janiak, Maria i Aleksandra Walczak. *Zabudowa Bydgoskiego Przedmieścia*. AUMKZT, Toruń (1979), sygn. 13/1.
53. Haberey, Waldemar, Suzanne Beeh i Johannes Ralf Beines, *Farbfenster in Bonner Wohnhäusern*. Köln: Rheinland-Verlag GmbH (1979).

54. Horzela, Dobrosława. *Cud światła. Witraże średniowieczne w Polsce*. Kraków: Muzeum Narodowe w Krakowie (2020).
55. Jakubek-Raczkowska, Monika i Juliusz Raczkowski. „Od średniowiecza do współczesności”. W *Witraż w Toruniu dawny i współczesny*, red. Kazimierz Rochecki. Toruń: Urząd Marszałkowski Województwa Kujawsko-Pomorskiego (2005): 2-9.
56. Januszewski, Edmund i Ignacy Płoński, red. *Podstawy szklarstwa*. T. 2. Warszawa: Budownictwo i Architektura (1955).
57. Kaiser, Petra. *Introduction to Glass Fusing*. Fort Lauderdale: Wardell Publications Inc. (2003).
58. Kalinowski, Lech i Helena Małkiewiczówna. *Ars Vitrea. Collected Writings on Mediaeval Stained Glass*. Kraków: Polish Academy of Arts and Sciences (2016).
59. Kamińska, Marta i Paweł Karaszkiewicz. „Dawne i współczesne metody konserwacji i restauracji witraży na przykładzie witrażu Św. Piotr ze zbiorów Muzeum Uniwersytetu Jagiellońskiego Collegium Maius w Krakowie”. *Opuscula Musealia* 22 (2014): 123-136.
60. Karaszkiewicz, Paweł. „Badania średniowiecznych witraży kościoła mariackiego w Krakowie.” W Lech Kalinowski, Helena Małkiewiczówna, Lesław Heine i Paweł Karaszkiewicz, *Średniowieczne witraże kościoła Mariackiego w Krakowie. Historia i konserwacja*. Kraków: Akademia Sztuk Pięknych w Krakowie (1997): 101-137.
61. Karaszkiewicz, Paweł. „Oszklenie zewnętrzne witraży - teoria i praktyka”. W *Witraże - dziedzictwo cenne czy niechciane?* Kraków-Legnica: Stowarzyszenie Miłośników Witraży AVP (2017): 139-141.
62. Kaźmierczak, Adam. „Witraż wschodniego okna prezbiterium katedry pw. św. Jana Chrzciciela i św. Jana Ewangelisty w Toruniu - jego dzieje i problematyka konserwatorska”. W *Ochrona zabytków na Pomorzu i Kujawach - w 100. Rocznice organizacji urzędów konserwatorskich w Polsce*, red. Karolina Zimna-Kawecka i Maciej Prarat. Toruń: TNT (2020): 111-133.
63. Kaźmierczak, Adam. „Witraże mozaikowe i oszklenia ozdobne w kamienicach dawnej dzielnicy Wilhelmstadt w Toruniu. Przyczynek do badań nad witrażownictwem Torunia przełomu XIX i XX wieku”. W *Dziedzictwo Torunia i*

- ziemi chełmińskiej. Odkrycia i interpretacje*, red. Monika Jakubek-Raczkowska, t. 4. Toruń: TNOiK Toruń 'Dom Organizatora' (2021): 117-134, 326-337.
64. Kisiel, Maria. „Trwałe malowanie na szkle ze szczególnym uwzględnieniem techniki lazurowania srebrem na przykładzie neogotyckiego witraża z Wijnegem”. W *Studia i Materiały Konferencji Naukowej Studentów Konserwacji i Restauracji Dzieł Sztuki, Kraków, 12-13 kwietnia 2013*, t. 2, red. Izabela Michalik. Kraków: Wydawnictwo Akademii Sztuk Pięknych im. Jana Matejki w Krakowie (2014): 9-22.
65. Klajmon, Barbara. „Witraże katowickich i bytomskich kamienic i budynków użyteczności publicznej w latach 1890-1939”. W *Witraże na Śląsku*. Materiały sesji Górnośląskiego Oddziału Stowarzyszenia Historyków Sztuki Chorzów 2001, red. Teresa Dudek-Bujarek. Katowice: Stowarzyszenie Historyków Sztuki (2002): 97-106.
66. Kluczajd, Katarzyna i Michał Pszczółkowski, red. *Historyzm toruński XIX-XX wieku: architektura, miejsca i codzienność*. Toruń: Stowarzyszenie Historyków Sztuki (2016).
67. Kluczajd, Katarzyna i Michał Pszczółkowski, red. *Plastyka toruńska 1793-1920. Zapomniane oblicze wielokulturowego miasta*. Toruń: Stowarzyszenie Historyków Sztuki (2017).
68. Kluczajd, Katarzyna i Michał Pszczółkowski, red. *Secesja w Toruniu. Architektura i plastyka, twórcy i dzieła*. Toruń: Stowarzyszenie Historyków Sztuki (2021).
69. Kluczajd, Katarzyna. *Gotyckie witraże warsztatów toruńskich: informator*. Toruń: Muzeum Okręgowe w Toruniu (2004).
70. Kluczajd, Katarzyna. *Toruńskie Dwory Artusa: architektura, kultura i ludzie*. Toruń: Towarzystwo Naukowe w Toruniu (2024).
71. Kontny, Irena. „Witraże heraldyczne w pałacu myśliwskim w Promnicach”. W *Witraże na Śląsku*. Materiały sesji Górnośląskiego Oddziału Stowarzyszenia Historyków Sztuki Chorzów 2001, red. Teresa Dudek-Bujarek. Katowice: Stowarzyszenie Historyków Sztuki (2002): 111-120.
72. Kontny, Irena. *Witraże myśłowickie*. Myślowice: Wydawnictwo Urzędu Miasta w Myśłowicach (2002).

73. Korpała, Marta. „Nowe w starym - o dosłownej interpretacji Karty Weneckiej na przykładzie wybranych aranżacji malowideł ściennych w zabytkach architektury". *Ochrona Zabytków*, nr 2 (2016): 129-143.
74. Kucharzewska, Joanna. *Architektura i urbanistyka Torunia w latach 1871-1920*. Warszawa: Wydawnictwo Neriton (2004).
75. Kwiatkowska, Eugenia. „Rozwój przestrzenny Torunia". *AUNC. Geografia. Nauki Matematyczno-Przyrodnicze* 10, z. 52 (1973): 187-190.
76. Kwiatkowski, Edward. „Witraże gotyckie z Torunia i Chełmna w zbiorach Muzeum w Toruniu". *Rocznik Muzeum w Toruniu* 1, z. 3 (1963): 98-133.
77. Laskowski, Andrzej. „...Ku estetycznej stronie zawodu... Rola architektów w odrodzeniu sztuki witrażowej w Galicji na przełomie XIX i XX wieku." *Rocznik Krakowski* 73 (2007): 117-145.
78. Letkiewicz, Ewa. *Polskie witraże nowożytnie malowane emaliami*. Lublin: Wydawnictwo Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej (1995).
79. Ławicka, Magda i Beata Fekecz-Tomaszewska. „Problemy z nazewnictwem technik witrażowych". W *Polska sztuka witrażowa*, red. Joanna Budyn-Kamykowska i Krystyna Pawłowska. Kraków: Stowarzyszenie Miłośników Witraży AVP (2002): 221-226.
80. Ławicka, Magda. *Zapomniana pracownia. Wrocławski Instytut Witrażowy Adolpha Seilera (1846-1945)*. Wrocław: Muzeum Architektury we Wrocławiu (2002).
81. Maliszewski, Juliusz M. „Malowane szkłem". *Spotkania z Zabytkami*, nr 3 (1981): 24-26.
82. Mansfeld, Bogusław. „Architektura w Toruniu (1815-1914)". W *Historia Torunia. W czasach zaboru pruskiego (1793-1920)*, red. Marian Biskup, t. 3. Toruń (1999): 420-430.
83. Michałek, Jarosław. „Zróżnicowanie składu chemicznego materiałów do wytopu szkła średniowiecznego wg Teofila Prezbitera". *Szkło i Ceramika* 69, nr 1 (2018): 22-25.
84. Milanowski, Krzysztof. Kamienica czynszowa, ul. Warszawska 8, Toruń. Karta Ewidencji Zabytków Architektury i Budownictwa. Toruń: Archiwum WKZ (2005).

85. Moskalik-Ołobry, Katarzyna. „Metody uzupełniania malatury w konserwacji i restauracji witraży”. Praca magisterska pod kierunkiem prof. dr hab. Jadwigi Łukaszewicz, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu (2018).
86. Moszak, Natalia. „Lustra weneckie. Problematyka technologiczno-konserwatorska dwóch neorokokowych luster ze zbiorów Muzeum Karkonoskiego w Jeleniej Górze o nr inw. MJG 36s, MJG 1245Ps”. Rozprawa doktorska, Akademia Sztuk Pięknych im. E. Gepperta we Wrocławiu (2024).
87. Myślińska, Janina. „Witraże nowożytnie w zbiorach Muzeum Okręgowego w Toruniu”. W *Witraże nowożytnie w zbiorach polskich. Katalog wystawy*, red. Beata Fekecz-Tomaszewska. Wrocław: Muzeum Architektury we Wrocławiu (1976): 29-30.
88. Nowotny, Waław. *Szkła barwne*. Warszawa: Arkady (1969).
89. Nowotny, Waław. *Technologia szkła*. Cz. 1. Warszawa: Wydawnictwo Szkolne i Pedagogiczne (1975).
90. Nowotny, Waław. *Technologia szkła*. Cz. 2. Warszawa: Wydawnictwo Szkolne i Pedagogiczne (1986).
91. Nowotny, Waław. *Technologia. Zdobienie szkła*. Warszawa: Wydawnictwo Szkolne i Pedagogiczne (1987).
92. Oleszczuk, Sławomir i Tomasz Szybisty, tłum. *Wytyczne dotyczące konserwacji i restauracji witraży. Corpus Vitrearum*, wersja druga. Norymberga (2004).
93. Oleszczuk, Sławomir. „Oszklenia ochronne zabytkowych witraży - na przykładzie witraży z kaplicy św. Anny na Zamku Wysokim w Malborku oraz kościoła św. Aniołów Stróżów w Wałbrzychu”. W *Witraże na Śląsku*, red. Teresa Dudek-Bujarek. Katowice: Stowarzyszenie Historyków Sztuki (2002): 143-150.
94. Palomar, Teresa, Paula Redol, Isabel C. Alves i Elsa Pereira da Silva. „The Influence of Environment in the Alteration of Historical Stained-Glass Windows in Portuguese Monuments”. *Heritage* 1 (2018): 365-373.
95. Parke, Sydney. „Lecture 2. Glass Science”. *Compendium of Glass*. Society of Glass Technology (2016).

96. Pawłowska, Krystyna i Joanna Budyn-Kamykowska, red. *Dziedzictwo polskiej sztuki witrażowej*. Kraków: Stowarzyszenie Miłośników Witraży AVP (2000).
97. Pawłowska, Krystyna. „Stan badań nad sztuką witrażową w Polsce”. W *Witraże na Śląsku*. Materiały sesji Górnośląskiego Oddziału Stowarzyszenia Historyków Sztuki Chorzów 2001, red. Teresa Dudek-Bujarek. Katowice: Stowarzyszenie Historyków Sztuki (2002): 7-12.
98. Pawłowska, Krystyna. „Witraże w kamienicach krakowskich z przełomu wieków XIX i XX”. *Teka Komisji Urbanistyki i Architektury* 15 (1981): 59-68.
99. Pawłowska, Krystyna. *Witraże Krakowskie w kamienicach mieszkalnych i obiektach użyteczności publicznej z przełomu wieków XIX i XX*. Kraków-Legnica: Stowarzyszenie Miłośników Witraży AVP (2018).
100. Pawłowska, Krystyna. *Witraże w kamienicach krakowskich z przełomu wieków XIX i XX*. Kraków: Księgarnia Akademicka (1994).
101. Piasecka, Arletta, Andrzej Podgórski i Alina Tomaszewska-Szewczyk. „Metody imitatorskie uzupełniania dekoracji emalierskiej - scalenie kolorystyczne”. *AUNC. Zabytkoznawstwo i Konserwatorstwo* 48 (2017): 351-380.
102. Polak, Ada. *Szkło i jego historia*. Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Naukowe (1981).
103. Pszczółkowski, Michał. *Toruńska kamienica czynszowa w latach 1850-1914*. Toruń: Towarzystwo Naukowe w Toruniu (2021).
104. Reiter, Anna. „Problematyka konserwatorska zabytkowych witraży na przykładzie zbioru witraży z Muzeum Warmii i Mazur w Olsztynie”. Praca magisterska pod kierunkiem prof. dr hab. Jadwigi Łuakszewicz, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu (2010).
105. Różańska, Maria. *Sopockie witraże*. Pelplin: Wydawnictwo Bernardinum (2020).
106. Samek, Jan. „Krakowskie witraże secesyjne”. *Spotkania z Zabytkami*, nr 1 (1986): 21-24.
107. Sądowski, Bolesław. *Toruń. Jakubskie Przedmieście. Studium historyczno-konserwatorskie*. AMKZT, Toruń (1984), sygn. 86/1.

108. Sękowski Aleksandra i Stefan. *Amatorskie zdobienie szkła*. Warszawa: Wydawnictwa Naukowo-Techniczne (1988).
109. Shelby, James E. „Color in Commercial Glasses”. W IMI-NFG Course on Processing of Glass. Lehigh University (2015).
110. Skibiński, Sławomir, red. *Dokumentacja naukowo-konserwatorska dzielnicy Toruń-Mokre*. Cz. 1, Historia dzielnicy Toruń-Mokre. AMKZT, Toruń (1993), sygn. 518/1.
111. Skuratowicz, Jan, Magdalena Adamczewska i Piotr Walichnowski. *Secesja w Poznaniu*. Poznań: Media Rodzina (2016).
112. Stelmach, Bolesław. „Rozwój technologii szkła a struktura nauki”. *Szkło i Ceramika* 58, nr 4 (2007): 3-7.
113. Szczuczko, Witold. „Powstanie i rozwój zakładów Born & Schütze, obecnej fabryki maszyn budowlanych Bumator 1856-1939”. *Rocznik Toruński* 13 (1978): 145-155.
114. Szmelter, Iwona. „Współczesna teoria konserwacji i restauracji dóbr kultury. Zarys zagadnień”. *Ochrona Zabytków*, nr 2 (2006): 5-39.
115. Szybisty, Tomasz, red. *Witraże secesyjne. Tendencje i motywy*. Kraków-Legnica: Stowarzyszenie Miłośników Witraży AVP (2011).
116. Szybisty, Tomasz. *Sztuka sakralna Krakowa w wieku XIX*. Część 4, Malarstwo witrażowe. Kraków: Wydawnictwo Universitas (2012).
117. Ślesiański, Władysław. *Techniki malarskie. Spoiwa mineralne*. Warszawa: Arkady (1983).
118. Tajchman, Jan. „Konserwacja zabytków architektury”. *Ochrona Zabytków* 48, nr 2 (1995): 150-159.
119. Tajchman, Jan. „W sprawie konieczności ustanowienia standardów wykonywania projektów dotyczących prac planowanych w zabytkach architektury”. *Ochrona Zabytków* 61, nr 1 (2008): 79-106.
120. Tajchman, Jan. *Słownik terminologiczny architektury. Stolarka okienna*. Warszawa: Ośrodek Dokumentacji Zabytków (1993).
121. Teofil Prezbyter. *Diversarum Artium Scheda i inne średniowieczne zbiory przepisów o sztukach rozmaitych*. Przekład i opracowanie Stanisław Kobielski. Kraków: Tyniec Wydawnictwo Benedyktynów (2009).

122. Turnau, Irena. Słownik ubiorów. *Tkaniny, wyroby pozatkackie, skóry, broń i klejnoty oraz barwy znane w Polsce od średniowiecza do początku XIX w.* Warszawa: Semper (1999).
123. Utzig, Joanna. „Wybrane problemy ikonograficzne czternastowiecznych kwater witrażowych z kościoła dominikanów w Toruniu”. W *Dzieje i skarby dominikańskiego kościoła pw. św. Mikołaja w Toruniu*, red. Anna Błażejewska, Katarzyna Kluczajd i Elżbieta Pilecka, 181-197. Toruń: Stowarzyszenie Historyków Sztuki (2017).
124. Varshneya, Arun K. *Fundamentals of Inorganic Glasses*. San Diego: Academic Press (1994).
125. Wajda, Kazimierz. „Pod ponownym pruskim panowaniem (1815-1920)”. W *Toruń dawny i dzisiejszy. Zarys dziejów*, red. Marian Biskup. Warszawa-Poznań-Toruń (1983): 329-416.
126. Wajda, Kazimierz. „Życie gospodarcze miasta (1815-1914)”. W *Historia Torunia. W czasach zaboru pruskiego (1793-1920)*, red. Marian Biskup, t. 3. Toruń (1999): 142-159.
127. Wardell, Randy i Carole Wardell. *Joy of Fusing: Fusing Basics, Molds & More*. Fort Lauderdale: Wardell Publications Inc. (2023).
128. Włodarczyk, Adam. „Średniowieczna technologia witrażowa we współczesnym rzemiośle artystycznym, na podstawie pracy mnicha Teofila”. *Szkło i Ceramika*, nr 2 (2022): 45-49.
129. Wnuk, Jolanta i Leszek Jodliński. *Gliwickie witraże. Witraże z końca XIX i początku XX wieku w architekturze profanum Gliwic*. Gliwice: Muzeum w Gliwicach (2007).
130. Wolf, Sophie, i Laura Hindelang. „Introduction: The Production and Use of Glass in Architecture. A Brief History”. W *Glass in Architecture from the Pre- to the Post-industrial Era: Production, Use and Conservation*, red. Sophie Wolf, Laura Hindelang, Francine Giese i Anne Krauter. Berlin–Boston: De Gruyter, 2024: 7-39).
131. Woźniak, Magdalena, Marek Nocuń i Paweł Pichniarczyk. „Otrzymywanie szkła czerwonego przy użyciu purpury Kasjusza”. *Szkło i Ceramika* 67, nr 6 (2016): 11-14.

132. Wright, Roy D. „Lecture 5. Optical Properties: Colour". Compendium of Glass. Society of Glass Technology (2016).
133. Ziemia, Bolesław, kier. zespołu. *Technologia szkła*. T. 1. Warszawa: Wydawnictwo Arkady (1987).
134. Zimnowoda-Krajewska, Bożena. „Architektura bloku zabudowy czynszowej z przełomu XIX i XX wieku przy ulicy Warszawskiej w Toruniu". W *Historyzm toruński XIX-XX wieku: architektura, miejsca i codzienność*, red. Katarzyna Kluczajd i Michał Pszczółkowski. Toruń: Stowarzyszenie Historyków Sztuki (2016): 51-69.
135. Zimnowoda-Krajewska, Bożena. „Blok zabudowy mieszkaniowej przy ul. Warszawskiej w Toruniu na tle budownictwa czynszowego przełomu XIX/XX w." Praca doktorska. Toruń: Archiwum Katedry Konserwatorstwa UMK (2005).
136. Zin, Wiktor, red. *Zabytki urbanistyki i architektury w Polsce. Odbudowa i konserwacja*. T. 1. Warszawa: Arkady (1986).

Źródła internetowe

1. „What Is Muslin? Muslin Fabric: a Description of the Material, Properties, Advantages and Disadvantages". Dostęp 25.06.2020. <https://499c.ru/pl/what-is-muslin-muslin-fabric-a-description-of-the-material-properties-advantages-and-disadvantages/>.
2. Akademia Górniczo-Hutnicza. „Proces produkcji szkła płaskiego metodą Pittsburgh". Dostęp 23.04.2026. <https://winntbg.bg.agh.edu.pl/skrypty2/0063/R08.pdf>.
3. Archirama. „Gomółki szklane". Dostęp 25.06.2020. https://archirama.muratorplus.pl/encyklopedia-architektury/gomolki-szklane,62_606.html?cat=.
4. Barwy Szkła. „Witraże willi Leopolda Kindermanna w Łodzi." Dostęp 25.04.2026. <https://barwyszkla.pl/witraze-willi-leopolda-kindermanna-w-lodzi/>.
5. Biozdrowy.pl. „Only Eco Aktywna Piana Max Kamień i Rdza 500 ml". Dostęp 16.04.2026. <https://biozdrowy.pl/onlyeco-aktywna-piana-max-kamien-i-rdza-500ml/>.

6. Bruker Nano Analytics. „TRACER 5 Portable XRF Spectrometer.” Dostęp 13.01.2026. <https://www.bruker.com/en/products-and-solutions/elemental-analyzers/handheld-xrf-spectrometers/TRACER-5.html>.
7. Bullseye Glass Co. „About Us”. Dostęp 15.02.2024. <https://www.bullseyeglass.com/about-us/>.
8. Ceramic.com.pl. „Materiały ceramiczne”. Dostęp 19.02.2024. <https://ceramic.com.pl/>.
9. Chrzęszcz, Maria. „Antyczne szkło witrażowe”. Świat Szkła, wyd. 12 (2003). Dostęp 25.03.2026. <https://swiat-szkla.pl/article/2275-antyczne-szklo-witrazowe>.
10. Classes du Patrimoine. „Technique: synthèse”. Dostęp 17.04.2026. <https://www.classesdupatrimoine.brussels/wp-content/uploads/2020/04/Technique-synth%C3%A8se.pdf>.
11. Copper Development Association. „Shedding Light on a Legacy: Tiffany”. Dostęp 24.04.2026. https://www.copper.org/consumers/arts/2008/july/Shedding_Light%20_Legacy_Tiffany.html.
12. Corpus Vitrearum Polska. „Publikacje”. Dostęp 5.03.2026. <https://cvp.ihs.uj.edu.pl/publikacje>.
13. Corpus Vitrearum Polska. „Wytyczne konserwatorskie CVP”. Dostęp 10.10.2025. <https://cvp.ihs.uj.edu.pl/konserwacja-witrazy/wytyczne-konserwatorskie-cvp>.
14. Creative Glass Guild. „Oceanside Glasstile and the Future of COE96”. Dostęp 16.02.2024. <https://www.creativeglassguild.co.uk/blog/oceanside-glasstile-and-the-future-of-coe96>.
15. Czeski, Marcin. „Konserwacja szkła jako wystroju architektonicznego obiektów zabytkowych”. Barwy Szkła, 2012. Dostęp 5.03.2026. <https://barwyszkla.pl/konserwacja-szkla-jako-wystroju-architektonicznego-obiektow-zabytkowych/>.
16. Domestika. „Witraże z elementami roślinnymi metodą Tiffany’ego”. Dostęp 23.04.2026. https://www.domestika.org/pl/courses/2773-witraze-z-elementami-roslinnymi-metoda-tiffanyego/final_project_lessons.
17. Drei Bond. „Katalog produktów”. Dostęp 18.02.2026. https://dreibond.de/fileadmin/user_upload/08_Downloads/Kataloge/PL/DreiBond-Katalog-PL_0324_241029.pdf.

18. Encyclopaedia Britannica. „Fourcault Process”. Dostęp 21.04.2026.
<https://www.britannica.com/technology/Fourcault-process>.
19. Encyclopaedia Britannica. „Industrial Glass: Glass Treating”. Dostęp 21.04.2026.
<https://www.britannica.com/science/industrial-glass/Glass-treating>.
20. Encyclopaedia Britannica. „Stained Glass: Early 14th Century”. Dostęp 21.04.2026. <https://www.britannica.com/art/stained-glass/Early-14th-century>.
21. Encyclopaedia Britannica. „Updraw Machine”. Dostęp 21.04.2026.
<https://www.britannica.com/technology/updraw-machine>.
22. Encyklopedia PWN. „Pâte de verre”. Dostęp według przypisu w pracy.
<https://encyklopedia.pwn.pl/haslo/pate-de-verre>.
23. E-RIHS Polska. „Badanie składu chemicznego: spektroskopia w zakresie podczerwieni.” Dostęp 13.01.2026. <https://www.e-rihs.pl/index.php/badanie-skladu-chemicznego-spektroskopia-w-zakresie-podczerwieni->.
24. E-RIHS Polska. „Fluorescencja rentgenowska (XRF).” Dostęp 13.01.2026.
<https://www.e-rihs.pl/index.php/fluorescencja-rentgenowska-xrf/>.
25. E-RIHS Polska. „Makrofluorescencja rentgenowska (makro-XRF).” Dostęp 13.01.2026. <https://www.e-rihs.pl/index.php/makro-fluorescencja-rentgenowska-makro-xrf/>.
26. Facebook. „Fotografia z wpisu”. Dostęp 25.04.2026.
<https://www.facebook.com/photo/?fbid=1280437397416186&set=pcb.1280437817416144>.
27. Glashütte Lamberts. „Historical Preservation”. Dostęp 21.04.2026.
<https://lamberts.de/history>.
28. Glashütte Lamberts. „History”. Dostęp 21.04.2026. <https://lamberts.de/history>.
29. Glashütte Lamberts. „Welcome to Lamberts Waldsassen Glassworks”. Dostęp 21.04.2026. <https://lamberts.de/home>.
30. Google Patents. Sanford Bray, Joining Glass Mosaics, U.S. Patent No. 349,424, filed December 23, 1885, issued September 21, 1886. Dostęp 24.04.2026.
<https://patents.google.com/patent/US349424A/en>.
31. Google Patents. US2911759A, Manufacture of Flat Glass. Dostęp 21.04.2026.
<https://patents.google.com/patent/US2911759A/en>.
32. Greiner-Wronowa, Elżbieta i Paweł Świt. „The Influence of Selected Organic Compounds on the Corrosion of Historical Glass Based on Their State of

- Preservation”. *Acta Physica Polonica A* 130, nr 6 (2016): 1406–1408. Dostęp 10.04.2026. <https://doi.org/10.12693/APhysPolA.130.1406>.
33. Grzech, Ewa. „Technika dalles de verre i jej geneza”. *Świat Szkła*, wyd. 7–8 (2006). Dostęp 10.12.2025. <https://swiat-szkla.pl/article/1675-technika-dalles-de-verre-i-jej-geneza>.
34. House Histories. „Rolled Figured Glass”. Dostęp 20.04.2026. <https://www.househistories.org/rolled-figured-glass>.
35. Hxtal. „Hxtal NYL-1 – specyfikacja”. Dostęp 18.02.2026. <https://hxtal.pl/specyfikacja/>.
36. Impurex. „Remosol 300”. Dostęp 16.04.2026. <https://www.impurex.pl/produkowane-preparaty/preparaty-do-usuwania-farb-i-lakierow/18-remosol-300>.
37. International Council on Monuments and Sites. Conservation and Restoration of Stained Glass. Dostęp 16.02.2026. <https://www.icomos.org/public/publications/93stain13.pdf>.
38. ITA Polska. „AESUB Blue”. Dostęp 25.02.2024. <https://www.ita-polska.com.pl/systemy-pomiarowe/akcesoria/aesub-blue>.
39. Kujawsko-Pomorska Biblioteka Cyfrowa. Adreß-Buch der Stadt Thorn, Podgorz u. Mocker sowie des Landkreises Thorn für das Jahr 1897. Thorn, 1897. Dostęp 13.03.2024. <https://kpbc.umk.pl/dlibra/publication/45075/edition/53566/content>.
40. Kujawsko-Pomorska Biblioteka Cyfrowa. AdressBuch für Thorn Stadt und Land. Thorn, 1908. Dostęp 13.03.2024. <https://kpbc.umk.pl/dlibra/publication/2252/edition/3710/content>.
41. Kujawsko-Pomorska Biblioteka Cyfrowa. Thorner Presse, nr 96, Beilage, 26 kwietnia 1906. Dostęp 14.03.2024. <https://kpbc.umk.pl/dlibra/publication/177244/edition/179607/content>.
42. Laskowski, Piotr. „Szyby w elementach o określonej odporności ogniowej”. *Świat Szkła* 12 (2015). Dostęp 21.04.2026. <https://swiat-szkla.pl/article/11216-szyby-w-elementach-o-okreslonej-odpornosci-ogniowej>.
43. Mickiewicz, Ewa. „Fusing – inny wymiar szkła dekoracyjnego”. *Świat Szkła*, wyd. 7–8 (2008). Dostęp 5.02.2024. <https://swiat-szkla.pl/article/1344-fusing-inny-wymiar-szkla-dekoracyjnego>.

44. Multicom. „Drei Bond 6020. Arkusz danych technicznych”. Dostęp 18.02.2026.
https://multicom.pl/multicom/product_files/DB%206020%20Arkusz%20Danych%20Technicznych%20v%201.004.pdf.
45. NSG Group. „Story 02”. Dostęp 23.04.2026. <https://100th.nsg.com/story/02/>.
46. NSG Group. „The Colburn Process (Continuous Sheet Draw Process)”. Dostęp 21.04.2026. <https://100th.nsg.com/story>.
47. Oceanside Glass & Tile. „Oceanside Sheet Glass Classifications and Product Types”. Dostęp 16.02.2024.
<https://cdn.shopify.com/s/files/1/0306/4043/9428/files/classification.pdf?v=1591197878>.
48. Period Homes. „Hollander Historic Glass”. Dostęp 23.04.2026.
<https://www.periodhomes.com/hollander-historic-glass>.
49. Pilkington. „Flat Drawn Process”. Dostęp 21.04.2026.
<https://www.pilkington.com/en-gb/uk/about/heritage/flat-drawn-process>.
50. Pilkington. „Invention of Float Glass”. Dostęp 21.04.2026.
<https://www.pilkington.com/en-gb/uk/about/heritage/invention-of-float-glass>.
51. Pilkington. „The Inventor of Float Glass”. Dostęp 21.04.2026.
<https://www.pilkington.com/en/gbl/about-us/pilkington-history/the-inventor-of-float-glass>.
52. PubChem. „Citric Acid”. Dostęp 16.04.2026.
<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Citric-Acid>.
53. PubChem. „Disodium EDTA”. Dostęp 16.04.2026.
<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Disodium-EDTA>.
54. PubChem. „Trisodium Phosphate Dodecahydrate”. Dostęp 16.04.2026.
<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Trisodium-phosphate-dodecahydrate>.
55. Salisbury Cathedral. „Burne-Jones”. Dostęp 21.04.2026.
<https://www.salisburycathedral.org.uk/discover/conservation-and-restoration/burne-jones>.
56. Sash Window Specialist. „Articles”. Dostęp 10.10.2025.
<https://sashwindowspecialist.com/blog/category/articles/>.
57. Scalpex. „Przezroczysty żel Scalpex NW do usuwania farb”. Dostęp 16.04.2026.
<https://scalpex.pl/produkt/przezroczysty-zel-scalpex-nw-do-usuwania-farb/>.
58. Society of Glass Technology. Parke, Sydney. „Lecture 2. Glass Science”.
Compendium of Glass. Dostęp 3.02.2026.

- https://cdn.ymaws.com/sgt.org/resource/resmgr/compendium_of_glass/78_parke.pdf.
59. Stained Glass Association of America. „History of Stained Glass”. Dostęp 15.02.2026. <https://stainedglass.org/about-stained-glass/history-stained-glass>.
 60. Stained Glass Your Way. „Stained Glass Construction Methods”. Dostęp 23.04.2026. <https://www.stainedglassyourway.com/blog/stained-glass-construction-methods>.
 61. Stawiarski, Kazimierz. „Zdobienie szkła”. Barwy Szkła. Dostęp 31.03.2026. <https://barwyszkla.pl/zdobienie-szkla/>.
 62. The Charles Hosmer Morse Museum of American Art. „Hollyhocks Window”. Dostęp 15.02.2026. <https://morsemuseum.org/collection-highlights/windows/hollyhocks-window>.
 63. The Charles Hosmer Morse Museum of American Art. „Secrets of Tiffany Glassmaking”. Dostęp 15.02.2026. <https://morsemuseum.org/on-exhibit/secrets-of-tiffany-glassmaking>.
 64. The Charles Hosmer Morse Museum of American Art. Secrets of Tiffany Glassmaking: Glassmaking. Winter Park, FL: The Charles Hosmer Morse Museum of American Art, 2019. Dostęp 24.04.2026. https://www.morsemuseum.org/assets/uploads/pdfs/Glassmaking_2019-WEB.pdf.
 65. The Metropolitan Museum of Art. „Louis Comfort Tiffany (1848–1933)”. Dostęp 15.02.2026. <https://www.metmuseum.org/essays/louis-comfort-tiffany-1848-1933>.
 66. Uniwersytet Mikołaja Kopernika. „Obiekty UMK po 1970.” Dostęp 13.03.2024. <http://obiekty.umk.pl/po-1970/11/>.
 67. Veda-Anne Ulcickas. „Analysis & Comparison of Old and New Lead Came”. Stained Glass Quarterly (2021). Dostęp 10.09.2025. <https://www.dhdmetslead.com/pdf/052LeadAnalysis.pdf>.
 68. Viba. „Advanced Materials Araldite® 2020”. Dostęp 18.02.2026. <https://www.viba.nl/media/files/tds/tds>.
 69. Victoria and Albert Museum. „Stained Glass: the Gothic Revival and Beyond”. Dostęp 21.04.2026. <https://www.vam.ac.uk/articles/stained-glass-gothic-revival-and-beyond>.
 70. Wikimedia Commons. „Kaiserin Augusta Victoria.” Dostęp 14.03.2019. https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/26/Kaiserin_augusta_Victoria350.jpg.

71. Wikimedia Commons. „Louis C. Tiffany, veduta di Oyster Bay.” Dostęp 24.04.2026.
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b8/Louis_c._tiffany%2C_veduta_di_osyster_bay%2C_1908.JPG.
72. Youghiogheny Glass. „Uro by Yough”. Dostęp 21.02.2024.
<https://www.youghioghenyglass.com/uro-by-yough.html>.
73. YouTube. „Etapy formowania szkła antycznego”. Dostęp 23.02.2026.
<https://www.youtube.com/watch?v=9bzJBTGVzkk>.
74. YouTube. „Etapy tworzenia szkła katedralnego”. Dostęp 23.02.2026.
<https://www.youtube.com/watch?v=gOeHpqNGrq4&t=20s>.
75. YouTube. „Etapy tworzenia szkła maconego”. Dostęp 23.04.2026.
<https://www.youtube.com/watch?v=tDyeiePort0>.
76. YouTube. „Etapy wytwarzania gomółki”. Dostęp 23.04.2026.
<https://www.youtube.com/watch?v=TuDI27MZDnY>.
77. Zachęta — Narodowa Galeria Sztuki. „Witraż”. Mediateka. Dostęp 24.04.2026.
<https://zacheta.art.pl/pl/mediateka-i-publikacje/witraz>.

Spis ilustracji

- Il. 1. Reklama mistrza szklarskiego Julisa Hella z 1897 r., za: Adreß=Buch der Stadt Thorn, Podgorz u. Mocker sowie des Landkreises Thorn für das Jahr 1897 (Thorn, 1897), 16.
- Il. 2. Reklama mistrza szklarskiego Emila Hella z 1897 r., za: Adreß=Buch der Stadt Thorn, Podgorz u. Mocker sowie des Landkreises Thorn für das Jahr 1897 (Thorn, 1897), 23.
- Il. 3. Reklama mistrza szklarskiego Emila Hella z 1908 r., za: AdressBuch für Thorn Stadt und Land (Thorn, 1908), 28, Dostęp 13.03.2024, <https://kpbc.umk.pl/dlibra/publication/2252/edition/3710/content>, 28.
- Il. 4. Rozwój przestrzenny Torunia w XIX w. Za: Marian Biskup, red., Historia Torunia. W czasach zaboru pruskiego (1793–1920), t. 3, cz. 1 (Toruń, 2003), mapa dołączona osobno.
- Il. 5. Przykład dmuchanego szkła antycznego z charakterystycznymi pęcherzykami powietrza (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 6. Etapy formowania szkła antycznego: nabieranie porcji szkła na piszczel, rozdmuchiwanie, tworzenie bańki, ogrzewanie w drumli, tworzenie cholewy nad kanałem, odcinanie końcówki cylindra, cięcia cylindra, prostowanie w piecu,

- gotowa tafla po odprężaniu. Kadry za:
<https://www.youtube.com/watch?v=9bzJBTGVzkk>, Dostęp 23.02.2026.
- Il. 7. Mikroskopowe zdjęcie przełomu rubinowego szkła powłokowego (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 8. Przykład czerwonego szkła warstwowego, zdjęcie powierzchni i przełomu (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 9. Etapy tworzenia szkła katedralnego: nabieranie porcji szkła czerpakiem, wylanie masy szklanej na stalowy stół, przewalcowanie szkła i odprężanie tafli. Kadry za:
<https://www.youtube.com/watch?v=gOeHpqNGrq4&t=20s>, Dostęp 23.02.2026.
- Il. 10. Przykładowe szkła katedralne z oferty firmy Provetro. Od lewej: bezbarwne PV1000, żółte PV4112, zielone PV1800, błękitne PV1201, u dołu dwa inne przykłady (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 11. Etapy wytwarzania gomółki: nabieranie porcji szkła na piszczel, rozdmuchiwanie małej bańki, przejmowanie bańki metalowym przylepiakiem, formowanie gomółki rozwierakiem. Kadry za:
<https://www.youtube.com/watch?v=TuDl27MZDnY>, Dostęp 23.04.2026.
- Il. 12. Jasnożółta gomółka (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 13. Wzory szkieł Chance Brothers & Co z lat 1898–1905. Za:
<https://www.househistories.org/rolled-figured-glass>, Dostęp 15.02.2026.
- Il. 14. Oferty na szkło ornamentowe firmy Pilkington Brothers z początku XX w. Za:
<https://www.househistories.org/rolled-figured-glass>, Dostęp 15.02.2026.
- Il. 15. Walce do tłoczenia wzoru w szkło. Za:
<https://www.classesdupatrimoine.brussels/wp-content/uploads/2020/04/Technique-synth%C3%A8se.pdf>, Dostęp 17.04.2026.
- Il. 16. Inne oferty firm amerykańskich na szkło ornamentowe na początku XX w. Za:
<https://sashwindowsspecialist.com/blog/category/articles/>, Dostęp 10.10.2025.
- Il. 17. Współczesne przykładowe szkła ornamentowe ze wzornika firmy Paul Wissmach Glass. Od lewej próbki: Granite 01, Matrix 01, Moss 01, Stream-X 01, Florentine 01, Ripple 01, Cube 01 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 18. Etapy tworzenia szkła mąconego: nabieranie porcji szkła nabierakiem, wlewanie kolejnych porcji szkła na stalowy blat, mącenie szkła widłami, walcowanie szkła, odprężanie szkła, gotowa tafla szkła po odprężaniu. Kadry za:
<https://www.youtube.com/watch?v=tDyeiePort0>, Dostęp 23.04.2026.
- Il. 19. Współczesne przykładowe szkła mącone (opalone) ze wzornika firmy Paul Wissmach Glass. Od lewej próbki: Corella Classic 300, Opalescent 238 D, Opalescent 101 D, Wisspy WO 140, Wisspy WO 325, Streaky 112 LL, Streaky 503 LL (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 20. Inne przykłady szkła mąconego (opalonego) (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 21. Przykład szlifowania brylantowego na szklach powlekanych. Za: Stawiarski, „Zdobienie szkła”.

- Il. 22. Przykład szlifowanego dekoru na rubinowym szkłe powłokowym z okna klatki schodowej przy ul. Jagiellończyka 4 w Toruniu. (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 23. Przykłady różnych szkieł formowanych. Za: Pere Valdeperez, Witraż. Projektowanie i realizacja (Warszawa: Arkady, 2001), 28.
- Il. 24. Walcarka do szkła z końca XIX w. firmy Chance Brothers.
- Il. 25. Belgijska technologia Émile’a Fourcaulta – wyciąganie cienkiej wstęgi szkła bezpośrednio z wanny szklarskiej. Za: <https://www.period-homes.com/hollander-historic-glass>, Dostęp 23.04.2026.
- Il. 26. Schemat produkcji szkła płaskiego metodą Pittsburgh: 1 – kanał maszynowy, 2 – szyb pionowy, 3 – walce ciągnące, 4 – chłodnice wodne, 5 – chłodnice szybu, 6 – blok formujący, 7 – taśma szkła. Za: <https://winntbg.bg.agh.edu.pl/skrypty2/0063/R08.pdf>, Dostęp 23.04.2026.
- Il. 27. Schemat linii produkcyjnej szkła float. Za: <https://100th.nsg.com/story/02/>, Dostęp 23.04.2026.
- Il. 28. Przykłady średniowiecznych kartonów sporządzonych na drewnianych tablicach pokrytych białą zaprawą kredowo-klejową. XIV w. Muzeum Sztuki w Gironie, Hiszpania.
- Il. 29. Witraż ze sceną Hołdu Trzech Króli, pochodzący z kościoła farnego pw. Wniebowzięcia NMP w Chełmnie, 1370–1380 r. Obecnie eksponowany w Muzeum Okręgowym w Toruniu (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 30. Witraż wotywny Michaela Scholtza, Śląsk, 1559. Za: Gajewska-Prorok, Mistrzowie światła, 161.
- Il. 31. Rodzaje średniowiecznych listew ołowianych, w tym z rdzeniem z prętów drewnianych. Za: Gajewska-Prorok, Mistrzowie światła, 34.
- Il. 32. Współczesne walcowane (ciągnione) listwy ołowiane (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 33. Rysunki do opisu patentu Braya, zatytułowany Joining Glass Mosaics, opatentowany 21 września 1886 r. Sposób łączenia kawałków szkła za pomocą cienkich pasków metalu, przede wszystkim miedzi lub folii miedzianej, zawijanych na krawędzie szkieł i następnie lutowanych. Za: <https://patents.google.com/patent/US349424A/en>, Dostęp 24.04.2026.
- Il. 34. Pracownicy Tiffany Studios w trakcie wykonywania kloszy lamp w technice taśmy miedzianej, kon. XIX w. Za: https://www.copper.org/consumers/arts/2008/july/Shedding_Light%20_Legacy_Tiffany.html.
- Il. 35. Technika Tiffany. Oklejanie kawałka szkła taśmą miedzianą. Za: <https://www.stained-glassyourway.com/blog/stained-glassconstruction-methods>, Dostęp 23.04.2026.
- Il. 36. Lutowanie taśmy miedzianej w technice Tiffany. Za: https://www.domestika.org/pl/courses/2773-witraze-z-elementami-roslinnymi-metoda-tiffany-ego/final_project_lessons, Dostęp 23.04.2026.

- Il. 37. Dwa okna w katedrze w Salisbury: „Angeli Ministrantes” i „Angeli Laudantes” autorstwa Williama Morrisa i Edwarda Burne-Jonesa z 1879 r. Za: <https://www.salisburycathedral.org.uk/discover/conservation-and-restoration/burne-jones>.
- Il. 38. Przykładowy katalog oszkleń witrażowych z 1914 r., International Art Glass Catalogue. Art and Beveled Glass in all its branches (Chicago: Shattock & McKAY Company, 1914), 35, 39.
- Il. 39. Widok na zatokę Oyster, witraż L. C. Tiffany’ego w Metropolitan Museum w Nowym Jorku. Za: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b8/Louis_c._tiffany%2C_vedut_a_di_osyster_bay_%2C_1908.JPG, Dostęp 24.04.2026.
- Il. 40. Witraże restauracji La Cure d’Air Trianon w Malzeville wg projektu Henri Bergé z 1902 r. Za: <https://www.facebook.com/photo/?fbid=1280437397416186&set=pcb.1280437817416144>, Dostęp 24.04.2026.
- Il. 41. Ulotka reklamowa firmy Grimme & Hempel z Lipska z ok. 1900 r. Za: Haberey, Beeh, Beines, Farbfenster in Bonner, 113.
- Il. 42. Przykłady witraży secesyjnych z klatek schodowych kamienic w Bonn, Niemcy: Kronprinzenstrasse 54, Rheinallee 35, Rüngsdorfer Strasse 19 i Hohenzollernstrasse 12. Za: Haberey, Beeh, Beines, Farbfenster in Bonner, 22, 26, 28.
- Il. 43. Natura na witrażu z klatki schodowej kamienicy przy ul. J. Sarego 10 w Krakowie. Za: Pawłowska, Witraże krakowskie, 29.
- Il. 44. Krajobraz wiejski na witrażu w nadświetlu bramy kamienicy przy ul. Topolowej 46 w Krakowie. Za: Pawłowska, Witraże krakowskie, 26.
- Il. 45. Kwiatowy motyw witrażu z klatki schodowej kamienicy przy ul. J. Piłsudskiego 9 w Krakowie. Za: Pawłowska, Witraże krakowskie, 22.
- Il. 46. Motyw roślinny witrażu z klatki schodowej kamienicy przy ul. M. Lelewela-Borelowskiego 6 w Krakowie. Za: Pawłowska, Witraże krakowskie, 24.
- Il. 47. Powtarzalny motyw z medalionami na witrażu w nadświetlu bramy kamienicy przy ul. Ariańskiej 5 w Krakowie. Za: Pawłowska, Witraże krakowskie, 23.
- Il. 48. Jeden z witraży z klatki schodowej kamienicy przy ul. Karmelickiej 29 w Krakowie. Za: Pawłowska, Witraże krakowskie, 19.
- Il. 49. Modernistyczny witraż z klatki schodowej oficyny przy ul. Św. Jana 18 w Krakowie. Za: Pawłowska, Witraże krakowskie, 18.
- Il. 50. Oszklenie galerii w Grand Hotelu (fragment), ul. Sławkowska 7 w Krakowie. Za: Pawłowska, Witraże krakowskie, 16.
- Il. 51. Witraż „Widok zamku de Chillon” w willi Kindermanna w Łodzi. Za: <https://barwyszkla.pl/witraze-willi-leopolda-kindermanna-w-lodzi/>, Dostęp 25.04.2026.

- Il. 52. Witraż „Jutrzenka” w willi Kindermanna w Łodzi. Za: <https://barwyszkla.pl/witraze-willi-leopolda-kindermanna-w-lodzi/>, Dostęp 25.04.2026.
- Il. 53. Witraże w pałacu przemysłowca Maurycego Poznańskiego przy ul. Więckowskiego 36 w Łodzi. Za: Ertman, Łódzkie witraże, brak paginacji.
- Il. 54. Witraż okna dawnej willi Maxa Kleczewskiego przy ul. Bankowej 12 w Gliwicach, ok. 1905 r. Za: Wnuk, Jodliński, Gliwickie witraże, 42.
- Il. 55. Witraż okna klatki schodowej kamienicy przy ul. Częstochowskiej w Gliwicach, 1910- 1911 r. Za: Wnuk, Jodliński, Gliwickie witraże, 62.
- Il. 56. Witraże okien klatki schodowej w kamienicy przy ul. Zwycięstwa 8 w Gliwicach, 1900-1910 r. Za: Wnuk, Jodliński, Gliwickie witraże, 88, 89.
- Il. 57. Witraż okna klatki schodowej przy ul. Słowackiego w Poznaniu, ok. 1910 r. Za: Zachariasik, Klatki schodowe w Poznaniu, 108.
- Il. 58. Witraż klatki schodowej kamienicy przy ul. Zacisze 4a w Poznaniu, 1905 r. Za: Domańska- Biegowska, „Witraże w kamienicach poznańskich”, 38.
- Il. 59. Witraż w oknie klatki schodowej kamienicy przy ul. Bukowskiej 33 w Poznaniu. Za: Skuratowicz, Adamczewska, Walichnowski, Secesja w Poznaniu, 238.
- Il. 60. Witraż w oknie klatki schodowej kamienicy przy ul. Grottgera 3 w Poznaniu. Za: Zachariasik, Klatki schodowe w Poznaniu, 133.
- Il. 61. Witraż okna klatki schodowej przy ul. Grunwaldzkiej 31 w Sopocie (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 62. Witraż okna klatki schodowej przy ul. Grunwaldzkiej 68 w Sopocie (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 63. Witraż okna klatki schodowej przy ul. Powstańców Warszawy 71 w Sopocie (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 64. Witraż okna klatki schodowej przy ul. Winieckiego 23 w Sopocie (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 65. Przykład szkła muślinowego z okna klatki schodowej przy ul. Jagiellończyka 4 w Toruniu (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 66. Przykład szkła muślinowego z okna klatki schodowej przy ul. Poniatowskiego 5 w Toruniu (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 67. Przykład szkła muślinowego z okna klatki schodowej przy ul. Klonowica 24 w Toruniu (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 68. Przykład szkła muślinowego z motywem gwiazdkowym w drzwiach do mieszkania kamienicy przy ul. Warszawskiej 2 w Toruniu (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 69. Przykłady przezroczystej winnej latorośli na matowym tle w drzwiach do mieszkania w kamienicy przy ul. Klonowica 24 (u góry) oraz przy ul. Warszawskiej 2 (u dołu) w Toruniu (Fot. Adam Kaźmierczak).

- Il. 70. Matowana winna latorośl na przezroczystym tle z drzwi do mieszkania kamienicy przy ul. Sienkiewicza 11 w Toruniu (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 71. Warianty trawionej narożnej rozetki z okna klatki schodowej przy ul. Warszawskiej 14 (po lewej) oraz drzwi wejściowych do mieszkania przy ul. Mickiewicza 86 (po prawej) (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 72. Przykład trawionej narożnej rozetki z okna klatki schodowej przy ul. Warszawskiej 8 w Toruniu (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 73. Przykład trawionej narożnej rozetki z okna klatki schodowej przy ul. Piernikarskiej 1 w Toruniu (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 74. Rozeta narożna z motywem gwiazdy z drzwi wejściowych do mieszkania przy ul. Szerokiej 26-28 w Toruniu (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 75. Przykładowe szlifowane i częściowo polerowane rozety na szkłe powłokowym: kobaltowym, rubinowym i oranżowym. Od lewej: ul. Klonowica 24, ul. Sukiennicza 4, ul. Jagiellończyka 4 w Toruniu (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 76. Szlifowane rozetki w nadświetlu drzwi wejściowych do kamienicy przy Rynku Nowomiejskim 17 w Toruniu: rubinowa i kobaltowa. W górnych narożnikach oraz w dwóch dolnych polach znajduje się szkło mrożone (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 77. Promienista rubinowa rozetka z okna klatki schodowej przy ul. Jagiellończyka 4 w Toruniu (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 78. Przykłady piaskowanych rozetek na szkłe powłokowym kobaltowym i oranżowym z okna klatki schodowej (po lewej) oraz drzwi wahadłowych sieni (po prawej) kamienicy przy ul. Sienkiewicza 22 w Toruniu (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 79. Piaskowana rubinowa rozetka z okna klatki schodowej przy ul. Sienkiewicza 22 w Toruniu (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 80. Nieistniejąca już piaskowana rozetka na rubinowym szkłe powłokowym w drzwiach sieni w kamienicy przy ul. Mickiewicza 57 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 81. Toruń, ul. Sienkiewicza 11. Jedno z okien klatki schodowej zdobione pozostałościami oszklenia ozdobnego (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 82. Toruń, ul. Sienkiewicza 11. Jedno z drzwi do mieszkania z nadświetlem zdobionym oszkleniem ozdobnym (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 83. Toruń, ul. Sienkiewicza 22. Okna klatki schodowej zdobione trawionymi motywami winnej latorośli i piaskowanymi rozetkami (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 84. Toruń, ul. Sienkiewicza 22. Wahadłowe drzwi sieni zdobione trawionymi motywami winnej latorośli i piaskowanymi rozetkami (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 85. Toruń, ul. Sukiennicza 4. Okna pierwszego i drugiego półpiętra klatki schodowej zdobione szklami z trawionymi ornamentami winnej latorośli i szlifowanymi rozetkami (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 86. Toruń, ul. Sukiennicza 4. Okna trzeciego półpiętra klatki schodowej zdobione szklami muślinowymi z motywem rozetek gwiazdkowych i szlifowanymi kobaltowymi rozetkami (Fot. Adam Kaźmierczak).

- Il. 87. Toruń, ul. Klonowica 24. Okno pierwszego półpiętra klatki schodowej ze oszkleniem witrażowym (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 88. Toruń, ul. Klonowica 24. Detal okna pierwszego półpiętra klatki schodowej ze szmaragdową i miodową rozetką na tle słomkowego szkła katedralnego (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 89. Toruń, ul. Klonowica 24. Okno drugiego półpiętra klatki schodowej z oszkleniem ozdobnym zachowanym w górnej części: szkła muślinowe i szlifowane rozety na szkle powłokowym (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 90. Toruń, ul. Klonowica 24. Przykładowe drzwi wejściowe do mieszkania zdobione szkłem muślinowym, trawionymi motywami winnej latorośli oraz narożnymi rozetkami (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 91. Toruń, ul. Jagiellończyka 4. Okna pierwszego i drugiego półpiętra klatki schodowej zdobione szkłem muślinowym i szlifowanymi rozetkami (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 92. Toruń, ul. Jagiellończyka 4. Okno trzeciego półpiętra klatki schodowej zdobione szkłem muślinowym i szlifowanymi rozetkami (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 93. Toruń, ul. Poniatowskiego 5. Oszklenia ozdobne przykładowego okna klatki schodowej oraz drzwi sieni (w prawym górnym rogu) (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 94. Toruń, ul. Warszawska 2. Przykładowe drzwi do mieszkania dekorowane szkłem ozdobnym, w tym wielowarstwowo trawionym ornamentem (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 95. Toruń, ul. Warszawska 6. Przykładowe drzwi do mieszkania zdobione szkłem muślinowym i trawionymi rozetkami (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 96. Toruń, ul. Warszawska 8. Oszklenie dekoracyjne drzwi oddzielających sień od klatki schodowej oraz oszklenie okna klatki schodowej (szkło muślinowe, ornamenty matowane) (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 97. Toruń, ul. Warszawska 8. Drzwi wejściowe do mieszkania na pierwszym piętrze zdobione trawionymi ornamentami (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 98. Toruń, ul. Łazienna 7. Nadświetle drzwi wejściowych do mieszkania zdobione trawionym ornamentem na matowym tle (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 99. Toruń, ul. Mickiewicza 57. Przykładowe drzwi wewnętrzne z nieistniejącym oszkleniem ozdobnym (Fot. Andrzej Kałucki).
- Il. 100. Toruń, ul. Szeroka 26-28. Przykładowe okno klatki schodowej zdobione szlifowanymi rozetkami i szkłem katedralnym (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 101. Toruń, Rynek Nowomiejski 18. Jedno z okien klatki schodowej ze szkłem ornamentowym (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 102. Toruń, ul. Jagiellończyka 6. Okna klatki schodowej ze oszkleniem witrażowym przed pracami konserwatorskimi i restauratorskimi (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 103. Toruń, Plac św. Katarzyny 4. Okno klatki schodowej pierwszego półpiętra z witrażem mozaikowym (Fot. Adam Kaźmierczak).

- Il. 104. Toruń, Plac św. Katarzyny 4. Okno klatki schodowej drugiego półpiętra z witrażem mozaikowym. Po prawej zbliżenie na zieloną wytłaczaną rozetkę, błękitne kaboszony oraz gomółki (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 105. Toruń, Plac św. Katarzyny 4. Okno klatki schodowej trzeciego półpiętra z witrażem mozaikowym (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 106. Toruń, ul. Piastowska 5. Zachowany fragment witrażu mozaikowego w nadślemieniu okna pierwszego półpiętra klatki schodowej. Partie pod ślemieniem pochodzą z ostatnich prac konserwatorskich i restauratorskich (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 107. Toruń, ul. Piastowska 5. Zachowany fragment witrażu mozaikowego w nadślemieniu i fragmencie prawej bordiury oraz trawione przedstawienie łyżwiarki w oknie drugiego półpiętra klatki schodowej. Pozostałe partie bordiury pochodzą z ostatnich prac konserwatorskich i restauratorskich (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 108. Toruń, ul. Piastowska 5. Zachowany fragment witrażu mozaikowego w górnej i prawej bordiurze oraz trawione przedstawienie popiersia mężczyzny w oknie trzeciego półpiętra klatki schodowej. Pozostałe partie bordiury pochodzą z ostatnich prac konserwatorskich i restauratorskich (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 109. Toruń, ul. Piastowska 5. Witraż mozaikowy łuku okna trzeciego półpiętra klatki schodowej (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 110. Porównanie: „Łyżwiarka” i Augusta Wiktoria ze Szlezwika–Holsztynu–Sonderburga–Augustenburga, królowa Prus i cesarzowa niemiecka jako żona Wilhelma II oraz popiersie z medalionu i Wilhelm II Hohenzollern, niemiecki cesarz i król Prus.
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/26/Kaiserin_augusta_Victoria_3_50.jpg; <https://www.wykop.pl/wpis/12671911/cesarz-wilhelm-ii-hohenzollern-historia-fotohistor/>, Dostęp 14.03.2019 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 111. Toruń, ul. Mostowa 9. Okna pierwszego i trzeciego półpiętra klatki schodowej z witrażami mozaikowymi (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 112. Toruń, ul. Mostowa 9. Okna drugiego półpiętra klatki schodowej z witrażami mozaikowymi (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 113. Toruń, ul. Bydgoska 50-52. Przykład okna parteru z bordiurą gomółkową (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 114. Toruń, ul. Bydgoska 50-52. Przykład okna pierwszego piętra z bordiurą gomółkową (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 115. Toruń, ul. Bydgoska 50-52. Przykład okna drugiego piętra z bordiurą gomółkową (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 116. Toruń, ul. Bydgoska 50-52. Okno klatki schodowej po stronie wschodniej z witrażami geometrycznymi (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 117. Toruń, ul. Bydgoska 50-52. Zachowany trawiony ornament w płycinie drzwi (Fot. Adam Kaźmierczak).

- Il. 118. Toruń, ul. Poniatowskiego 3. Secesyjny witraż nadświetla drzwi wejściowych (szkło opalowe, katedralne, ornamentowe, listwy ołowiowe) (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 119. Toruń, ul. Poniatowskiego 3. Secesyjne witraże okien pierwszego i drugiego półpiętra klatki schodowej po częściowej rekonstrukcji (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 120. Toruń, ul. Poniatowskiego 3. Secesyjne witraże okien trzeciego i czwartego półpiętra klatki schodowej po częściowej rekonstrukcji (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 121. Toruń, ul. Kopernika 42. Witraże pierwszego półpiętra klatki schodowej (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 122. Toruń, ul. Kopernika 42. Witraże drugiego półpiętra klatki schodowej (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 123. Toruń, ul. Kopernika 42. Witraże trzeciego półpiętra klatki schodowej (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 124. Toruń, ul. Kopernika 42. Witraże czwartego półpiętra klatki schodowej (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 125. Toruń, ul. Poniatowskiego 1. Znalezione fragmenty secesyjnych witraży z okien pierwszego półpiętra klatki schodowej kamienicy po dopasowaniu poszczególnych elementów kompozycji (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 126. Toruń, ul. Poniatowskiego 1. Kwatera witrażowa okna drugiego półpiętra klatki schodowej kamienicy przed pracami konserwatorskimi i restauratorskimi (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 127. Toruń, ul. Poniatowskiego 1. Kwatery witrażowe okna trzeciego półpiętra klatki schodowej kamienicy przed pracami konserwatorskimi i restauratorskimi (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 128. Toruń, ul. Poniatowskiego 1. Kwatery witrażowe pochodzące pierwotnie z jednego z mieszkań kamienicy, które zostały zaaranżowane w oknie czwartego półpiętra klatki schodowej kamienicy. Stan przed pracami konserwatorskimi i restauratorskimi (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 129. Toruń, ul. Poniatowskiego 1. Secesyjne witraże okien mieszkania (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 130. Toruń, ul. Poniatowskiego 3. Witraż secesyjny w oknie jednego z mieszkań (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 131. Toruń, ul. Poniatowskiego 3. Secesyjne witraże okien pierwszego i drugiego półpiętra klatki schodowej oficyny (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 132. Toruń, ul. Poniatowskiego 3. Secesyjny witraż okna trzeciego półpiętra klatki schodowej oficyny (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 133. Toruń, ul. Most Pauliński 12. Secesyjne witraże okna pierwszego i trzeciego półpiętra klatki schodowej (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 134. Toruń, ul. Most Pauliński 12. Secesyjny witraż okna drugiego półpiętra klatki schodowej (Fot. Adam Kaźmierczak) oraz fragment rysunku inwentaryzacyjnego

- okna z lat 70. XX w. autorstwa E. Kolasinskiej (Archiwum Katedry Konserwatorstwa, Wydział Sztuk Pięknych UMK).
- Il. 135. Toruń, ul. Mickiewicza 20. Pozostałości secesyjnego witrażu klatki schodowej willi (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 136. Toruń, ul. Mickiewicza 52. Geometryczne witraże okien pierwszego i drugiego półpiętra klatki schodowej (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 137. Toruń, ul. Mickiewicza 52. Geometryczne witraże okien trzeciego i czwartego półpiętra klatki schodowej (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 138. Toruń, ul. Piastowska 9. Zachowane fragmenty secesyjnych witraży w typie geometrycznym okien pierwszego i drugiego półpiętra klatki schodowej (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 139. Toruń, ul. Mickiewicza 1-3. Witraże secesyjne drugiego i trzeciego okna klatki schodowej (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 140. Toruń, Plac Rapackiego 1. Secesyjne witraże klatki schodowej gmachu Collegium Maximum UMK. Stan przed pracami konserwatorskimi i restauratorskimi (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 141. Toruń, Plac Rapackiego 1. Secesyjne witraże klatki schodowej gmachu Collegium Maximum UMK. Namalowane daty i nazwiska prawdopodobnych fundatorów kwater (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 142. Widmo XRF (przenośny spektrometr) próbki nr 6. Błękitne szkło katedralne (okno I 2a). Zidentyfikowane pierwiastki: Ca, Si, Cu, Fe, Sr, Pb, S, K, Ti, Mn.
- Il. 143. Analiza makro XRF, fragment kwatery witrażowej okna I 2a. Rozkład miedzi w partii błękitnego szkła.
- Il. 144. Widmo XRF (przenośny spektrometr) próbki nr 8. Żółte szkło ornamentowe (okno I 2a). Zidentyfikowane pierwiastki: Ca, Si, Fe, Pb, Sr.
- Il. 145. Widmo XRF (przenośny spektrometr) próbki nr 9. Zielone szkło ornamentowe (okno I 2a). Zidentyfikowane pierwiastki: Ca, Si, Cu, Cr, Fe, Sr, Pb, K, Zn, S, Mn, Ti.
- Il. 146. Analiza makro XRF, fragment kwatery witrażowej okna I 2a. Rozkład pierwiastków (po lewej strona wewnętrzna, po prawej zewnętrzna): chromu, miedzi, żelaza i manganu w partii zielonego szkła ornamentowego.
- Il. 147. Widmo XRF (przenośny spektrometr) próbki nr 10. Bezbarwne szkło ornamentowe (okno I 2a). Zidentyfikowane pierwiastki: Ca, Si, Pb, As, Fe, Sr, S, Zn, K.
- Il. 148. Analiza makro XRF, fragment kwatery witrażowej okna I 2a. Rozkład pierwiastka – arsenu w partii bezbarwnego szkła ornamentowego (po lewej strona wewnętrzna, po prawej zewnętrzna).
- Il. 149. Widmo XRF (przenośny spektrometr) próbki nr 11. Bezbarwne szkło ornamentowe (okno IV 2a). Zidentyfikowane pierwiastki: Ca, Si, Fe, S, K, Ba, Sr, Zr, Cr Zn.

- Il. 150. Znormalizowane widma FTIR 11 próbek szkielek z witraży klatki schodowej kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 w Toruniu.
- Il. 151. Analiza Makro XRF szkielek kartusza herbowego z kwatery okna I 2b klatki schodowej kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 w Toruniu. Rozkład pierwiastków: ołowiu, wapnia, żelaza, miedzi, manganu, cyny, potasu, arsenu, krzemu (po lewej strona wewnętrzna, po prawej zewnętrzna).
- Il. 152. Analiza Makro XRF szkielek kartusza herbowego z kwatery okna I 2b klatki schodowej kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 w Toruniu. Rozkład pierwiastków – mapowanie: miedzi i manganu (po lewej strona wewnętrzna, po prawej zewnętrzna).
- Il. 153. Analiza makro XRF fragmentu witrażu z pękiem kwiatowym niezidentyfikowanej kwatery okna kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 w Toruniu. Rozkład pierwiastków: ołowiu, wapnia, żelaza, cynku, miedzi, chromu, manganu, cyny, potasu, arsenu (po lewej strona wewnętrzna, po prawej zewnętrzna. W górnym rzędzie witraż w świetle przechodzącym i odbitym).
- Il. 154. Analiza makro XRF dwóch narożnych kwaterok witrażowych z willi przy ul. Bydgoskiej 50-52 w Toruniu. Rozkład pierwiastków: ołowiu, wapnia, żelaza, cynku, miedzi, chromu, manganu, cyny, baru, tytanu, cynku, strontu (po lewej strona wewnętrzna, po prawej zewnętrzna).
- Il. 155. Analiza makro XRF narożnej kwaterki witrażowej z kołem z klatki schodowej kamienicy przy ul. Mostowej 9 w Toruniu (Aneks V). Rozkład pierwiastków: wapnia, żelaza, cynku, miedzi, chromu, manganu, potasu (po lewej strona wewnętrzna, po prawej zewnętrzna).
- Il. 156. Analiza makro XRF narożnej kwaterki witrażowej z czteroliściem z klatki schodowej kamienicy przy ul. Mostowej 9 w Toruniu (Aneks VI). Rozkład pierwiastków: wapnia, żelaza, cynku, miedzi, chromu, manganu, potasu, arsenu (po lewej strona wewnętrzna, po prawej zewnętrzna).
- Il. 157. Listwa ołowiana z ul. Poniatowskiego 1 w Toruniu (Aneks II). Widok przykładowego obszaru pomiarowego strony zewnętrznej ER_To_12_02, 3x (po lewej) ze składem chemicznym (wt%): Ti 4,55, Fe <0,025, Co 0,08, Ni <0,015, Cu 0,12, Zn 15,83, Ag 0,01, Sn 47,33, Sb 0,14, Pb 31,81 oraz obszaru pomiarowego ER_To_12_03, 3x (po prawej) ze składem chemicznym (wt%): Ti 5,33, Fe 0,03, Co 0,08, Ni <0,015, Cu 0,19, Zn 17,14, Ag <0,02, Sn 45,71, Sb 0,13, Pb 31,25, Bi 0,13.
- Il. 158. Listwa ołowiana z ul. Poniatowskiego 1 w Toruniu (Aneks II). Widok przykładowego obszaru pomiarowego rdzenia ER_To_12_08, 5x (po lewej) ze składem chemicznym (wt%): Ti <0,03, Fe 0,04, Co 0,12, Ni 0,02, Cu 0,11, Zn 0,93, Ag <0,02, Sn 1,86, Sb 0,09, Pb 96,61, Bi 0,22 oraz obszaru pomiarowego ER_To_12_09, 5x (po prawej) ze składem chemicznym (wt%): Ti <0,03, Fe 0,04, Co 0,12, Ni 0,04, Cu 0,09, Zn 0,95, Ag 0,02, Sn 1,86, Sb 0,13, Pb 96,56, Bi 0,19.

- Il. 159. Listwa ołowiana z ul. Poniatowskiego 1 w Toruniu (Aneks II). Obraz BSE topografii powierzchni próbki 12, obszar 1.
- Il. 160. Listwa ołowiana z ul. Poniatowskiego 1 w Toruniu (Aneks II). Obraz BSE topografii powierzchni próbki 12, obszar 4, zaznaczone punkty 1-5. Przykładowe wyniki składu chemicznego w mikroobszarze 4 (wt%): C 32,04, O 19,98, S 1,29, Cl 0,85, Sn 9,66, Ca 0,59, Ti 1,96, Zn 15,88, Pb 17,76.
- Il. 161. Listwa ołowiana z ul. Jagiellończyka 6 w Toruniu (Aneks II). Widok przykładowego obszaru pomiarowego strony zewnętrznej ER_To_13_02_3x ze składem chemicznym (wt%): Ti <0,03, Fe 0,03, Co 0,09, Ni <0,015, Cu 0,44, Zn 0,05, Ag <0,02, Sn 57,98, Sb 0,34, Pb 40,94, Bi 0,14.
- Il. 162. Listwa ołowiana z ul. Jagiellończyka 6 w Toruniu (Aneks II). Widok przykładowego obszaru pomiarowego rdzenia od strony zewnętrznej ER_To_13_06_3x ze składem chemicznym (wt%): Ti <0,03, Fe 0,05, Co 0,12, Ni 0,04, Cu 0,12, Zn 0,10, Ag <0,02, Sn 0,73, Sb 0,02, Pb 98,57, Bi 0,25.
- Il. 163. Listwa ołowiana z ul. Jagiellończyka 6 w Toruniu (Aneks II). Przykładowy obraz BSE topografii powierzchni próbki 13, pole 1 z wynikami składu chemicznego w mikroobszarze 13-1-1 (wt%): C 12,75, O 8,37, Sn 2,41, Ca 0,46, Pb 76,01.
- Il. 164. Listwa ołowiana z ul. Jagiellończyka 6 w Toruniu (Aneks II). Przykładowy obraz BSE topografii powierzchni próbki 13, obszar 2, pole 1, wynikami składu chemicznego w mikroobszarze 13-2-1 (wt%): C 6,78, O 4,32, Pb 88,90.
- Il. 165. Listwa ołowiana z ul. Mostowa 9 w Toruniu (Aneks II). Widok przykładowego obszaru pomiarowego strony zewnętrznej ER_To_14_09_3x ze składem chemicznym (wt%): Ti <0,03, Fe 0,54, Co 0,07, Ni 0,04, Cu 0,41, Zn 0,34, Ag <0,02, Sn 39,71, Sb 0,08, Pb 58,40, Bi 0,07.
- Il. 166. Listwa ołowiana z ul. Mostowa 9 w Toruniu (Aneks II). Przykładowy obraz BSE topografii powierzchni próbki 14, obszar 2 ze składem chemicznym w mikroobszarze 14-2-1 (wt%): Pb 92,52, Sn 2,84, C 4,64.
- Il. 167. Listwa ołowiana z ul. Mostowa 9 w Toruniu (Aneks II). Przykładowy obraz BSE topografii powierzchni próbki 14, obszar 1 ze składem chemicznym w mikroobszarze 14-1-1 (wt%): C 21,19, O 21,76, F 2,89, Na 1,00, Mg 0,99, Al. 0,65, Si 1,19, S 8,13, Cl 0,45, K 0,58, Sn 1,13, Ca 2,81, Fe 0,58, Pb 36,67.
- Il. 168. Listwa ołowiana z ul. Mostowa 9 w Toruniu (Aneks II). Przykładowy obraz BSE topografii powierzchni próbki 14, obszar 3 z zaznaczonymi punktami pomiarowymi 1 – 4. Składem chemiczny w mikroobszarze 14-3-1 (wt%): C 31,98, O 13,71, Na 0,72, Al. 0,08, Si 0,39, S 3,23, Cl 1,39, K 0,96, Sn 8,12, Ca 2,93, Fe 0,37, Pb 36,12 oraz 14-3-3 (wt%): C 26,59, O 15,46, Na 0,62, Al. 0,62, Si 1,49, S 4,84, Cl 1,58, K 0,60, Sn 2,90, Ca 2,18, Fe 0,81, Pb 42,31.
- Il. 169. Spękania i zabrudzenia szkła okna klatki schodowej w kamienicy przy ul. Warszawskiej 14 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 170. Spękania, ubytki i zabrudzenia szkła nadświetla drzwi wahadłowych w kamienicy przy ul. Sienkiewicza 22 (Fot. Adam Kaźmierczak).

- Il. 171. Drzwi do mieszkań kamienicy przy ul. Warszawskiej 2 z widocznymi prześwitami wtórnie zabitymi płytami drewnopochodnymi (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 172. Drzwi do mieszkań kamienicy przy ul. Warszawskiej 6 z widocznymi prześwitami wtórnie zabitymi płytami drewnopochodnymi (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 173. Drzwi do mieszkania w kamienicy przy ul. Szerokiej 26-28 z widocznymi prześwitami wtórnie zabitymi płytami drewnopochodnymi (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 174. Skrzydło z witrażem klatki schodowej kamienicy przy ul. Kopernika 42 zabite płytą OSB (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 175. Zabrudzenia nadświetla drzwi do mieszkania w kamienicy przy ul. Sienkiewicza 11 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 176. Silnie zabrudzone i z licznymi ubytkami szkła okna klatki schodowej w kamienicy przy ul. Szerokiej 26-28 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 177. Wybrzuszenie kwatery w oknie klatki schodowej kamienicy przy ul. Kopernika 42 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 178. Deformacje ołowiu i ubytki szkła w kwaterze okna klatki schodowej kamienicy przy ul. Most Pauliński 12 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 179. Uszkodzenia ołowiu i szkła witrażu gomółkowego w nadświetlu drzwi wejściowych do kamienicy przy Placu św. Katarzyny 4 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 180. Fragment witrażu klatki schodowej w kamienicy przy ul. Kopernika 42 z uzupełnieniami z niebieskiego szkła antycznego malowanego lazurą srebrową, imitującego szkło mącone (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 181. Fotografia hallu kamienicy z 1990 r. z widocznym witrażem w oknie klatki schodowej. Za „Kamienica, 1903 r., Toruń, ul. Poniatońskiego 1”, Karta Ewidencyjna Zabytków Architektury i Budownictwa, opracowanie Melityna Jankowska 10.07.1990 r. (Archiwum WKZ w Toruniu), załącznik nr 1.
- Il. 182. Kadry z nagrania wideo z 22 grudnia 1999 r., wykonanego przez pana Sławomira Tomaszewskiego, właściciela kamienicy przy ul. Poniatońskiego 1. Zarejestrowano istniejące jeszcze wówczas witraże w oknach klatki schodowej, od lewej: pierwszego, drugiego i trzeciego półpiętra.
- Il. 183. Witraże z kamienicy przy ul. Poniatońskiego 1 przechowywane na strychu kamienicy (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 184. Witraże z kamienicy przy ul. Poniatońskiego 1. Fragmenty kwater okna pierwszego półpiętra kamienicy po przewiezieniu i rozpakowaniu w pracowni (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 185. Witraże z kamienicy przy ul. Poniatońskiego 1. Luźne fragmenty szkieł i listew ołowianych po przywiezieniu do pracowni (Fot. Adam Kaźmierczak).

- II. 186. Różne fragmenty listew łożnianych i wiatrownic z witraży kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- II. 187. Szkło z kwatery witrażowej I2a z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1. Widoczne pęknięcia i dziura wylotowa po pocisku wystrzelonym prawdopodobnie z wiatrówki (Fot. Adam Kaźmierczak).
- II. 188. Witraż z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1. Kwatera z drugiego półpiętra klatki schodowej kamienicy po przywiezieniu do pracowni (Fot. Adam Kaźmierczak).
- II. 189. Fragment kwatery witrażu drugiego półpiętra z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1. Flek z pleksi pomalowany farbą olejną i wstawiony na silikon do kwatery (Fot. Adam Kaźmierczak).
- II. 190. Fragment kwatery witrażu drugiego półpiętra z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1. Widoczne zniszczenia i zabrudzenia powierzchni (Fot. Adam Kaźmierczak).
- II. 191. Fragment kwatery witrażu drugiego półpiętra z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1. Widoczne zabrudzenia oraz zniszczenia listew łożnianych (Fot. Adam Kaźmierczak).
- II. 192. Kwatery okna trzeciego półpiętra klatki schodowej w kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 po przywiezieniu do pracowni (Fot. Adam Kaźmierczak).
- II. 193. Fragment kwatery trzeciego okna półpiętra w kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1. Widoczne zabrudzenia, silikonowe spoiny w pęknięciach szkła oraz spękania łożniu (Fot. Adam Kaźmierczak).
- II. 194. Fragment kwatery trzeciego okna półpiętra w kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1. Widoczny flek z pleksi pomalowany farbą olejną i wstawiony na silikon do kwatery (Fot. Adam Kaźmierczak).
- II. 195. Fragment kwatery trzeciego okna półpiętra w kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1. Widoczne zabrudzenia, w tym zacieki po wiatrownicy oraz spękania i ubytki łożniu (Fot. Adam Kaźmierczak).
- II. 196. Fragment kwatery trzeciego okna półpiętra w kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1. Widoczne zabrudzenia, spękania i ubytki szkła (Fot. Adam Kaźmierczak).
- II. 197. Kwatery okna, które kiedyś znajdowały się w jednym z mieszkań kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 po przywiezieniu do pracowni (Fot. Adam Kaźmierczak).
- II. 198. Fragmenty kwatery okna, która kiedyś znajdowała się w jednym z mieszkań kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1. Widoczne uszkodzenia siatki łożnianej, pęknięcia i ubytki szkła (Fot. Adam Kaźmierczak).
- II. 199. Potłuczona narożna szlifowana rozetka okna trzeciego półpiętra klatki schodowej w kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- II. 200. Dolna część skrzydła okiennego trzeciego półpiętra klatki schodowej w kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4. Widoczne wtórne uzupełnienia pól szklami

okiennymi, narożne z przyklejoną kolorową folią, lewe stłuczone (Fot. Adam Kaźmierczak).

- Il. 201. Skrzydło drugiego okna półpiętra klatki schodowej w kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4. Widoczne zachowane szkło matowe dolnego głównego pola. Powierzchnia szkła i ramy jest mocno zabrudzona (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 202. Skrzydło trzeciego okna półpiętra klatki schodowej w kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4. Widoczne zachowane szkło matowe dwóch górnych głównych pól. Powierzchnia szkła i ramy jest mocno zabrudzona (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 203. Fragment skrzydła okiennego pierwszego półpiętra klatki schodowej w kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4. Widoczne pęknięcia szkła i silne zabrudzenia powierzchni (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 204. Dolna część skrzydła okiennego pierwszego półpiętra klatki schodowej w kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4. Widoczne wtórne uzupełnienia pól szklami okiennymi, pęknięcia szkła klejone silikonem oraz rozetkę z dziurą po pocisku wystrzelonym prawdopodobnie z wiatrówki (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 205. Dolna część skrzydła okiennego pierwszego półpiętra klatki schodowej w kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4. Rozetka z dziurą po pocisku wystrzelonym prawdopodobnie z wiatrówki (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 206. Dolna część skrzydła okiennego pierwszego półpiętra klatki schodowej w kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4. Widoczne pęknięcia i ubytek szkła klejone silikonem (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 207. Dolna część skrzydła okiennego drugiego półpiętra klatki schodowej w kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4. Widoczne wtórne uzupełnienia pól szklami okiennymi klejone silikonem (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 208. Dolna część skrzydła okiennego drugiego półpiętra klatki schodowej w kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4. Widoczne uzupełnienia ubytków kitów silikonem (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 209. Oszklenia ozdobne klatki schodowej w kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4. Przykłady szkła muślinowego i szlifowanej rozetki z silnymi zabrudzeniami powierzchni (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 210. Witraże okna pierwszego półpiętra klatki schodowej w kamienicy przy ul. Jagiellończyka 6 po demontażu (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 211. Witraże okna drugiego półpiętra klatki schodowej w kamienicy przy ul. Jagiellończyka 6 po demontażu (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 212. Witraże okna trzeciego półpiętra klatki schodowej w kamienicy przy ul. Jagiellończyka 6 po demontażu (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 213. Zniszczenia witraży i oszklenia okna pierwszego półpiętra klatki schodowej w kamienicy przy ul. Jagiellończyka 6 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 214. Zniszczenia witraży i oszklenia okna pierwszego półpiętra klatki schodowej w kamienicy przy ul. Jagiellończyka 6 (Fot. Adam Kaźmierczak).

- II. 215. Ubytek narożnej kwatery okna trzeciego półpiętra klatki schodowej w kamienicy przy ul Jagiellończyka 6 zabity drewnopochodną płytą (Fot. Adam Kaźmierczak).
- II. 216. Ubytek narożnej kwatery okna trzeciego półpiętra klatki schodowej w kamienicy przy ul Jagiellończyka 6 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- II. 217. Fragmenty kwater okna pierwszego półpiętra klatki schodowej w kamienicy przy ul. Jagiellończyka 6. Elementy uzupełnione nieodpowiednio dobranymi szklami i wykonane w technice Tiffany (Fot. Adam Kaźmierczak).
- II. 218. Kwaterki pierwszego i drugiego okna klatki schodowej w kamienicy przy ul. Jagiellończyka 6. Widoczne uszkodzenia i braki listew ołowianych, ubytki szkła oraz zabrudzenia powierzchni (Fot. Adam Kaźmierczak).
- II. 219. Wybrzuszenie dolnej części kwatery witrażowej okna klatki schodowej w budynku przy Placu Rapackiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- II. 220. Szklenie ochronne bezpośrednio stykające się z witrażami okien klatki schodowej w budynku przy Placu Rapackiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- II. 221. Fragmenty dolnej kwatery 1a z widocznymi uzupełnieniami szkła oraz łączeniami pęknięć szkieleń cienkimi listwami ołowianymi (Fot. Adam Kaźmierczak).
- II. 222. Fragment dolnej kwatery 1b z widocznymi uzupełnieniami szkła oraz łączenia pęknięć szkieleń w cienkie listwy ołowiane (Fot. Adam Kaźmierczak).
- II. 223. Fragment dolnej kwatery 1a z widocznymi nawarstwieniami korozyjnymi szkieleń mąconych (Fot. Adam Kaźmierczak).
- II. 224. Kwatera 2a/2a witrażu okna klatki schodowej w budynku przy Placu Rapackiego 1. Widoczne przebarwienie krawędzi fioletowego szkła katedralnego bordiury (Fot. Adam Kaźmierczak).
- II. 225. Kwatery 2a witrażu okna klatki schodowej w budynku przy Placu Rapackiego 1. Widoczne zbyt jasne uzupełnienia fioletowej bordiury (Fot. Adam Kaźmierczak).
- II. 226. Kwaterka 2a/2a witrażu okna klatki schodowej w budynku przy Placu Rapackiego 1. Widoczne zdublowane szkło wtórnego uzupełnienia (Fot. Adam Kaźmierczak).
- II. 227. Kwatera 2a/2a witrażu okna klatki schodowej w budynku przy Placu Rapackiego 1. Widoczne sfazowane krawędzie szkła dublującego (Fot. Adam Kaźmierczak).
- II. 228. Różne fragmenty kwater z zdublowanymi szklami witraży klatki schodowej w budynku przy Placu Rapackiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- II. 229. Witraże skrzydła 2a (awers) okna klatki schodowej w budynku przy Placu Rapackiego 1. Widoczne uszkodzenia i zabrudzenia powierzchni (Fot. Adam Kaźmierczak).
- II. 230. Witraże skrzydła 2b (awers) okna klatki schodowej w budynku przy Placu Rapackiego 1. Widoczne uszkodzenia i zabrudzenia powierzchni (Fot. Adam Kaźmierczak).
- II. 231. Uszkodzenia okapnika jednego ze skrzydeł okna klatki schodowej w kamienicy przy ul. Jagiellończyka 6 (Fot. Adam Kaźmierczak).

- Il. 232. Uszkodzenia okapnika i profili ramiaków jednego ze skrzydeł okna klatki schodowej w kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 (Fot. Malwina Lewandowicz).
- Il. 233. Zniszczenia dolnego ramiaka oraz parapetu jednego z okien klatki schodowej w kamienicy przy ul. Kopernika 42 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 234. Zniszczenia okapnika jednej z kwater okna klatki schodowej w budynku przy Placu Rapackiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 235. Okno czwartego półpiętra klatki schodowej w kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 z widocznym stalowym prętem nad dolnym rzędem kwater, pełniący funkcję wtórnego wzmocnienia osłabionej konstrukcji (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 236. Okno czwartego półpiętra klatki schodowej w kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 z widocznymi uszkodzeniami narożnych połączeń stolarskich. Stan po usunięciu przemalowań (Fot. Malwina Lewandowicz).
- Il. 237. Okno pierwszego półpiętra klatki schodowej w kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 z wtórnie dołożonymi poziomymi szprosami środkowego skrzydła (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 238. Uszkodzenia połączeń stolarskich i złuszczenia farby jednego z okien klatki schodowej w kamienicy przy ul. Most Pauliński 12 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 239. Ubytki podziału szprosowego w jednym z okien klatki schodowej w kamienicy przy ul. Sienkiewicza 11 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 240. Okna biforialne trzeciego półpiętra klatki schodowej w kamienicy przy Placu św. Katarzyny 4. Prawy otwór pozbawiony całego skrzydła okiennego (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 241. Jedno ze skrzydeł okna klatki schodowej w kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4. Widoczne zabrudzenia powierzchni oraz jaskółcze gniazdo (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 242. Jedno ze skrzydeł okna klatki schodowej w kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4. Widoczne zabrudzenia powierzchni (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 243. Jedno ze skrzydeł okna klatki schodowej w budynku przy Placu Rapackiego 1. Widoczne zabrudzenia powierzchni (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 244. Osady sadzy na obokniu jednego z okien klatki schodowej w kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 (Fot. Malwina Lewandowicz).
- Il. 245. Jedne z drzwi z widocznymi różnymi uszkodzeniami na klatce schodowej w kamienicy przy ul. Szerokiej 26-28 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 246. Uszkodzone drzwi do jednego z mieszkań w kamienicy przy ul. Klonowica 24 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 247. Sposób zamontowania witraży po konserwacji na styk z nowym oszkleniem w nowej stolarce okiennej w kamienicy przy ul. Poniatowskiego 3 (Fot. Adam Kaźmierczak).

- II. 248. Sposób zamontowania witraży po konserwacji na styk z nowym oszkleniem w nowej stolarce okiennej w kamienicy przy ul. Piastowskiej 5 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- II. 249. Sposób zamontowania witraży po konserwacji po stronie zewnętrznej na styk z nowym oszkleniem w nowej stolarce okiennej w willi przy ul. Bydgoskiej 50-52 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- II. 250. Sposób zamontowania witraży po konserwacji po stronie wewnętrznej w nowej stolarce okiennej w willi przy ul. Bydgoskiej 50-52. Listwy ołowiane wtórnie naśladują podziały drewnianych szprosów (Fot. Adam Kaźmierczak).
- II. 251. Oszklenie termoizolacyjne zamontowane w nowym oknie po stronie wewnętrznej klatki schodowej w kamienicy przy ul. Mickiewicza 52 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- II. 252. System numeracji kwater dla okien klatki schodowej w kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1. Wymiary w [cm].
- II. 253. System numeracji kwater dla okien klatki schodowej w kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4. Wymiary w [cm].
- II. 254. System numeracji kwater dla okien klatki schodowej w kamienicy przy ul. Jagiellończyka 6.
- II. 255. System numeracji kwater dla okien klatki schodowej w budynku przy Placu Rapackiego 1. Wymiary w [cm].
- II. 256. Różne kawałki szkła przechowywane na strychu kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- II. 257. Dopasowane fragmenty kwater pierwszego okna w kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1, od lewej: I2a, I2b i I2c (Fot. Adam Kaźmierczak).
- II. 258. Zachowana kwatery drugiego okna w kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1, II2a (Fot. Adam Kaźmierczak).
- II. 259. Zachowane kwatery trzeciego okna w kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1, od lewej: III2a i III2c (Fot. Adam Kaźmierczak).
- II. 260. Kwatery witrażowe znajdujące się pierwotnie w jednym z mieszkań w kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1, które zostały zaaranżowane do czwartego okna klatki schodowej (Fot. Adam Kaźmierczak).
- II. 261. Demontaż oszklenia ze skrzydła okiennego z kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- II. 262. Demontaż witraży ze skrzydła okiennego z budynku przy Placu Rapackiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- II. 263. Przykładowe przecierki kwater, od lewej: kwatery I2a i IV2c (w trakcie wykonywania) z kamienicy przy ul. Poniatowskiego i oraz IB z ul. Jagiellończyka 6 (Fot. Adam Kaźmierczak).

- Il. 264. Usuwanie pleksi z jednej z kwater witrażowych okna kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 265. Usuwanie wtórnego szkła jednej z kwater witrażowych trzeciego okna kamienicy przy ul. Jagiellończyka 6 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 266. Usuwanie wtórnych szkieł jednej z kwater witrażowych trzeciego okna kamienicy przy ul. Jagiellończyka 6 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 267. Usuwanie wtórnych szkieł oraz demontaż szkieł przeznaczonych do klejenia jednej z kwater witrażowych okna budynku przy Placu Rapackiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 268. Usuwanie zabrudzeń z farby olejnej. Szkło muślinowe z kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 269. Usuwanie zabrudzeń z farby olejnej. Szlifowane rozetki z kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 270. Usuwanie silikonu ze szkła i uzupełnień kitu szklarskiego. Okna z kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 271. Przykłady szkieł witraży z budynku przy Placu Rapackiego 1 przed i po oczyszczeniu (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 272. Przykłady szkieł witraży z budynku przy Placu Rapackiego 1 w trakcie oczyszczania (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 273. Jedna z kwater okna z kamienicy przy ul. Jagiellończyka 6 w trakcie oczyszczania (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 274. Kwatery witrażowe trzeciego okna klatki schodowej z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 w trakcie usuwania powierzchniowych zabrudzeń parownicą (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 275. Fragmenty szkieł z kwatery witrażowej III2a z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 w trakcie kąpieli w 6% roztworze fosforanu trójsodowego dwunastowodnego (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 276. Okłady z ligniny nasączonej 6% fosforanem trójsodowym dwunastowodnym. Po prawej widoczne przebarwienia ligniny świadczące o rozpuszczeniu zabrudzeń. Witraże z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 277. Fragmenty witraży I2a z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 w trakcie oczyszczania (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 278. Fragmenty kwatery witrażowej I 2b z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 w trakcie oczyszczania (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 279. Szkła z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 w trakcie kąpieli w 6% roztworze fosforanu trójsodowego dwunastowodnego (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 280. Rozetki szlifowane z kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4 w trakcie kąpieli w 6% roztworze fosforanu trójsodowego dwunastowodnego (Fot. Adam Kaźmierczak).

- Il. 281. Szkła muślinowe z kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4 w trakcie kąpieli w 6% roztworze fosforanu trójsodowego dwunastowodnego (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 282. Jedna z rozetek z kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4 w trakcie oczyszczania (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 283. Jedna z rozetek z kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4 w trakcie oczyszczania (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 284. Szlifowane rozetki z kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4 przed (po prawej) i po (po lewej) oczyszczaniu (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 285. Szkła muślinowe z kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4 przed (u dołu) i po (u góry) oczyszczeniu (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 286. Fragmenty kwatery witrażowej I2a z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 po oczyszczeniu (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 287. Fragmenty kwatery witrażowej I2b z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 po oczyszczeniu (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 288. Fragmenty kwatery witrażowej I2c z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 po oczyszczeniu (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 289. Kwatera witrażowa II2a z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 po oczyszczeniu (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 290. Przykładowe szkło muślinowe i rozetki z kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4 po oczyszczeniu (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 291. Wybrane kwatery witrażowe z kamienicy przy ul. Jagiellończyka 6 po oczyszczeniu (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 292. Etapy klejenia i uzupełniania ubytku zielonego szkła katedralnego żywicą epoksydową Araldite 2020 barwioną barwnikami Orasol (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 293. Klejenie szkła ornamentowego z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 klejem utwardzanym światłem UV. (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 294. Szkło z witrażu budynku przy Placu Rapackiego 1 przed i po sklejeniu (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 295. Szkło z budynku przy Placu Rapackiego 1 przed sklejeniem, po sklejeniu i po uzupełnieniu ubytku szkła żywicą epoksydową Araldite 2020 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 296. Szkło z kwatery 1b z budynku przy Placu Rapackiego 1 przed i po sklejeniu (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 297. Szkło ornamentowe z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 przed i po sklejeniu (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 298. Rozetka szlifowana z kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4 przed i po sklejeniu (Fot. Adam Kaźmierczak).

- Il. 299. Rozetka szlifowana z kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4 przed i po sklejeniu (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 300. Gomółka z kamienicy przy ul. Jagiellończyka 6 przed i po sklejeniu (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 301. Etapy klejenia i uzupełniania ubytków szkła żywicą Hxtal NYL-1 szlifowanej rozetki IIIa/7c z kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4, od lewej u góry: przed klejeniem, klejenie, po sklejeniu, rysunek roboczy pod szlifowanie, szlifowanie mikroszlifierką oraz po wykonaniu szlifów na żywicy (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 302. Zestawienie oryginalnej (po lewej) i współczesnej rozetki (po prawej) uważanej przez producenta za kopię XIX-wiecznej rozetki szlifowanej i polerowanej (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 303. Przygotowywanie szablonów do rekonstrukcji witraży gomółkowych z kamienicy przy ul. Jagiellończyka 6 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 304. Wycinanie szkielek do uzupełnień i rekonstrukcji witraży gomółkowych z kamienicy przy ul. Jagiellończyka 6 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 305. Uzupełnianie ubytków szkła i wycinanie nowych fragmentów do częściowych rekonstrukcji w kwaterach witraży secesyjnych z budynku przy Placu Rapackiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 306. Próby kolorystyczne brązowej farby szklanej (po lewej) i efekt końcowy po wypaleniu farby na szkło opalowym (po prawej) do uzupełnień szkła podstawy kompozycji witraży z budynku przy Placu Rapackiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 307. Wycinanie szkielek do kwatery I2c witraży z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 308. Wycinanie szkielek do kwatery I2b witraży z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 309. Wycinanie szkielek do rekonstruowanej kwatery witrażowej IIa z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 310. Wycięte szkła do rekonstruowanej kwatery witrażowej IIc z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 311. Malarska imitacja fioletowych smug na błękitnym szkło transparentną farbą szklaną ETC 77 436 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 312. Wycinanie szkielek do rekonstruowanej kwatery witrażowej II2b z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 313. Wycinanie szkielek do rekonstruowanych kwater witrażowych II1b i c z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 314. Wycinanie szkielek do rekonstruowanej kwatery witrażowej III1a z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 315. Wycinanie szkielek do rekonstruowanej kwatery witrażowej III1b z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).

- II. 316. Wycinanie szkieł do aranżacji górnej części kwatery witrażowej IV2a z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- II. 317. Przygotowany karton do aranżacji górnej części kwatery witrażowej IV2c z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- II. 318. Wycinanie szkieł do aranżacji kwatery witrażowej IV2b z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- II. 319. Zestawienie szkła okiennego float przed trawieniem po lewej i po trawieniu kwasem fluorowodorowym po prawej (Fot. Adam Kaźmierczak).
- II. 320. Malowanie podkładów szklanych farbami szkliwnymi (Fot. Adam Kaźmierczak).
- II. 321. Przyklejanie folii na szkło z wyciętymi wzorami rozetek (Fot. Adam Kaźmierczak).
- II. 322. Przykładowe drzwi kamienicy przy ul. Mickiewicza 57 po montażu rozetek (Fot. Adam Kaźmierczak).
- II. 323. Po lewej rubinowe i kobaltowe szkło powłokowe, po prawej przyklejanie folii z wyciętymi wzorami rozetek (Fot. Adam Kaźmierczak).
- II. 324. Wypiaszkowane rozetki na rubinowym i kobaltowym szkłe powłokowym (Fot. Adam Kaźmierczak).
- II. 325. Przykładowe szkła ze wzornika firmy Oceanside Glas & Tile – Oceanside Compatible™ System 96. Od lewej górnej próbki: 100G-F Clear Granite, 121S-F Light Green Solid Transparent, 200S-2MM-F White Solid Opalescent, 1009S-F-IR Black Iridescent Solid Opalescent, 339-2S-F Light Blue/White Wispy, 128AV-F Dark Green Aventurine, 100A-F Clear Artique®, 518-1W-F Bronze Waterglass®, 151RR-F Cherry Red Rough Rolled, OA-355-1S-F Strawberries & Cream OpalArt, 6022-82CC-F Congo Pearl Opal, Spirit-4361-76S-F Atlantis Spirit, BR-308 White/Clear Baroque™ (Fot. Adam Kaźmierczak).
- II. 326. Etapy termoformowania szkła antycznego na fakturę szkła katedralnego, od lewej: separator z odbitą fakturą szkła katedralnego; ułożone tafle przed wypałem; tafle po wypaleniu (Fot. Adam Kaźmierczak).
- II. 327. Zestawienie oryginalnego szkła katedralnego (po lewej) z odtworzoną fakturą ze szkła antycznego (po prawej) (Fot. Adam Kaźmierczak).
- II. 328. Zestawienie oryginalnego szkła ornamentowego o wypukłych krakelurach (w kwaterze górnej) z odtworzoną fakturą ze szkła typu Float (w kwaterze dolnej). Skrzydło okienne kamienicy przy ul. Jagiellończyka 6 w trakcie oszklenia po pracach konserwatorskich i restauratorskich (Fot. Adam Kaźmierczak).
- II. 329. Etapy termoformowania szkła (Spectrum) System 96 na fakturę szkła ornamentowego o nieregularnych wklęsłych gruzełkach, od lewej: separator z odbitą fakturą szkła ornamentowego; ułożona tafla przed wypałem; małe tafle szkła ułożone na negatywowych odlewach z gipsu ceramicznego z mączką kwarcową (Fot. Adam Kaźmierczak).

- Il. 330. Zestawienie oryginalnego żółtego szkła ornamentowego (po lewej) z odtworzoną fakturą ze szkła (Spectrum) System 96: u góry tafla po formowaniu na separatorze, na dole cztery małe kawałki po formowaniu na odlewach z gipsu ceramicznego (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 331. Zestawienie oryginalnego zielonego szkła ornamentowego (po lewej) z odtworzoną fakturą ze szkła (Spectrum) System 96 (po prawej) po formowaniu na separatorze (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 332. Etapy tworzenia modelu szkła 3D, od lewej: skan fragmentu szkła ornamentowego; widok procesu skanowania w programie komputerowym; druk modelu żywicznego (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 333. Etapy tworzenia modelu szkła 3D, od lewej: wydruk żywiczny modelu; utwardzanie modelu w świetle UV; zestawienie fragmentu oryginalnego szkła ornamentowego z gotowym modelem żywicznym (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 334. Etapy odtworzenia szkła z żywicznego modelu 3D, od lewej: żywiczny model z negatywowym odlewem z gipsu ceramicznego z mączką kwarcową; ułożone tafle szkła na formach negatywowych w piecu; zestawienie oryginalnego szkła ornamentowego (pośrodku) z odtworzonymi taflami (bo bokach) (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 335. Etapy odtwarzania czerwonych kaboszonów od lewej: silikonowy i gipsowy (ceramiczny) odlew kaboszonu; wycinanie szklanych krążków (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 336. Etapy odtwarzania czerwonych kaboszonów od lewej: forma gipsowa wypełniona szkłem; forma ze szkłem ustawiona na podstawce HotPotu; zamknięty HotPot w kuchence mikrofalowej przed wypałem szkła (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 337. Zestawienie oryginalnych dwóch czerwonych kaboszonów (pierwsza kolumna po lewej) z odtworzonymi (w trzech kolumnach po prawej) (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 338. Etapy odtwarzania szmaragdowej i żółtej rozetki, od góry: rozetki znajdujące się w kwaterze okna; gęsty silikon dentystyczny nałożony na szklane detale (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 339. Etapy odtwarzania szmaragdowej i żółtej rozetki, od lewej: odlewy rozetek – patrząc od góry: negatywy z gęstego silikonu dentystycznego, pozytywy z silikonu formierskiego oraz odlewy negatywowe z gipsu ceramicznego z mączką kwarcową; formy gipsowe ze szkłem umieszczone w piecu przed wypaleniem (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 340. Odtworzona szmaragdowa i żółta rozetka (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 341. Szkła przygotowane do malowania farbą konturową. Witraże z budynku przy Placu Rapackiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 342. Malowanie farbą konturową ubytków liści – przed wypałem. Witraże z budynku przy Placu Rapackiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).

- II. 343. Podmalowywanie szkieleł farbami transparentnymi. Witraże z budynku przy Placu Rapackiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- II. 344. Podmalowywanie szkła zieloną farbą transparentną. Witraże z budynku przy Placu Rapackiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- II. 345. Przygotowanie szkła brzuśca wazonu kwatery 1a, od góry: szkło wtórne, szkło oryginalne, wycięte nowe szkło do rekonstrukcji, szablon do namalowania kratownicy. Witraże z budynku przy Placu Rapackiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- II. 346. Rekonstrukcja malarska kratownicy brzuśca wazonu z kwatery 1a, po lewej szkło oryginalne, po prawej rekonstrukcja (Fot. Adam Kaźmierczak).
- II. 347. Uzupełnianie i rekonstrukcja listew ołowianych kwatery I2c witraży z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- II. 348. Uzupełnianie i rekonstrukcja listew ołowianych kwatery I2b witraży z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- II. 349. Uzupełnianie listew ołowianych kwatery II2a witraży z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- II. 350. Składanie nowej kwatery III1a witraży z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- II. 351. Uzupełnianie listew ołowianych kwatery III2a witraży z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- II. 352. Uzupełnianie listew ołowianych i częściowa aranżacja kwatery IV2a witraży z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- II. 353. Uzupełnianie listew ołowianych i częściowa rekonstrukcja bordiury gomółkowej witraży z kamienicy przy ul. Jagiellończyka 6 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- II. 354. Rekonstrukcja bordiury gomółkowej witraży z kamienicy przy ul. Jagiellończyka 6 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- II. 355. Uzupełnianie listew ołowianych kwatery 1a witraży z budynku przy Placu Rapackiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- II. 356. Uzupełnianie listew ołowianych kwatery 2b/1a witraży z budynku przy Placu Rapackiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- II. 357. Kitowanie kwatery I2b witraży z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- II. 358. Kitowanie kwatery IV2a witraży z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- II. 359. Kitowanie kwatery III1a witraży z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- II. 360. Czyszczenie kwatery II1a trocinami po kitowaniu. Witraże z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- II. 361. Kitowanie kwater witraży gomółkowych z kamienicy przy ul. Jagiellończyka 6 (Fot. Adam Kaźmierczak).

- Il. 362. Zabezpieczenie klejonych pęknięć szkła taśmą papierową przed kitowaniem witraży z budynku przy Placu Rapackiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 363. Czyszczenie trocinami po kitowaniu witraży z budynku przy Placu Rapackiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 364. Przylutowywanie wiatrownic ze stali ocynkowanej do kwatery I2b witraży z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 365. Montaż stalowej wiatrownicy po konserwacji do kwatery 1a witraży z budynku przy Placu Rapackiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 366. Scalanie kolorystyczne na zimno czerwonego szkła powłokowego kwatery I2b z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 367. Scalanie kolorystyczne na zimno kwatery 2b z budynku przy Placu Rapackiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 368. Scalanie kolorystyczne na zimno kwatery 1a z budynku przy Placu Rapackiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 369. Fragment kwatery 1a przed i po scaleniu kolorystycznym na zimno. Witraże z budynku przy Placu Rapackiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 370. Rozetka IA/1a przed i po scaleniu kolorystycznym na zimno z kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 371. Rozetka IIIA/7c przed i po scaleniu kolorystycznym na zimno z kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 372. Jedna z ram okiennych z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 w trakcie usuwania przemalowań (Fot. Malwina Lewandowicz).
- Il. 373. Jedna z ram okiennych z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 w trakcie malowania na kolor turkusowy (Fot. Malwina Lewandowicz).
- Il. 374. Jedno ze skrzydeł okiennych z budynku przy Placu Rapackiego 1 po usunięciu przemalowań i uzupełnieniu ubytków drewna (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 375. Jedno ze skrzydeł okiennych z budynku przy Placu Rapackiego 1 w trakcie malowania białozółtawą farbą na bazie oleju lnianego (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 376. Montaż nowych ramek dla witraży po pracach konserwatorskich i restauratorskich z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 (Fot. Malwina Lewandowicz).
- Il. 377. Montaż oszklenia ochronnego w ramy okna z kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 378. Nacinanie otworów wentylacyjnych w nowych ramkach montażowych dla witraży z budynku przy Placu Rapackiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 379. Montaż nowych ramek montażowych dla witraży z budynku przy Placu Rapackiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 380. Skrzydło okienne 2b po zamontowaniu nowych ramek dla witraży z budynku przy Placu Rapackiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).

- Il. 381. Skrzydło okienne 2b po zamontowaniu nowych ramek dla witraży z budynku przy Placu Rapackiego 1. Widoczne otwory wentylacyjne na poziomych listwach (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 382. Montaż kwater witrażowych i szkieł w ramy okienne z kamienicy przy ul. Jagiellończyka 6 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 383. Nakładanie kitu szklarskiego na oszklenie ram okiennych z kamienicy przy ul. Jagiellończyka 6 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 384. Opracowywanie kitu szklarskiego na oszkleniach ram okiennych z kamienicy przy ul. Jagiellończyka 6 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 385. Montaż oszklenia ozdobnego na drewniane listewki z kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 386. Oszklenie ozdobne po montażu na drewniane listewki z kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 387. Zdublowana na sucho rozetka IIIA/7c dwoma szklami float 2 mm z kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 388. Fragment witraży w kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 po montażu na drewniane listewki (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 389. Montaż szklenia ochronne na kit szklarski z budynku przy Placu Rapackiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 390. Montaż witraży w skrzydła okienne z budynku przy Placu Rapackiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 391. Witraże po montażu na drewniane listewki z budynku przy Placu Rapackiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 392. Fragment skrzydła okiennego po zamontowaniu witraży na drewniane listewki z budynku przy Placu Rapackiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 393. Fragment skrzydła okiennego po zamontowaniu witraży i z widocznym opracowanym kitem szklarskim oszklenia ochronnego po stronie zewnętrznej z budynku przy Placu Rapackiego 1 (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 394. Oszklenie ozdobne okna I półpiętra klatki schodowej kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4 po pracach konserwatorskich i restauratorskich (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 395. Oszklenie ozdobne okna II półpiętra klatki schodowej kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4 po pracach konserwatorskich i restauratorskich (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 396. Oszklenie ozdobne okna IV półpiętra klatki schodowej kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4 po pracach konserwatorskich i restauratorskich. W trakcie trwania prac nadbudowano ostatnie piętro kamienicy wstawiając dodatkowy bieg schodów (Fot. Adam Kaźmierczak).

- Il. 397. Oszklenie ozdobne okna IV półpiętra klatki schodowej kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4 po pracach konserwatorskich i restauratorskich. Górna część okna (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 398. Witraże i oszklenia dekoracyjne okna I półpiętra klatki schodowej kamienicy przy ul. Jagiellończyka 6 po pracach konserwatorskich i restauratorskich (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 399. Witraże i oszklenia dekoracyjne okna II półpiętra klatki schodowej kamienicy przy ul. Jagiellończyka 6 po pracach konserwatorskich i restauratorskich (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 400. Witraże i oszklenia dekoracyjne okna III półpiętra klatki schodowej kamienicy przy ul. Jagiellończyka 6 po pracach konserwatorskich i restauratorskich (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 401. Witraże mozaikowe okna I półpiętra klatki schodowej kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 po pracach konserwatorskich i restauratorskich (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 402. Witraże mozaikowe okna II półpiętra klatki schodowej kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 po pracach konserwatorskich i restauratorskich (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 403. Witraże mozaikowe okna III półpiętra klatki schodowej kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 po pracach konserwatorskich i restauratorskich (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 404. Witraże mozaikowe okna IV półpiętra klatki schodowej kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 po pracach konserwatorskich i restauratorskich (Fot. Adam Kaźmierczak).
- Il. 405. Witraże okna klatki schodowej budynku Collegium Maximum przy Placu Rapackiego 1 po pracach konserwatorskich i restauratorskich (Fot. Adam Kaźmierczak).

Spis rysunków

- Rys. 1. Projekt częściowej rekonstrukcji i aranżacji witraży dla pierwszego okna klatki schodowej w kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 (Rys. Adam Kaźmierczak).
- Rys. 2. Projekt częściowej rekonstrukcji i aranżacji witraży dla drugiego okna klatki schodowej w kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 (Rys. Adam Kaźmierczak).
- Rys. 3. Projekt częściowej rekonstrukcji i aranżacji witraży dla trzeciego okna klatki schodowej w kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 (Rys. Adam Kaźmierczak).
- Rys. 4. Projekt aranżacji witraży dla czwartego okna klatki schodowej w kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 (Rys. Adam Kaźmierczak).
- Rys. 5. Wzory rozetek przygotowane w programie AutoCAD (Rys. Adam Kaźmierczak).
- Rys. 6. Projekt oszklenia ochronnego i montażu witraży po pracach konserwatorskich i restauratorskich kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 (Rys. Adam Kaźmierczak).

- Rys. 7. Projekt oszklenia ochronnego i montażu witraży po pracach konserwatorskich i restauratorskich budynku przy Placu Rapackiego 1 (Rys. Adam Kaźmierczak).
- Rys. 8. Oszklenie okna I klatki schodowej kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4 przed pracami konserwatorskimi i restauratorskimi – awers (Rys. Adam Kaźmierczak).
- Rys. 9. Oszklenie okna I klatki schodowej kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4 przed pracami konserwatorskimi i restauratorskimi – rewers (Rys. Adam Kaźmierczak).
- Rys. 10. Oszklenie okna II klatki schodowej kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4 przed pracami konserwatorskimi i restauratorskimi – awers (Rys. Adam Kaźmierczak).
- Rys. 11. Oszklenie okna II klatki schodowej kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4 przed pracami konserwatorskimi i restauratorskimi – rewers (Rys. Adam Kaźmierczak).
- Rys. 12. Oszklenie okna III klatki schodowej kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4 przed pracami konserwatorskimi i restauratorskimi – awers (Rys. Adam Kaźmierczak).
- Rys. 13. Oszklenie okna III klatki schodowej kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4 przed pracami konserwatorskimi i restauratorskimi – rewers (Rys. Adam Kaźmierczak).
- Rys. 14. Oszklenie okna I klatki schodowej kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4 po pracach konserwatorskich i restauratorskich – awers (Rys. Adam Kaźmierczak).
- Rys. 15. Oszklenie okna I klatki schodowej kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4 po pracach konserwatorskich i restauratorskich – rewers (Rys. Adam Kaźmierczak).
- Rys. 16. Oszklenie okna II klatki schodowej kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4 po pracach konserwatorskich i restauratorskich – awers (Rys. Adam Kaźmierczak).
- Rys. 17. Oszklenie okna II klatki schodowej kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4 po pracach konserwatorskich i restauratorskich – rewers (Rys. Adam Kaźmierczak).
- Rys. 18. Oszklenie okna III klatki schodowej kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4 po pracach konserwatorskich i restauratorskich – awers (Rys. Adam Kaźmierczak).
- Rys. 19. Oszklenie okna III klatki schodowej kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4 po pracach konserwatorskich i restauratorskich – rewers (Rys. Adam Kaźmierczak).
- Rys. 20. Witraże okna I klatki schodowej kamienicy przy ul. Jagiellończyka 6 przed pracami konserwatorskimi i restauratorskimi – awers (Rys. Adam Kaźmierczak).
- Rys. 21. Witraże okna I klatki schodowej kamienicy przy ul. Jagiellończyka 6 przed pracami konserwatorskimi i restauratorskimi – rewers (Rys. Adam Kaźmierczak).
- Rys. 22. Witraże okna II klatki schodowej kamienicy przy ul. Jagiellończyka 6 przed pracami konserwatorskimi i restauratorskimi – awers (Rys. Adam Kaźmierczak).
- Rys. 23. Witraże okna II klatki schodowej kamienicy przy ul. Jagiellończyka 6 przed pracami konserwatorskimi i restauratorskimi – rewers (Rys. Adam Kaźmierczak).
- Rys. 24. Witraże okna III klatki schodowej kamienicy przy ul. Jagiellończyka 6 przed pracami konserwatorskimi i restauratorskimi - awers (Rys. Adam Kaźmierczak).
- Rys. 25. Witraże okna III klatki schodowej kamienicy przy ul. Jagiellończyka 6 przed pracami konserwatorskimi i restauratorskimi - rewers (Rys. Adam Kaźmierczak).
- Rys. 26. Witraże okna I klatki schodowej kamienicy przy ul. Jagiellończyka 6 po pracach konserwatorskich i restauratorskich - awers (Rys. Adam Kaźmierczak).
- Rys. 27. Witraże okna I klatki schodowej kamienicy przy ul. Jagiellończyka 6 po pracach konserwatorskich i restauratorskich - rewers (Rys. Adam Kaźmierczak).
- Rys. 28. Witraże okna II klatki schodowej kamienicy przy ul. Jagiellończyka 6 po pracach konserwatorskich i restauratorskich - awers (Rys. Adam Kaźmierczak).

- Rys. 29. Witraże okna II klatki schodowej kamienicy przy ul. Jagiellończyka 6 po pracach konserwatorskich i restauratorskich - rewers (Rys. Adam Kaźmierczak).
- Rys. 30. Witraże okna III klatki schodowej kamienicy przy ul. Jagiellończyka 6 po pracach konserwatorskich i restauratorskich - awers (Rys. Adam Kaźmierczak).
- Rys. 31. Witraże okna III klatki schodowej kamienicy przy ul. Jagiellończyka 6 po pracach konserwatorskich i restauratorskich - rewers (Rys. Adam Kaźmierczak).
- Rys. 32. Kwatera I2a okna klatki schodowej kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 przed pracami konserwatorskimi i restauratorskimi - awers (Rys. Adam Kaźmierczak).
- Rys. 33. Kwatera I2a okna klatki schodowej kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 przed pracami konserwatorskimi i restauratorskimi - rewers (Rys. Adam Kaźmierczak).
- Rys. 34. Kwatera I2b okna klatki schodowej kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 przed pracami konserwatorskimi i restauratorskimi - awers i rewers (Rys. Adam Kaźmierczak).
- Rys. 35. Kwatera I2c okna klatki schodowej kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 przed pracami konserwatorskimi i restauratorskimi - awers (Rys. Adam Kaźmierczak).
- Rys. 36. Kwatera II2a okna klatki schodowej kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 przed pracami konserwatorskimi i restauratorskimi - awers (Rys. Adam Kaźmierczak).
- Rys. 37. Kwatera III2a okna klatki schodowej kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 przed pracami konserwatorskimi i restauratorskimi - awers (Rys. Adam Kaźmierczak).
- Rys. 38. Kwatera III2a okna klatki schodowej kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 przed pracami konserwatorskimi i restauratorskimi - rewers (Rys. Adam Kaźmierczak).
- Rys. 39. Kwatera IV2a i 2c okna klatki schodowej kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 przed pracami konserwatorskimi i restauratorskimi - awers (Rys. Adam Kaźmierczak).
- Rys. 40. Witraże okna I klatki schodowej kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 po pracach konserwatorskich i restauratorskich - awers (Rys. Adam Kaźmierczak).
- Rys. 41. Witraże okna I klatki schodowej kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 po pracach konserwatorskich i restauratorskich - rewers (Rys. Adam Kaźmierczak).
- Rys. 42. Witraże okna II klatki schodowej kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 po pracach konserwatorskich i restauratorskich - awers (Rys. Adam Kaźmierczak).
- Rys. 43. Witraże okna II klatki schodowej kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 po pracach konserwatorskich i restauratorskich - rewers (Rys. Adam Kaźmierczak).
- Rys. 44. Witraże okna III klatki schodowej kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 po pracach konserwatorskich i restauratorskich - awers (Rys. Adam Kaźmierczak).
- Rys. 45. Witraże okna III klatki schodowej kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 po pracach konserwatorskich i restauratorskich - rewers (Rys. Adam Kaźmierczak).
- Rys. 46. Witraże okna IV klatki schodowej kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 po pracach konserwatorskich i restauratorskich - awers (Rys. Adam Kaźmierczak).
- Rys. 47. Witraże okna IV klatki schodowej kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 po pracach konserwatorskich i restauratorskich - rewers (Rys. Adam Kaźmierczak).
- Rys. 48. Witraże 1a i 2a okna klatki schodowej budynku przy Placu Rapackiego 1 przed pracami konserwatorskimi i restauratorskimi - awers (Rys. Adam Kaźmierczak).

- Rys. 49. Witraże 1a i 2a okna klatki schodowej budynku przy Placu Rapackiego 1 przed pracami konserwatorskimi i restauratorskimi - awers z zabrudzeniami (Rys. Adam Kaźmierczak).
- Rys. 50. Witraże 1a i 2a okna klatki schodowej budynku przy Placu Rapackiego 1 przed pracami konserwatorskimi i restauratorskimi - rewers (Rys. Adam Kaźmierczak).
- Rys. 51. Witraże 1b i 2b okna klatki schodowej budynku przy Placu Rapackiego 1 przed pracami konserwatorskimi i restauratorskimi - awers (Rys. Adam Kaźmierczak).
[W PDF numer powtórzony jako Rys. 49.]
- Rys. 52. Witraże 1b i 2b okna klatki schodowej budynku przy Placu Rapackiego 1 przed pracami konserwatorskimi i restauratorskimi - awers z zabrudzeniami (Rys. Adam Kaźmierczak).
- Rys. 53. Witraże 1b i 2b okna klatki schodowej budynku przy Placu Rapackiego 1 przed pracami konserwatorskimi i restauratorskimi - rewers (Rys. Adam Kaźmierczak).
- Rys. 54. Witraże 1a i 2a okna klatki schodowej budynku przy Placu Rapackiego 1 po pracach konserwatorskich i restauratorskich - awers (Rys. Adam Kaźmierczak).
- Rys. 55. Witraże 1a i 2a okna klatki schodowej budynku przy Placu Rapackiego 1 po pracach konserwatorskich i restauratorskich - rewers (Rys. Adam Kaźmierczak).
- Rys. 56. Witraże 1b i 2b okna klatki schodowej budynku przy Placu Rapackiego 1 po pracach konserwatorskich i restauratorskich - awers (Rys. Adam Kaźmierczak).
- Rys. 57. Witraże 1b i 2b okna klatki schodowej budynku przy Placu Rapackiego 1 po pracach konserwatorskich i restauratorskich - rewers (Rys. Adam Kaźmierczak).

Spis tabel

- Tabela 1. Skład szkła próbki nr 1 ustalony w analizie EDS (%).
- Tabela 2. Skład szkła próbki nr 1 ustalony w analizie LA-ICP-MS C[%m/m].
- Tabela 3. Skład szkła próbki nr 2 ustalony w analizie EDS (%).
- Tabela 4. Skład szkła próbki nr 2 ustalony w analizie LA-ICP-MS C[%m/m]
- Tabela 5. Skład szkła próbki nr 3 ustalony w analizie EDS (%).
- Tabela 6. Skład szkła próbki nr 4 ustalony w analizie EDS (%).
- Tabela 7. Skład szkła próbki nr 4 ustalony w analizie LA-ICP-MS C[%m/m].
- Tabela 8. Skład szkła próbki nr 5 ustalony w analizie EDS (%).
- Tabela 9. Skład szkła próbki nr 5 ustalony w analizie LA-ICP-MS C[%m/m].
- Tabela 10. Skład szkła próbki nr 6 ustalony w analizie EDS (%).
- Tabela 11. Skład szkła próbki nr 7 ustalony w analizie EDS (%).
- Tabela 12. Skład szkła próbki nr 8 ustalony w analizie EDS (%).
- Tabela 13. Skład szkła próbki nr 9 ustalony w analizie EDS (%).
- Tabela 14. Skład szkła próbki nr 10 ustalony w analizie EDS (%).
- Tabela 15. Skład szkła próbki nr 11 ustalony w analizie EDS (%).

Tabela 16. Skład szkła próbki nr 11a ustalony w analizie LA-ICP-MS C[%m/m].

Tabela 17. Zestawienie przykładowych nazw procesów, zakresu temperatur i efektów końcowych przetworzonego szkła topliwego (opracowanie na podstawie Kaiser, Introduction to Glass, 7).

Tabela 18. Program wypału szkła antycznego na odtworzenie faktury szkła katedralnego (Opracowanie Adam Kaźmierczak).

Tabela 19. Program wypału szkła typu Float 4 mm na odtworzenie faktury szkła bezbarwnego o nieregularnych wypukłych krakelurach (Opracowanie Adam Kaźmierczak).

Tabela 20. Program wypału szkła (Spectrum) System 96 na odtworzenie faktury żółtego i zielonego szkła ornamentowego o nieregularnych wklęsłych gruzełkach (Opracowanie Adam Kaźmierczak).

Tabela 21. Program wypału szkła (Spectrum) System 96 na odtworzenie żółtej i zielonej rozetki (Opracowanie Adam Kaźmierczak).

Aneks I

Dokumentacja rysunkowa
– mapy zniszczeń oraz zakresy ingerencji konserwatorskich

Oszklenie ozdobne klatki schodowej kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4

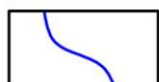
Stan przed pracami konserwatorskimi i restauratorskimi

LEGENDA

SZKŁO



szkło oryginalne



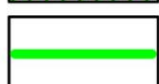
pęknięcie szkła



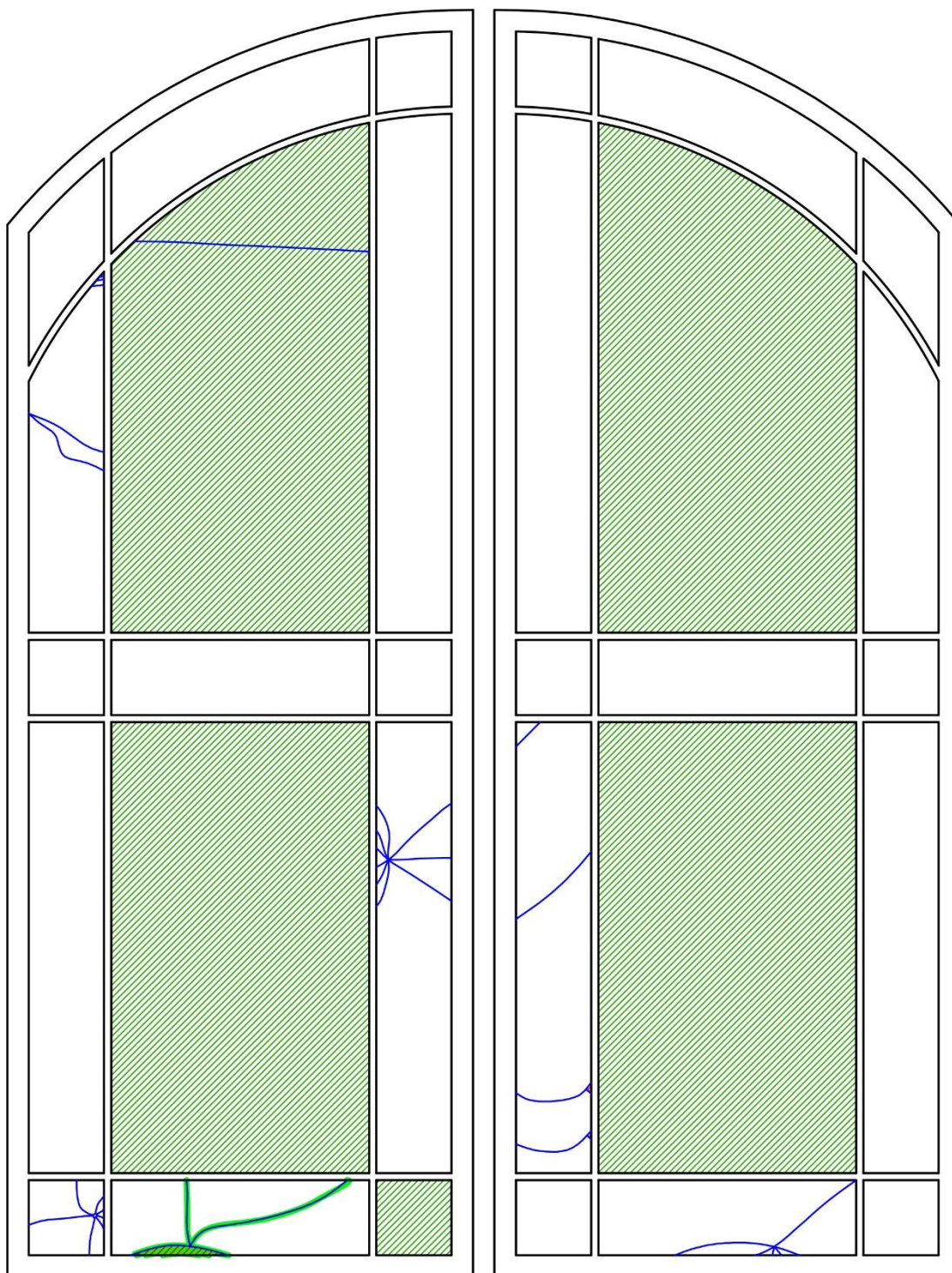
ubytek szkła



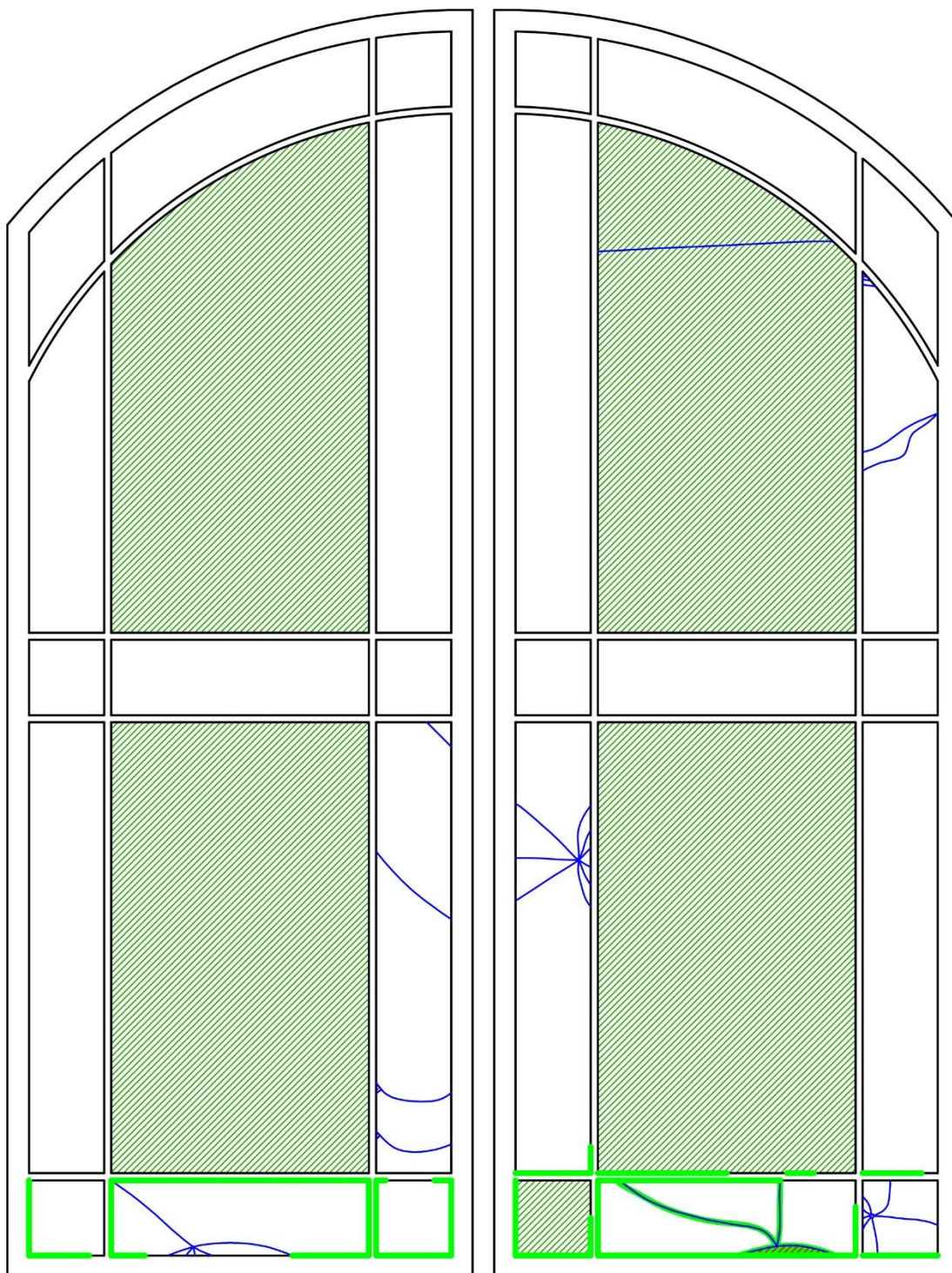
szkło wtórne



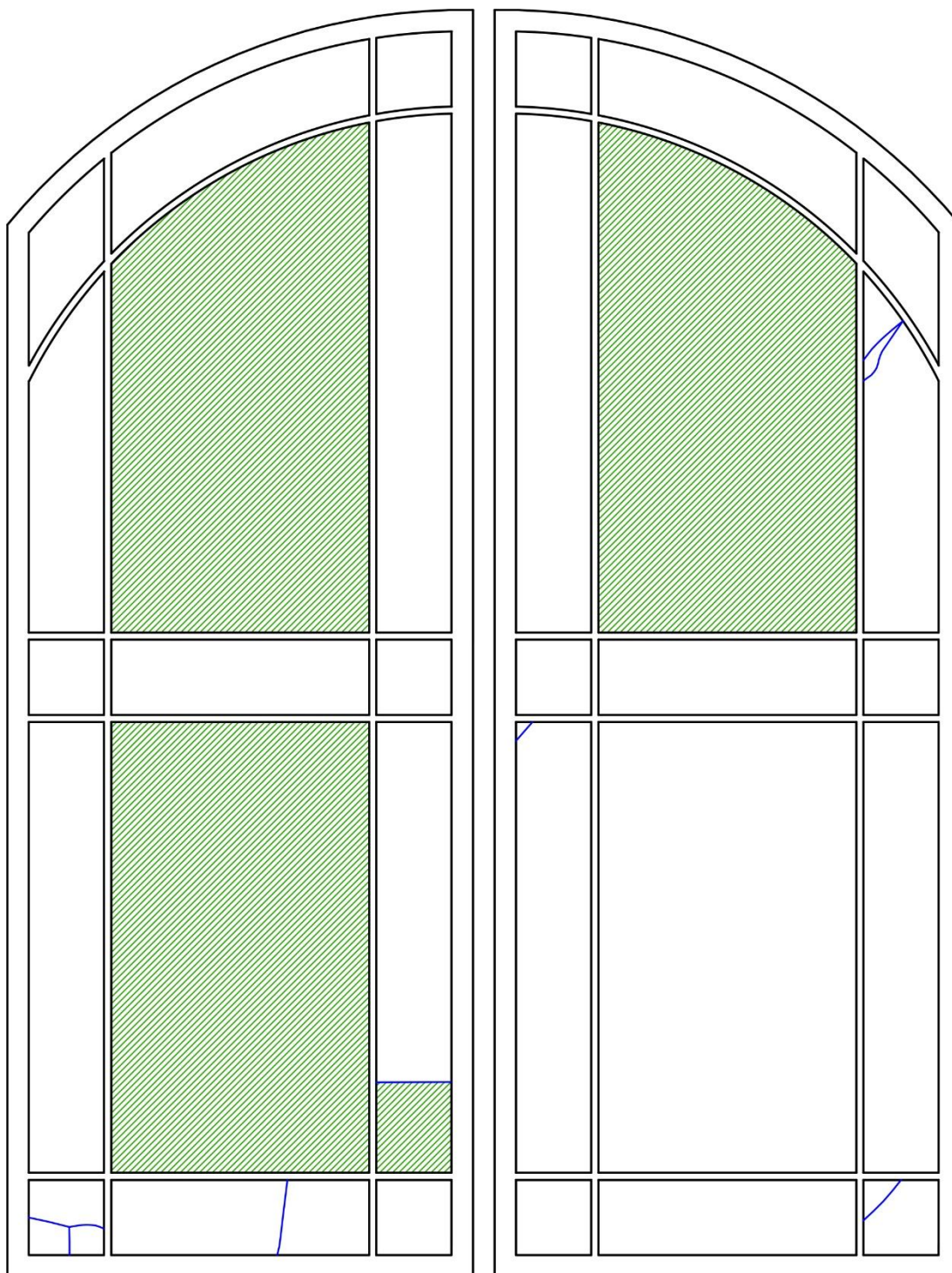
silikon



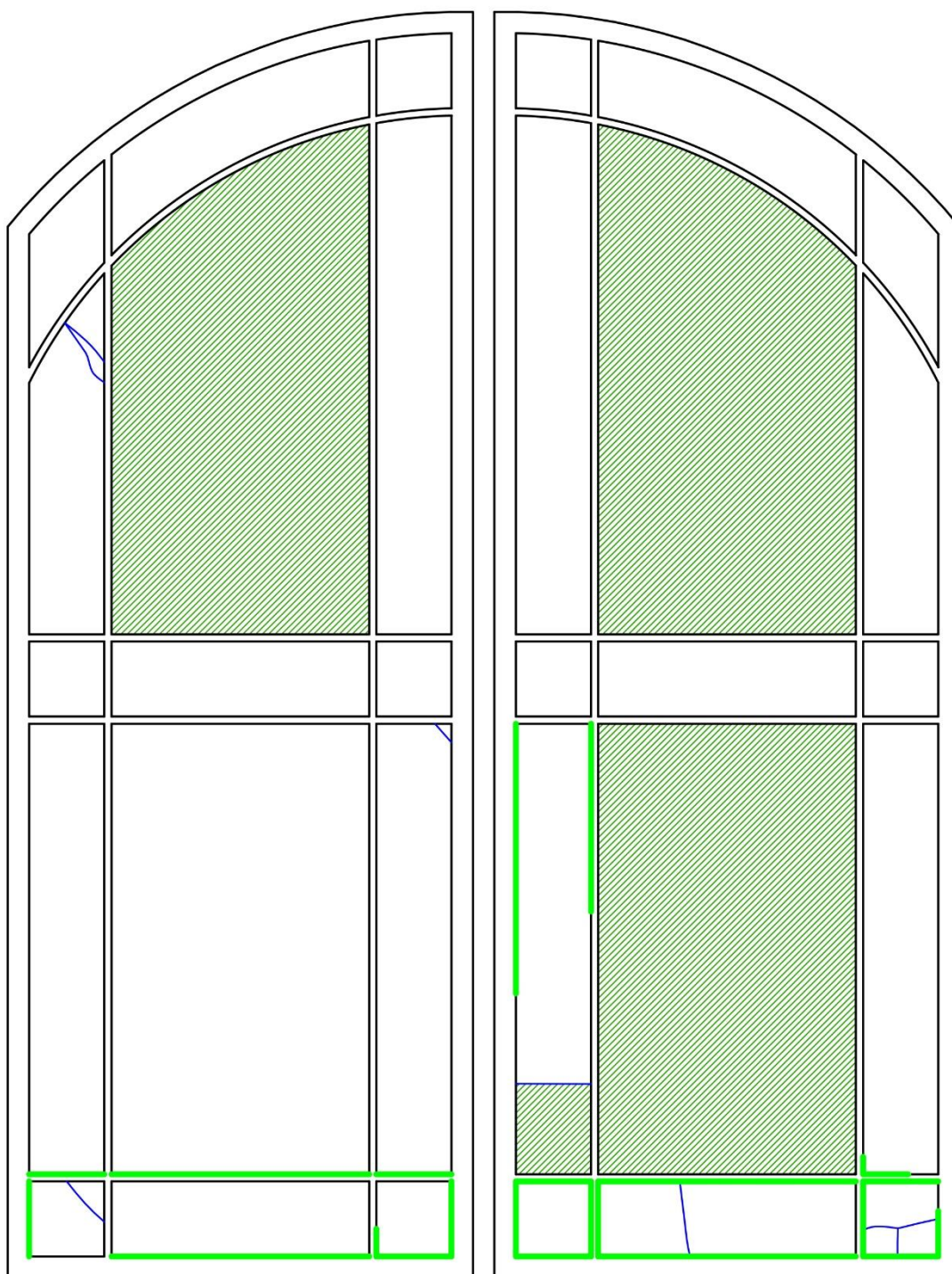
Rys. 8. Oszklenie okna I klatki schodowej kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4 przed pracami konserwatorskimi i restauratorskimi – awers (Rys. Adam Kaźmierczak).



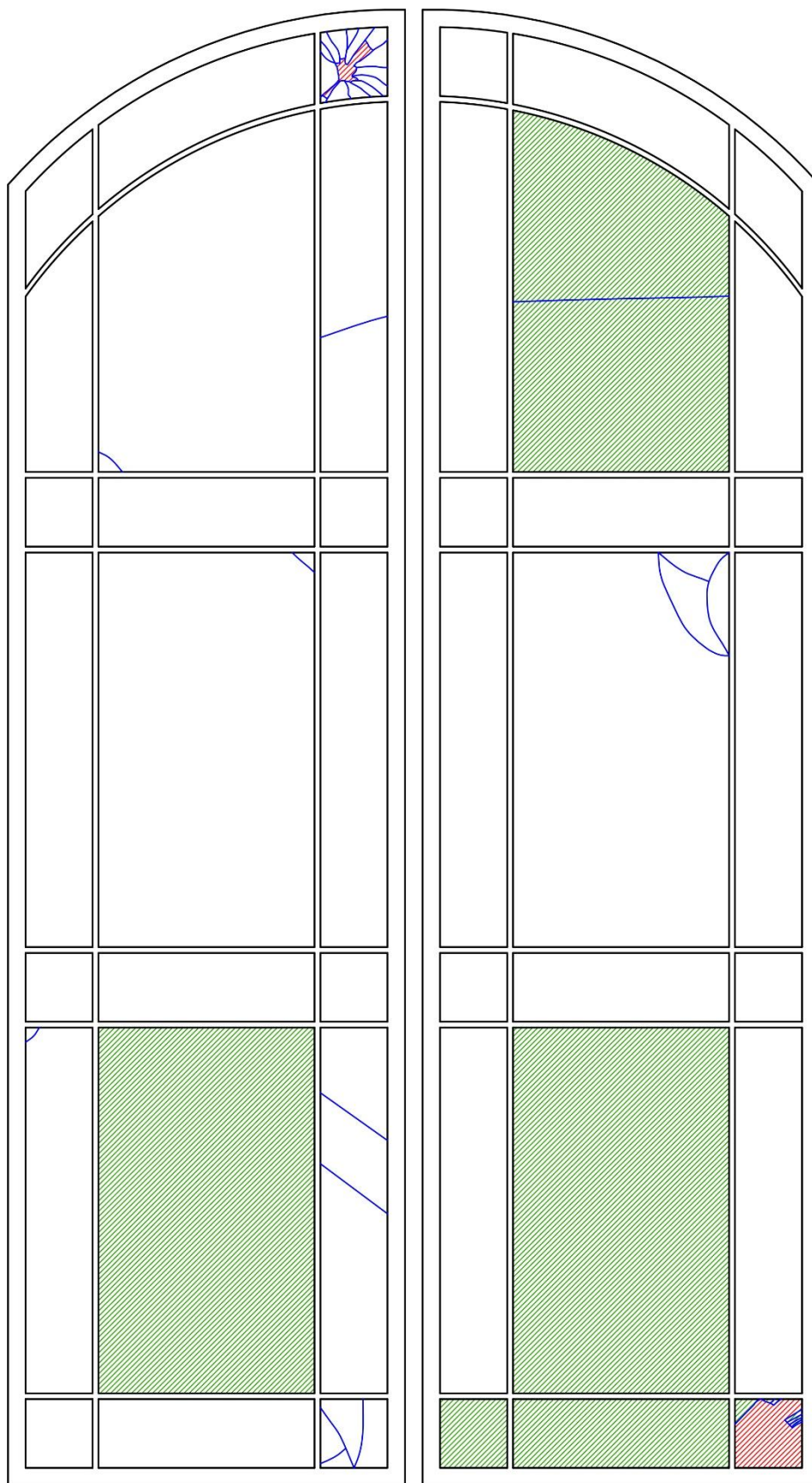
Rys. 9. Oszklenie okna I klatki schodowej kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4 przed pracami konserwatorskimi i restauratorskimi – rewers (Rys. Adam Kaźmierczak).



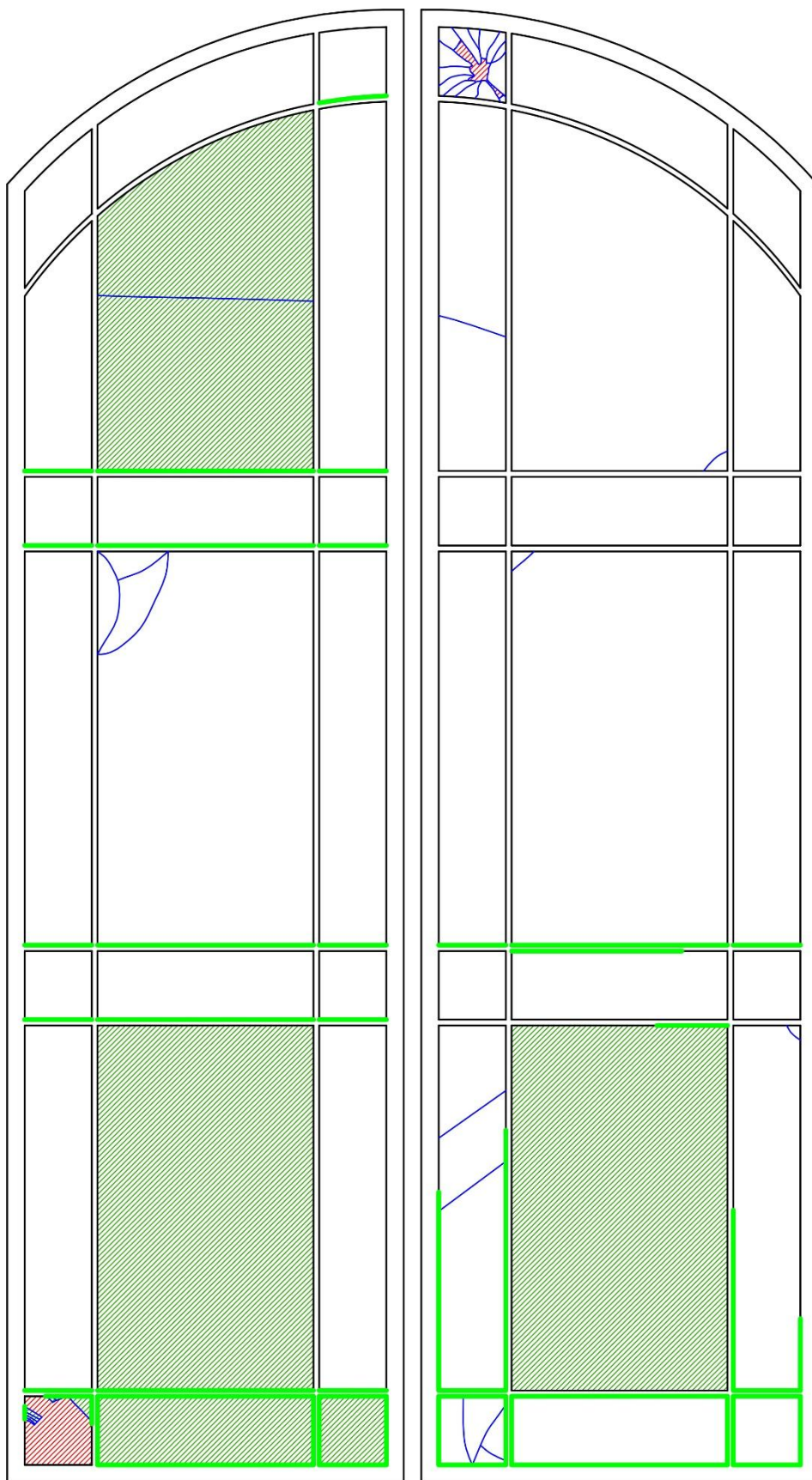
Rys. 10. Oszklenie okna II klatki schodowej kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4 przed pracami konserwatorskimi i restauratorskimi – awers (Rys. Adam Kaźmierczak).



Rys. 11. Oszklenie okna II klatki schodowej kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4 przed pracami konserwatorskimi i restauratorskimi – rewers (Rys. Adam Kaźmierczak).



Rys. 12. Oszklenie okna III klatki schodowej kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4 przed pracami konserwatorskimi i restauratorskimi – awers (Rys. Adam Kaźmierczak).



Rys. 13. Oszklenie okna III klatki schodowej kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4 przed pracami konserwatorskimi i restauratorskimi – rewers (Rys. Adam Kaźmierczak).

Oszklenie ozdobne klatki schodowej kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4

Stan po pracach konserwatorskich i restauratorskich

LEGENDA

SZKŁO



pęknięcie klejone



szkło uzupełnione



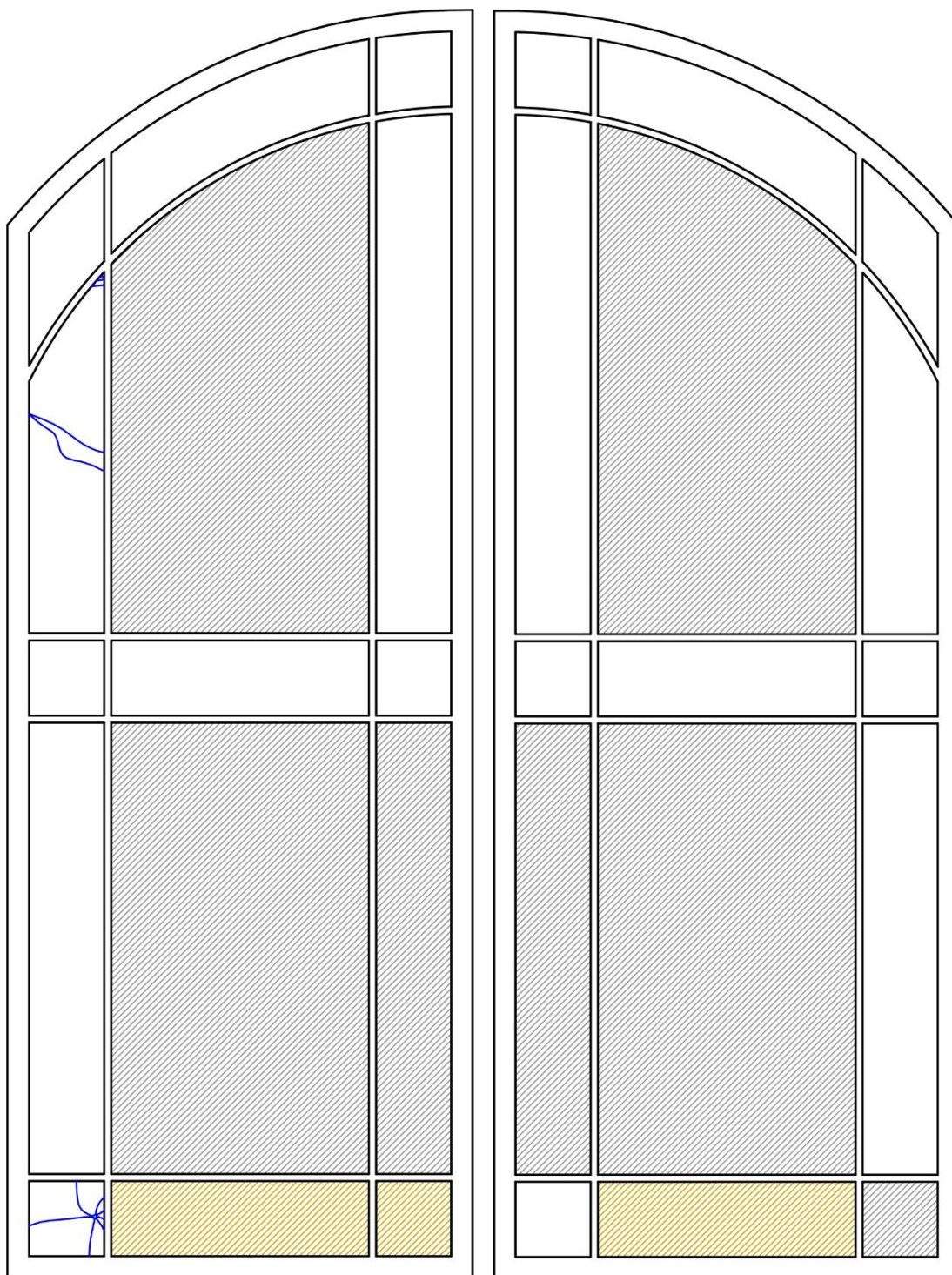
szkło uzupełnione ze starego szkła



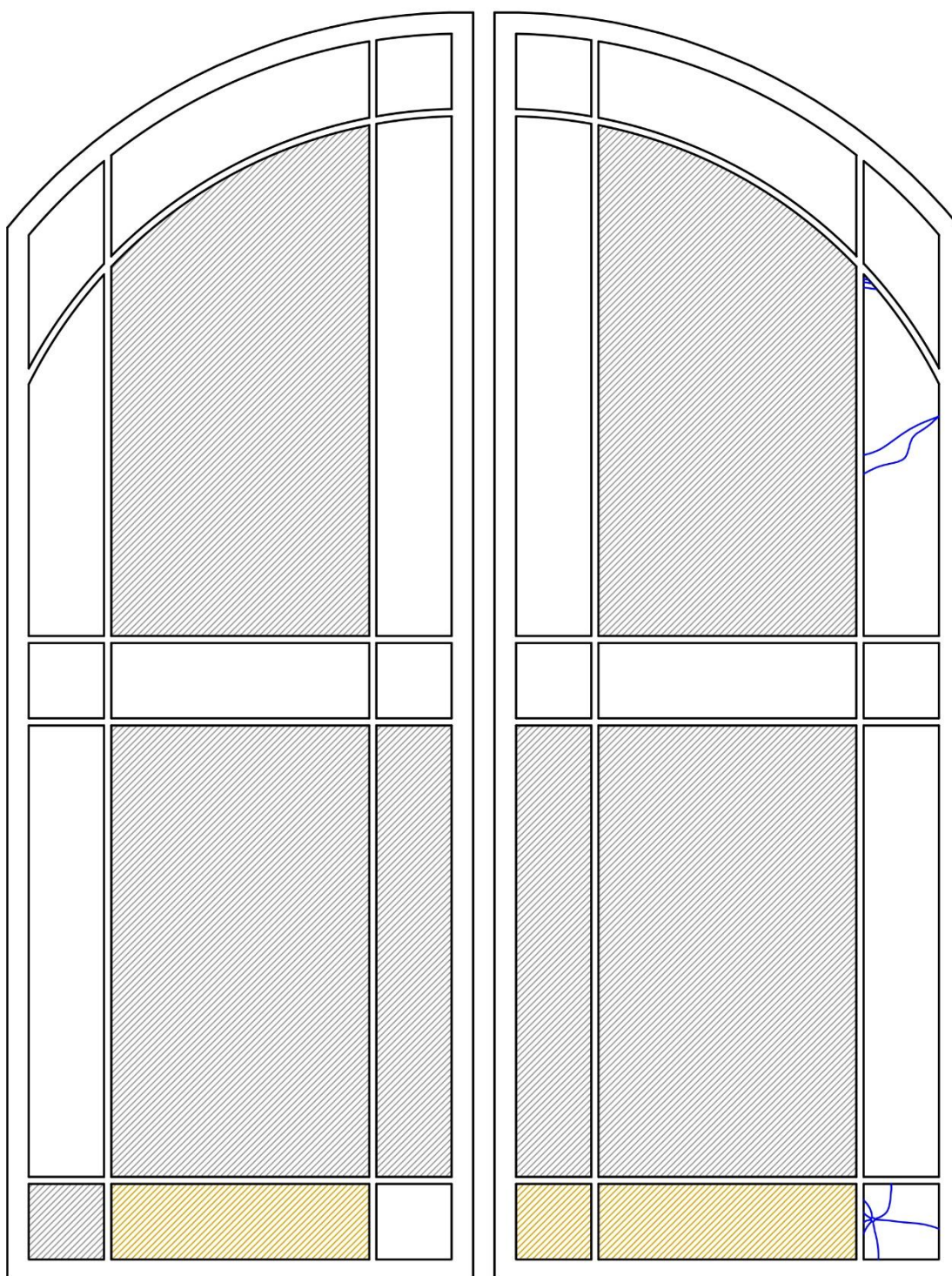
uzupełnienie klejem



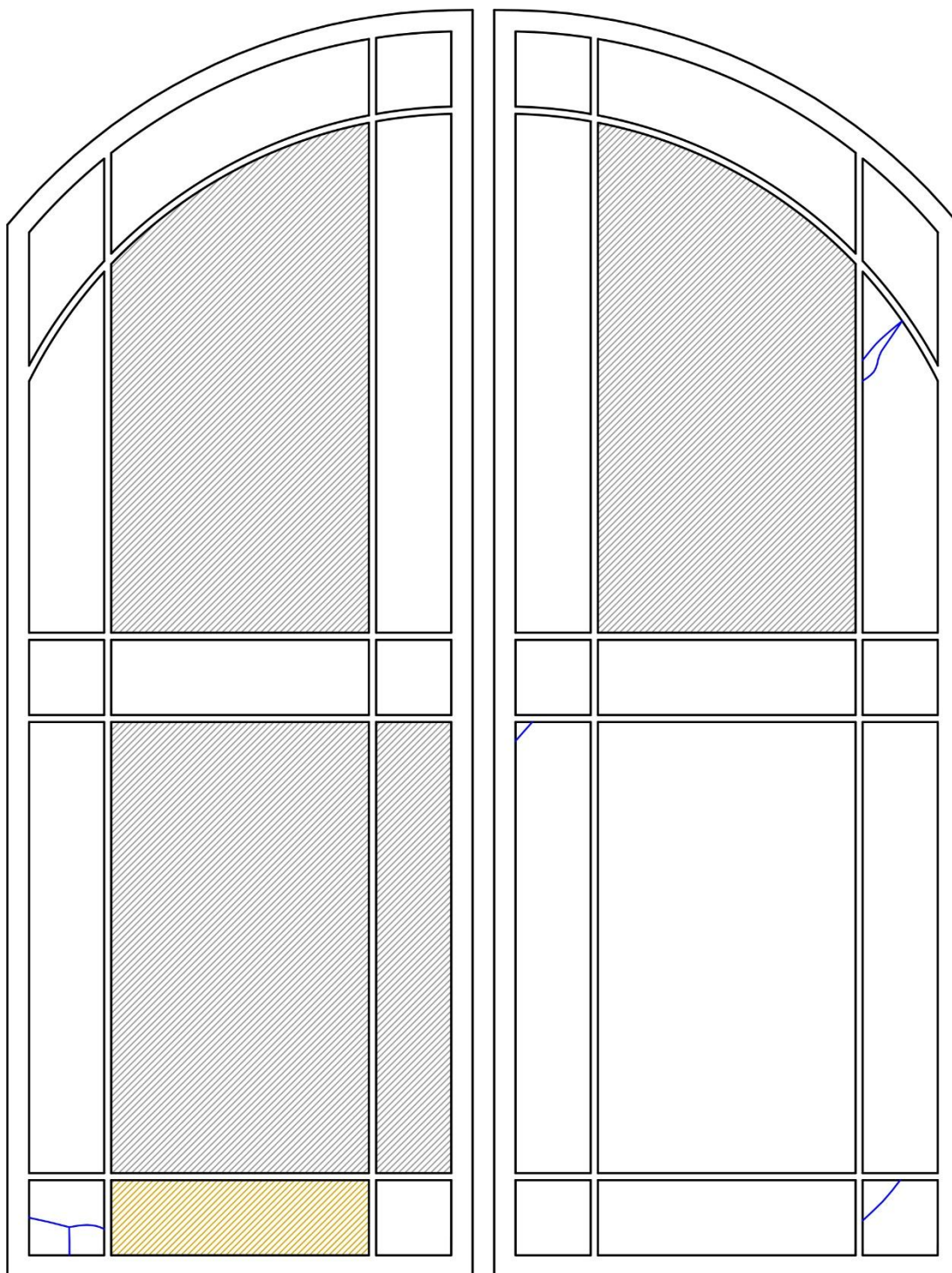
szkło zdublowane



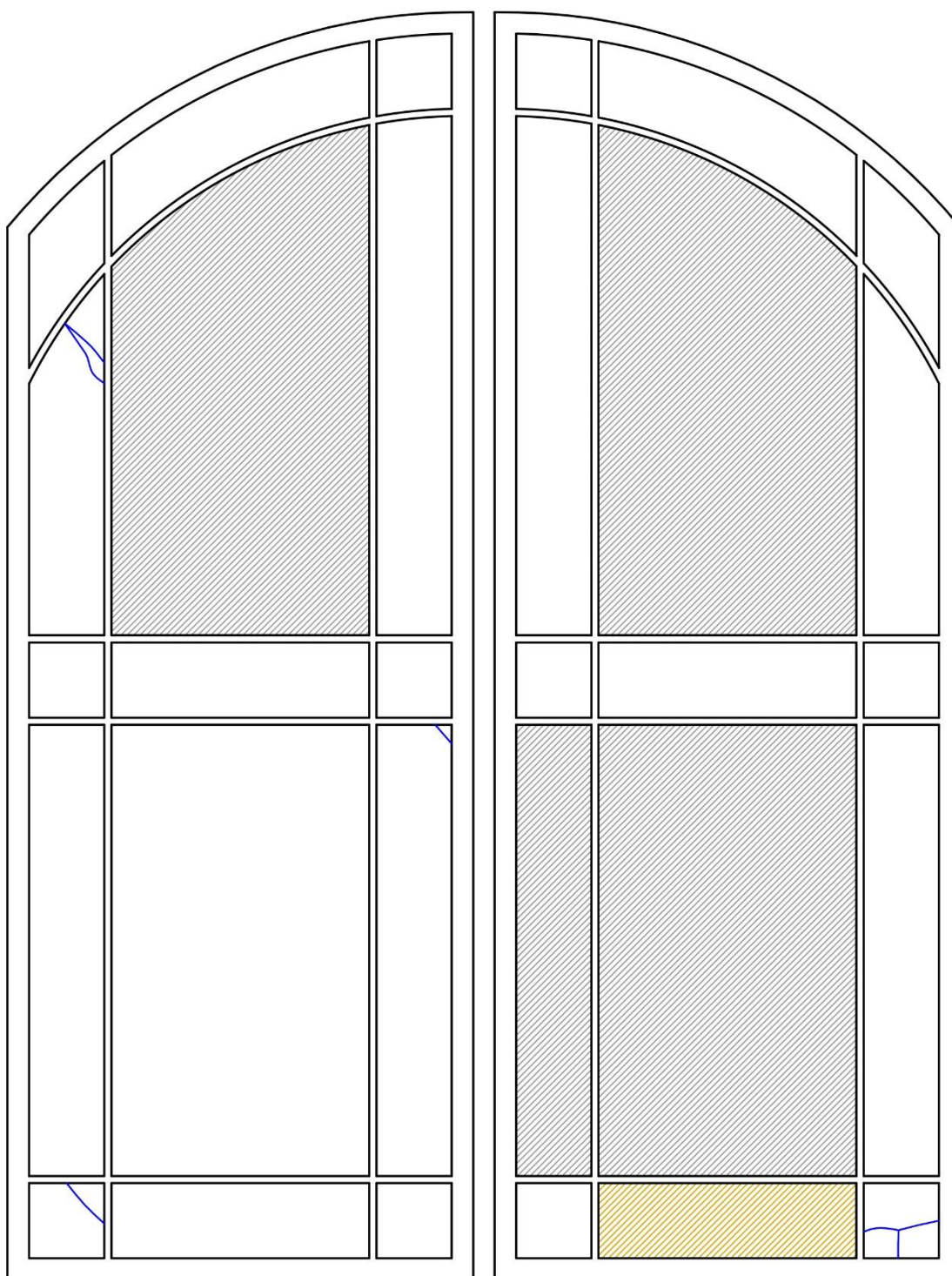
Rys. 14. Oszklenie okna I klatki schodowej kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4 po pracach konserwatorskich i restauratorskich – awers (Rys. Adam Kaźmierczak).



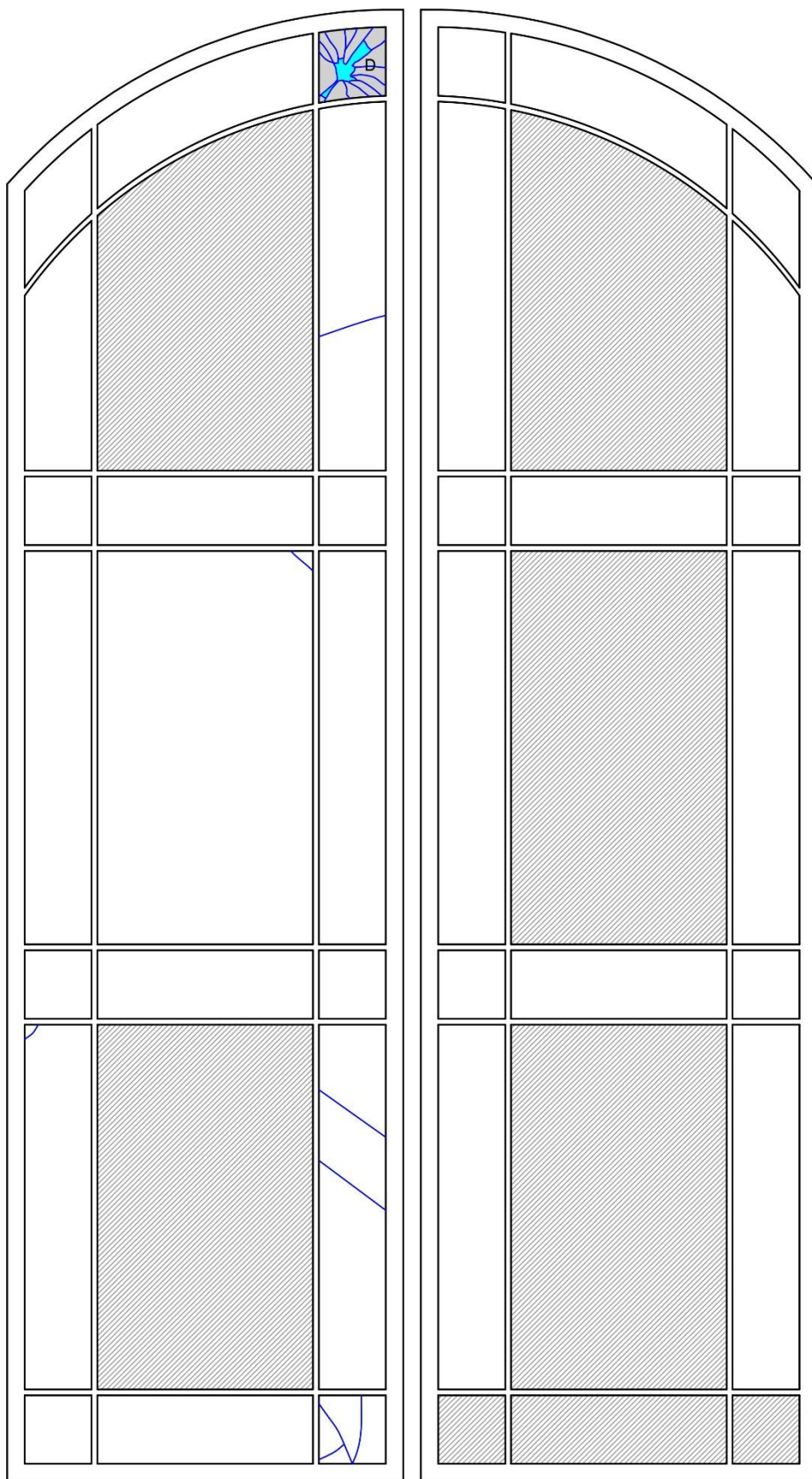
Rys. 15. Oszklenie okna I klatki schodowej kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4 po pracach konserwatorskich i restauratorskich – rewers (Rys. Adam Kaźmierczak).



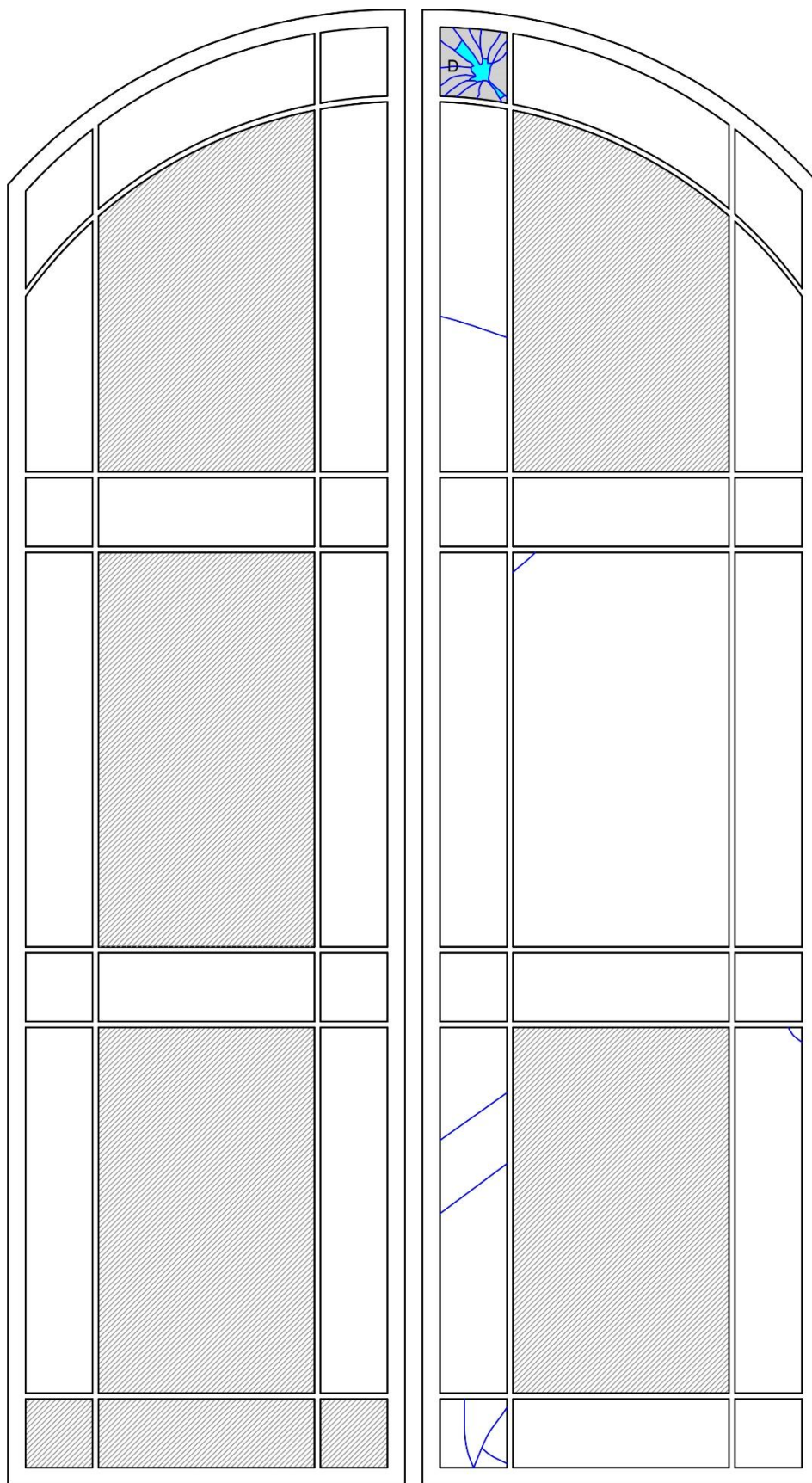
Rys. 16. Oszklenie okna II klatki schodowej kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4 po pracach konserwatorskich i restauratorskich – awers (Rys. Adam Kaźmierczak).



Rys. 17. Oszklenie okna II klatki schodowej kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4 po pracach konserwatorskich i restauratorskich – rewers (Rys. Adam Kaźmierczak).



Rys. 18. Oszklenie okna III klatki schodowej kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4 po pracach konserwatorskich i restauratorskich – awers (Rys. Adam Kaźmierczak).



Rys. 19. Oszklenie okna III klatki schodowej kamienicy przy ul. Jagiellończyka 4 po pracach konserwatorskich i restauratorskich – rewers (Rys. Adam Kaźmierczak).

**Witraże mozaikowe i oszklenie ozdobne klatki schodowej kamienicy przy
ul. Jagiellończyka 6**

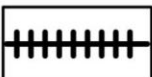
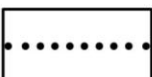
Stan przed pracami konserwatorskimi i restauratorskimi

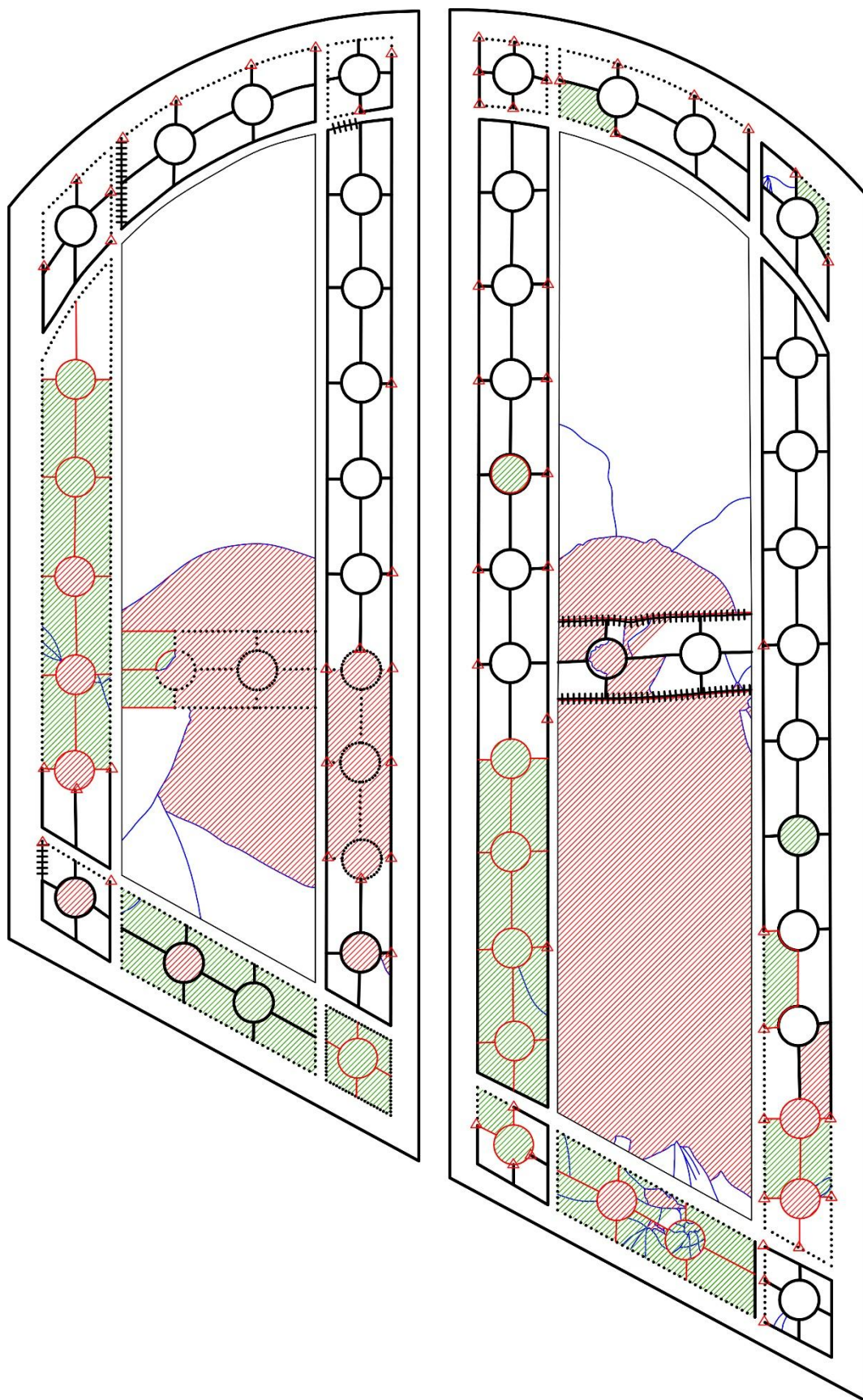
LEGENDA

SZKŁO

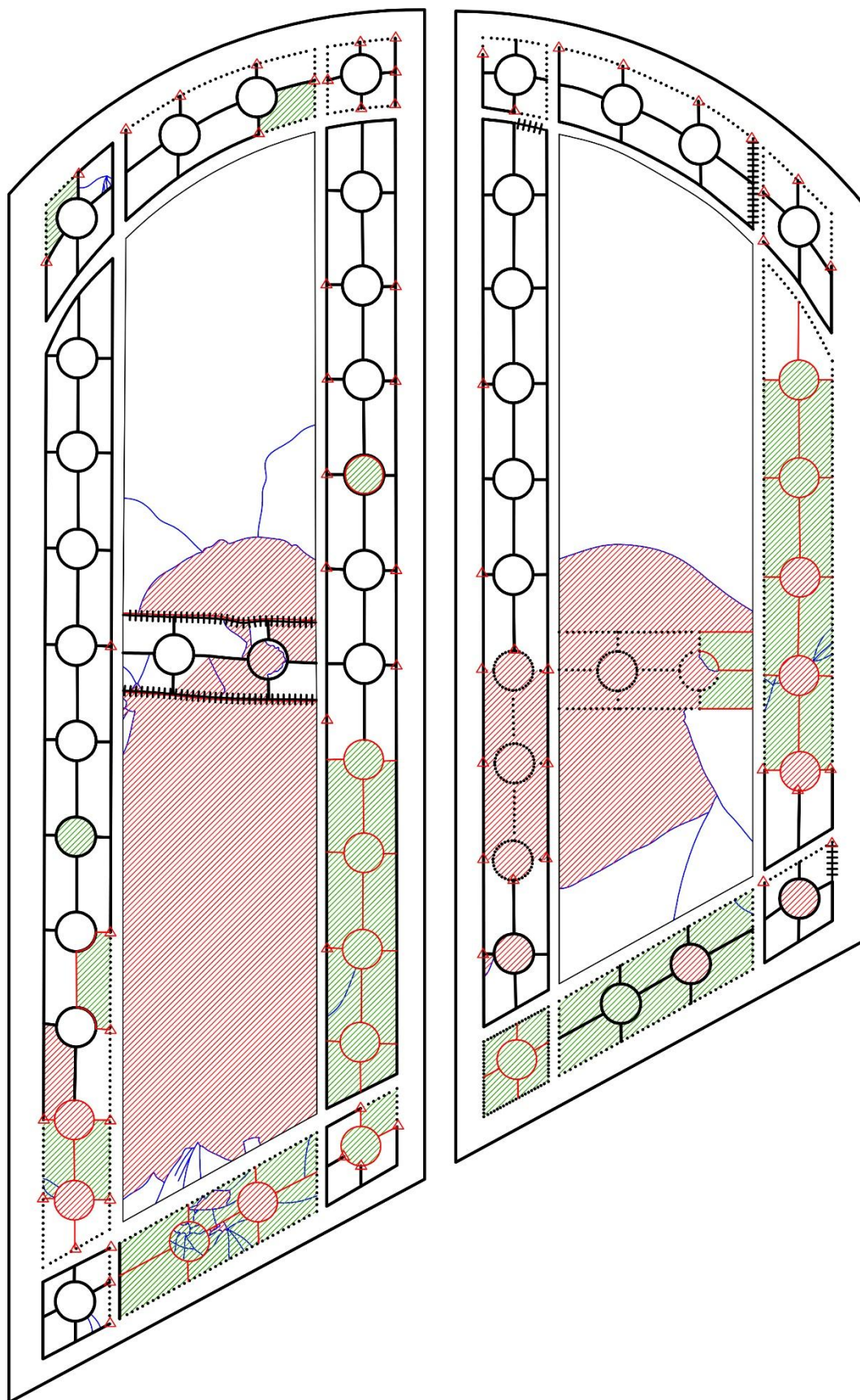
	szkło oryginalne
	pęknięcie szkła
	ubytek szkła
	szkło wtórne
	plyta drewnopochodna

OŁÓW

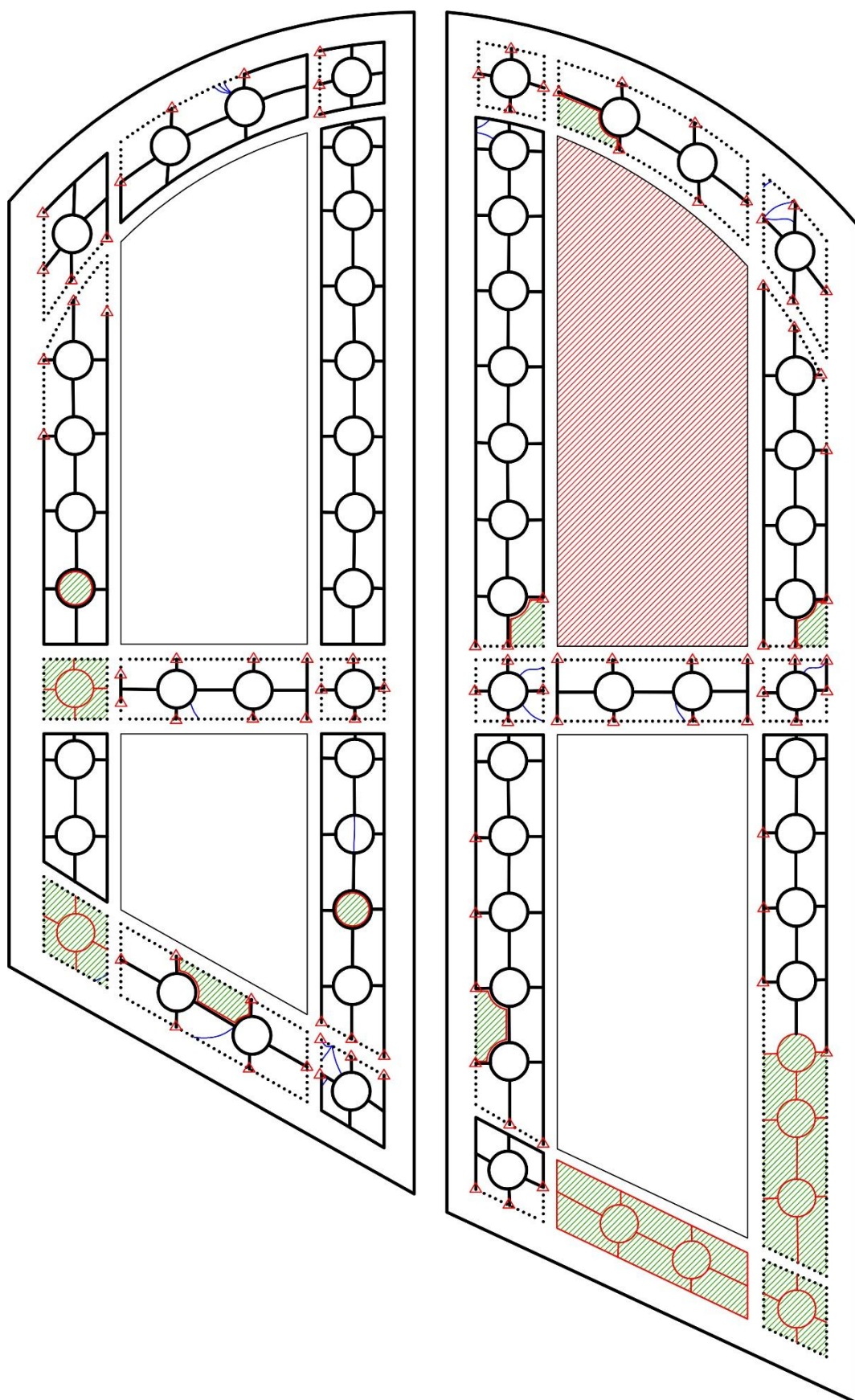
	listwa ołowiana oryginalna 4,5 mm
	wtórna taśma miedziana Tiffany
	deformacja listwy ołowianej
	brak listwy ołowianej
	ołów podwójny
	pęknięcie listwy ołowianej
	urwanie listwy ołowianej



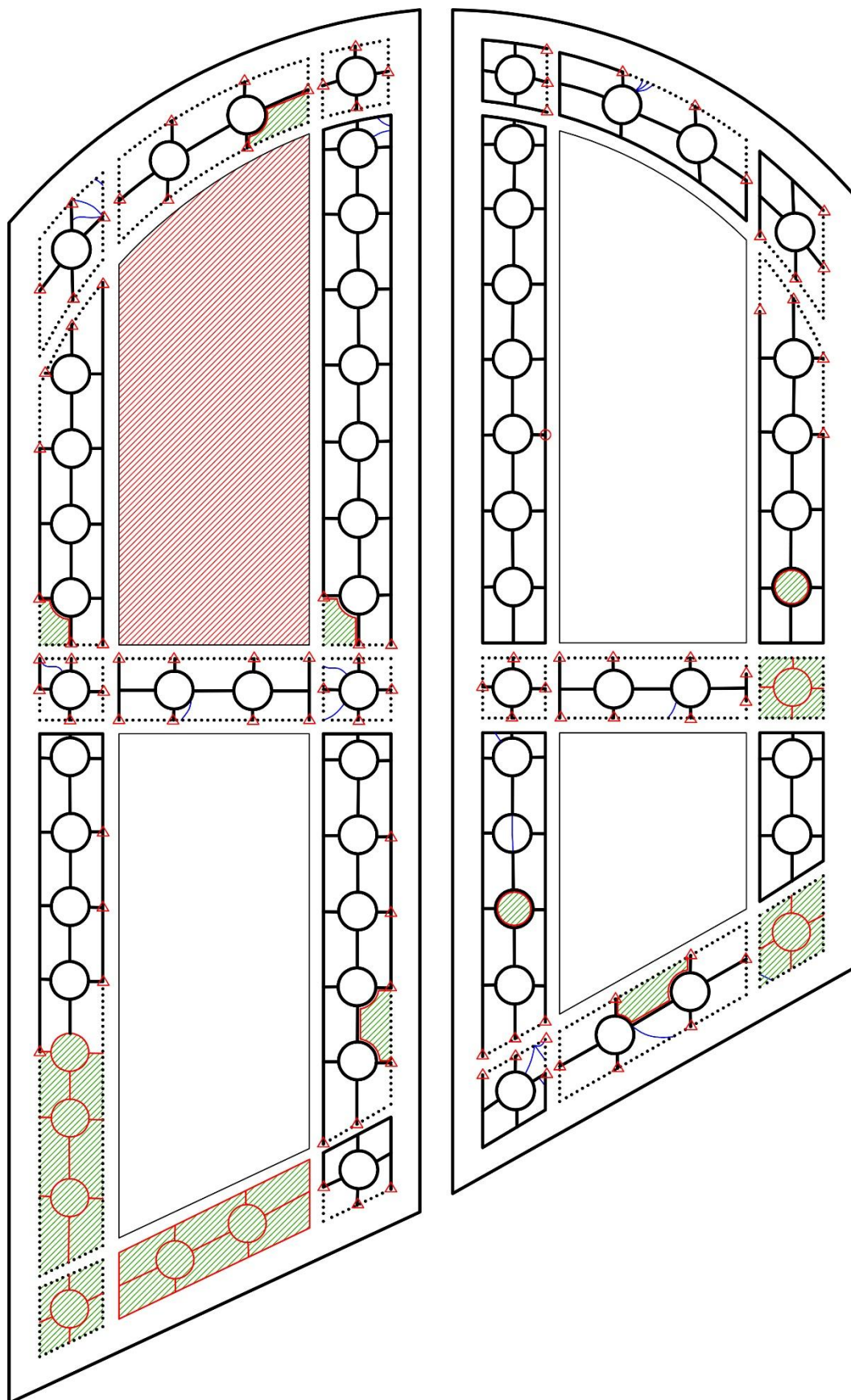
Rys. 20. Witraże okna I klatki schodowej kamienicy przy ul. Jagiellończyka 6 przed pracami konserwatorskimi i restauratorskimi – awers (Rys. Adam Kaźmierczak).



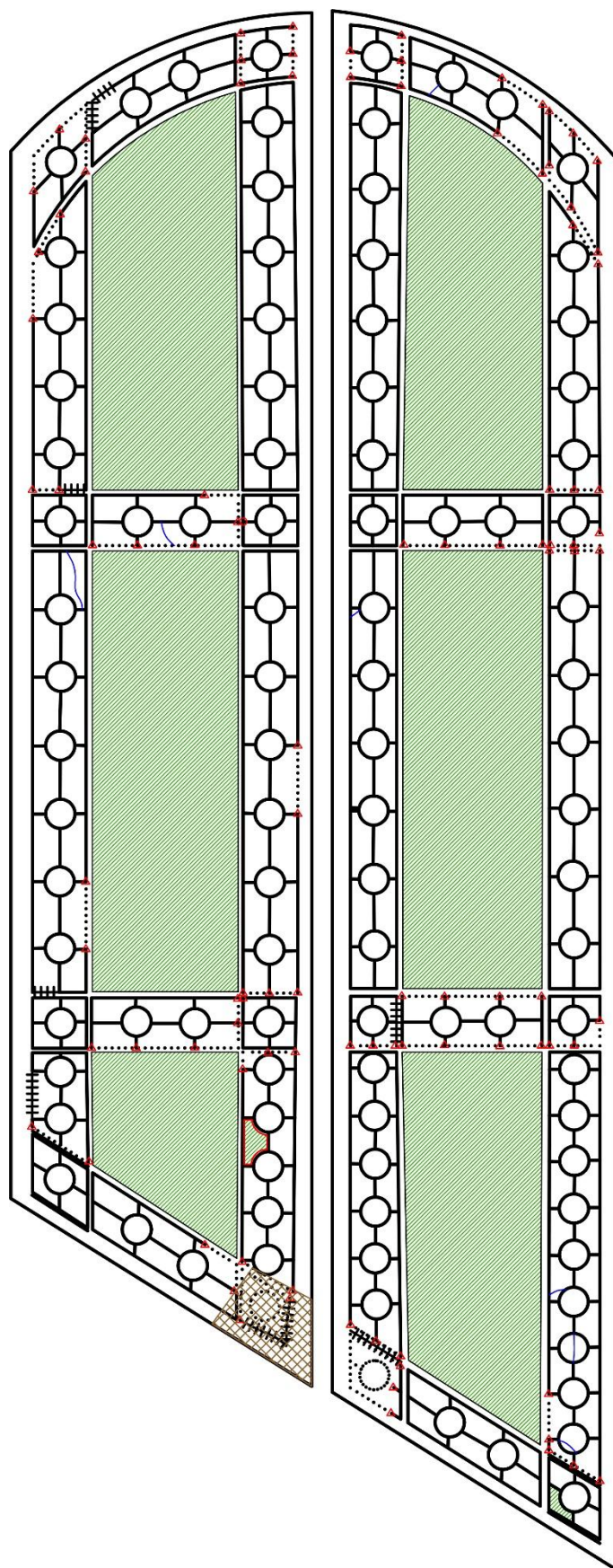
Rys. 21. Witraże okna I klatki schodowej kamienicy przy ul. Jagiellończyka 6 przed pracami konserwatorskimi i restauratorskimi – rewers (Rys. Adam Kaźmierczak).



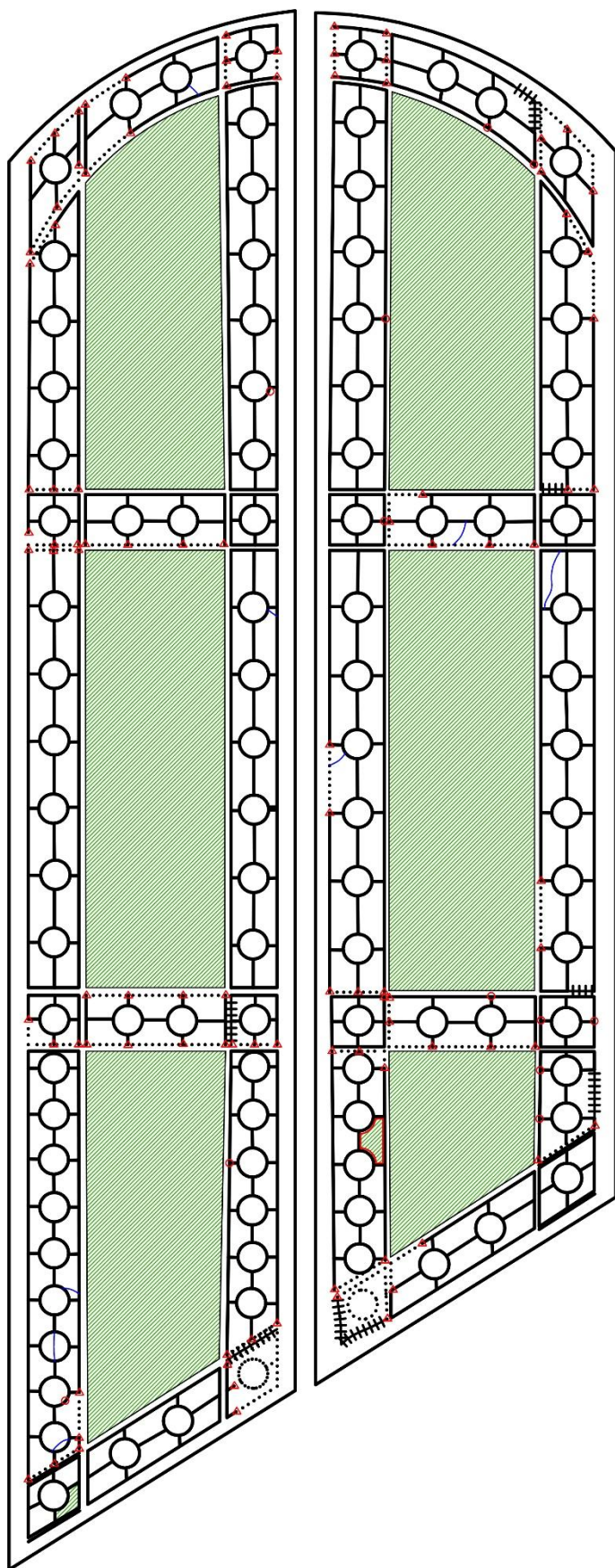
Rys. 22. Witraże okna II klatki schodowej kamienicy przy ul. Jagiellończyka 6 przed pracami konserwatorskimi i restauratorskimi – awers (Rys. Adam Kaźmierczak).



Rys. 23. Witraże okna II klatki schodowej kamienicy przy ul. Jagiellończyka 6 przed pracami konserwatorskimi i restauratorskimi – rewers (Rys. Adam Kaźmierczak).



Rys. 24. Witraże okna III klatki schodowej kamienicy przy ul. Jagiellończyka 6 przed pracami konserwatorskimi i restauratorskimi – awers (Rys. Adam Kaźmierczak).



Rys. 25. Witraże okna III klatki schodowej kamienicy przy ul. Jagiellończyka 6 przed pracami konserwatorskimi i restauratorskimi – rewers (Rys. Adam Kaźmierczak).

**Witraże mozaikowe i oszklenie ozdobne klatki schodowej kamienicy przy
ul. Jagiellończyka 6**

Stan po pracach konserwatorskich i restauratorskich

LEGENDA

SZKŁO



szkło oryginalne



pęknięcie klejone



szkło uzupełnione



szkło uzupełnione ze starego szkła

OŁÓW



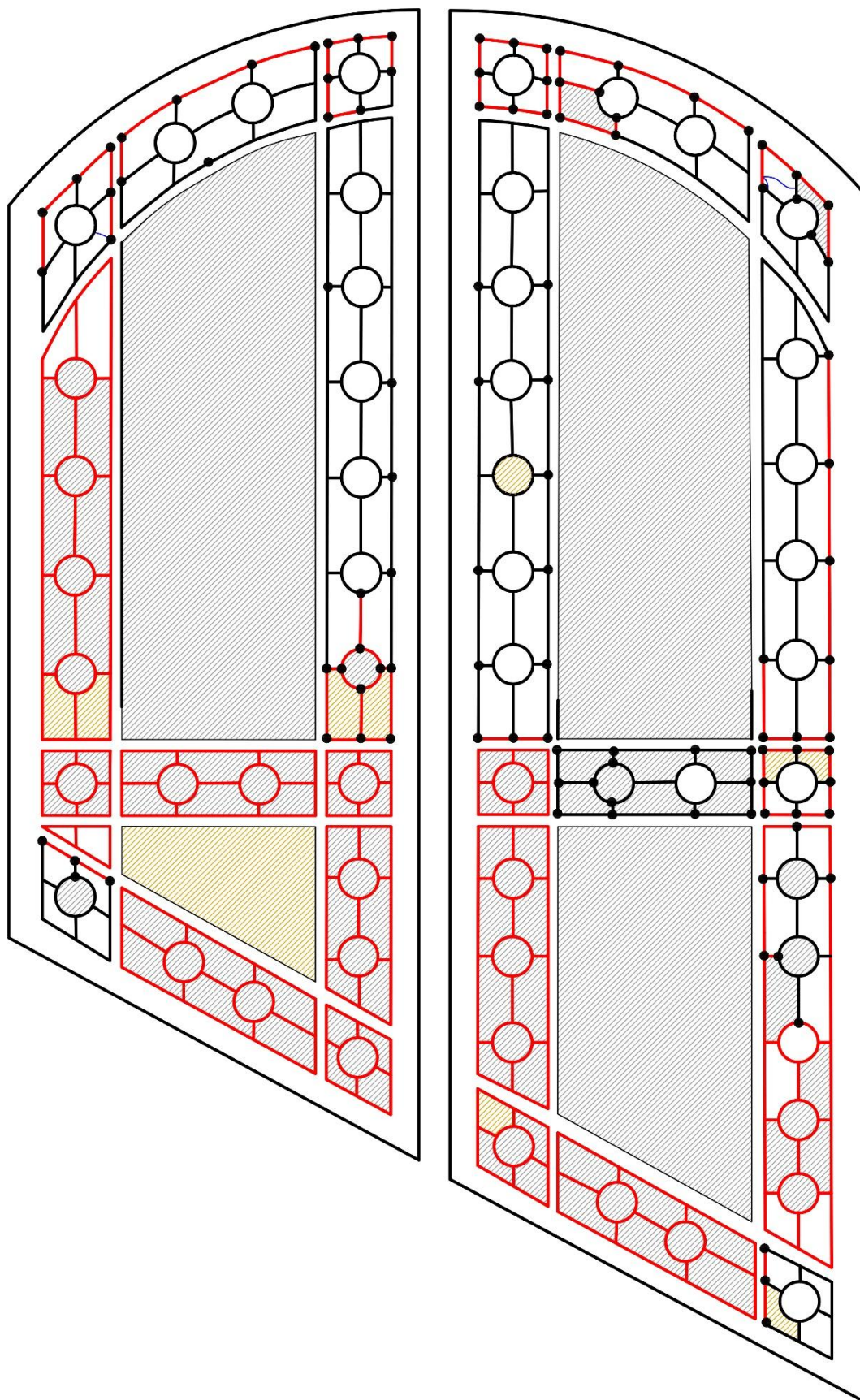
listwa ołowiana oryginalna 4,5 mm



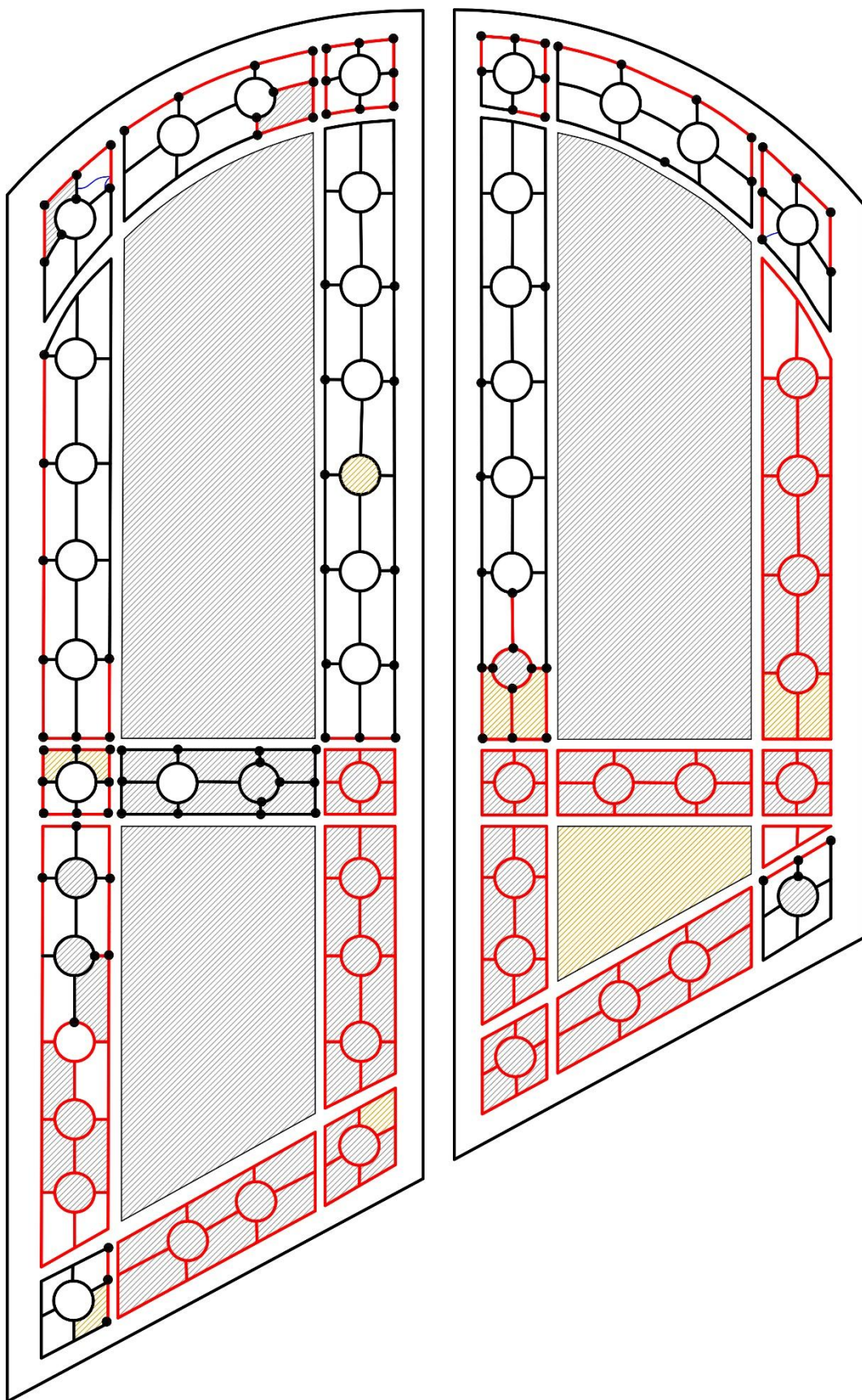
uzupełniona listwa ołowiana 5 mm



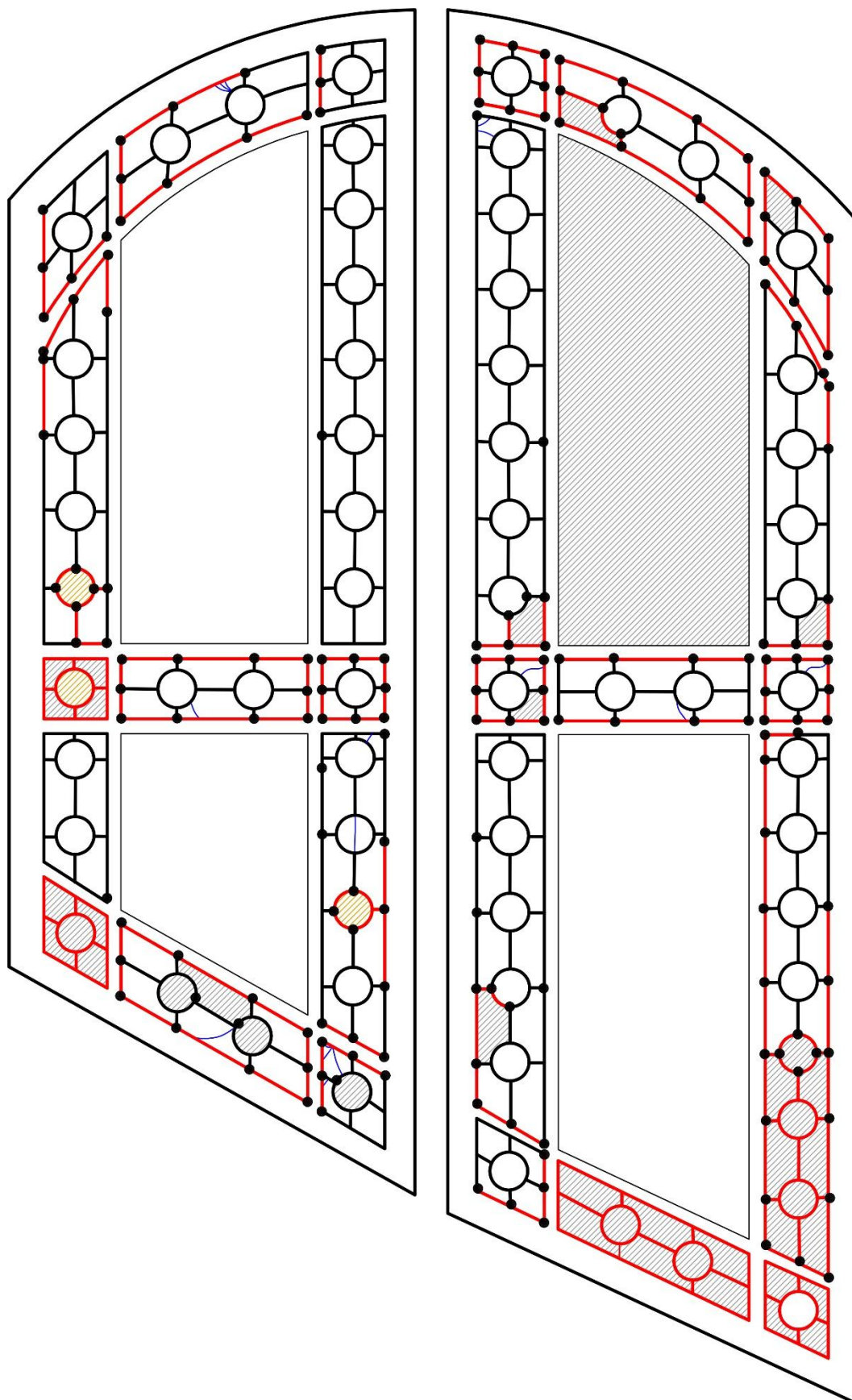
nowe miejsce lutowania



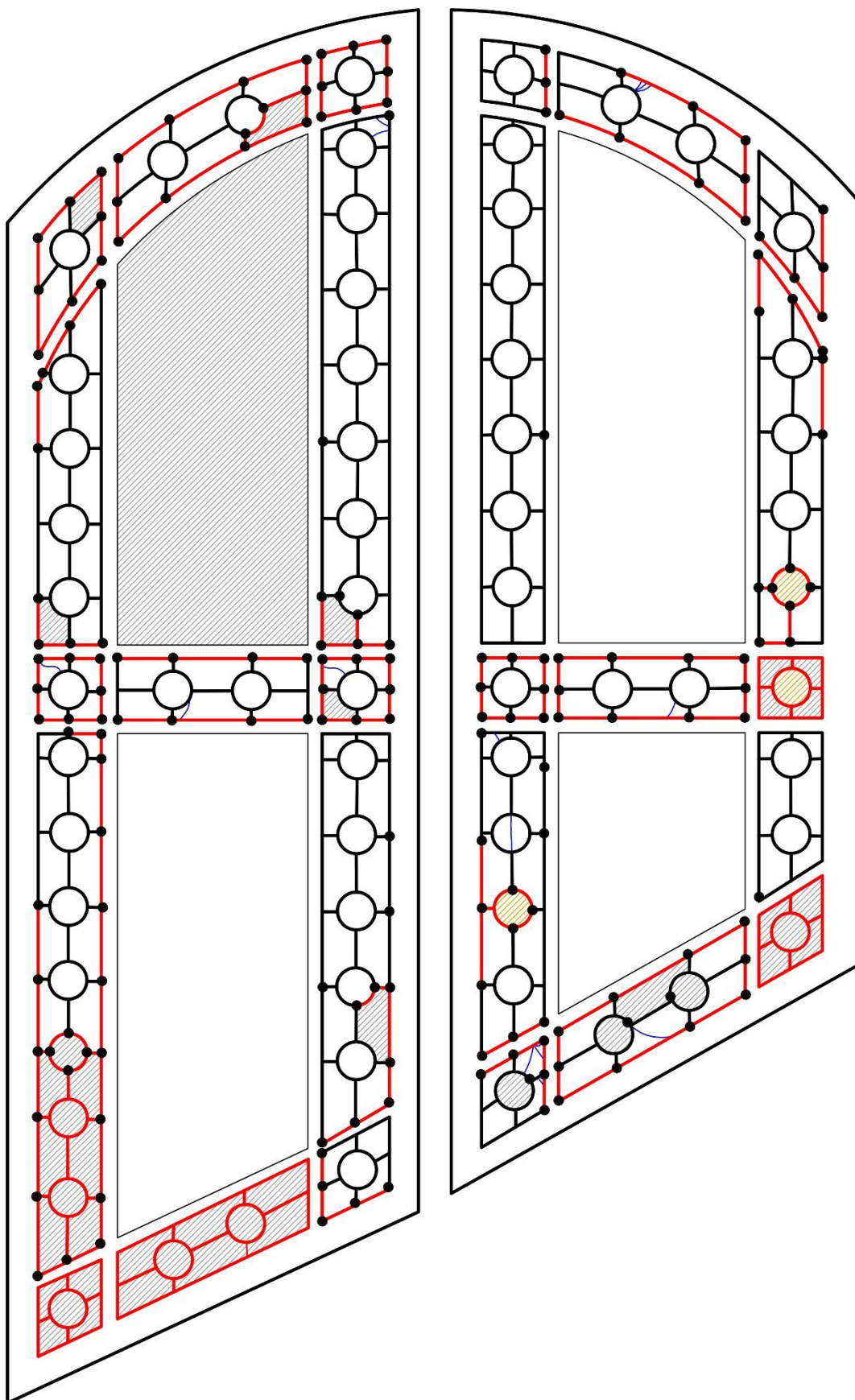
Rys. 26. Witraże okna I klatki schodowej kamienicy przy ul. Jagiellończyka 6 po pracach konserwatorskich i restauratorskich – awers (Rys. Adam Kaźmierczak).



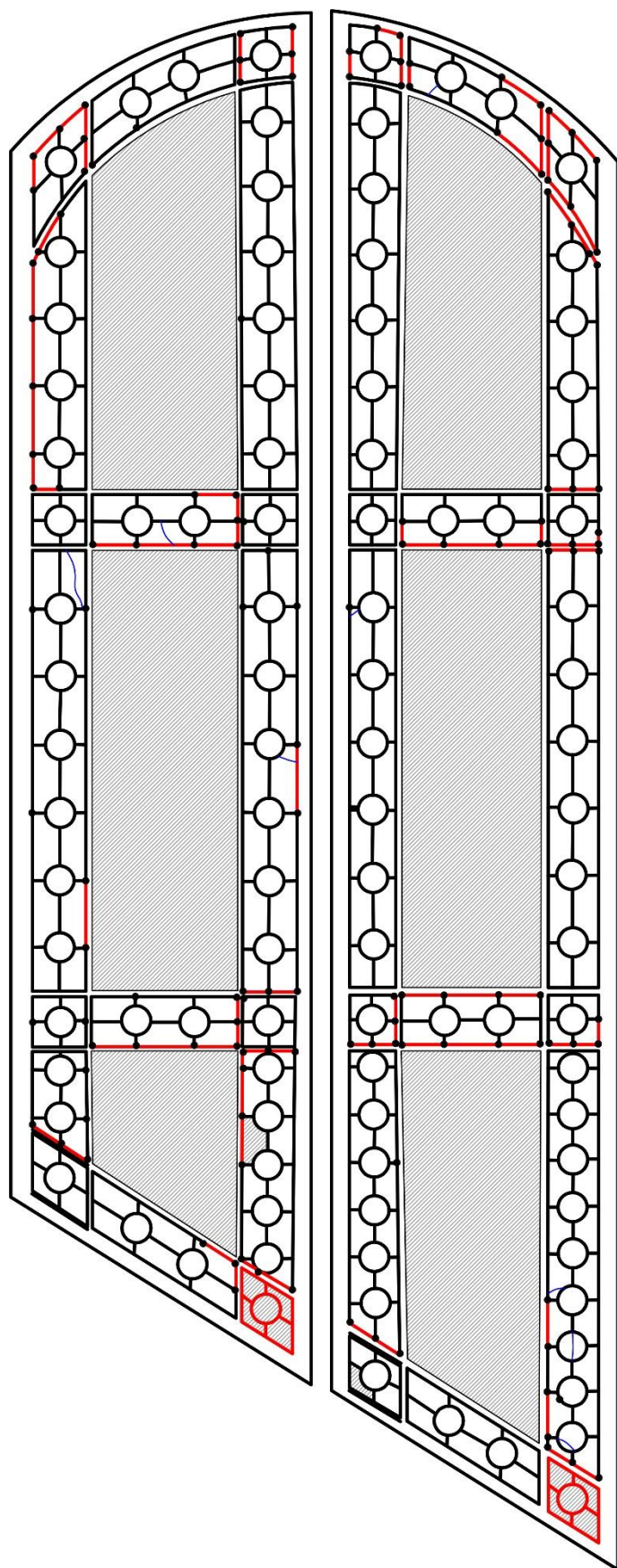
Rys. 27. Witraże okna I klatki schodowej kamienicy przy ul. Jagiellończyka 6 po pracach konserwatorskich i restauratorskich – rewers (Rys. Adam Kaźmierczak).



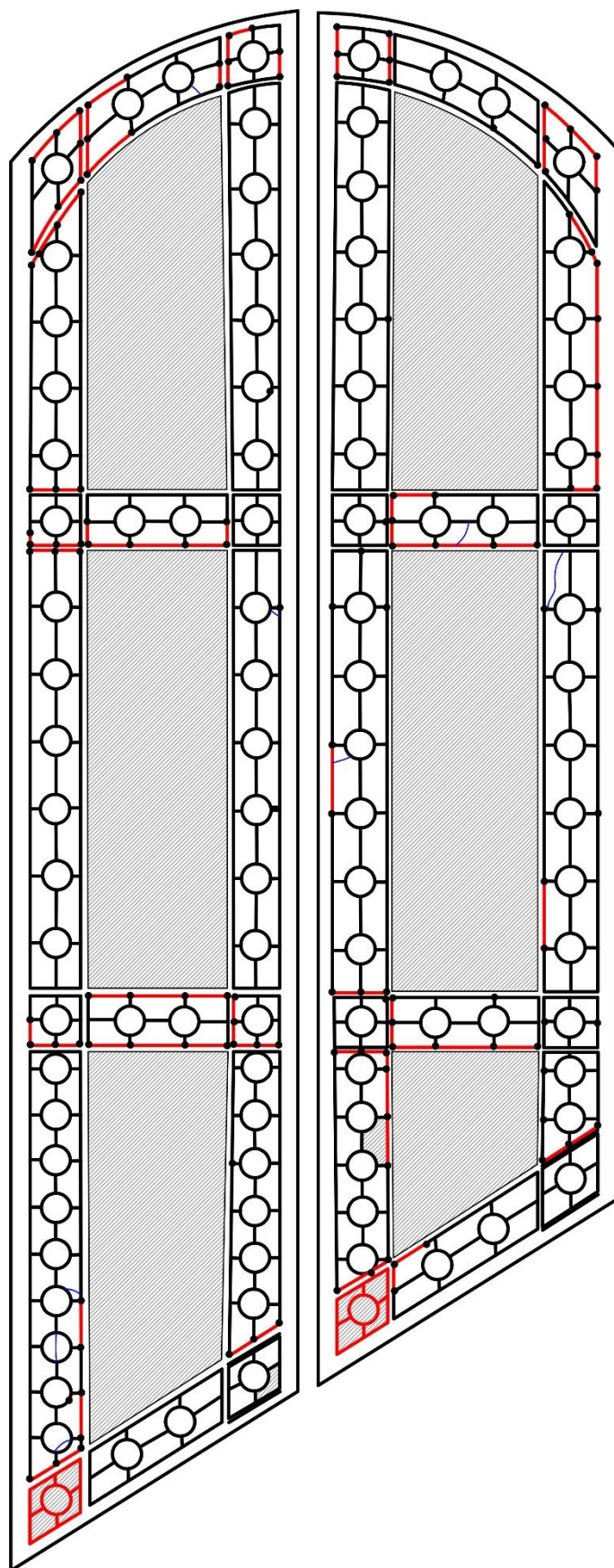
Rys. 28. Witraże okna II klatki schodowej kamienicy przy ul. Jagiellończyka 6 po pracach konserwatorskich i restauratorskich – awers (Rys. Adam Kaźmierczak).



Rys. 29. Witraże okna II klatki schodowej kamienicy przy ul. Jagiellończyka 6 po pracach konserwatorskich i restauratorskich – rewers (Rys. Adam Kaźmierczak).



Rys. 30. Witraże okna III klatki schodowej kamienicy przy ul. Jagiellończyka 6 po pracach konserwatorskich i restauratorskich – awers (Rys. Adam Kaźmierczak).



Rys. 31. Witraże okna III klatki schodowej kamienicy przy ul. Jagiellończyka 6 po pracach konserwatorskich i restauratorskich – rewers (Rys. Adam Kaźmierczak).

Witraże mozaikowe klatki schodowej kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1

Stan przed pracami konserwatorskimi i restauratorskimi

LEGENDA

SZKŁO



szkło oryginalne



ubytek szkła



pęknięcie szkła



ułamek na krawędzi



pleksi



silikon



farba olejna

OŁÓW



listwa ołowiana oryginalna 4,5 mm



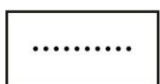
pęknięcie listwy ołowianej



urwanie listwy ołowianej



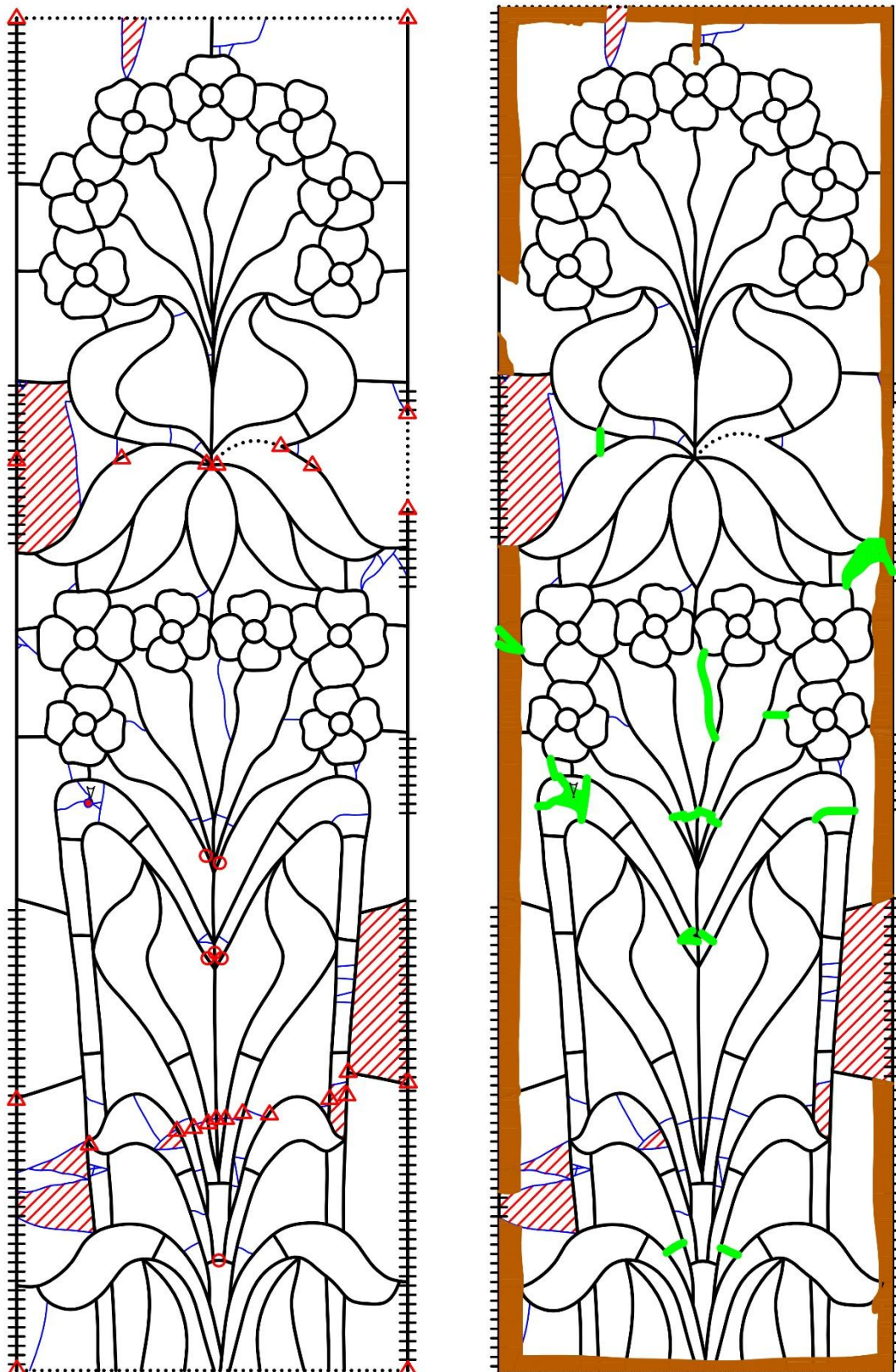
deformacja listwy ołowianej



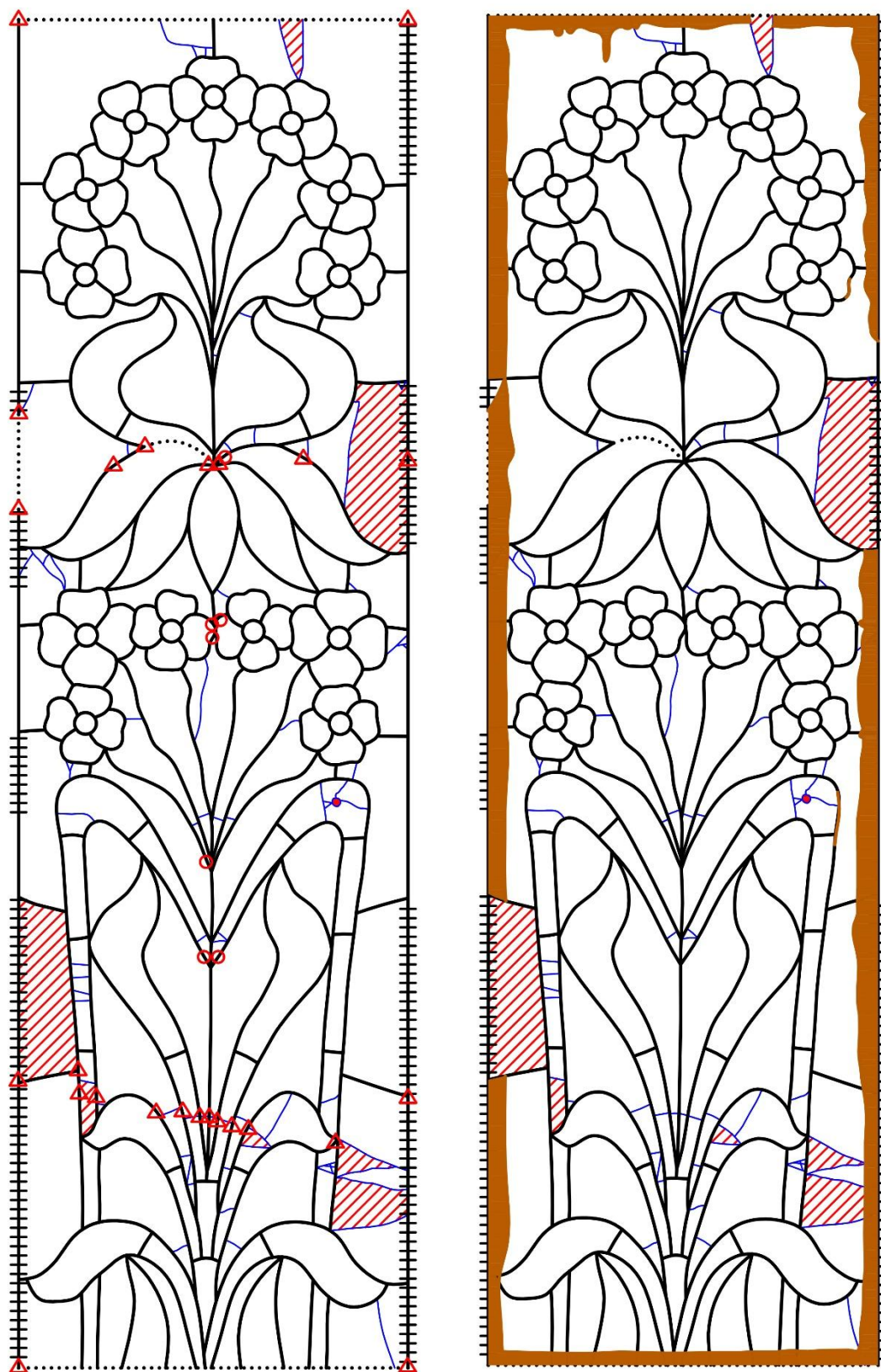
brak listwy ołowianej



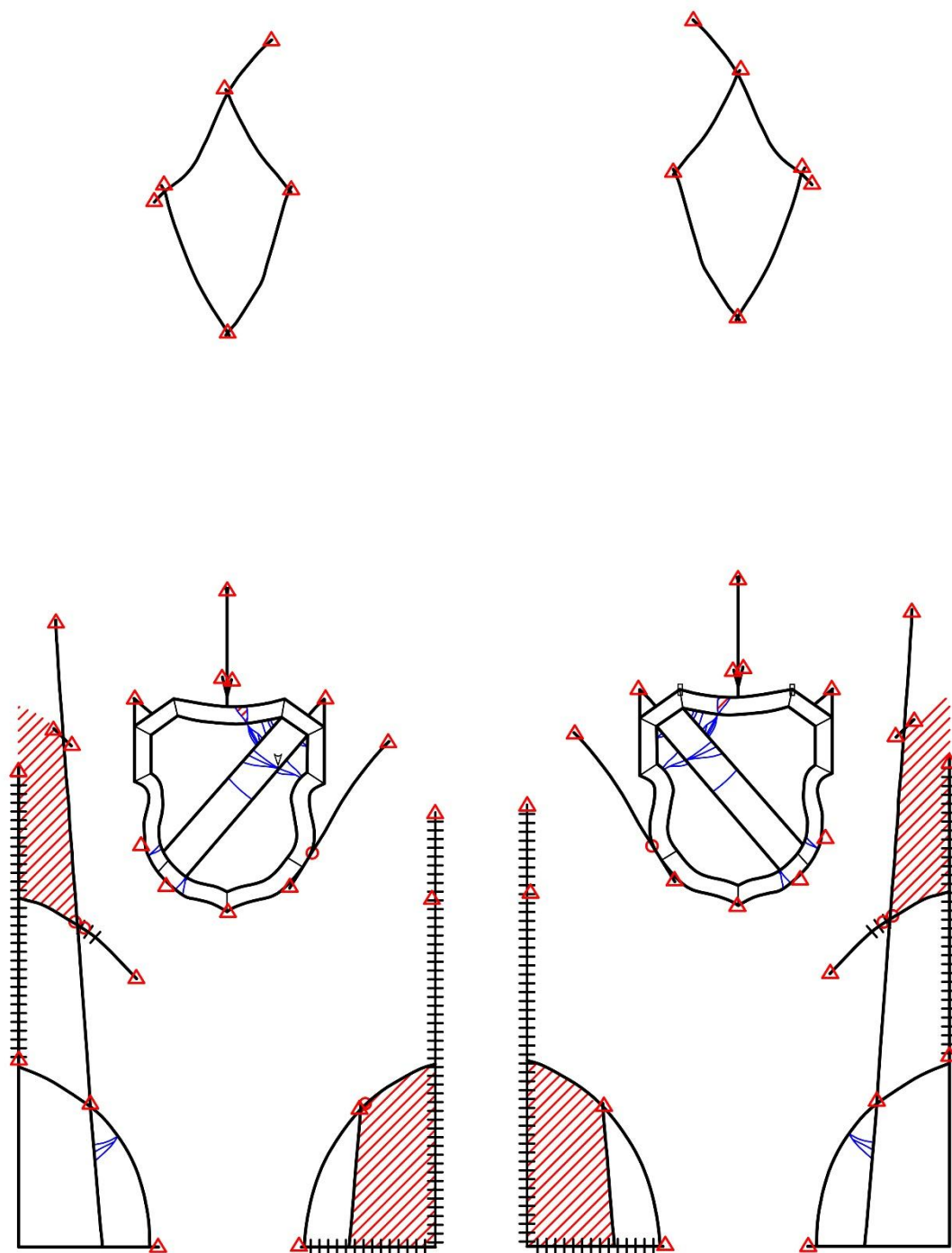
pierwotna lokalizacja wiatrownicy



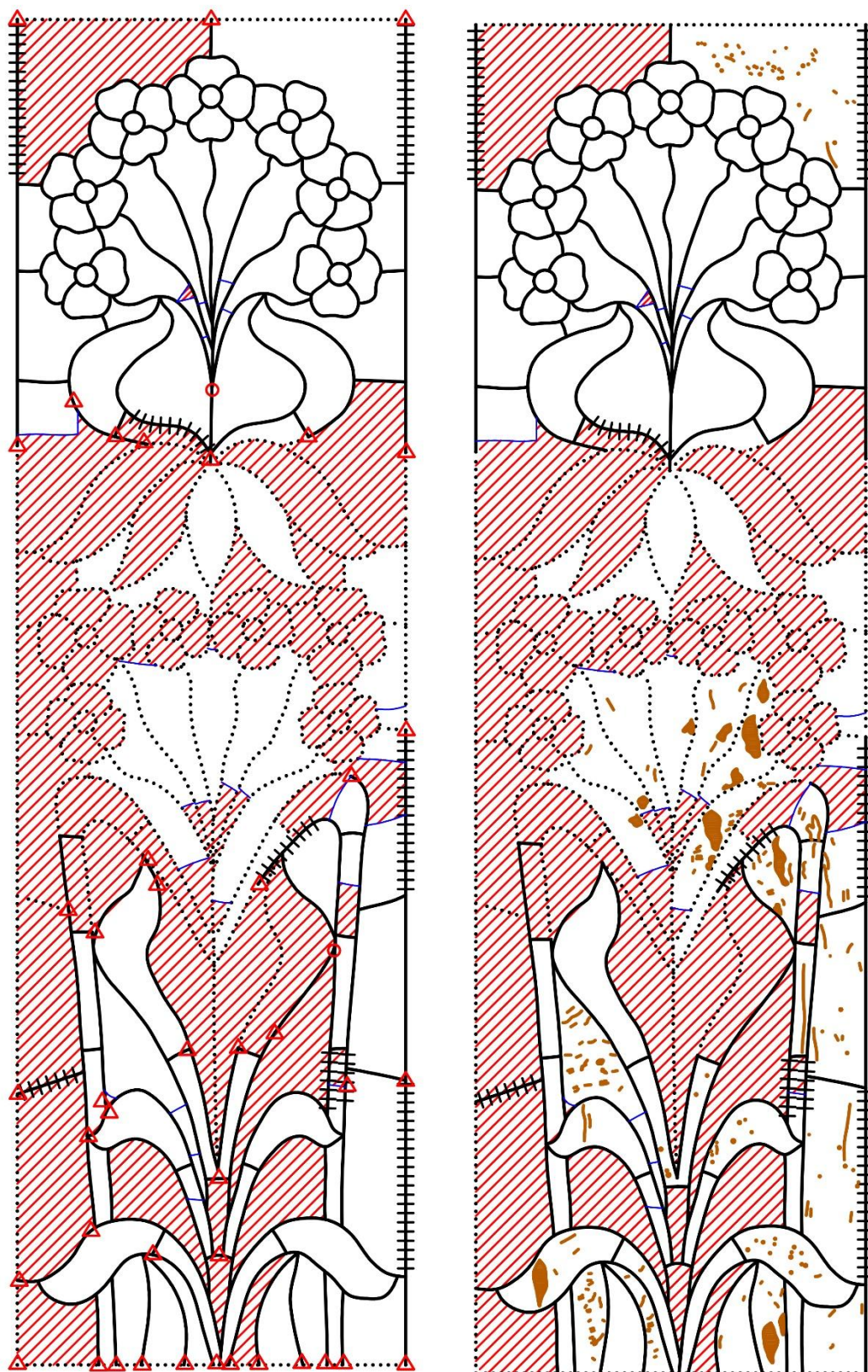
Rys. 32. Kwatera I2a okna klatki schodowej kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 przed pracami konserwatorskimi i restauratorskimi – awers (Rys. Adam Kaźmierczak).



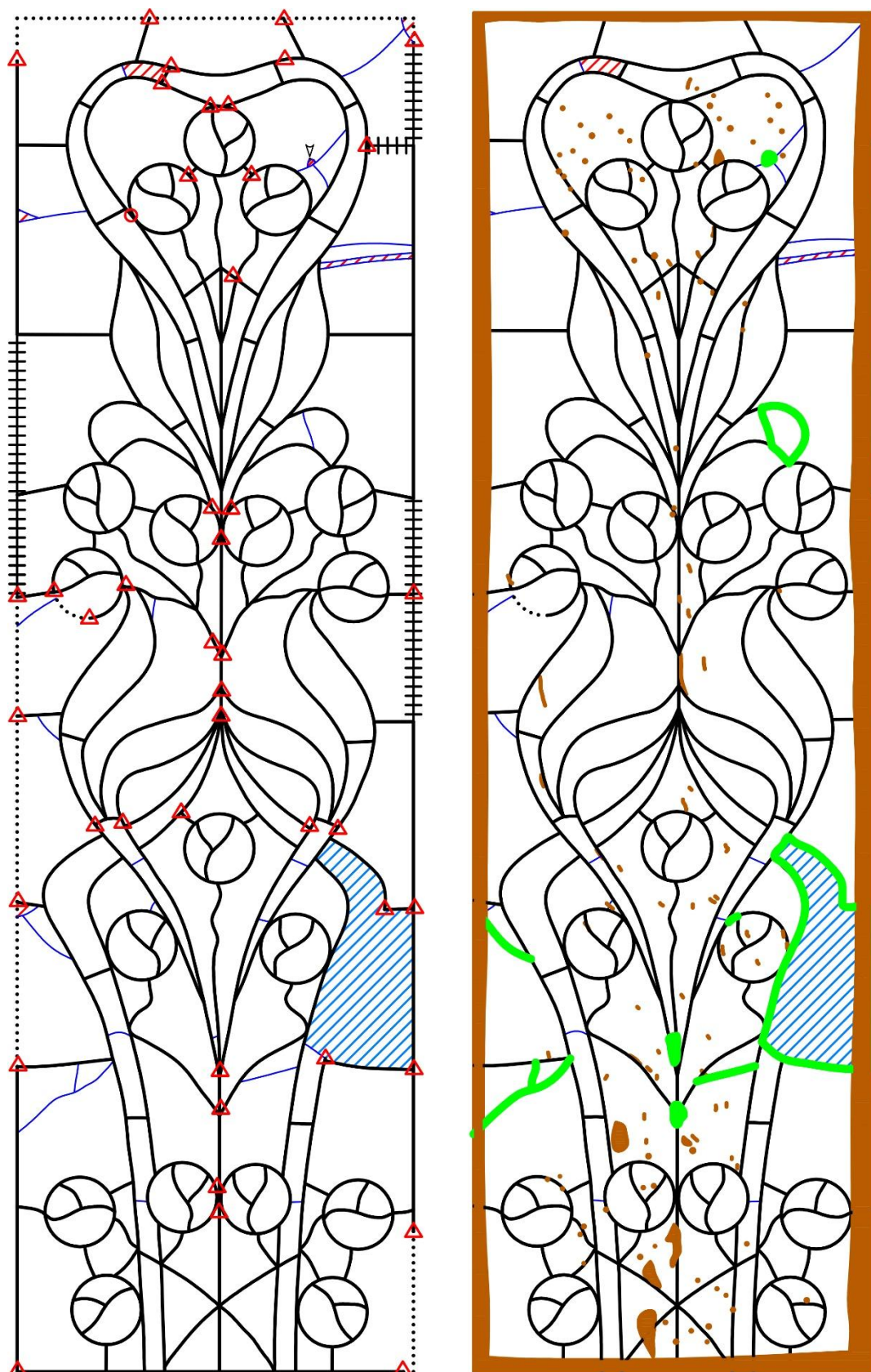
Rys. 33. Kwaterna I2a okna klatki schodowej kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 przed pracami konserwatorskimi i restauratorskimi – rewers (Rys. Adam Kaźmierczak).



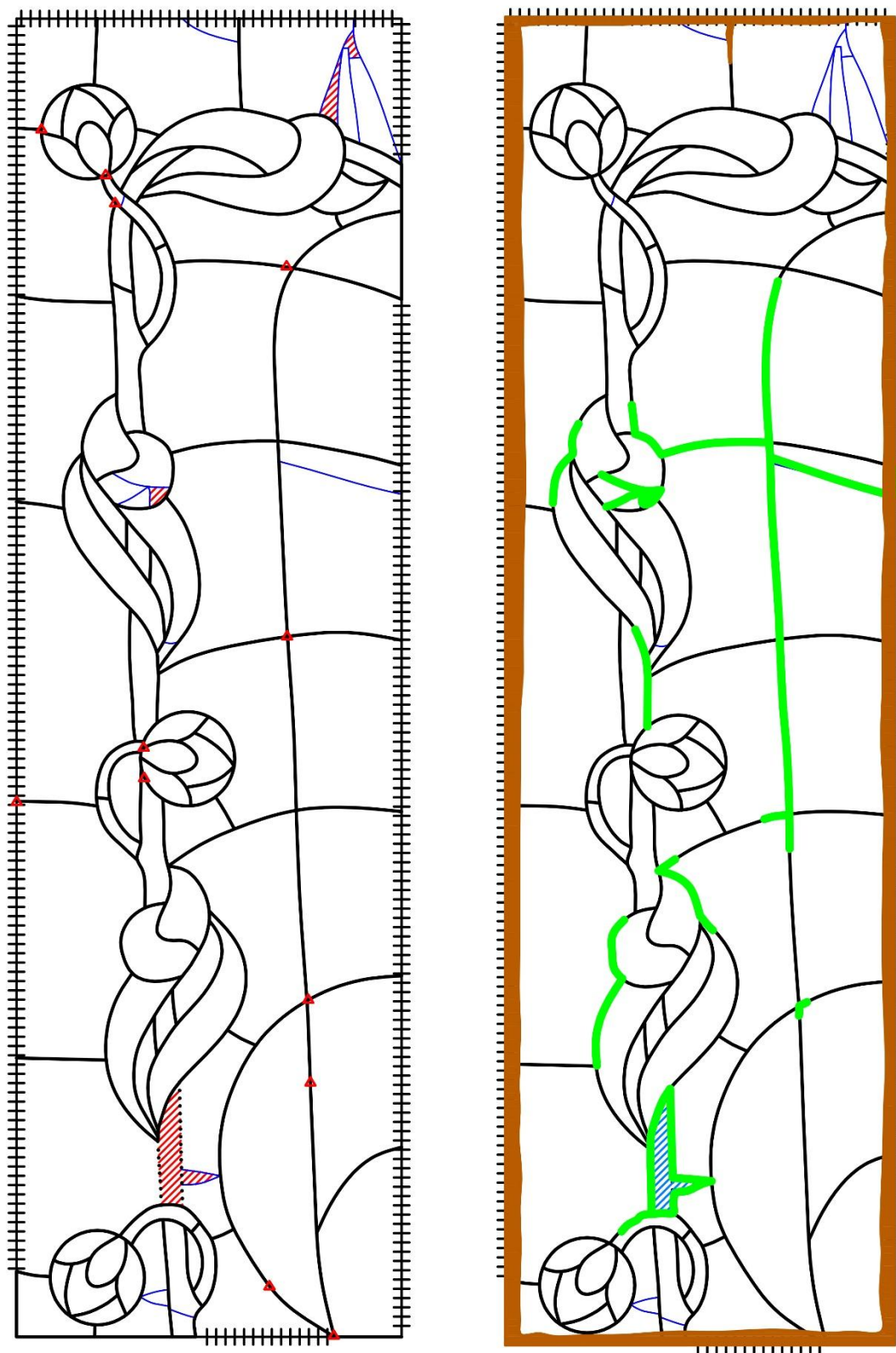
Rys. 34. Kwatera I2b okna klatki schodowej kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 przed pracami konserwatorskimi i restauratorskimi – awers i rewers (Rys. Adam Kaźmierczak).



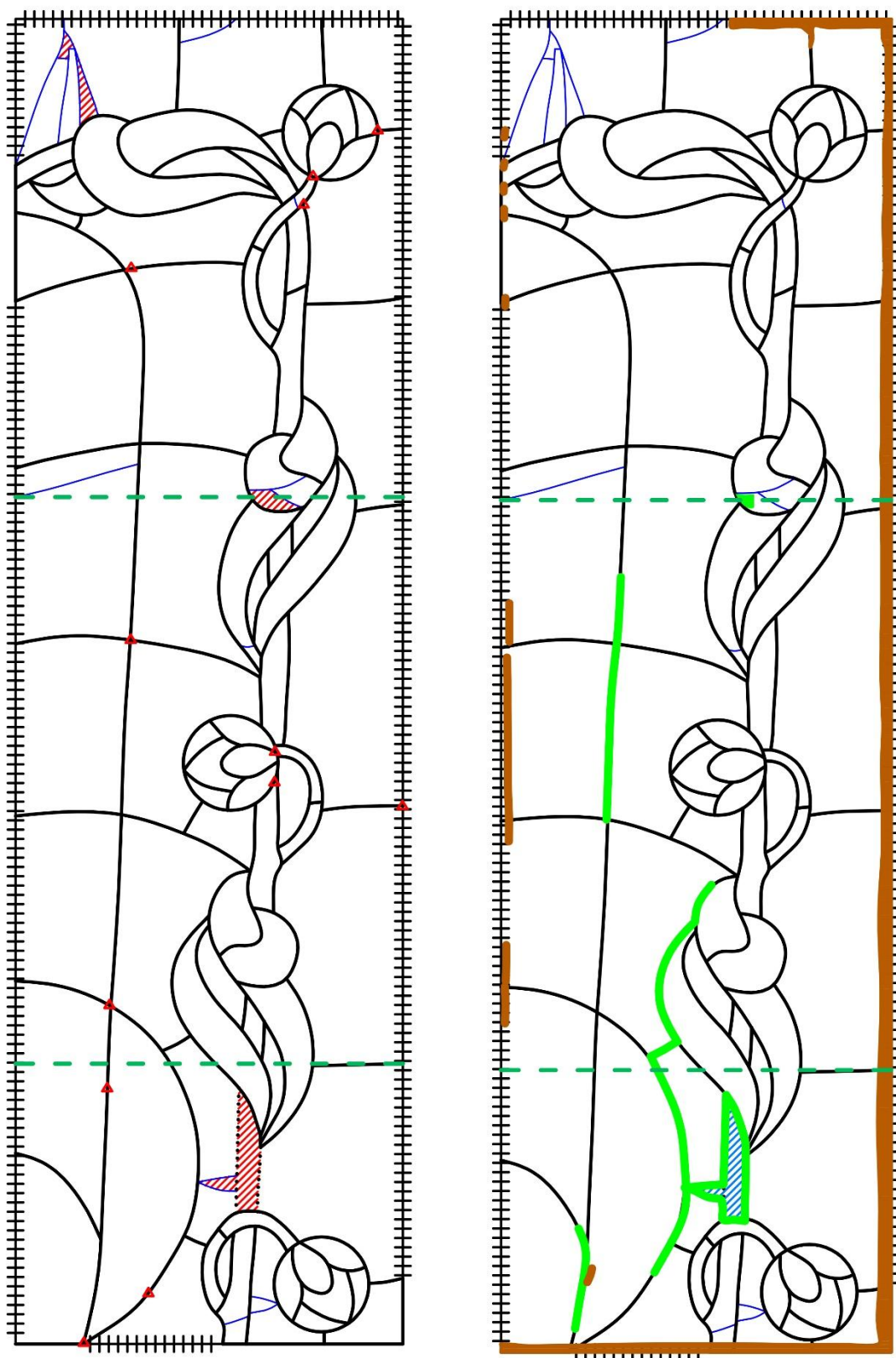
Rys. 35. Kwatera I2c okna klatki schodowej kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 przed pracami konserwatorskimi i restauratorskimi – awers (Rys. Adam Kaźmierczak).



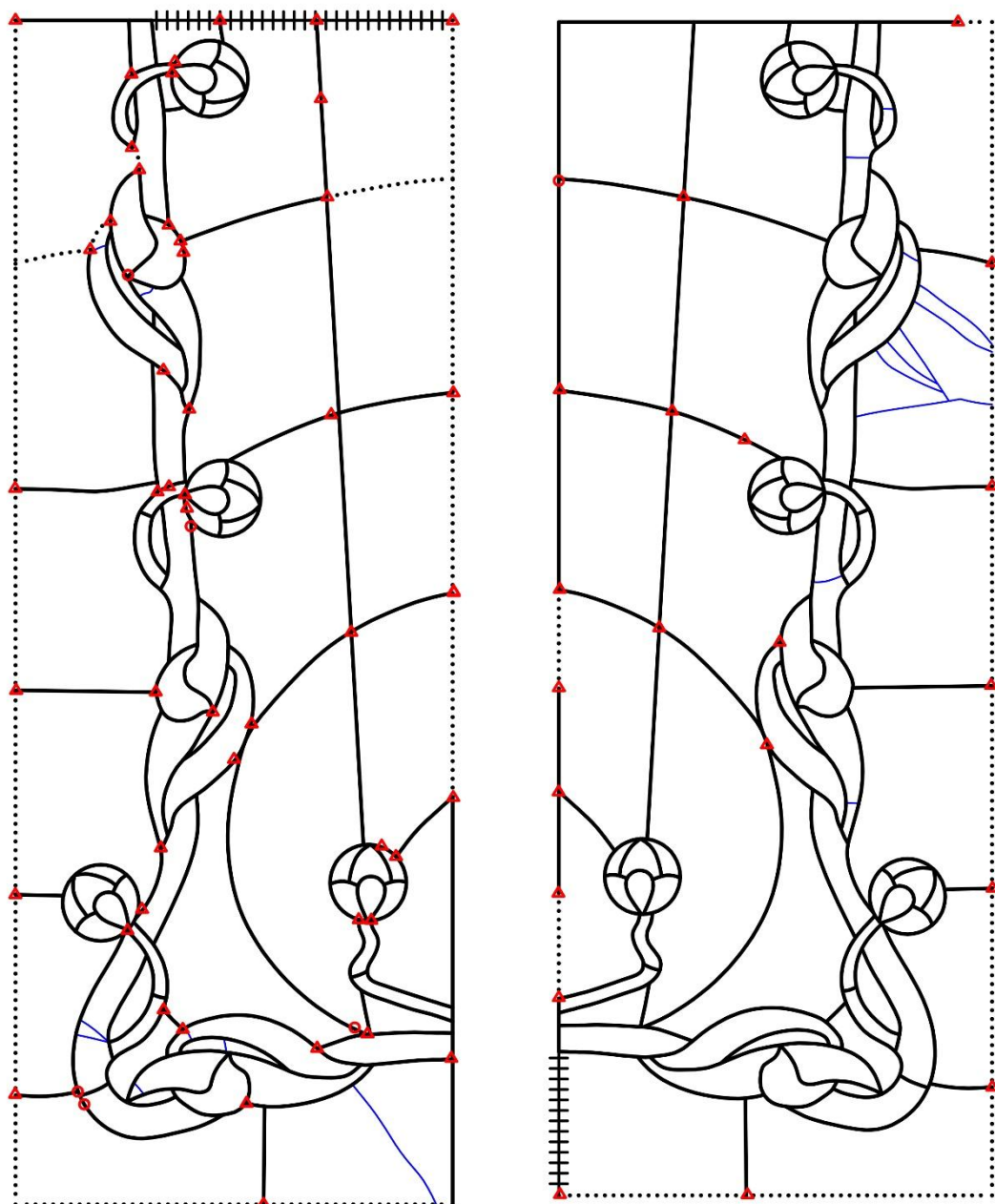
Rys. 36. Kwatera II2a okna klatki schodowej kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 przed pracami konserwatorskimi i restauratorskimi – awers (Rys. Adam Kaźmierczak).



Rys. 37. Kwatera III2a okna klatki schodowej kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 przed pracami konserwatorskimi i restauratorskimi – awers (Rys. Adam Kaźmierczak).



Rys. 38. Kwatera III2a okna klatki schodowej kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 przed pracami konserwatorskimi i restauratorskimi – rewers (Rys. Adam Kaźmierczak).



Rys. 39. Kwatera IV2a i 2c okna klatki schodowej kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 przed pracami konserwatorskimi i restauratorskimi – awers (Rys. Adam Kaźmierczak).

Witraże mozaikowe klatki schodowej kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1

Stan po pracach konserwatorskich i restauratorskich

LEGENDA

SZKŁO



szkło oryginalne



pęknięcie klejone



szkło uzupełnione



szkło uzupełnione ze starego szkła



uzupełnienie klejem

OŁÓW



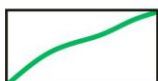
listwa ołowiana oryginalna 4,5 mm



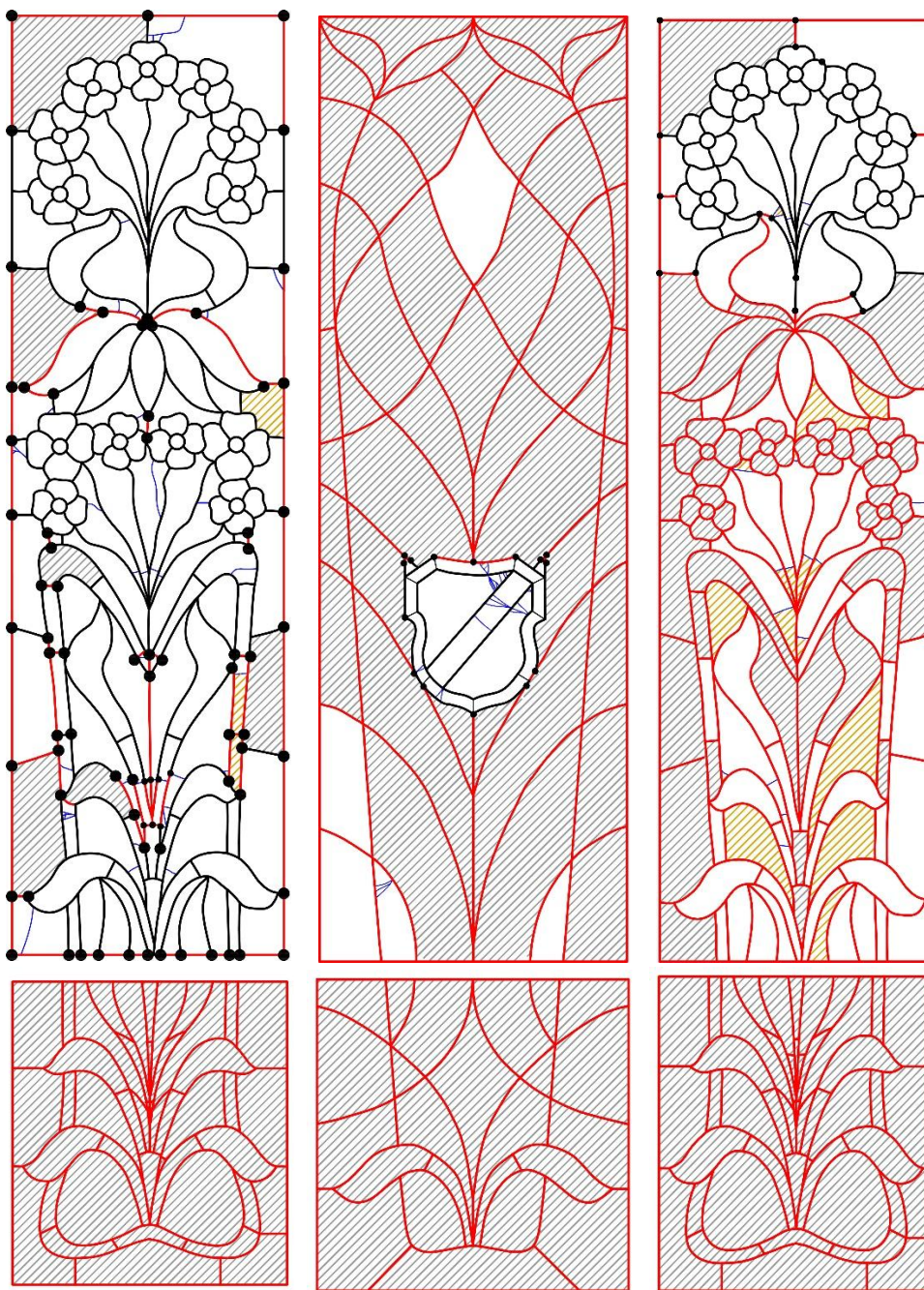
uzupełniona listwa ołowiana 5 mm



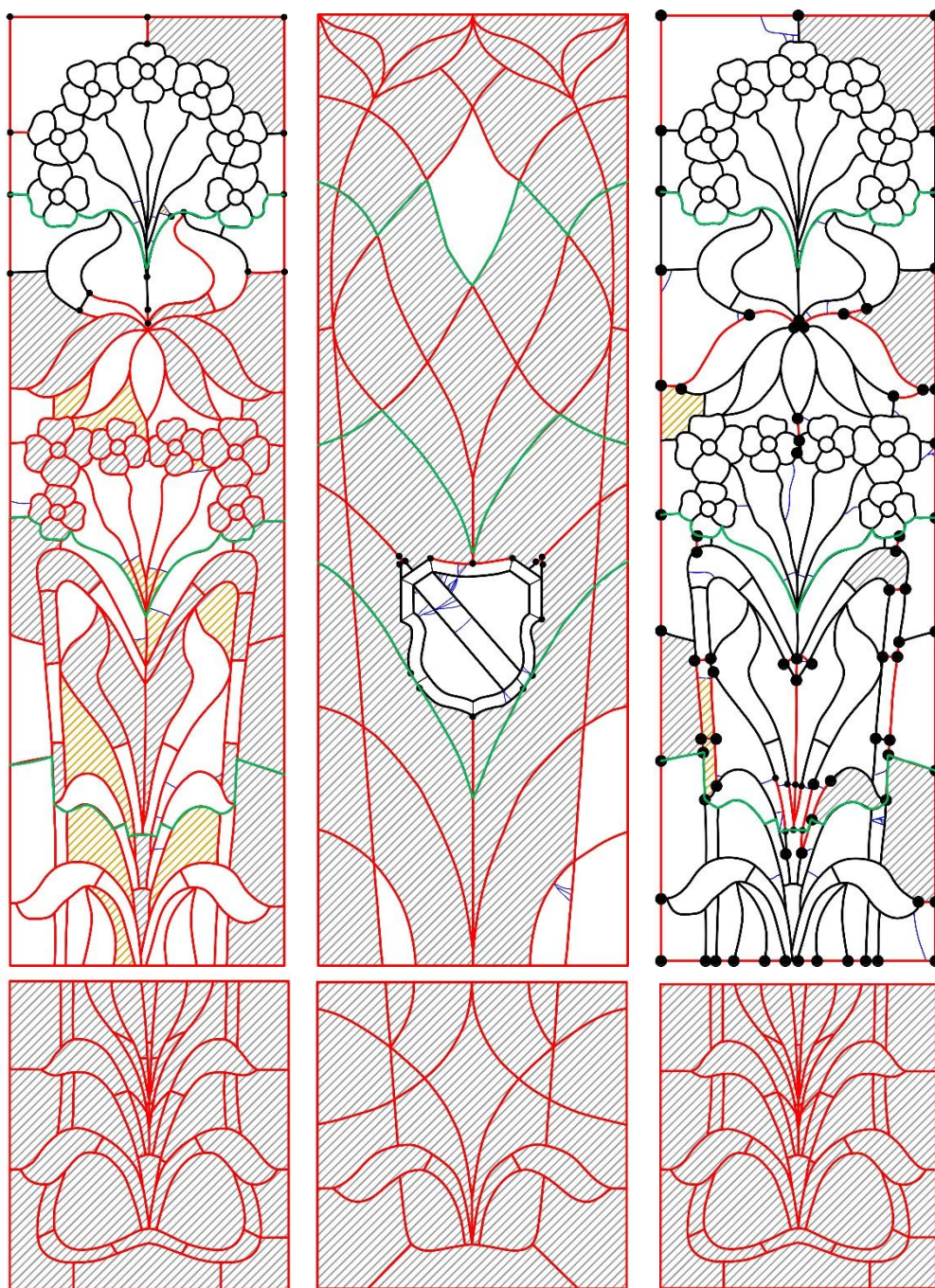
nowe miejsce lutowania



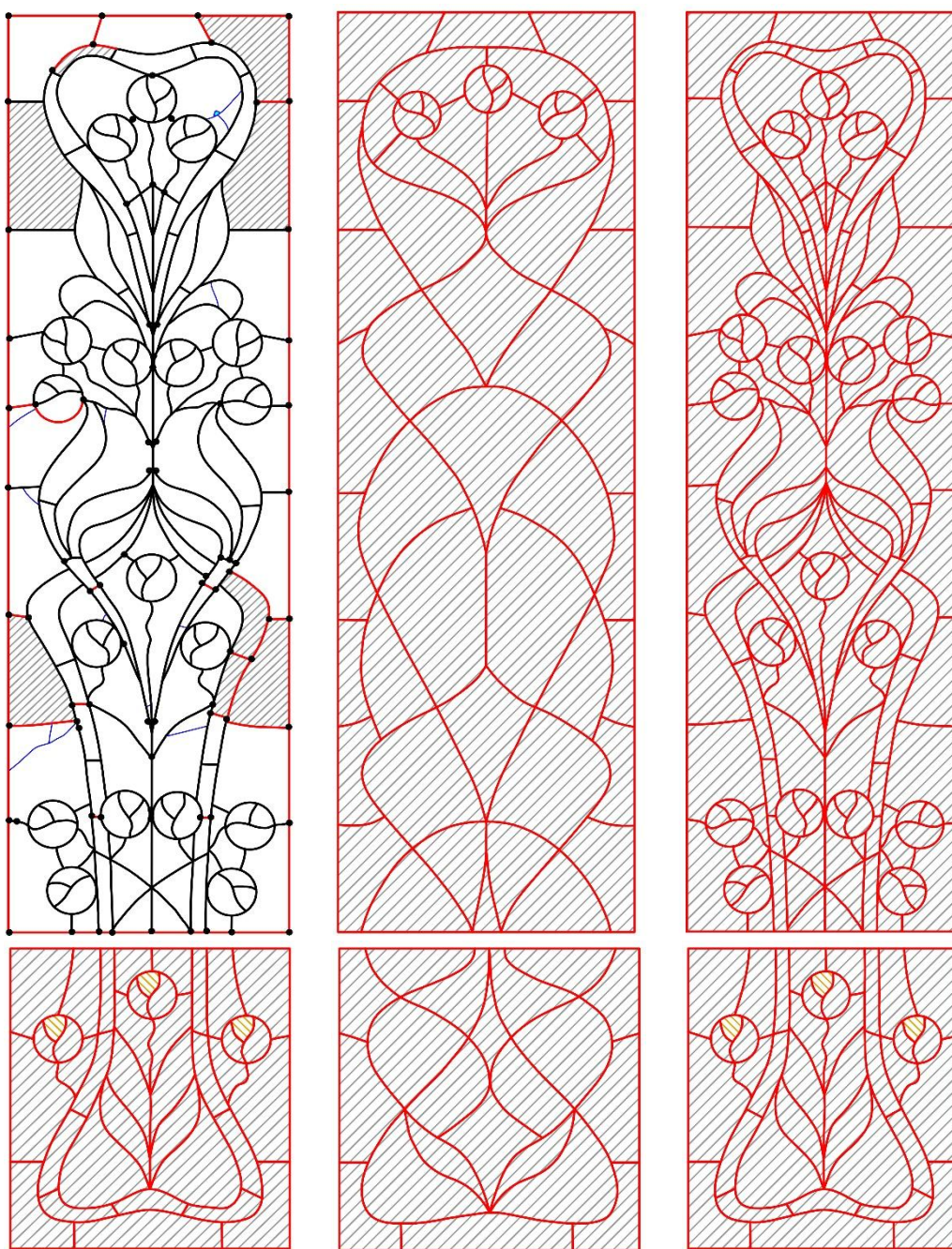
wiatrownica stalowa ocynkowana 1 x 3,5 mm



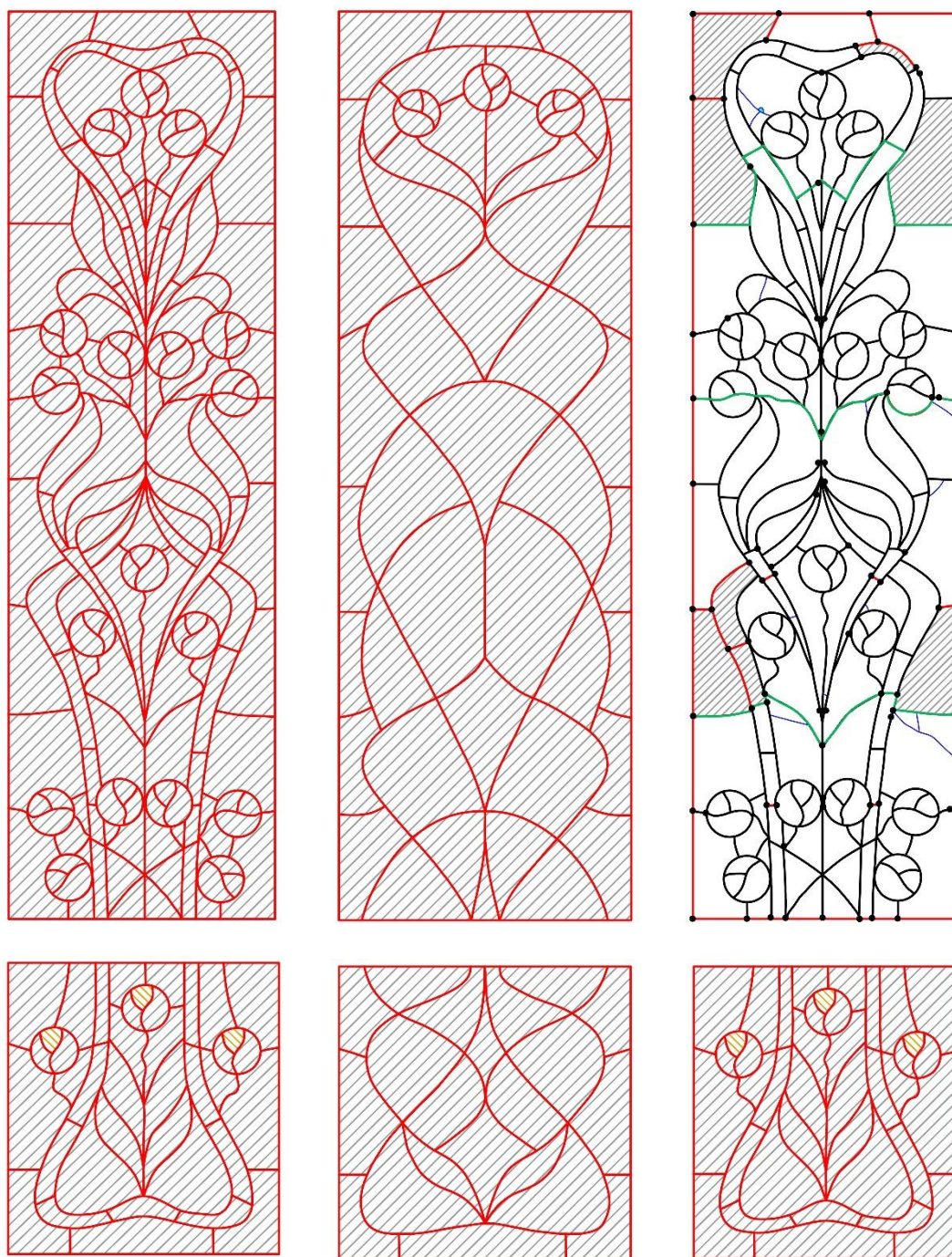
Rys. 40. Witraże okna I klatki schodowej kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 po pracach konserwatorskich i restauratorskich – awers (Rys. Adam Kaźmierczak).



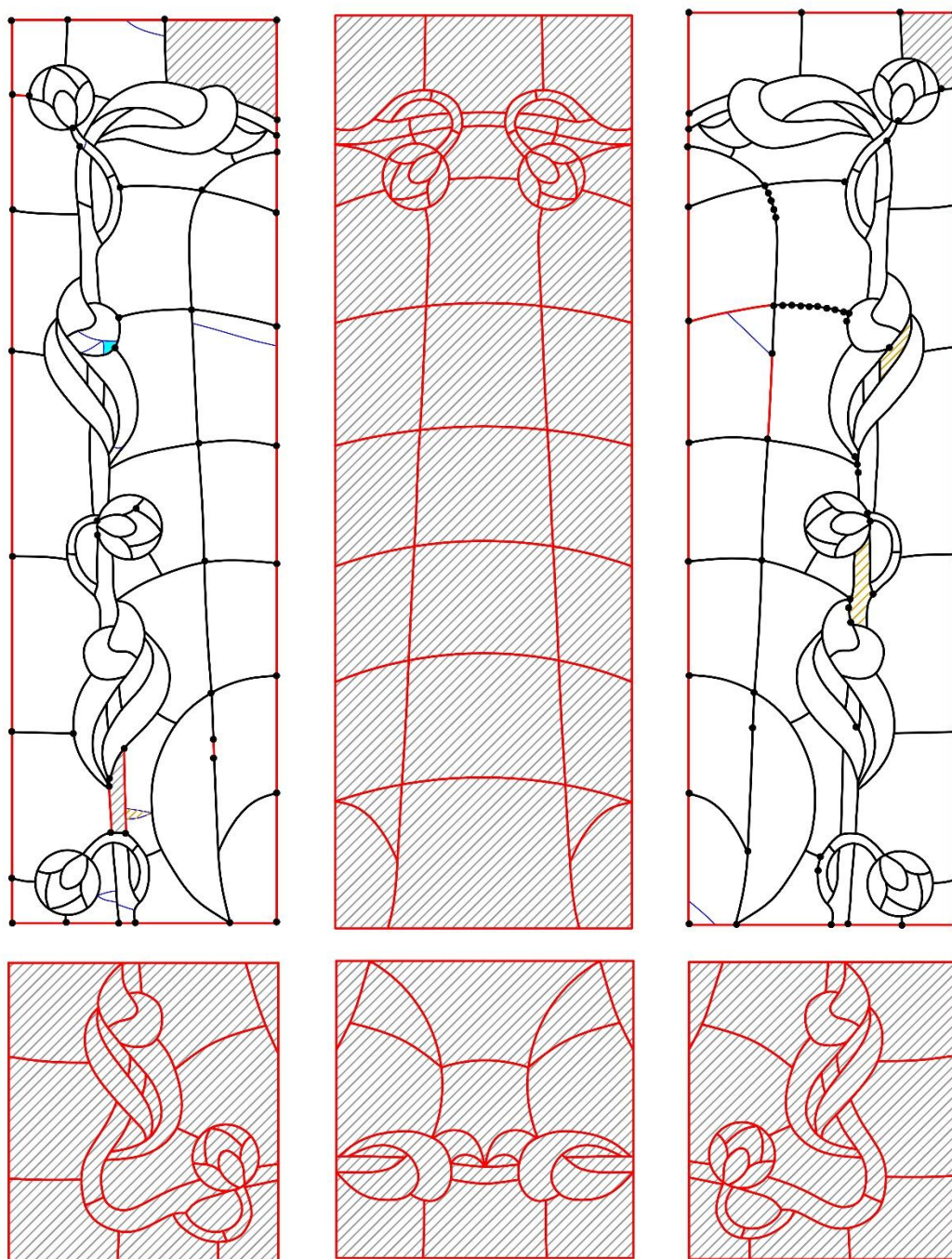
Rys. 41. Witraże okna I klatki schodowej kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 po pracach konserwatorskich i restauratorskich – rewers (Rys. Adam Kaźmierczak).



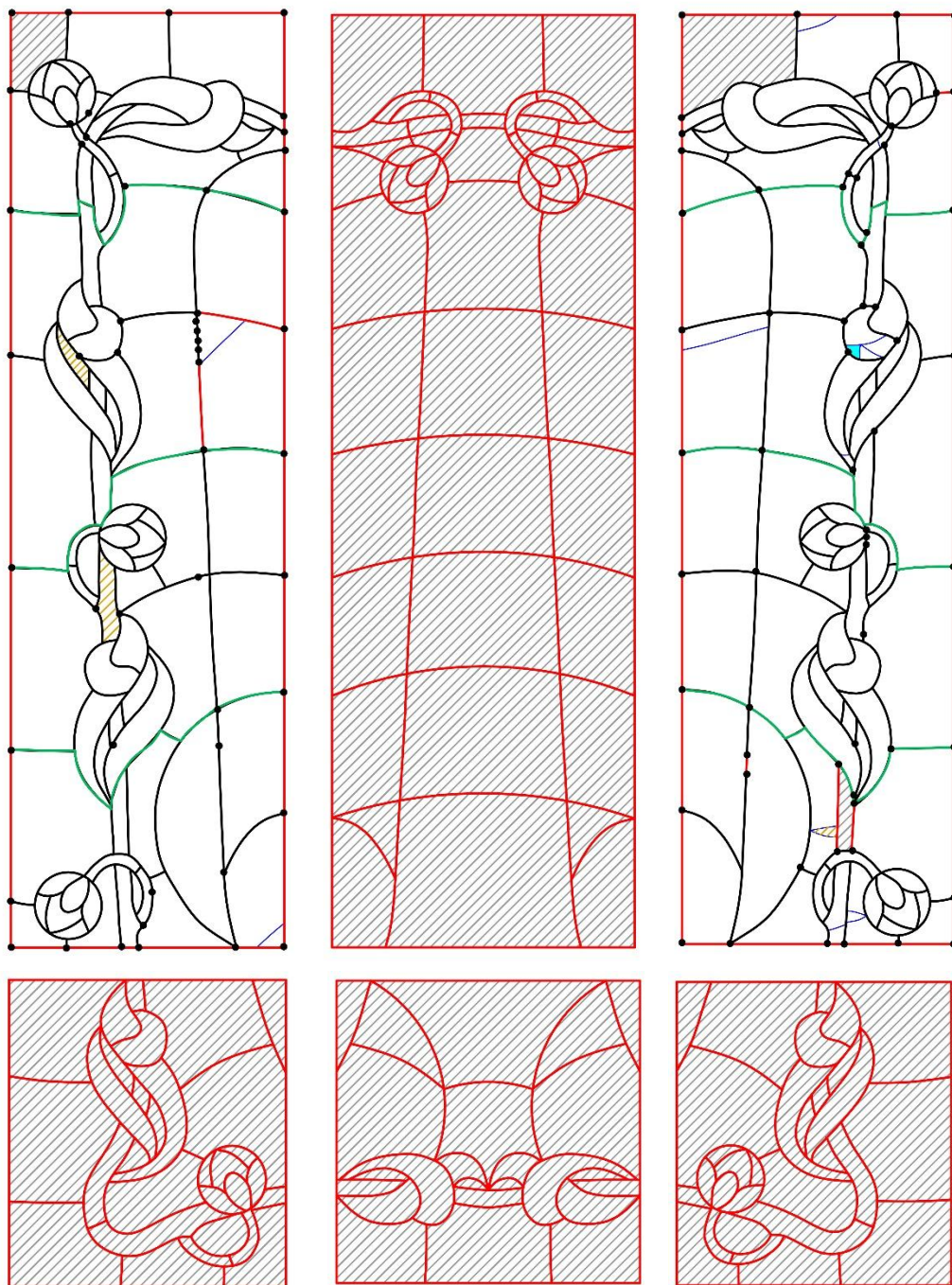
Rys. 42. Witraże okna II klatki schodowej kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 po pracach konserwatorskich i restauratorskich – awers (Rys. Adam Kaźmierczak).



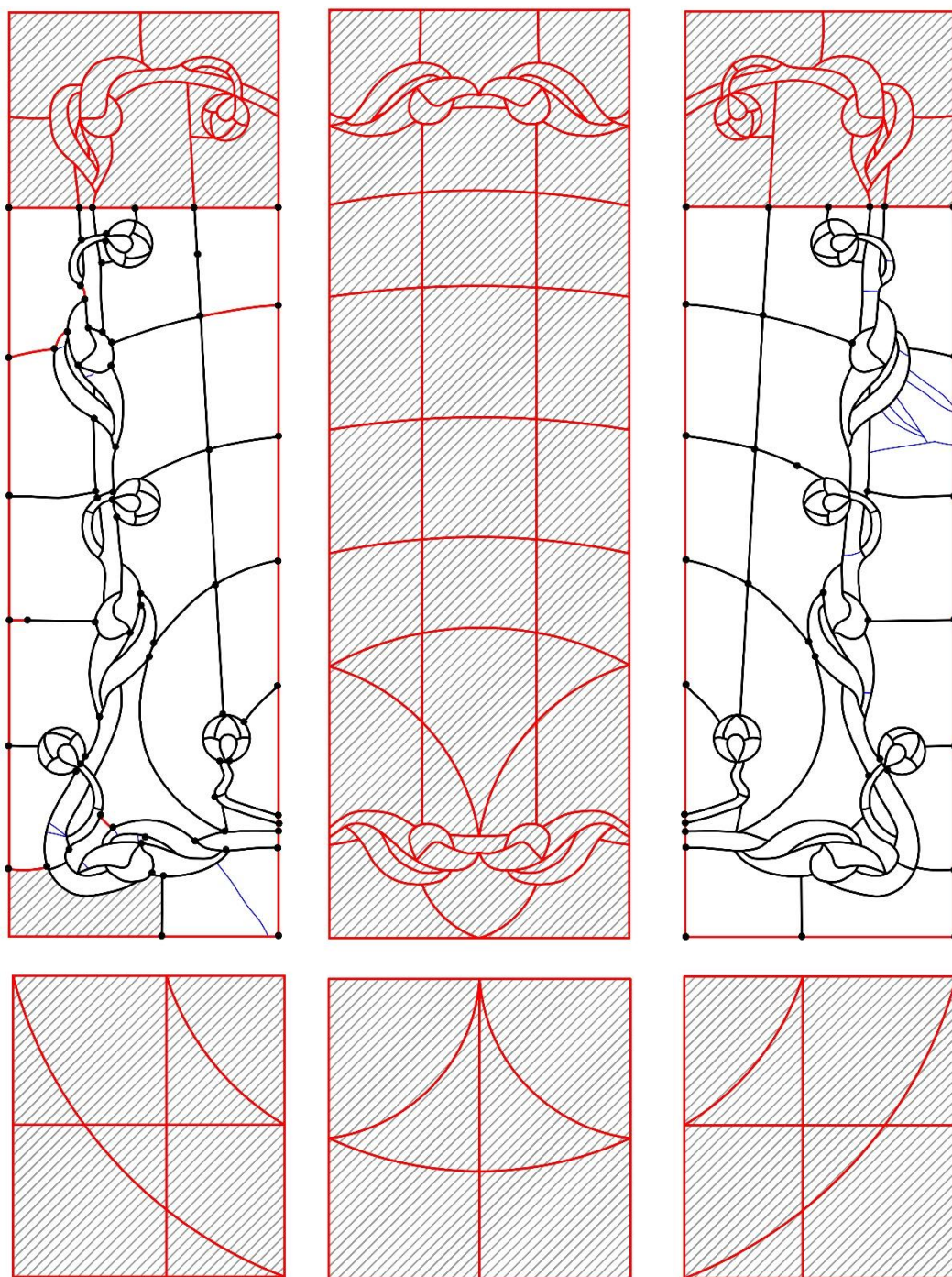
Rys. 43. Witraże okna II klatki schodowej kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 po pracach konserwatorskich i restauratorskich – rewers (Rys. Adam Kaźmierczak).



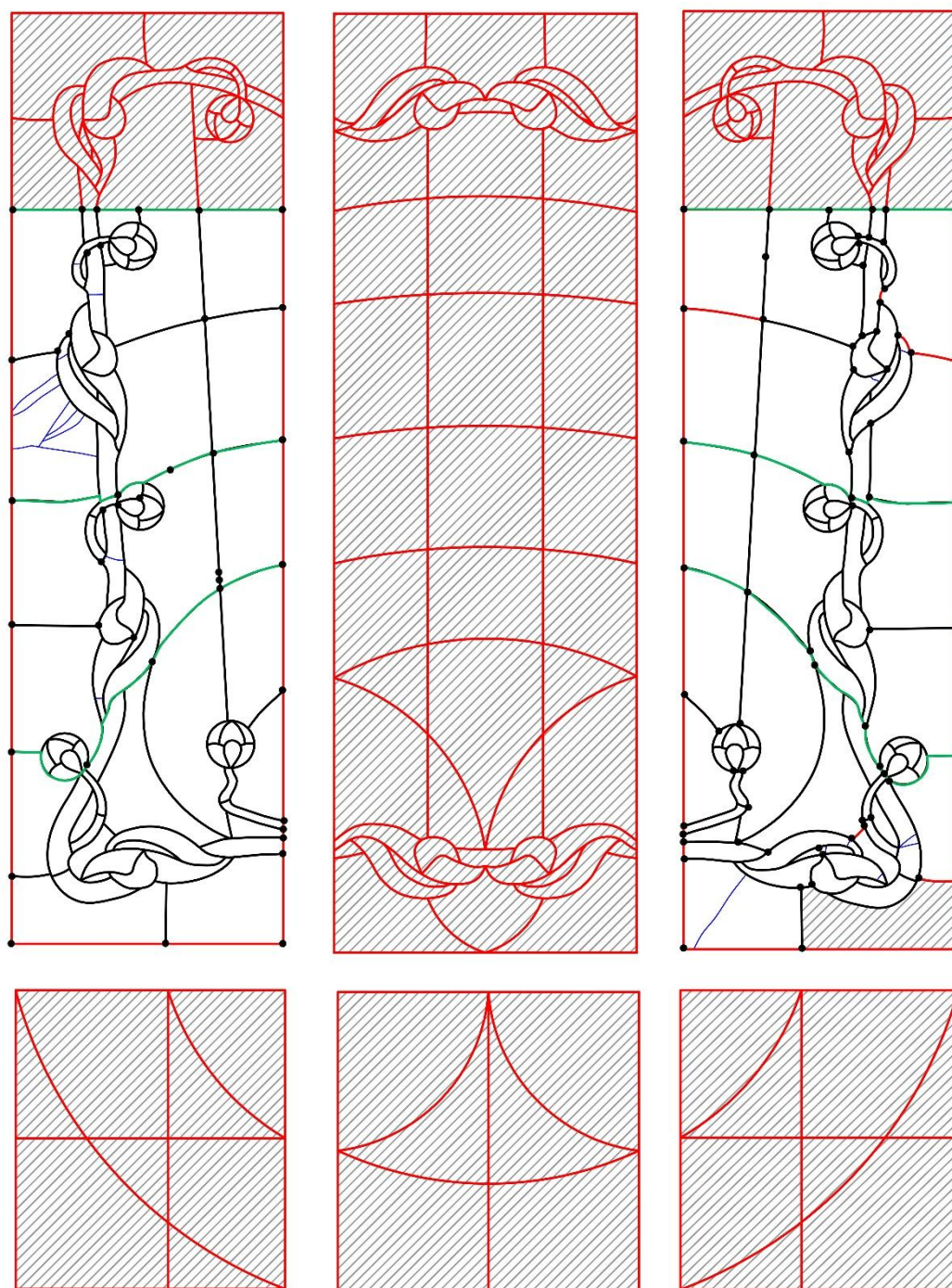
Rys. 44. Witraże okna III klatki schodowej kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 po pracach konserwatorskich i restauratorskich – awers (Rys. Adam Kaźmierczak).



Rys. 45. Witraże okna III klatki schodowej kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 po pracach konserwatorskich i restauratorskich – rewers (Rys. Adam Kaźmierczak).



Rys. 46. Witraże okna IV klatki schodowej kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 po pracach konserwatorskich i restauratorskich – awers (Rys. Adam Kaźmierczak).



Rys. 47. Witraże okna IV klatki schodowej kamienicy przy ul. Poniatowskiego 1 po pracach konserwatorskich i restauratorskich – rewers (Rys. Adam Kaźmierczak).

Witraże klatki schodowej budynku przy Placu Rapackiego 1 (Collegium Maximum)

Stan przed pracami konserwatorskimi i restauratorskimi

LEGENDA

SZKŁO



szkło oryginalne



pęknięcie szkła



ubytek szkła



szkło wtórne



szkło zdublowane



farba olejna

OŁÓW



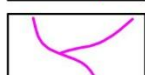
listwa ołowiana 6 mm



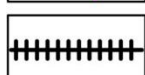
listwa ołowiana 7 mm



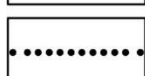
listwa ołowiana naprawcza 3 mm



listwa ołowiana naprawcza 3 mm
nałożona na szkło



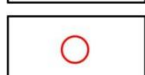
deformacja listwy ołowianej



brak listwy ołowianej



ołów podwójny



pęknięcie listwy ołowianej



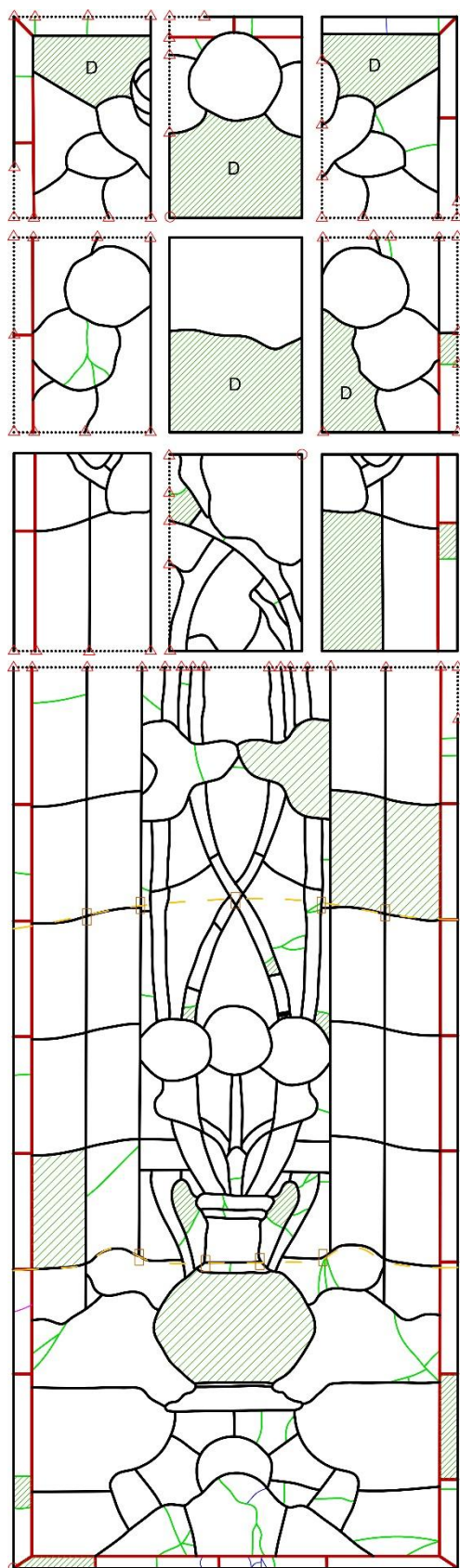
urwanie listwy ołowianej



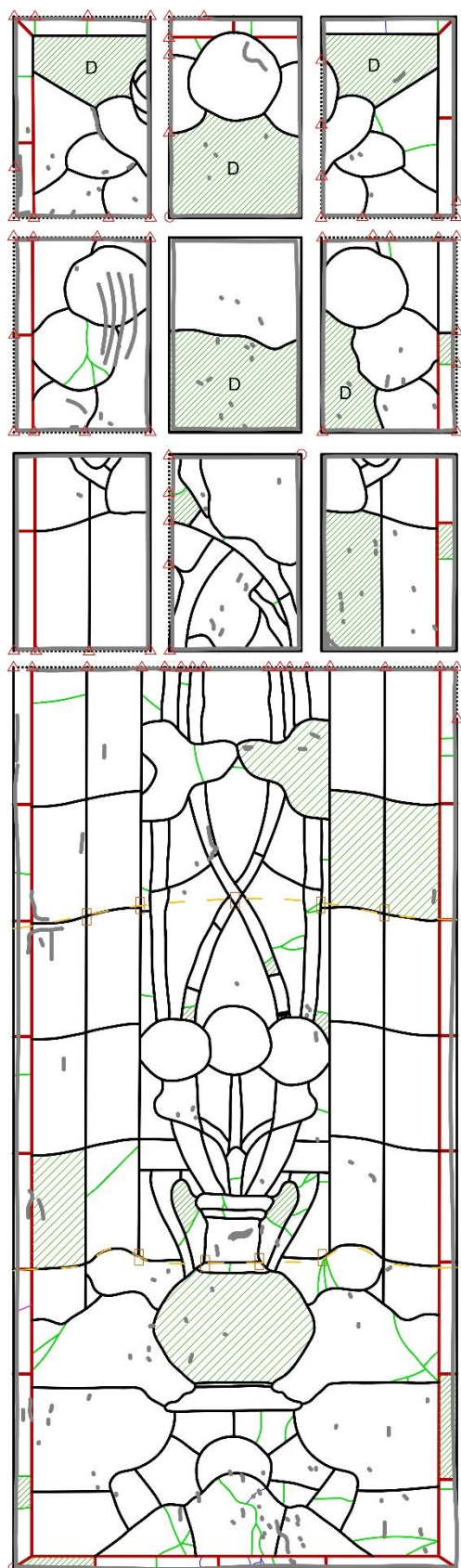
obejma z drutu miedzianego



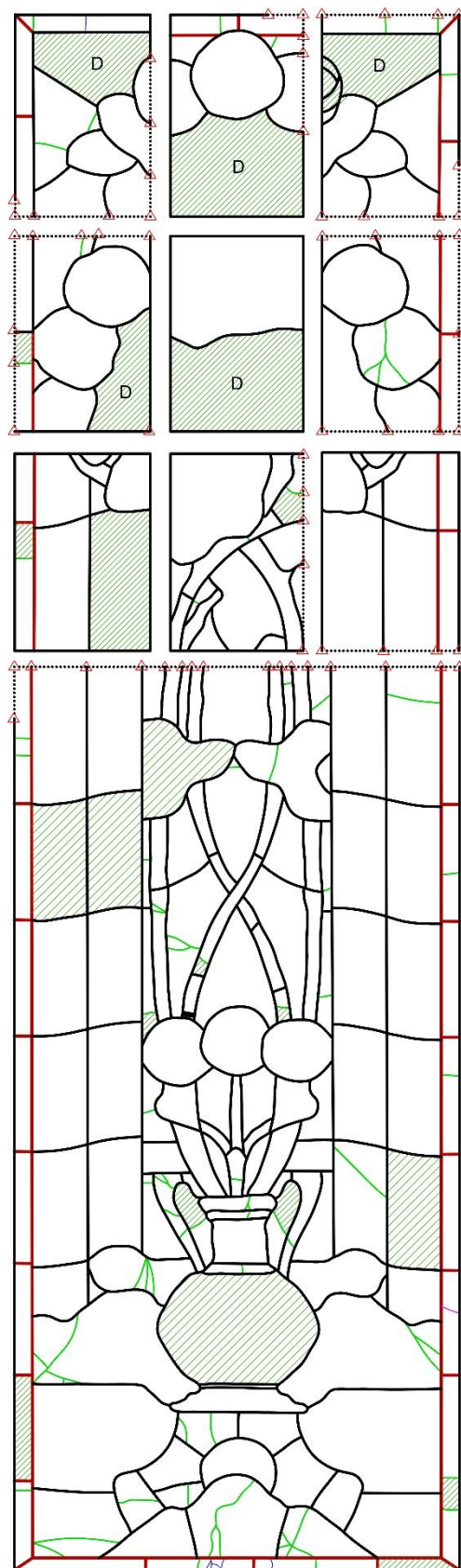
wiatrownica stalowa



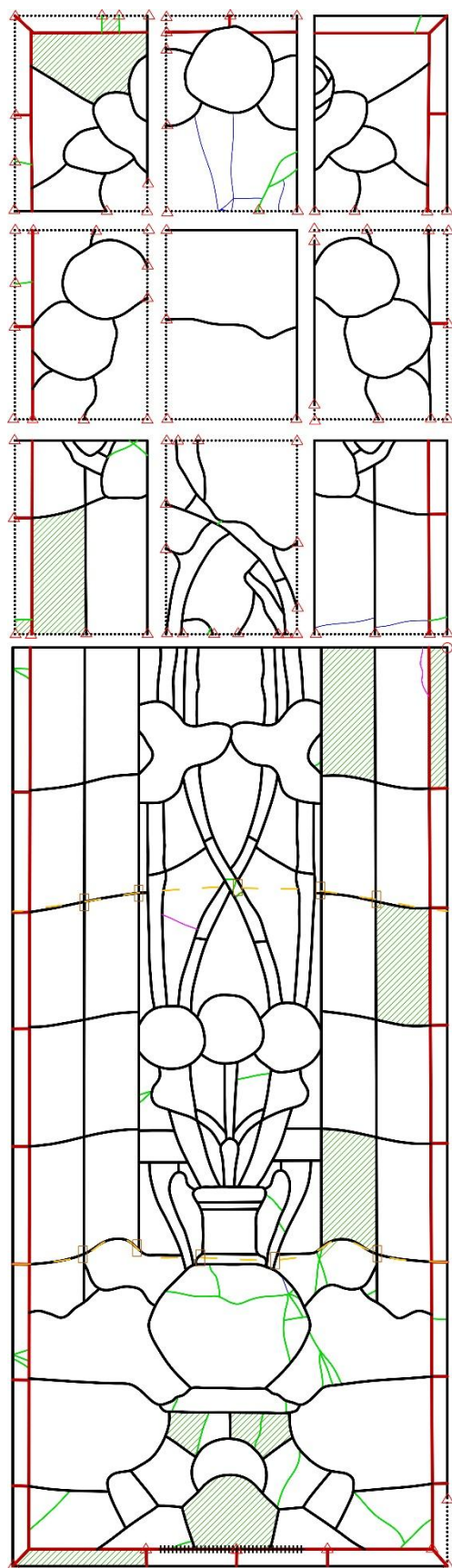
Rys. 48. Witraże 1a i 2a okna klatki schodowej budynku przy Placu Rapackiego 1 przed pracami konserwatorskimi i restauratorskimi – awers (Rys. Adam Kaźmierczak).



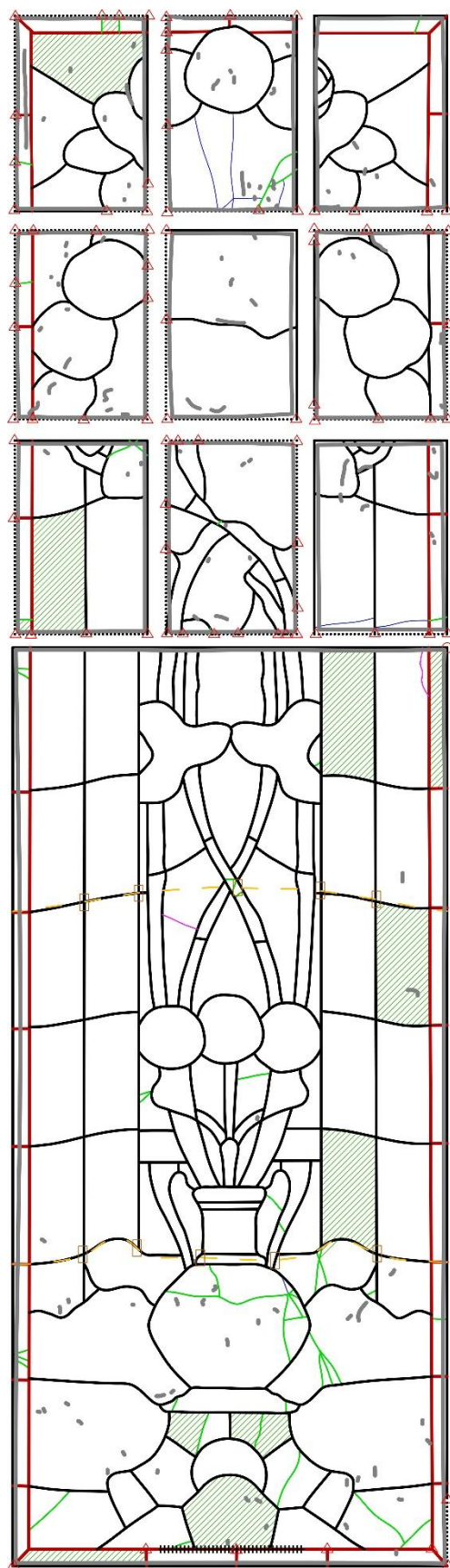
Rys. 49. Witraże 1a i 2a okna klatki schodowej budynku przy Placu Rapackiego 1 przed pracami konserwatorskimi i restauratorskimi – awers z zabrudzeniami (Rys. Adam Kaźmierczak).



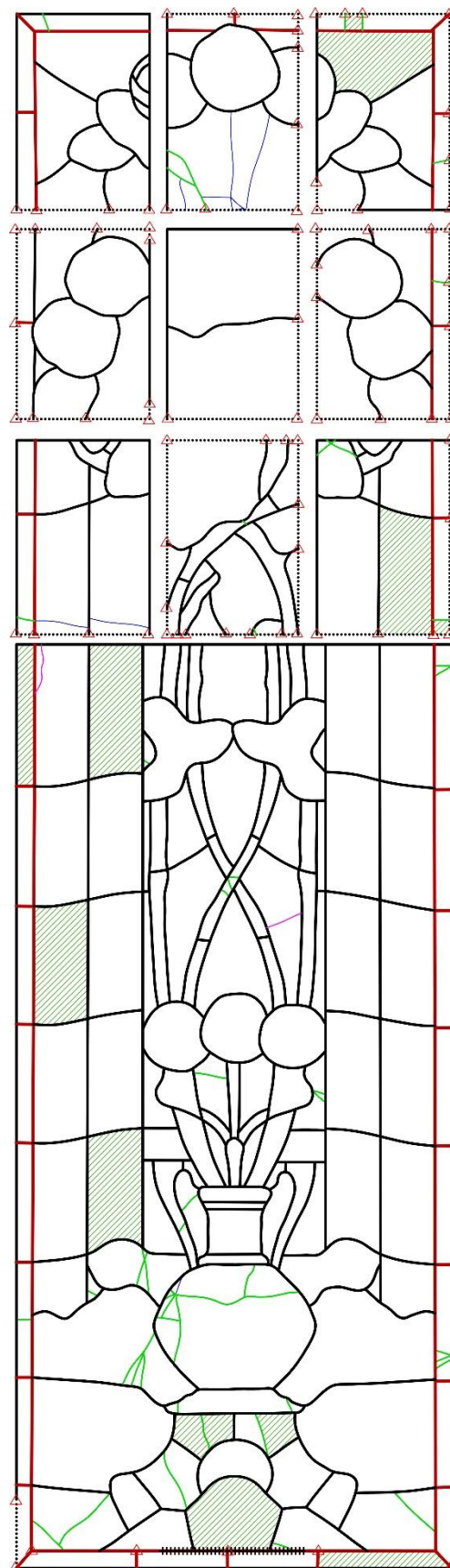
Rys. 50. Witraże 1a i 2a okna klatki schodowej budynku przy Placu Rapackiego 1 przed pracami konserwatorskimi i restauratorskimi – rewers (Rys. Adam Kaźmierczak).



Rys. 51. Witraże 1b i 2b okna klatki schodowej budynku przy Placu Rapackiego 1 przed pracami konserwatorskimi i restauratorskimi – awers (Rys. Adam Kaźmierczak).



Rys. 52. Witraże 1b i 2b okna klatki schodowej budynku przy Placu Rapackiego 1 przed pracami konserwatorskimi i restauratorskimi – awers z zabrudzeniami (Rys. Adam Kaźmierczak).



Rys. 53. Witraże 1b i 2b okna klatki schodowej budynku przy Placu Rapackiego 1 przed pracami konserwatorskimi i restauratorskimi – rewers (Rys. Adam Kaźmierczak).

Witraże klatki schodowej przy budynku Placu Rapackiego 1 (Collegium Maximum)

Stan po pracach konserwatorskich i restauratorskich

LEGENDA

SZKŁO



szkło oryginalne



pęknięcie klejone



szkło uzupełnione



szkło uzupełnione ze starego szkła



uzupełnienie klejem

OŁÓW



nowa listwa ołowiana



listwa ołowiana 6 mm



listwa ołowiana 7 mm



listwa ołowiana naprawcza 3 mm



nowe miejsce lutowania



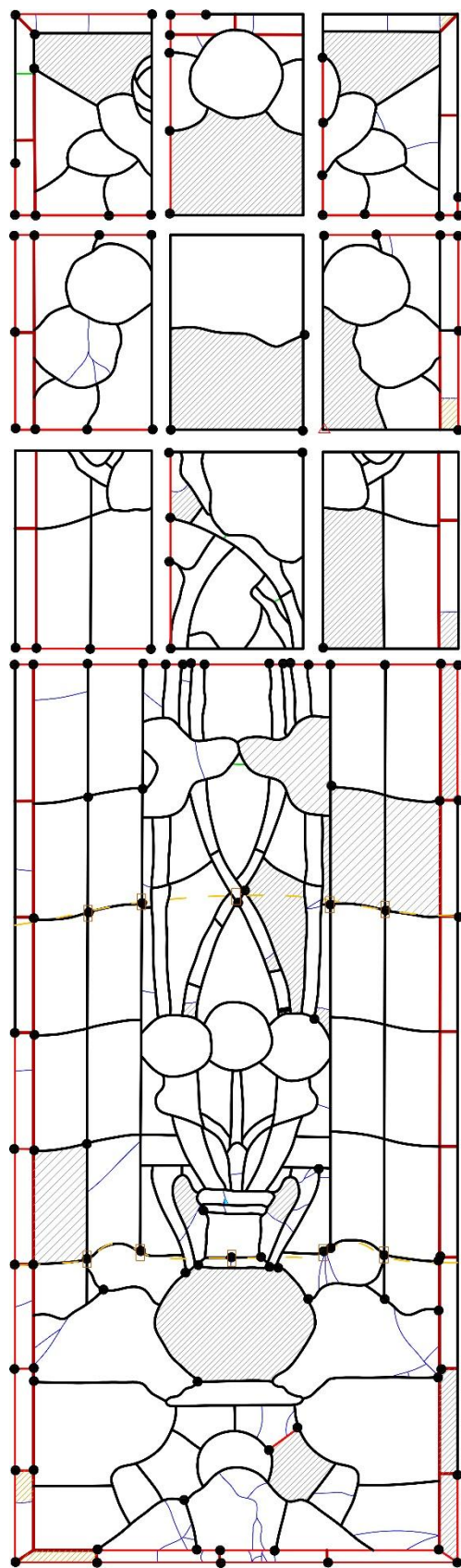
obejma z drutu miedzianego



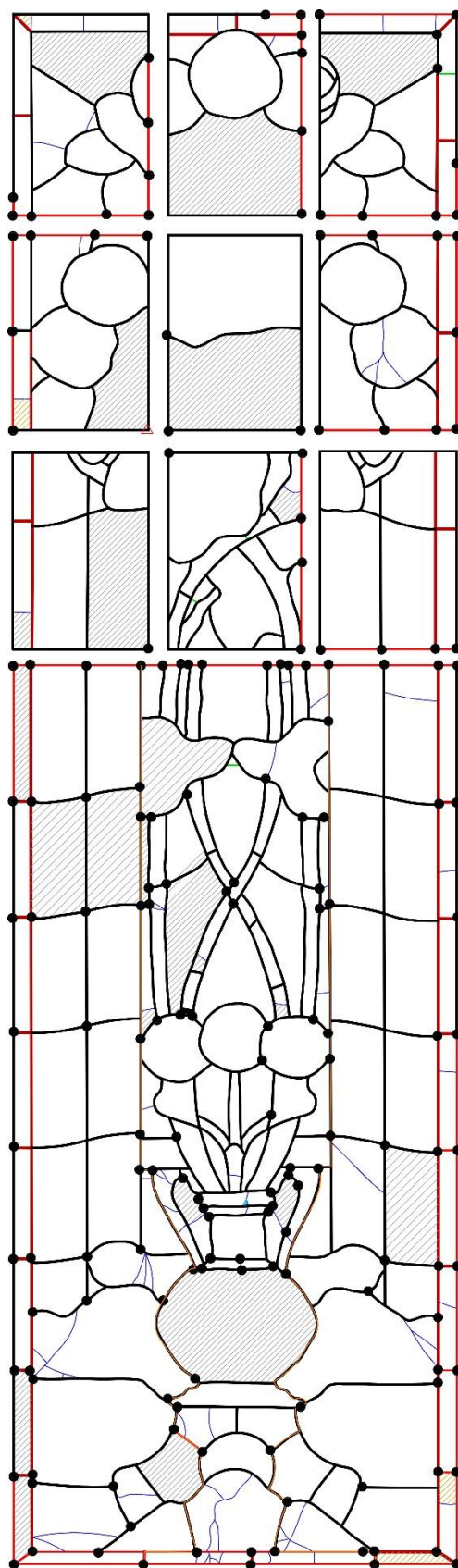
wiatrownica stalowa



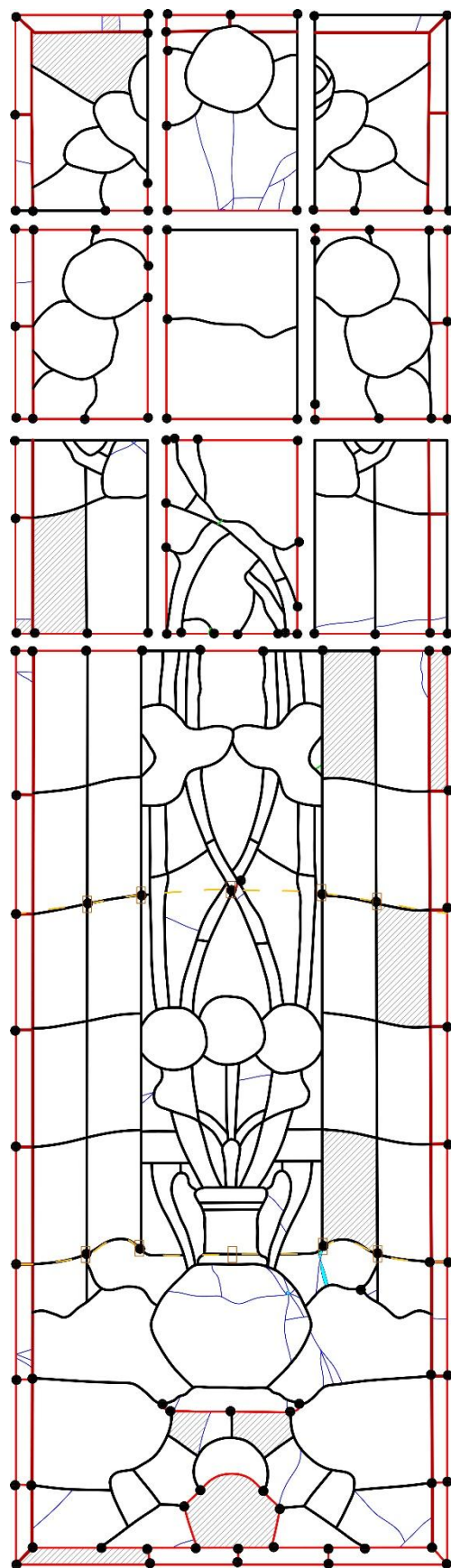
wiatrownica stalowa ocynkowana 2 x 6 mm



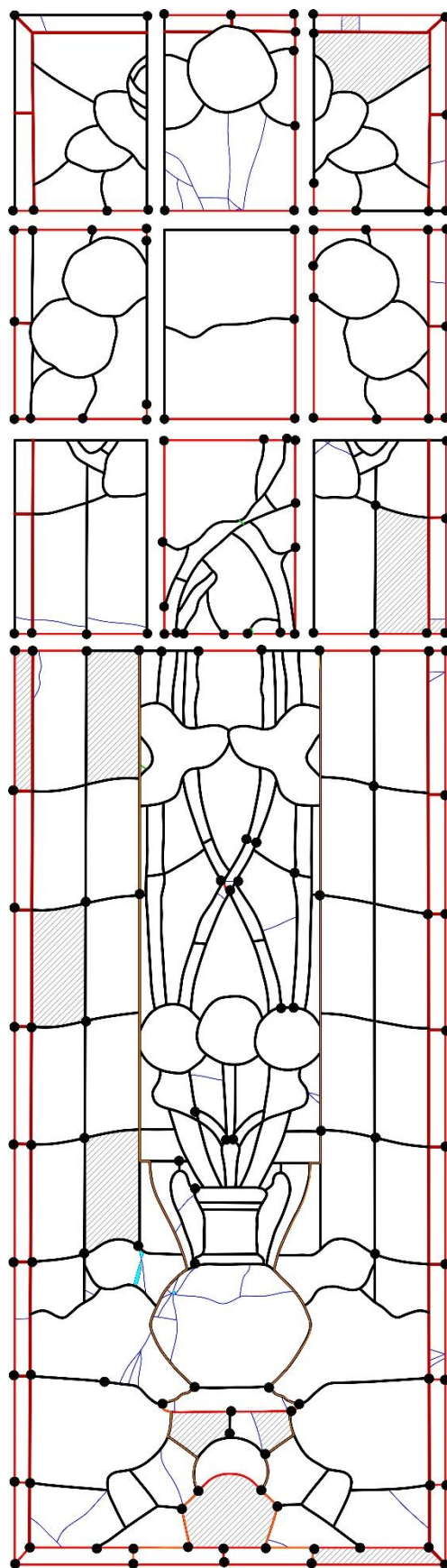
Rys. 54. Witraże 1a i 2a okna klatki schodowej budynku przy Placu Rapackiego 1 po pracach konserwatorskich i restauratorskich – awers (Rys. Adam Kaźmierczak).



Rys. 55. Witraże 1a i 2a okna klatki schodowej budynku przy Placu Rapackiego 1 po pracach konserwatorskich i restauratorskich – rewers (Rys. Adam Kaźmierczak).



Rys. 56. Witraże 1b i 2b okna klatki schodowej budynku przy Placu Rapackiego 1 po pracach konserwatorskich i restauratorskich – awers (Rys. Adam Kaźmierczak).



Rys. 57. Witraże 1b i 2b okna klatki schodowej budynku przy Placu Rapackiego 1 po pracach konserwatorskich i restauratorskich – rewers (Rys. Adam Kaźmierczak).