

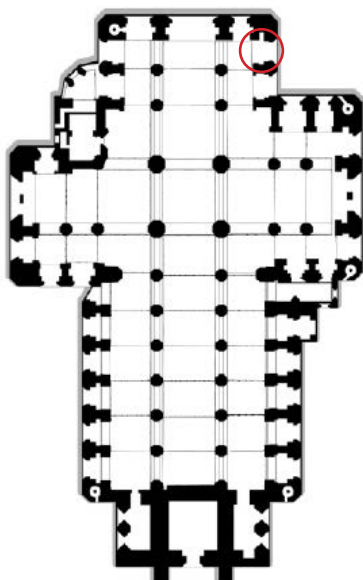
**Malowidła ściennie  
w kaplicy św. Jakuba  
(ok. 1425)  
w kościele NMP w Gdańsku**

opracowała Ewa Lisiak

## 1.1 OBIEKT

**1.1.1. NAZWA OBIEKTU, ADRES:** Malowidła ściennie w kaplicy św. Jakuba; w skład zespołu malowideł wchodzą: przedstawienia na szkarpach – Sąd Ostateczny (Chrystus Pantokrator z Mater Misericordiae i św. Janem Chrzcicielem / Deesis), św. Jakub (monumentalne przedstawienie), św. Jodok<sup>1</sup> i święty Antoni (? , postać świętego z prawej strony ołtarza) oraz malowidła we wnęcie ołtarzowej: wyobrażenie Trójcy Świętej i cykl pasyjny zamknięty od góry scenami Zstąpienia do otchłani i Zmartwychwstania; kościół NMP w Gdańsku, Podkramarska 5

### 1.1.2. LOKALIZACJA



**1.1.3. NAZWA WŁAŚCICIELA:** Parafia Rzymskokatolicka pw. Wniebowzięcia Najświętszej Maryi Panny w Gdańsku

**1.1.4. NR REJESTRU ZABYTEKÓW:** A-7 (obecnie A-124)

**FUNDATOR:** w 1423 kaplicę ufundowali bracia Wilhelm i Henning Winterfeld<sup>2</sup>

<sup>1</sup> W literaturze określane także jako św. Jodok. Muszle na kapeluszu i różańcu mogą sugerować, że jest to powtórzenie wizerunku św. Jakuba Apostoła.

<sup>2</sup> W Gdańskiej Bibliotece PAN pod nr Ms 1027 znajduje się genealogia rodu Winterfeld, tabele genealogiczne potomków Wilhelma Winterfeld z Gdańska (XV w.) wraz z materiałami dodatkowymi, kalendarium, na k. 36 rysunek ołówkiem — Jezus Chrystus niosący krzyż, proveniencja: księgozbiór pastora Aldofa Mundta (ok. 1809–1900), papier; niem., 36 k., 41×31,5 cm, koniec XVII w., oprawa: półskórek, E. Lichnerowicz, *Podstawowe materiały rękopiśmienne z XVI–XX wieku dotyczące genealogii rodzin gdańskich w zbiorach PAN Biblioteki Gdańskiej*, Miscellanea Historico-Archivistica, t. XXIII,

## 1.1.5. RYS HISTORYCZNY:

**AUTOR:** warsztat lokalny, najprawdopodobniej ci sami autorzy byli zaangażowani w tworzenie innych elementów pierwszego wystroju kaplicy; stylistycznie i technolo-

Gdańsk 2006, s. 66.

### WYMIARY:

372 cm



gicznie malowidła ściennie są bardzo zbliżone do ołtarza zamontowanego we wnęce poniżej dlatego przyjmuje się że powstały wspólnie; wg profesor M. Raczkowskiej rzeźby z Ołtarza św. Jakuba wykonano w tym samym warsztacie co Apostołów z kolegium w katedrze elbląskiej (przed 1414r.)<sup>3</sup>; być może istnieje też związek malowideł z predellą Ostatnia Wieczera z kościoła NMP w Gdańsku; K. Zalewska w dokumentacji prac konserwatorskich z lat 83-6 zwraca uwagę na prawdopodobny udział dwóch autorów już na etapie nanoszenia rysunku

**CZAS POWSTANIA:** ok 1425 roku (data przesklepienia kaplicy),<sup>4</sup> źródła podają nieściśle daty, zwykle ok. 1430 r.,<sup>5</sup> natomiast możliwe że malarze skorzystali z tych samych rusztowań co budowniczcy kościoła i polichromie na ścianach i ożebrowaniu powstały już w 1425 roku

**FUNKCJA:** malowidła powstały wspólnie z ołtarzem św. Jakuba; ze względu na budowę kaplicy ołtarz nie ma skrzydeł jakie zwykle montowano w nastawach; zamiast nich używano kotary, a obrazy które normalnie umieszczano na skrzydłach ołtarza namalowano na ścianach we wnęce ołtarzowej

#### **WYMIARY:**

**malowidła na szkarpie** (13m<sup>2</sup>) – 9,3m x 1,4m  
**wnęka** (76,7m<sup>2</sup>) – ściana pn.:16,4m x 1,45m (23,8 m<sup>2</sup>); ściana wsch. zamknięta łukiem 16,4-16,7m x 1,87m (ok. 21m<sup>2</sup>); ściana pd.: 16,4m x 1,67m (27,4m<sup>2</sup>)+ 2,1m x 0,8m (1,7m<sup>2</sup>); sklepienie wnetki: 1,95m x 1,45m (2,8m<sup>2</sup>)  
**malowidło na ścianie wsch. pomiędzy oknem a wnetką** (0,8m<sup>2</sup>) – 1,6m x 0,45m

**całość powierzchnia malowideł** około 90,5m<sup>2</sup>

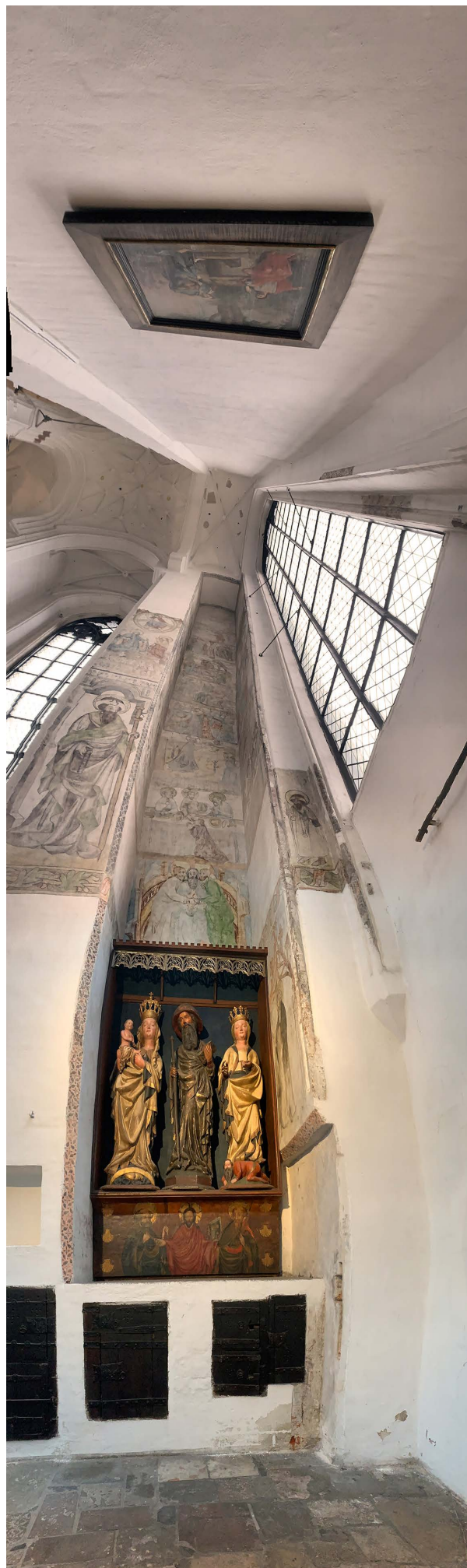
**OPIS:** namalowane na szkarpie: scena z Sądu Ostatecznego i monumentalny wizerunek patrona kaplicy św. Jakuba Apostoła oraz liczący piętnaście scen cykl malowideł we wnęce:<sup>6</sup> przedstawienie

<sup>3</sup> M. Raczkowska, *Rzeźba gdańska przełomu XIV i XV wieku*, DiG, Warszawa 2006, s. 159.

<sup>4</sup> T. Hirsch, *Die OberPfarrkirche von St. Marien in Danzig in ihren Denkmälern und in Danzig*, Danzig 1843, s. 191.

<sup>5</sup> Prof. Domański datował malowidła na lata 1420-30, J. Domański, *Nowe odkrycia w bazylice, Gwiazda Morza*, nr 3/84/, Gdańsk 1987, s.6-7.

<sup>6</sup> K. Zalewska, *Analiza ikonograficzna malowideł ściennych z kaplicy św. Jakuba w kościele Mariackim w Gdańsku, zagadnienia stylu i datowanie, Aneks I, Malowidła ściennie z I poł. XV w. we wnęce ołtarzowej w kaplicy św. Jakuba w kościele NMP w Gdańsku, Dokumentacja prac odkrywkowych, konserwatorskich i restauratorskich*, Toruń 1987.



Trójcy Świętej i cykl biegnący w sześciu strefach przez wszystkie trzy ściany wnęki – sceny pasyjne od Ostatniej Wieczerzy po Zdjęcie z Krzyża, ostatnie dwa przedstawienia, czyli Złożenie do Grobu oraz Zstąpienie do Otchłani namalowano już tylko na ścianie wschodniej; we wnęce okiennej namalowano przedstawienie św. Jodoka, pomiędzy nim a wizerunkiem patrona kaplicy dodano ornament (spirala mocy); dół szkarpy pomalowano szarością imitującą kamień, mensę ozdobiono czerwoną marmoryzacją, wydaje się również że wspornik podłucza arkady wykonany w typie nowożytnych profilowanych kroksztynów pokryto farbą imitującą bryłę ciemnoszarego kamienia (czarnego marmuru?); przy malowania ukośnych pasów na żebrach wykorzystano jaskrawe, półtransparentne farby; żagle sklepienia i wysklepkę nad wnęką ołtarzową obmalowano niebieską i czerwoną linią, w polach ukazano schematyczne twarze, w tłach zachowały się tylko szczątki farby, przeważnie ugier i zieleń, być może na tych powierzchniach również imitowano marmur; zwornik pokrywała niebieska farba (obecnie szczątkowo zachowana) konsolki ozdobiono pasami jaskrawej malatury, od góry pokrywając profile: błękitem, czerwienią, żółcieniem i dolne ponownie czerwienią i błękitem; ściany północna i zachodnia, a także wnęka okienna nie były w średniowieczu zdobione polichromiami, a jedynie nałożoną fakturalnie, wyraźnym ruchem pędzla pobiałą w rdzawo-pomarańczowym odcieniu <sup>7</sup>

**STYL:** polichromie w kaplicy wykazują szereg zbieżności z malarstwem pomorskim początku XV wieku (kompozycje, perspektywa, stroje), warsztat stosuje tradycyjne formy i niekonwencjonalne ujęcia ikonograficzne; mimo że całość powstała w jednym warsztacie, sceny różnią się od siebie wykonaniem co może wskazywać na udział kilku twórców

**TECHNIKA:** układ muru polski gotycki (główka-wozówka, cegła o tradycyjnych gotyckich wymiarach 30 x 15 x 8cm) żebra ceglane, wykonane z użyciem profilowanych cegieł – dwa rodzaje kształtek (29 x 14 x 7,5 cm), detal architektoniczny: zworniki i kapitel wykonano ze skały natural-

<sup>7</sup> Pobiała została pokryta spoiwem. Nie mamy pewności czy klej jest pierwotny, czy został nałożony przed wtórnym pobielaniem (XVI w.)

nej;<sup>8</sup> jest to skała węglanowa – wapień biogeniczny, składająca się z licznych węglanowych bioklastów; przestrzenie pomiędzy nimi również zajmuje węglanowy cement w postaci sparytu oraz skupiska mikrokrystalicznej formy – mikrytu; w charakterze składnika akcesorycznego występują niewielkie ziarna minerałów nieprzezroczystych; charakter petrograficzny wapienia sugeruje, iż skała ma wiek dolnopaleozoiczny; wapień takie zbliżone barwą i wykazujące podobne cechy petrograficzne występują na wyspie Gotlandia; na gładkim, nienasiekany murze ceglany o starannie opracowanych, dwuskośnie podginanych fugach położono spoisty i elastyczny tynk wapienno-piaskowy, warstwa grubości 3-10 mm; masa spajająca wykształcona jest jako mikrokrystaliczny węglan wapnia – mikryt, który posiada dodatkowo względem typowej brunatnej barwy – lekki pomarańczowo-rdzawy odcień, podstawowym składnikiem szkieletu ziarnowego jest kwarc, obok którego występują ziarna skał (granity, wapień), oraz podrzędne skalenie; te ostatnie to plagioklasy, pertyty; zestaw składników reprezentują: glaukonit, minerały nieprzezroczyste, oraz amfibol, piroksen, serycyt, epidot, węgiel drzewny (?); pod względem morfologii ziarna i szkielety wykształcone podobnie, tworzą ziarna o zróżnicowanej wielkości, średnio i słabo wyoblone z nielicznymi ziarnami dobrze wyoblonymi, ziarna duże, o rozmiarach rzędu 1,0-1,2 mm; tynk gładzony, niezacierany, powtarza nierówność muru: sposób tynkowania był niestaranny, widać wyraźnie granice nakładania zaprawy, miejscami cegły pokryto bezpośrednio pobiałą (ściana pn., wnęki, Scena Pojednania), obok miejsc zatartych na gładko są miejsca gdzie powierzchnia jest bardziej ziarnista; na tynku założono gładko cienką warstwę pobiałą wapiennej, powłoka ma kremowy kolor w delikatnie rdzawo-pomarańczowym odcieniu; warstwa malarska temperowa, rysunek wykonano czerwono-brązową linią, a podkreślenia czarną,<sup>9</sup> karnacje opracowane sza-

<sup>8</sup> Badania petrograficzne detalu architektonicznego i tynków prowadził dr Wojciech Bartz.

<sup>9</sup> Według zapisów z dokumentacji obiektu z 1988 roku: najlepiej czytelny jest modelunek twarzy Chrystusa w scenie Ukrzyżowania i Boga Ojca w przedstawieniu Trójcy św.

rościami, przy malowaniu niektórych scen (np. Pocałunku Judasza) zastosowano miniowe podmalowanie – takie rozwiązanie wykorzystano także przy tworzeniu dekoracji rzeźb i predelli Ołtarza św. Jakuba; szaty opracowano również warstwowo, na podmalowaniu w kolorze lokalnym modelowano światła rozbieloną farbą, cień pozostawiając jako płaską plamę intensywnego koloru; podczas prac prowadzonych w latach osiemdziesiątych nie stwierdzono posługiwania się szerszą gamą tonów, wydaje się jednak, że zastosowano miejscowo laserunki; modelunek szat wspomagany był przez zróżnicowany obrys, na szkarpie zastosowano brązowy kontur na czerni i ciemnobłękitny lub czarny na błękitach, przy czym w malowidle we wnęce dominuje czarny obrys; spoiwo chude (prawdopodobnie kazeina); zastosowane pigmenty: żelazowe (ugier, czerwień i umbra), miedziowe (azuryt i miedzianka), ołowiowe (minia, cynian ołowiu), czern organiczna, biel wapienna (świętojańska?);<sup>10</sup> warstwę malarską detalu architektonicznego opracowano półprzezroczysto,<sup>11</sup> pospiesznie nakładając jaskrawe kolory; wykorzystano azuryt, cynober, zieleń miedziową, czerwień żelazową, ugier, czern organiczną i minię<sup>12</sup>

**1.2. WYKAZ DOKUMENTACJI:** Dokumentacja prac odkrywkowych, konserwatorskich i restauratorskich A. Diakonowskiej Czarnoty i M. Kozarzewskiego *Malowidła ścienne z I poł. XV w. we wnęce ołtarzowej w kaplicy św. Jakuba, w kościele NMP w Gdańsku* (1.07.83-20.09.86) - Archiwum kościoła NMP

**WCZEŚNIEJSZE INTERWENCJE:** Polichromowane wnętrze kaplicy podczas reformacji pokryto w całości pobiałą; następnie w XVII wieku zmieniono kratę do kaplicy; po 1843 roku z fun-

dacji Wilhelma IV, zmniejszono okno, dodano maswerki i witraże z projektu Johanna Karla Schulza; zapewne wówczas całe wnętrze kaplicy, włącznie z szatami figur w ołtarzu, pokryto szarą dekoracją malarską imitującą kamień; w czasie wojny powstało wiele ubytków w murze, które w latach 60-tych uzupełniono, większość ścian pokryto wówczas cienką zacierką z zaprawy wapienno-piaskowej i pobiałą; podczas tych robót murarskich pracownicy gdańskiego OPKZ stwierdzili istnienie malowideł na szkarpie, wykonano wówczas kilka odkrywek i określono przedstawienie jako Sąd Ostateczny; do prac powrócono w 1983; studenci ZKMIRP z UMK pod kierownictwem D. i R. Żankowskich odsłoniли spod pobiał malowidła na szkarpie: Sąd Ostateczny i monumentalny wizerunek patrona kaplicy Apostoła Jakuba; nie zdołano uniknąć wielu uszkodzeń mechanicznych przy zabiegu; w trakcie tych prac przeprowadzono także prace konserwatorskie i restauratorskie (dr Maria Roznerska, A. Diakowska-Czarnota i M. Kozarzewski); pobiałą usunięto mechanicznie, skalpelami i przez opukiwanie, następnie doczyszczono miękkim chlebkiem,<sup>13</sup> pęcherze podklejano dyspersją poliocetanu winylu (1:3 z wodą) z kredą pławioną (podczas zabiegu pojawiały się żółte plamy na skutek migrowania soli żelazowych);<sup>14</sup> usunięto nadmiary kitów i łat; na sklepieniu wnetki, po usunięciu dużej łąty wzmocniono ruchome cegły poprzez wbicie w fugi drewnianych kołków i wypełnienie luk zaprawą wapienno-piaskową z dodatkiem pakul i dyspersji POW; założono kity wapienno-piaskowe (2 cz. piasku o bardzo drobnej frakcji + 1 cz. wapna gaszonego), w głębokich ubytkach uzupełnienia kładziono w dwóch warstwach; granice zatarto zaprawą z dodatkiem Primalu AC-33 i uzupełniono ubytki w pobiale; uzupełnienia warstwy malarskiej w przypadku szkarpy wykonano kreską (tratteggio) za pomocą farb akwarelowych Talens i Winsor Newton; w

<sup>10</sup> Testy XRF próbek pobranych z detalu prowadził dr hab. inż. Mirosław Sawczak.

<sup>11</sup> Stratygrafię warstw badała mgr Agnieszka Fejzer.

<sup>12</sup> Badania chemiczne polichromii wykonała dr Zuzanna Rozłucka i dr Maria Poksińska. Spoiwo określano na podstawie testów mikrochemicznych (test ninhydrinowy) oraz chromatografii bibułowej (identyfikacja białek poprzez rozdział aminokwasów). Stwierdzono, że spoiwem jest substancja polipeptydowa, przy czym wykluczono obecność jajka kurzego (brak cystyny) i kleju glutynowego (ujemny test na hydroksyprolinę). Pigmenty zidentyfikowano na drodze reakcji mikrochemicznych, cynian ołowiowy dodatkowo na drodze spektralnej analizy emisyjnej, A. Diakowska-Czarnota, M. Kozarzewski, *Teoria i praktyka rekonstrukcji na przykładzie malowideł ściennych w kaplicy św. Jakuba w Kościele Mariackim w Gdańsku*, *Ochrona Zabytków* 41/2 (161), 110-119, 1988, s. 110; *Dokumentacja prac odkrywkowych, konserwatorskich i restauratorskich*, Toruń 1987.

<sup>13</sup> A. Diakowska-Czarnota, M. Kozarzewski, *Odstąpienie, konserwacja i restauracja części wystroju malarskiego kaplicy św. Jakuba w kościele NMP w Gdańsku*, *Ochrona Zabytków* 36/3-4 (142-143), 258-260, 1983, s. 258; *Dokumentacja prac odkrywkowych, konserwatorskich i restauratorskich*, Toruń 1987.

<sup>14</sup> Plamy usuwano ligninami z wodą. Podjęto też nieskuteczne próby naturalizacji soli za pomocą związków kompleksujących tj. kwaśnych sodowych i potasowego z dodatkiem wody utlenionej.

następnym etapie z pobiał oczyszczono mechanicznie malowidło we wnęce, na ścianie wschodniej pod sklepieniem wnęki i na sklepieniu wnęki powierzchnię skonsolidowano dyspersją wodną Primalu (ok 1 cz. Primalu + 7-8 cz. wody + 1-2 cz. etanolu); autorzy dokumentacji wspominają o powierzchniowej konsolidacji Paraloidem B-72 i następnie roztworem PAW z dodatkiem Primalu AC-33 (roztwór PAW w wodzie 2-3% - 9 cz. obj. - 1 cz. obj. Primalu + 1-2 cz. etanolu); podczas prac restauratorskich we wnęce, konserwatorzy uznali efekt swojej pracy na szkarpie za niesatysfakcjonujący i zrezygnowali z *tratteggio* na rzecz lawowania akwarelą ubytków i przetarć; omyłkowo pobiałkowano wówczas sklepienie wnęki; w latach 84-85 prowadzono także prace odkrywkowe na sklepieniu kaplicy, w ramach prac wykonano rozpoznanie warstw stratygraficznych i odkrywki na podstawie których zarejestrowano relikty polichromii na żebrach i trudne do zinterpretowania pozostałości średniowiecznych dekoracji malarskiej; odkrywki skonsolidowano na koniec 5% Paraloidem<sup>15</sup>

### 1.3. PRACE PROWADZONE W RAMACH DOTACJI:

#### 1.3.1. CZAS TRWANIA PRAC KONSERWATORSKICH: maj – październik 2023

**1.3.2. WYKONAWCA PRAC:** Ewa Lisiak; badania: Agnieszka Fejzer (stratygrafia, mikrofotografia), Mirosław Sawczak (XRF) i Wojciech Bartz (petrografia)

**1.3.3. STAN ZACHOWANIA:** mur ceglany jest dobrze zachowany, jedynie w szczycie wnęki okiennej na sklepieniu zarejestrowano pęknięcia i wykruszenia; obserwacje stanu pokrywają się z oceną z poprzedniej konserwacji, kiedy konserwatorzy ograniczyli naprawy muru do unieruchomienia dwóch cegieł na sklepieniu; zaobserwowano przy tym liczne spękania tynku na wysklepkach i w dolnej części kaplicy; przy posadzce występuje silne zasolenie, a wtórne pobiałki odspajają się od powierzchni tynku; rozległe uzupełnienia ubytków, z których największe

to kit obejmujący 1/3 powierzchni sceny Zstąpienie do otchłani, zdają się zachowywać dobrą przyczepność;<sup>16</sup> te wykonane po wojnie kity zostały wyprowadzone i uzupełnione podczas poprzedniej konserwacji; tynk na sklepieniu i w górnych częściach ścian ucierpiał mocniej niż dolne partie, miało to pewnie związek z wilgotnością muru: dezintegrację i spęczenie tynku zarejestrowano podczas poprzednich prac przy sklepieniu – stan utrudniał usunięcie pobiał z powierzchni malowideł; poza obrębem malowideł, na ścianie północnej u dołu odnotowano wówczas twardą łatę (prawdopodobnie cementową) i pęcherze obejmujące 15-20% powierzchni z których 1/4 zakwalifikowano do podklejania; przeprowadzona konsolidacja okazała się być skuteczna ponieważ od ostatniej konserwacji nie powstawały nowe ubytki w tynku z malowidłami; pobiała ma zasadniczo dobrą przyczepność i odpowiednio stabilną strukturę ale na jej powierzchni występuje szereg przetarć i wykruszeń, jest to z znacznym stopniem efekt mechanicznego usuwania wtórnych pobiał o czym piszą już wykonawcy wcześniejszych prac konserwatorskich; procent zachowania warstwy malarskiej na powierzchni malowideł był dla nich trudny do określenia; w artykule z 88 roku podsumowującym konserwację A. Dąkowska-Czarnota i M. Kozarzewski oceniając zachowany procent odsłoniętych z pod pobiał malowideł piszą: *Przyjmując, że oceniamy jako zachowane wyłącznie te miejsca, gdzie malowidło utrzymało się w całej grubości to można stwierdzić, że warstwa malarska zachowała się w ok. 10%. Jeżeli zaś uznać za zachowane wszystkie te miejsca, gdzie z warstwy malarskiej pozostał chociaż słabo czytelny, ale jednak uchwytyny ślad, to należałoby przyjąć, iż malowidło zachowało się w 70—80%. Stopień zachowania warstwy malarskiej w poszczególnych partiach malowidła jest różny. Obok miejsc stosunkowo lepiej zachowanych, co nie znaczy, że dobrze, w pełni czytelnych, znajdowały się całe partie, których stopień zachowania był bardzo mały; obecnie po-*

<sup>15</sup> Zastosowano najprawdopodobniej Paraloid B72.

<sup>16</sup> Konserwatorzy w dokumentacji prac z lat 83-86 wymieniają pozostałe największe ubytki w tynku: drugi co do wielkości znajduje się tuż poniżej pierwszego i obejmuje znaczną część sceny Zmartwychwstania, trzeci najmniejszy z wymienionych pięciu, znajduje się w miejscu gdzie powinny być ręce Piłata. Czwartą, dość znaczny, pod wstęgowym ornamentem obejmuje część maswerku pod postacią Apostoła, piąty ubytek znajduje się z obrębie dolnej części postaci mniejszego wizerunku św. Jakuba.

lichromie są zabrudzone, warstwa malarska miejscami pudruje się i osypuje; konieczne jest także skorygowanie efektów poprzedniej konserwacji – wykonane na dużą skalę, w zbyt krótkim czasie obniżają estetykę malowideł

**CEL KONSERWACJI:** po niemal czterdziestu latach od ostatniej konserwacji i gruntownym remoncie kościoła polichromie zostaną oczyszczone i poddane ponownej konsolidacji; monumentalne malowidła w kaplicy św. Jakuba to największe odkryte polichromie ścienne w kościele i to przez ich obecność kaplica jest najlepszym świadkiem pierwszego wystroju świątyni mariackiej; zawdzięczamy to wykonanym w latach 80-tych pracom odkrywkowym, konserwatorskim i restauratorskim; w tych pracach nie uniknięto jednak błędów; w planowanych pracach zakłada się ponowną analizę sposobu uzupełniania i rekonstrukcji malowideł w kaplicy oraz wykonanie przykładów nowej interpretacji uzupełnienia ubytków warstwy malarskiej; te propozycje mogą być przyczynkiem do podjęcia następnego etapu prac konserwatorskich przy malowidłach; równocześnie będą prowadzone dalsze badania pierwotnego wyglądu kaplicy św. Jakuba (nieinwazyjne i odkrywkowe)<sup>17</sup>

---

<sup>17</sup> Zakres prac odkrywkowych był na bieżąco konsultowany z komisją konserwatorską.

### 1.3.4. Przebieg prac konserwatorskich

prowadzonych przy malowidłach ściennych w kaplicy św. Jakuba (ok. 1425 r.) z kościoła NMP w Gdańsku

Pierwsze pięć punktów dokumentacji dotyczy malowideł na wschodniej ścianie kaplicy (szkarpy i wnęka ołtarzowa), a szósty prac odkrywkowych przewidzianych dla pozostałych powierzchni: pn. i zach. ściany, sklepienia, wnęki okiennej i detalu architektonicznego kaplicy.

#### 1. Prace wstępne

Określono stan badań,<sup>1</sup> wykonano fotografie, także NIR i we wzbudzonej fluorescencji UV. Z malowideł, arkady pn. i wspornika płn. arkady pobrano próbki tynku do analizy petrograficznej.<sup>2</sup> Zlokalizowano partie oryginalne i te namalowane w latach osiemdziesiątych. Osypujące miejsca warstwy malarskiej podklejono klejem Aqazol 500. Zlokalizowano pęcherze pod tynkiem. Miejsca te wzmocniono przy pomocy preparatu mineralnego Ladan TB1 firmy Kremer.

#### 2. Odkurzenie i konsolidacja

Wstępnie zabezpieczona polichromia została oczyszczona z kurzu i innych zabrudzeń powierzchniowych. Wykorzystano miękkie pędzle i gumki winylowe. Z traktacji usuwania nalotów kontynuowano prace nad poprawą adhezji i kohezji warstwy malarskiej punktowo stosując konserwatorski klej na bazie dyspersji akrylowych Medium for Consolidation firmy Lascaux.

#### 3. Oczyszczanie

Wykonano serię prób doczyszczania malowidła z pozostałości pobiał oraz usunięcia pobiałowania sklepienia wnęki ołtarzowej. Wykorzystano wodę z dodatkiem kwasu octowego obniżającego pH roztworu (5-4 pH), EDTA i żele zmiękczejące (agar, guma ksantanowa) z mieszkanką rozpuszczalników, detergentów i enzymów (pankreatna). Żaden z testów nie przyniósł satysfakcjonujących rezultatów. Pobiała ulegała wyraźnie zmiękczeniu, przy czym

<sup>1</sup> Informacje o obiekcie skonsultowano również z p. Marcinem Kozarzewskim, konserwatorem który brał udział w odświeżaniu malowideł w latach 1986-1988.

<sup>2</sup> Próbkę ze ścianki pn. arkady (nr 1) porównywano do drugiej, pobranej z malowideł (nr 2). Badanie zapraw przeprowadził dr Wojciech Bartz. Obie próbki posiadają zbliżony szkielet ziarnowy, jak i spoiwo. Pewne różnice pomiędzy nimi zaznaczają się w składzie zestawu składników akcesorycznych, a także strukturze spoiwa. Masa spajająca wykształcona jest jako mikrokryształiczny węglan wapnia – mikryt. W próbce 1 jest ona lekko spękana, posiada dodatkowy względem typowej brunatnej barwy – lekki pomarańczowo-rdzawy odcień. W próbce 1 jest relatywnie jednorodna, natomiast w obrębie próbki 2 o typowej barwie, gdzie spotyka się dość często wyodrębnione z masy mikrytowej samodzielne skupienia mikrytowe (grudki wapna). Podstawowym składnikiem szkieletu ziarnowego jest kwarc, obok którego występują ziarna skał (granity, wapienie), oraz podrzędne skalenie. Te ostatnie to plagioklasy, pertyty, oraz stwierdzone wyłącznie w próbce 2 mikrokliny. Zestaw składników reprezentują: glaukonit, minerały nieprzezroczyste, oraz amfibol, piroksen, rutył w próbce 1 i serycyt, epidot, węgiel drzewny (?), biotyt w próbce 2. Pod względem morfologii ziarna szkielety wykształcone podobnie, tworzą ziarna o zróżnicowanej wielkości, średnio i słabo wyoblone z nielicznymi ziarnami dobrze wyoblonymi. Różnią się natomiast wielkościami pomiędzy próbkami, w zaprawie 1 nieco częściej spotkać można ziarna duże, o rozmiarach rzędu 1,0-1,2 mm. Próbka 2 dodatkowo jest niehomogeniczna, na głównej jej części widoczna jest warstewka zaprawy o podobnym szkielecie ziarnowym i spoiwie mikrytowym. To ostatnie w obrazie mikroskopowym wydaje się mieć podobny odcień co mikryt spoiwa próbki 1.



dawała się usuwać jedynie powierzchniowo. Zwilżanie powodowało zespolenie pobiałych z malowidłami i utrudniało lub uniemożliwiało mechaniczne usunięcie pozostałości. Dlatego zachlapania na powierzchni malowanych scen i na granicach malowideł usunięto mechanicznie. Stosowano skalpele i włókna węglowe w sztywicie (w dalszym etapie zabielenia miejscowo zabarwiono pigmentami z dodatkiem Aquazolu 500 stabilizowanego środkiem biobójczym).<sup>3</sup> Następnie całą powierzchnię malowideł oczyszczono wodą demineralizowaną. Rozpuszczalnik rozpylano spryskiwaczem i usuwano ligniną. Szczeliny w tynku, które uwidoczniły się przez obecność brudu, oczyszczono parownicą.

Komisja konserwatorska zdecydowała o pozostawieniu dotychczasowych uzupełnień warstwy malarskiej, jedynie w partii twarzy św. Jakuba, gdzie ingerencja była najbardziej rażąca usunięto część retuszy (Dowanol PM, woda).

#### 4. Uzupełnienie ubytków tynku i pobiałych

Wykonano serię prób materiałów do uzupełniania warstwy tynku i pobiałych. Testowano dołowane wapno i szpachlówkę Keima Dolomitspachtel, produkty Remmers Multispachtel i masę szpachlową RM, modyfikowane wapno Besciani PLM S oraz wypełniacze z piasku krzemowego, mączek marmurowych, cegły mielonej, mikrobalonów i krzemionki (Lo-vel 27 i Arasil). Domieszka tych ostatnich powodowała rozsypywanie się komponentów po związaniu, zaobserwowano też pęknięcie próbek z wapnem Keima. Najlepsze rezultaty uzyskiwano stosując PLM S, który zarówno bez dodatku wypełniacza jak w stosunku 1:3 tworzył stabilne struktury, nawet w grubych na 3 cm warstwach. Dodatek mikrobalonów K1 ze szkła boro-krzemowego wyraźnie obniżał masę próbek, które zachowywały przy tym kształt i odpowiednią odporność mechaniczną. Nie zarejestrowano negatywnego wpływu zmielonej cegły, mączek marmurowych i pigmentów na właściwości testowanych uzupełnień. Zgodnie z tymi wnioskami głębokie ubytki w malowidle uzupełniono stosując PLM S z piaskiem kwarcowym (1:3). Kity opracowywano na mokro. Ponieważ oryginalna masa spajająca (mikryt) ma bardziej pomarańczowo-rdzawy odcień, podczas uzupełnień ubytków pobiałych do PLM S dodawano żółtą, zieloną i czerwoną drobnoziarnistą mączkę marmurową oraz mieloną cegłę. Masę nakładano szpachelką, a z granic usuwano nadmiar. Płytkie ubytki uzupełniano również szpachlówką z Paraloidem B-72 z mikrosferami oraz barwioną masą winylowo-akrylową Modostuc. Kity scalonono laserunkowo nakładaną farbą na bazie Aquazolu. Po zakończeniu prac konserwatorskich malowidło zabezpieczono 5-8% roztworem Paraloidu B72.<sup>4</sup>

#### 5. Przykłady uzupełnienia ubytków warstwy malarskiej

Poza pracami murarskimi po wojnie, działania prowadzone w latach 83-6 były jedyną konserwatorską ingerencją w malowidła.<sup>5</sup> Wykonawcy prac odsłoniли spod pięciu warstw pobiałych

<sup>3</sup> Spoiwo przygotowano w stężeniu 30%. Do 100 ml roztworu żywicy w dejonizowanej wodzie dodano: 4 krople gliceryny roślinnej, 0,04 g gumy ksantanowej i 4 krople 2-Fenoksyetanolu (konserwant).

<sup>4</sup> Tę żywicę wykorzystano z dobrym skutkiem podczas poprzedniej konserwacji.

<sup>5</sup> W latach 1983-86 roku studenci ZKMIRP z UMK pod kierownictwem D. i R. Żankowskich odsłoniли spod pobiałych malowideł. Następnie przeprowadzono także prace konserwatorskie i restauratorskie (dr Maria Roznerska, A. Diakowska-Czarnota i M. Kozarzewski).

wyraźnie zniszczone i w dużym stopniu nieczytelne malowidła. Zły stan zachowania malowideł i niewiele czasu na realizację projektu nie zniechęciły konserwatorów do podjęcia prac restauratorskich i rekonstrukcji malarskich. Mieli przy tym świadomość pewnych niekonsekwencji w działaniu i błędów które popełnili. Jako jeden z nich wymieniają zastosowanie *tratteggio* przy uzupełnianiu malowideł na szkarpie: *Wynik prac restauratorskich wykonanych na szkarpie można uznać za prawidłowy. Nie zadowolili on w pełni wykonawców. Punktując kreską trudno było uzyskać malarską swobodę. Formy – zdaniem autorów rekonstrukcji – mocno się usztywniły.* Prace restauratorskie przy scenie Sadu Ostatecznego i monumentalnym wizerunku patrona kaplicy na szkarpie zakończono jeszcze przed odsłonięciem malowideł we wnęce ołtarzowej. Tam przyjęto już inną metodę – lawowania przetarć i ubytków, ale i ten sposób nie przyniósł w pełni satysfakcjonujących rezultatów. Kontur wydaje się być zbyt mocny, w innym charakterze niż zachowane partie, a dodane plamy koloru zbyt blade w stosunku do oryginalnych fragmentów. Podczas prac prowadzonych w 2023 roku wykonano korektę twarzy patrona kaplicy. Polegało to głównie na usunięciu *tratteggia* w tej partii i scalenia najjaśniejszych miejsc laserunkową farbą retuszerską na bazie Aquazolu. Miejscowo zniwelowano też graficzny efekt poprzedniej konserwacji poprzez zagęszczenie kresek retuszerskich. Zgodnie z wytycznymi komisji konserwatorskiej wykonano dodatkowe retusze na powierzchni przedstawienia ze św. Antonim. Nowe uzupełnienia zabezpieczono Paraloidem B72 w octanie etylu.

## 6. Badania w kaplicy

Pobrano próbki do badań petrograficznych,<sup>6</sup> stratygrafii<sup>7</sup> i XRF.<sup>8</sup> Na podstawie wyników określono wstępnie technikę i fazy chronologiczne.<sup>9</sup> Przed wykonaniem odkrywek przeprowadzono serię prób środków do usunięcia wtórnych pobiał. Stosowano wodę modyfikowaną przez bufory: Tris, kwas octowy, detergenty: mydło marsylskie i laurylosiarczan sodu oraz surfaktant Triton X-100, wykonano też próby żelu na bazie gumy ksantanowej i agaru. Z metodą modyfikowanego twardego żelu wiązano największe nadzieje. Jednak wtórnych warstw było zbyt wiele by wilgoć z agarowych okładów przenikła przez wszystkie powłoki. Dodatkowo woda powodowała zwiększenie kohezji warstw utrudniając mechaniczne usuwanie pozostałości. Ostatecznie odkrywki wykonano mechanicznie, usuwając pobiały poprzez ostukiwanie powierzchni precyzyjnym młoteczkim jubilerskim.<sup>10</sup> Odsłonięte partie obserwowano we wzbudzonej fluorescencji UV i rejestrowano w podczerwieni.

W latach 1984/85 podczas odsłaniania malowideł na wschodniej ścianie wykonano również niewielkie odkrywki: na sklepieniu i części ożebrowania. Autorzy sprawozdania nazywają malowidła na sklepieniu: *trudnymi do zinterpretowania pozostałościami dekoracji malarskiej.*<sup>11</sup> W 2023 roku, mechanicznie, przy użyciu młoteczka i szpachelki konserwatorskiej,

<sup>6</sup> Badanie detalu architektonicznego i zaprawy piaskowo-wapiennej przeprowadził dr Wojciech Bartz. Na końcu dokumentacji umieszczony jest raport i zdjęcia z tych badań, a na początku w punkcie 2, w akapicie dotyczącym techniki wnioski z petrografii.

<sup>7</sup> Naszlify i zdjęcia wykonała Agnieszka Fejzer. Fotografie przekrojów umieszczono w dalszej części opracowania.

<sup>8</sup> Wnioski z badań zamieszczono w punkcie drugim, w sekcjach technika i wcześniejsze interwencje.

<sup>9</sup> Testy prowadził dr hab. Mirosław Sawczak. Na końcu opracowania zamieszczono wydruk wykresów i tabele z zarejestrowanymi pierwiastkami. Fotografie przekrojów umieszczono w dalszej części opracowania.

<sup>10</sup> Lokalizacja miejsc wykonania odkrywek była na bieżąco konsultowana i zatwierdzana przez inspektorów PWKZ i MKZ.

<sup>11</sup> Górna część kaplicy uległa gruntownemu zniszczeniu zapewne w skutek problemów z dachem i związanym z tym dostępem wilgoci. Te same czynniki są

poszerzono odkrywki na sklepieniu kaplicy, wykonano też nowe na wszystkich wysklepkach. Zabieg przebiegał względnie bezpiecznie dla oryginału, nie zarejestrowano powstania zauważalnych ubytków. Natomiast stan zachowania polichromii tych partii jest słaby, podobnie jak malowidła w górnej części wnęki ołtarzowej, polichromie na sklepieniu uległy silnemu zniszczeniu. Zachowały się powidoki schematycznie namalowanych twarzy i ślady farby w tłach (ugier, miedzianka, czerwień żelazowa) oraz czerwono-niebieska bordiura (azuryt, cynober) na styku żagli z żebrami. Podczas badań odkrywkowych odsłonięto również części sceny namalowanej nad wnęką ołtarzową. Jeden fragment tego przedstawienia przetrwał w dobrym stanie, ale jest na tyle niewielki, że scena pozostaje nieczytelna. W lepszym niż to i malowidła na wysklepkach stan przetrwały polichromie zdobiące ożebrowanie.<sup>12</sup> Podczas wykonywania odkrywek na żebrach odsłaniały się dobrze zachowane, intensywne w kolorze ukośne pasy. Zabieg był trudniejszy niż na wysklepkach ponieważ pobiałę w tych miejscach nałożono bezpośrednio na ceglane kształtki (bez zastosowania warstwy tynku). Gorzej zachowała się dekoracja malarska pokrywająca zwornik i konsolki, jednak śladów jest na tyle dużo że wiemy jakie kolory pokrywały które profile.<sup>13</sup> Podczas odsłaniania warstwy malarskiej we wklesce przy arkadzie międzynawowej zaobserwowano silne osypywanie się zieleni miedziowej, całkowite odsłonięcie tego elementu może skutkować zniszczeniami. Dodatkowo na żebrach przy wnęcie okiennej zarejestrowano miejscowo pęcherze. Usuwanie pobiał na tych fragmentach może uszkodzić oryginał. W pozostałych częściach kaplicy: ścianach pn. i wsch., we wnęcie okiennej, wspornikach żeber na ścianie pł. nie znaleziono śladów zastosowania intensywnych w kolorze farb, jedynie laserunkowe brązy, szarości i ślady czerni. Na szkarpie poniżej wizerunku św. Jakuba odsłonięto szarą warstwę malarską, która z dużym prawdopodobieństwem imitowała kamień. Obok, bezpośrednio na pobiale odbito ornament z motywem rybich pęcherzy, ten sam który oddziela szkarpę od wnęki ołtarzowej.<sup>14</sup> Patrona kaplicy namalowano w otoczeniu architektury z szarego, przechodzącego w brąz i czerń marmuru. Zdaje się że arkada razem z masywnym wspornikiem nawiązywała do architektury z malowidła, konieczne jest jednak całkowite odsłonięcie dołu szkarpy i wspornika dla potwierdzenia tej hipotezy. Imitacja marmuru, która z dużą pewnością powstała w tym samym czasie co malowidła pokrywa lico mensy ołtarzowej. Podczas odkrywek znaleziono fragmenty mocno uszkodzonej dekoracji malarskiej wzorowanej najprawdopodobniej na czerwonym marmurze.<sup>15</sup> Analiza śladów polichromii z boków predelli ołtarza sugeruje że widniał tam dawniej wizerunek kotary.<sup>16</sup> Przeprowadzone badania wskazują także, że na ścianie zachodniej nie było malowideł a jedynie nakładana grubo, z wyraźnym duktem pędzla jasna, rdzawo-pomarańczowa pobiała. Na powierzchni tej powłoki jest warstwa kleju, która przyciemnia i podkreśla kolor pobiały, nie mamy pew-

---

źródłem złego stanu górnych partii malowideł we wnęcie ołtarzowej.

<sup>12</sup> Podczas prac w latach 80-tych elementy architektoniczne pozostawiono pod pobiałą nie dlatego, że dekoracja malarska była dla wykonawców prac nieczytelna. W dokumentacji konserwatorskiej tłumaczy to w ten sposób: *Jeśli chodzi o dekorację malarską żeber, postanowiono nie odsłaniać jej, gdyż wiązało się to z koniecznością odsłonięcia wszystkich polichromowanych profili i detali architektonicznych co wykraczało poza uzgodnienia zawarte w umowie. Niemniej, w przyszłości, można by rozważyć, czy nie byłoby celowe pełne odtworzenie kolorystyki kaplicy, ze wszystkimi detalami, co w efekcie pozwalałoby odtworzyć XV-wieczny wygląd kaplicy.*

<sup>13</sup> Opis dekoracji malarskiej detalu architektonicznego i zastosowanych farb jest umieszczony w punkcie 2, w sekcji technika.

<sup>14</sup> Ornament częściowo nachodzi na szarą malaturę stąd pewność, że szarość jest pierwotna.

<sup>15</sup> Ubytki są bardzo rozległe, ale czarne linie które prawdopodobnie imitowały żyłki zachowały intensywność barwy.

<sup>16</sup> Zaobserwowana linia ma falisty kształt, który mógł być linią kotary, sznurem lub pozostałością po ornamencie zbliżonym do spirali namalowanej pod Jodokiem.

ności czy spoiwo jest pierwotne czy też nałożono je przed wtórnym pobiałkowaniem. Jeśli miałyby być to przeklejenie poprzedzające pobielenie malarze zastosowałiby prawdopodobnie klejówkę nie emulsję, a na tę wskazują przeprowadzone badania.<sup>17</sup> W trakcie prac zarejestrowano także obecność polichromii na drzwiczkach szafek pod ołtarzem. Elementy były pierwotnie malowane z zastosowaniem zielonej, czerwonej i czarnej farby.<sup>18</sup>

## 7. Dokumentacja, zakończenie prac

Prace zakończyła komisja konserwatorska i demontaż rusztowań. Wyniki badań zamieszczono na końcu opracowania.

---

<sup>17</sup> W testach z zasadą sodową próbka uległa zmydleniu co wskazuje na spoiwo emulsyjne. Badanie mikrochemiczne przeprowadziła Agnieszka Fejzer.

<sup>18</sup> Badania tych elementów nie były przedmiotem prowadzonych prac badawczych, wykonano jedynie fotografię NIR, która nie dała żadnych informacji na temat wyglądu drzwiczek przed przemalowaniem brązową farbą.



montaż rusztowań (kaplica św. Jakuba przed konserwacją)





1 mm



fot. A. Fejzer



miejsce pobrania próbki

detal architektoniczny wykuto w wapieniu, wapienie zbliżone barwą i wykazujące podobne cechy petrograficzne występują na wyspie Gotlandia (próbka pobrana z wspornika arkady)



miejsce pobrania próbki

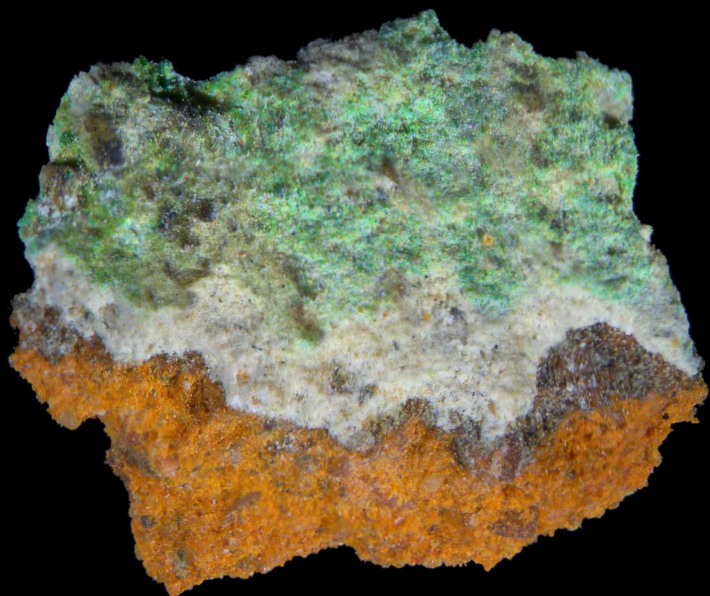
fot. A. Fejzer

0.5 mm



masą spajającą tynku (1) jest mikryt, a podstawowym składnikiem szkieletu ziarnowego kwarc, obok którego występują ziarna skał (granity, wapienie); pobiała (2) nałożona została w jednej cienkiej warstwie ok 0,2 mm; warstwę malarską (3) wykonano w technice temperowej (próbka pobrana z lamówki płaszczka Piłata, na zdjęciu widoczne wyodrębnione z masy mikrytowej samodzielne skupienia mikrytowe (grudki wapna))



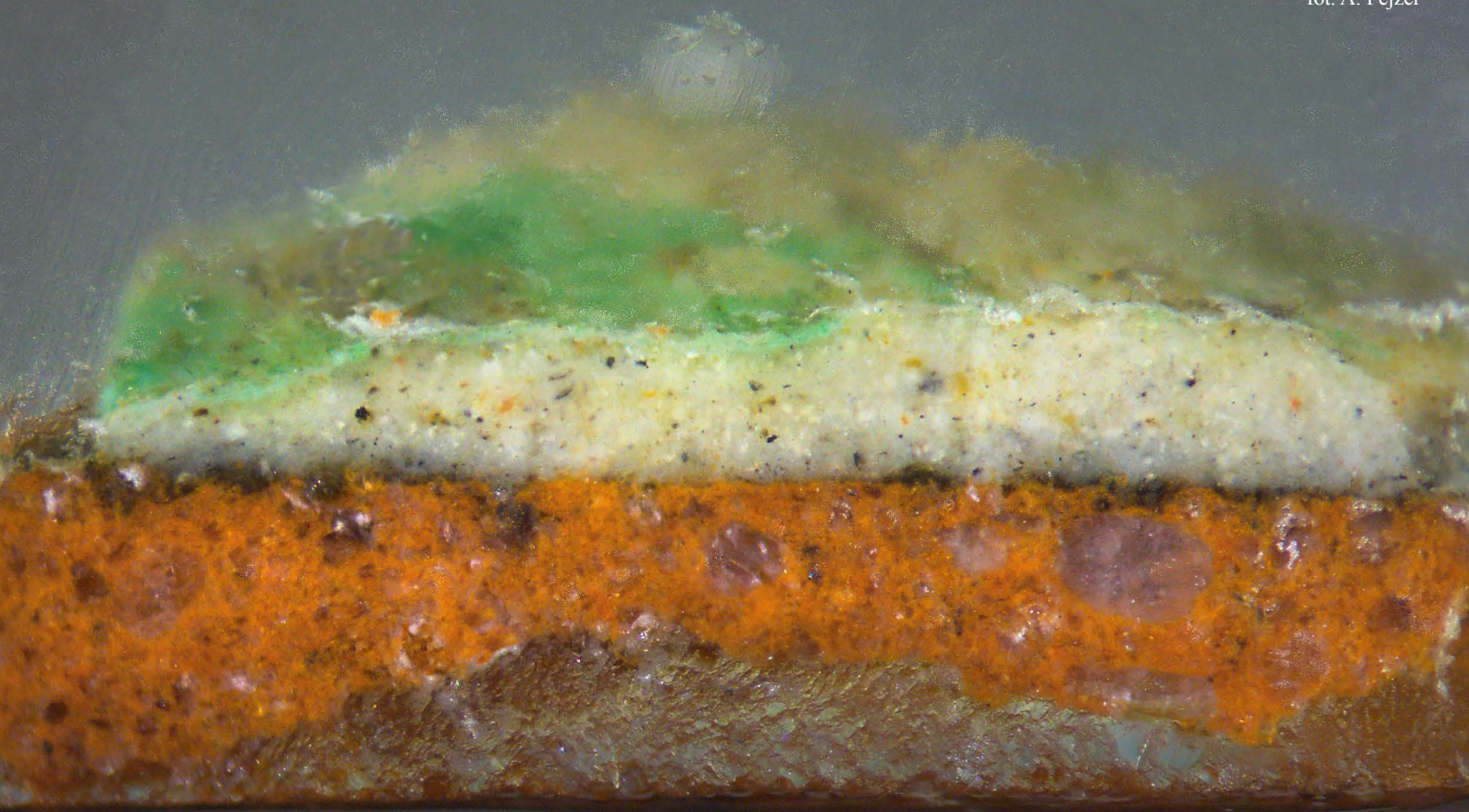


fot. A. Fejzer



miejsce pobrania próbki

fot. A. Fejzer



polichromię żebrowania wykonano bez warstwy tynku, bezpośrednio na pobiale (próbka pobrana z wklęski arkady, zieleń miedziowa)

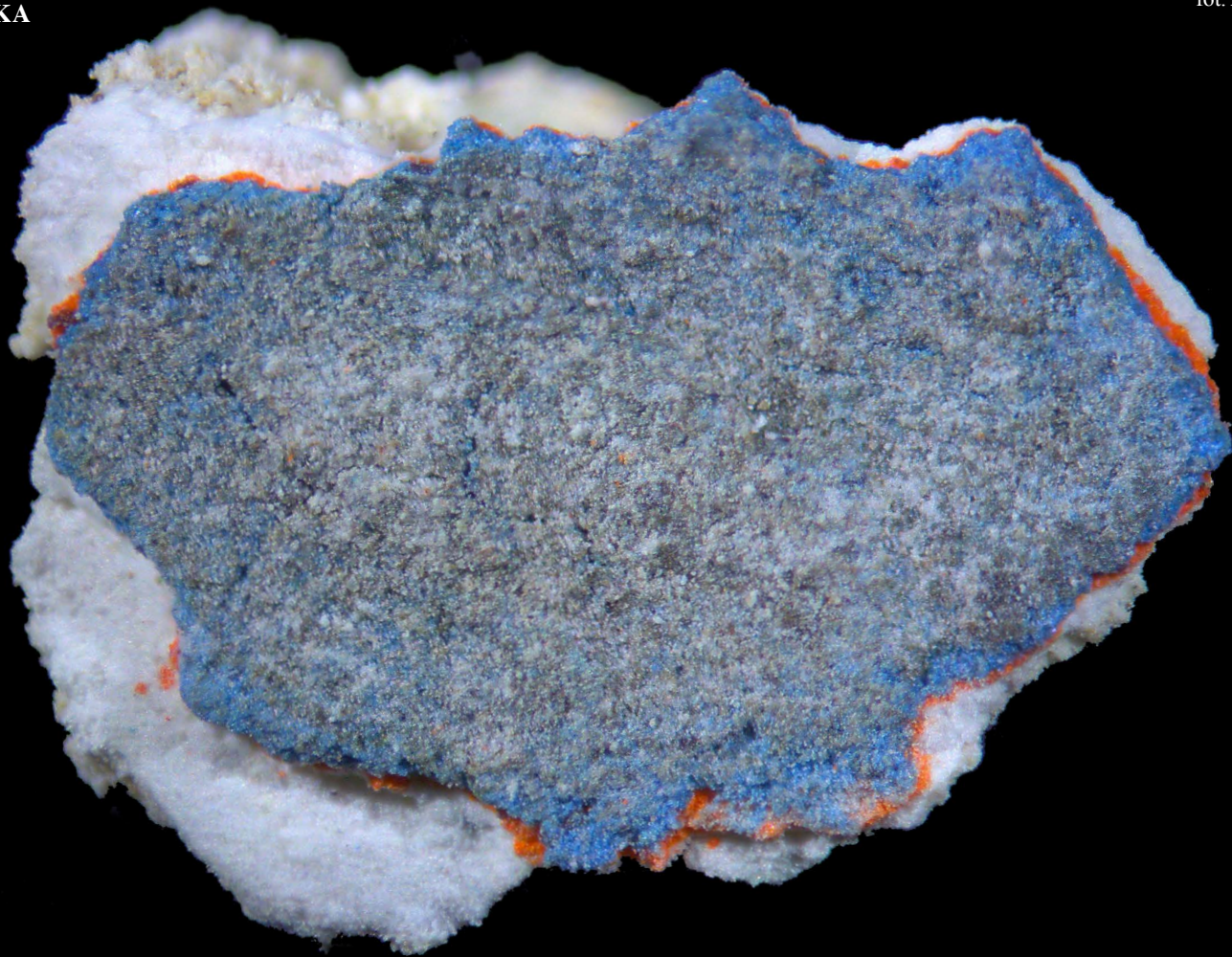


wsch. wysklepka

NIR

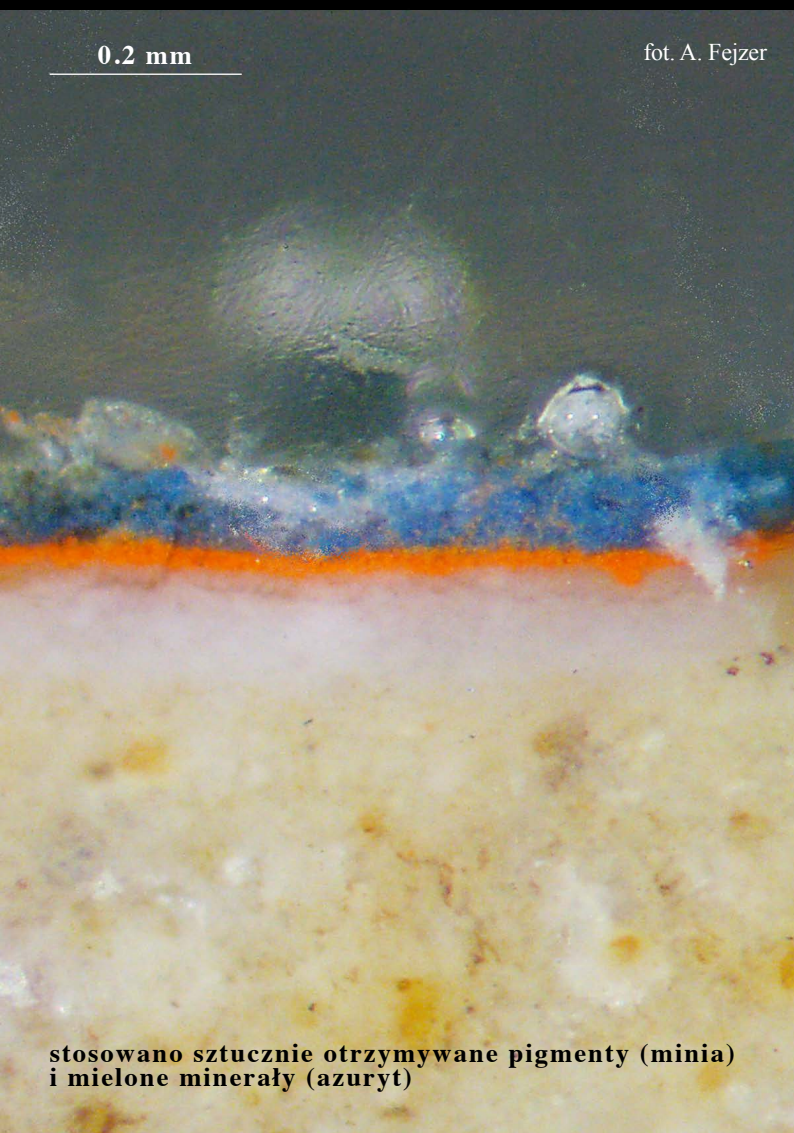


fotografie w podczerwieni (wysklepki płn. i zach.)  
– brak śladów planowania kompozycji przez autora



0.2 mm

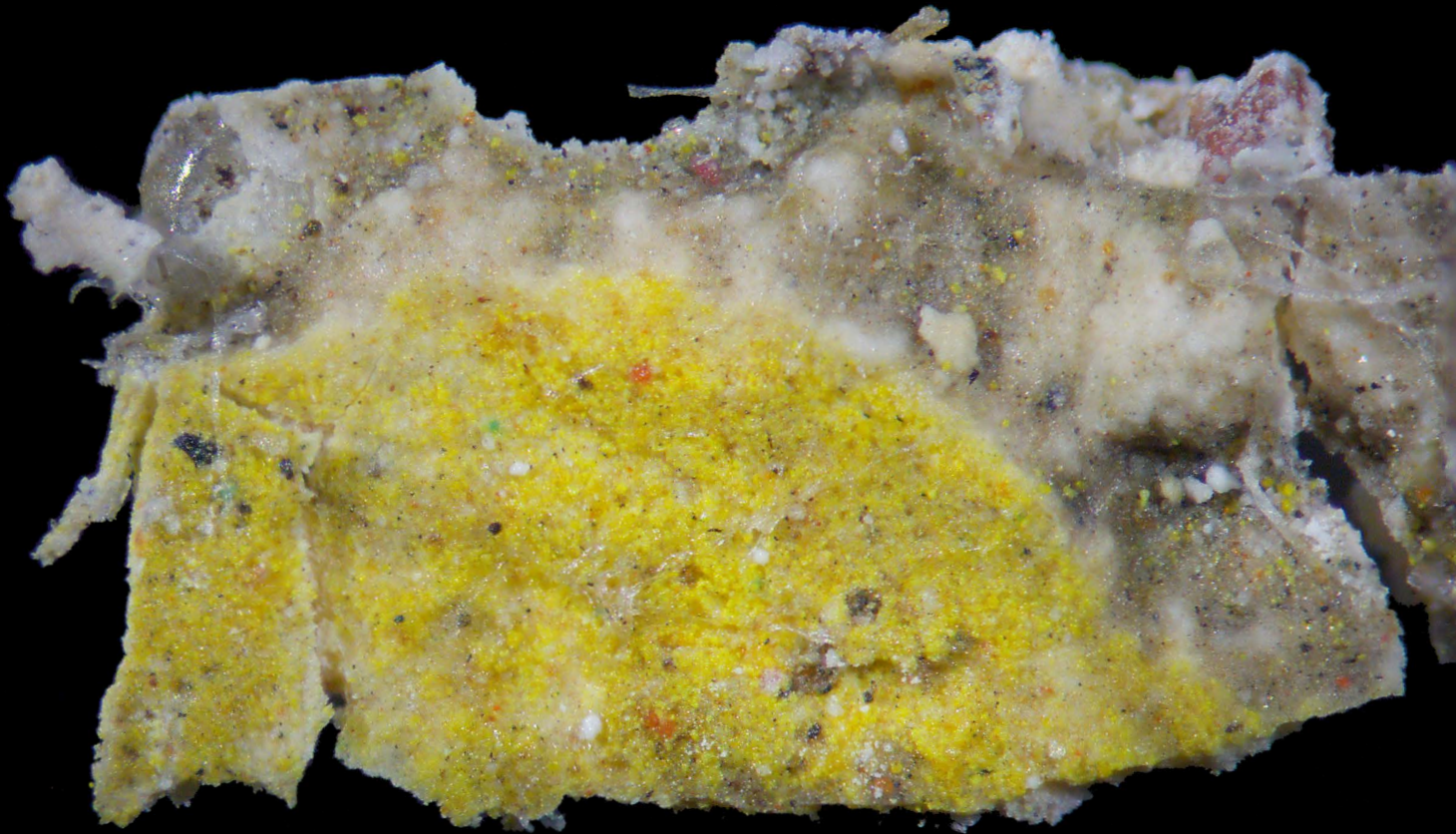
fot. A. Fejzer



stosowano sztucznie otrzymywane pigmenty (minia) i mielone minerały (azuryt)



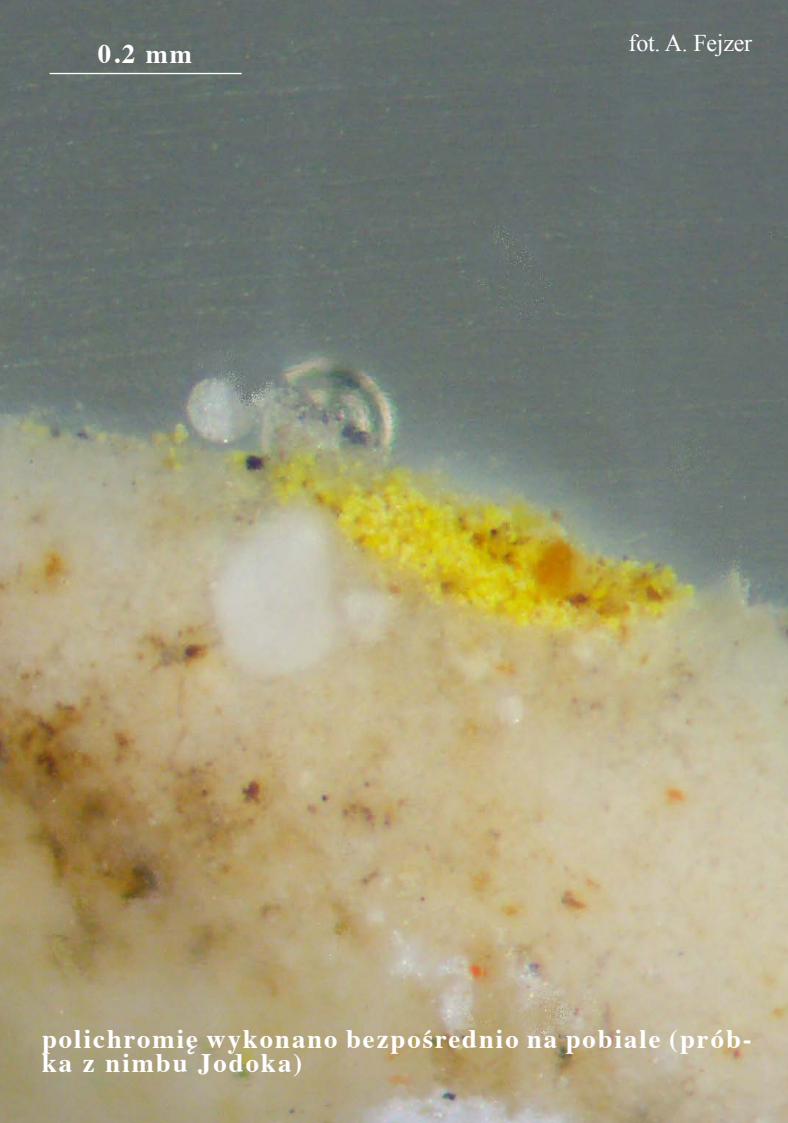
miejsce pobrania próbki



fot. A. Fejzer

0.2 mm

fot. A. Fejzer



polichromię wykonano bezpośrednio na pobiale (próbka z nimbu Jodoka)



miejsce pobrania próbki



wstępny rysunek wykonano brązem, laserunkową czerwienią modelowano karnacje, następnie czarną linią ekspresyjnie zaznaczono kontury

### **1.3.5. Dokumentacja fotograficzna z przebiegu prac konserwatorskich**



usuwanie zacieków pobiałych, próby materiałów: (1) woda + kw. octowy pH 4, (2) woda + kw. octowy pH 4, (3) agar + izopropanol, (5) guma ksantanowa + kw. octowy, (6) pankreatyna









próby materiałów do konsolidacji: Calosil IP25, PLM M, PLM A, Laseaux MfC, Primal AC 33, Ledan TB1



próby środków do podklejenia łusek: (1) modyfikowany Aquazol 500, (2) klej z jesiontra, (3) modyfikowana metyloceluloza, (4) Lascaux MFC, (5) modyfikowany Aquazol 50



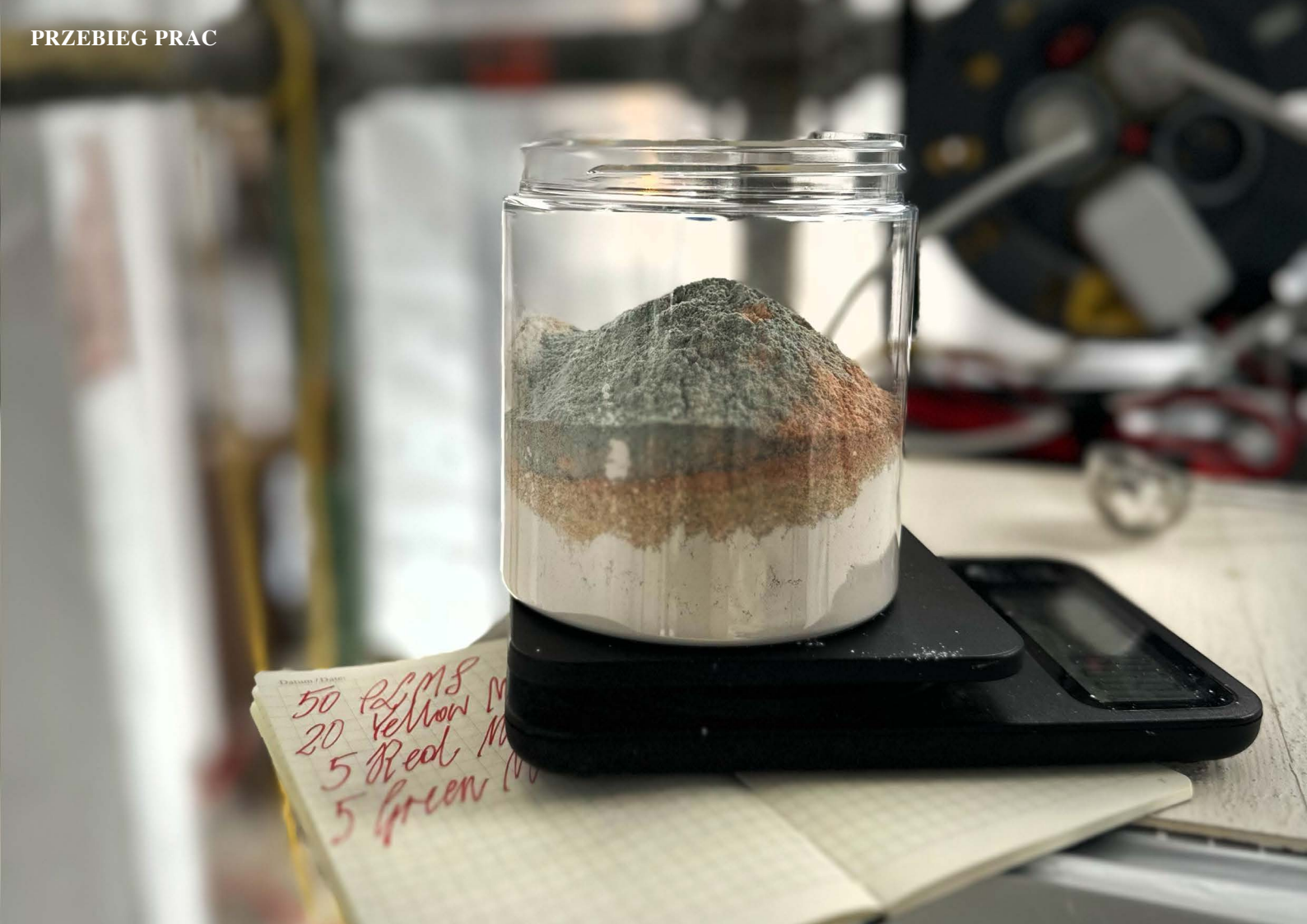


# PRZEBIEG PRAC



testy środków do uzupełniania ubytków tynku i pobiał: dołowane wapno Kremer, szpachlówka Keima Dolomit-spachtel, produkty Remmers Multispachtel i masa szpachlowa RM, modyfikowane wapno Besciani PLM S oraz wypełniacze z piasku krzemowego, mączek marmurowych, cegły mielonej, mikrobalonów i krzemionki (Lo-vel 27 i Arasil)





jako masę spajającą kity wytypowano produkt na bazie wapna modyfikowanego PLM S z dodatkiem mączek marmurowych (50g PLM, 20g żółtej, 5g czerwonej i 5g zielonej mączki)





przed zabiegiem



uzupełnienia ubytków warstwy malarskiej (ornament nad św. Antonim)

po zabiegu



próby scalenia tratteggio: (1) stan przed zabiegiem, (2) z warstwą werniksu, (3) po zabiegu – w jasnych punktach dodano retusz farbą z Aquazolu 500 i suchych pigmentów

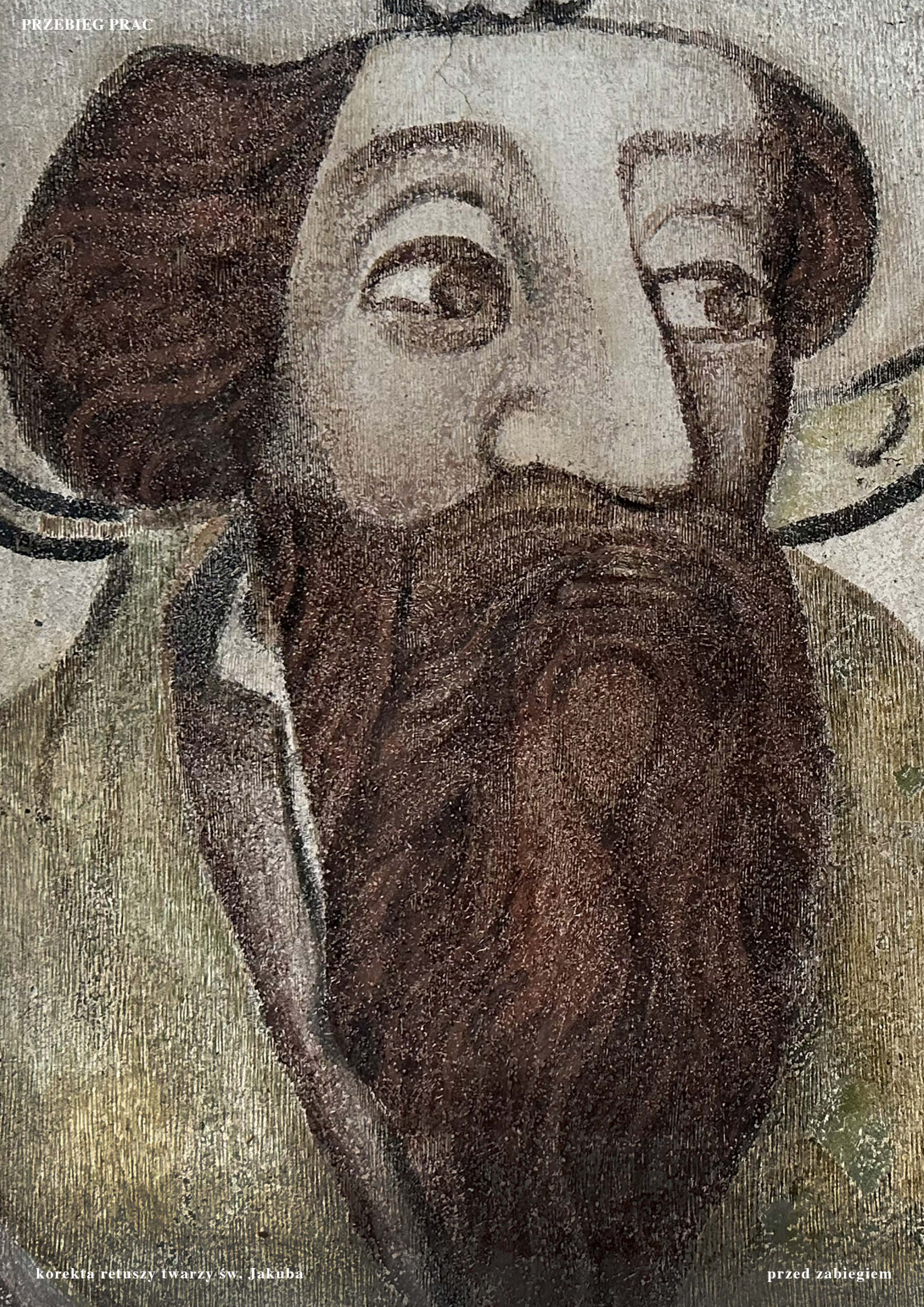


przed zabiegiem



w scenie ze św. Antonim wzmocniono rekonstrukcje malarские z lat 80-tych

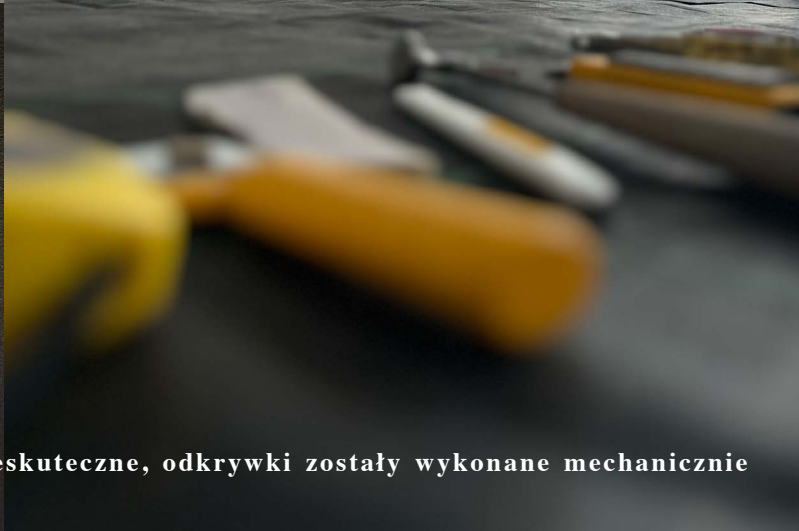
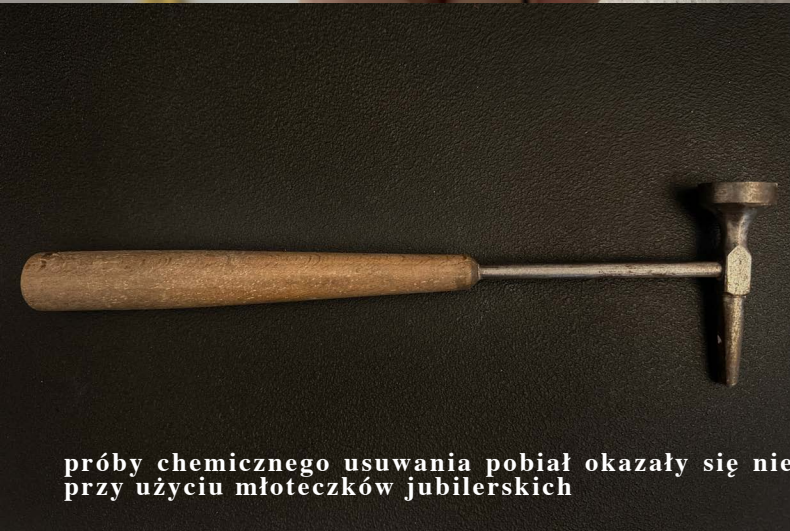
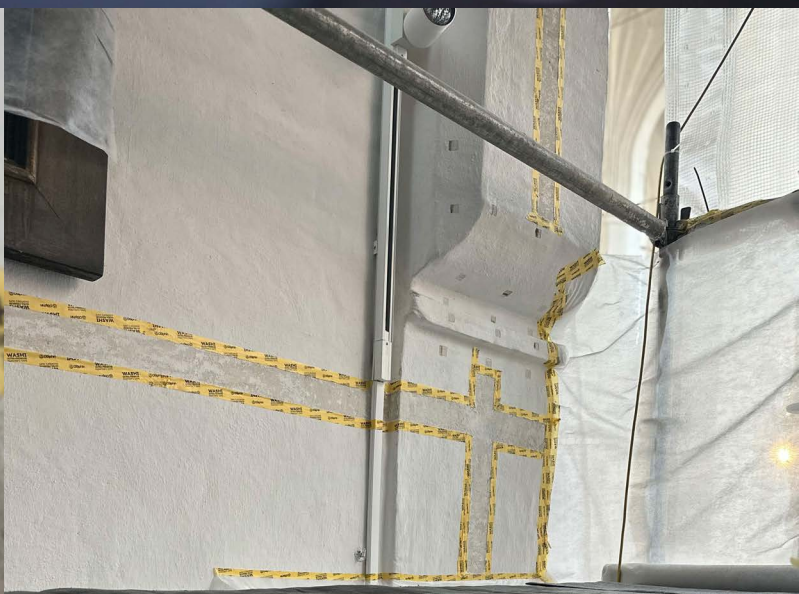
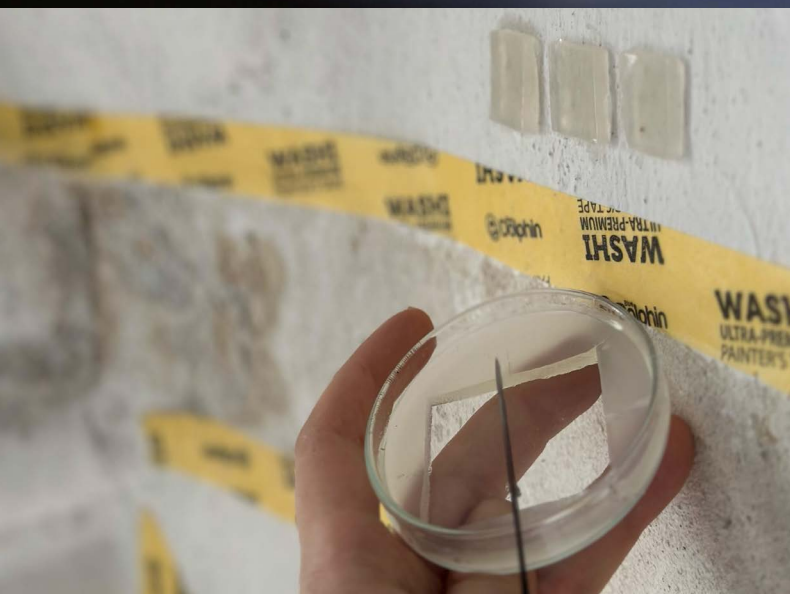
po zabiegu











próby chemicznego usuwania pobiał okazały się nieskuteczne, odkrywki zostały wykonane mechanicznie przy użyciu młoteczków jubilerskich



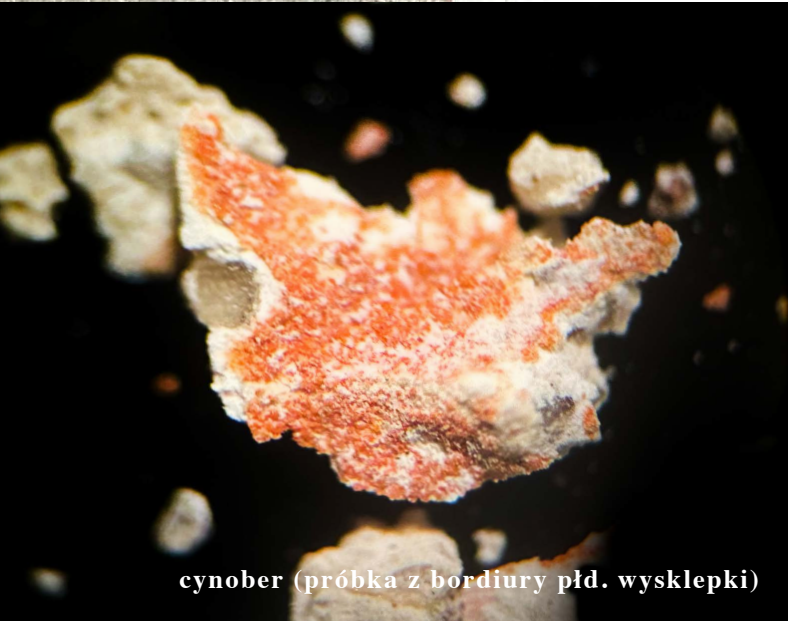




zieleń miedziowa z tła wysklepki



na podstawie odkrywek ustalono, że tła wysklepek pokrywała zielono-brązowa polichromia z niebiesko-czerwoną bordiurą

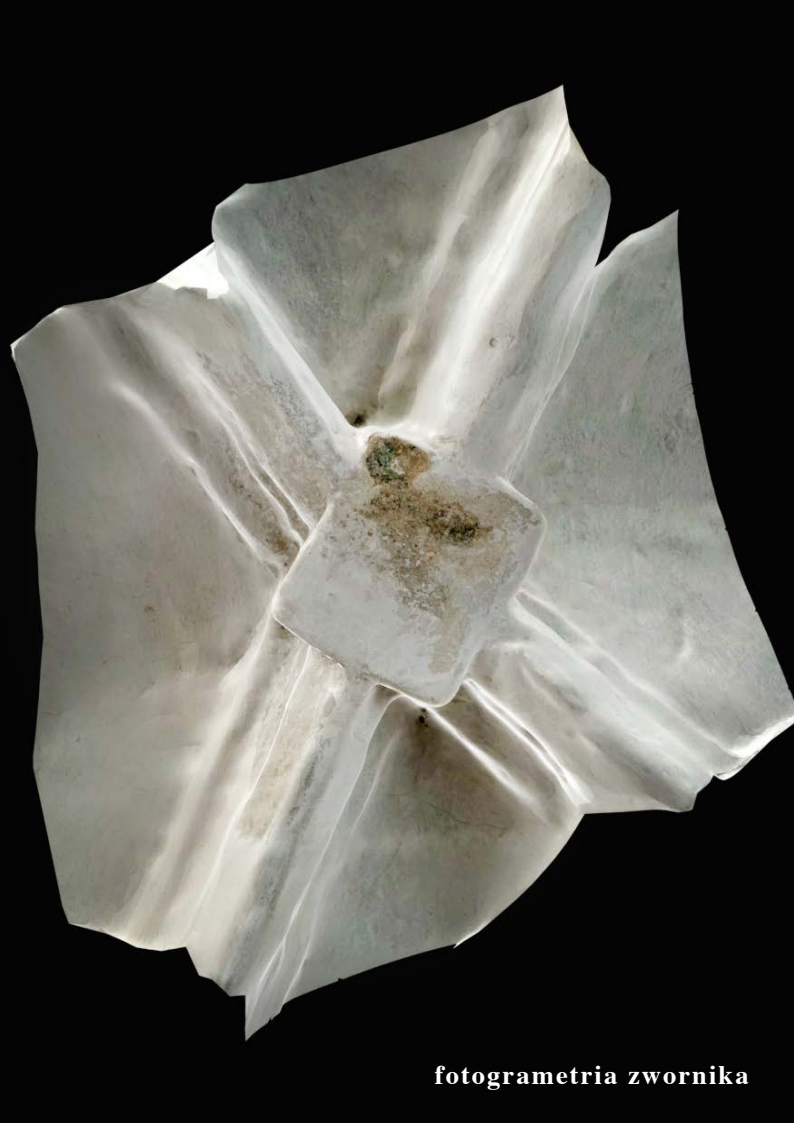


cynober (próbka z bordiury pld. wysklepki)



dolne profile wsporników były błękitne, środkowe ugrowy i czerwony a górny błękitny





fotogrametria zwornika



błękitna warstwa malarska na zworniku



szara malatura wspornika mogła nawiązywać do architektury namalowanej wokół św. Jakuba



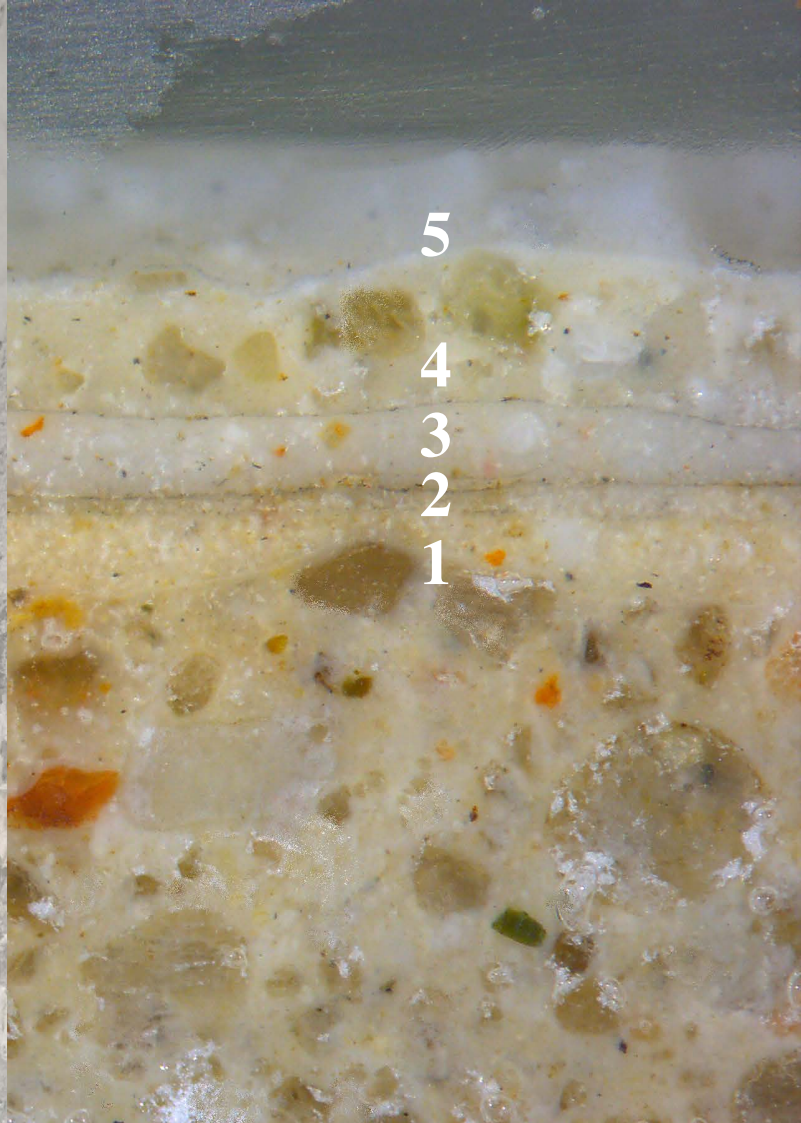
ciemna warstwa na szkarpie mogła być częścią malowanej architektury



odsłonięto fragment sceny powyżej wnęki ołtarzowej



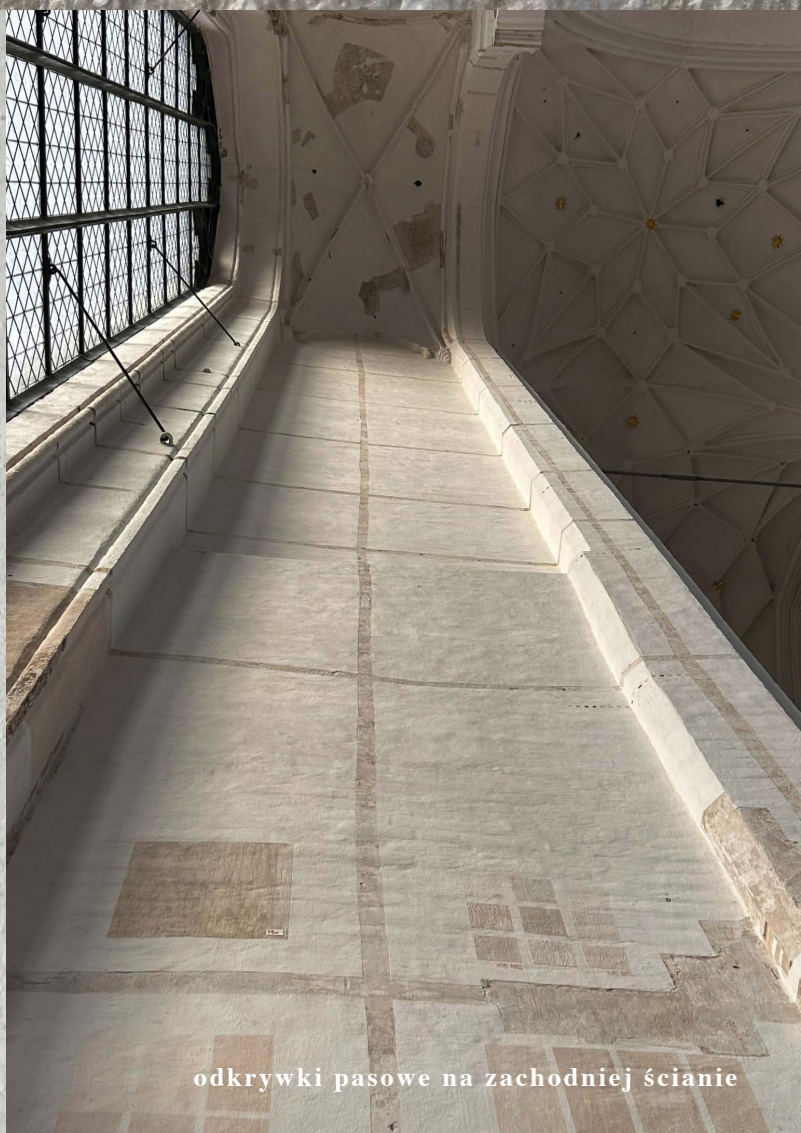




na powierzchni arkad, wnęki okiennej i ściany zachodniej nie znaleziono polichromii a jedynie warstwę naturalnie spatynowaną pobiały, numerami znaczone fazy chronologiczne (1) ok. 1425, (2) ok. 1550, (3) XIX w., (4) ok. 1960, (5) ok. 2000



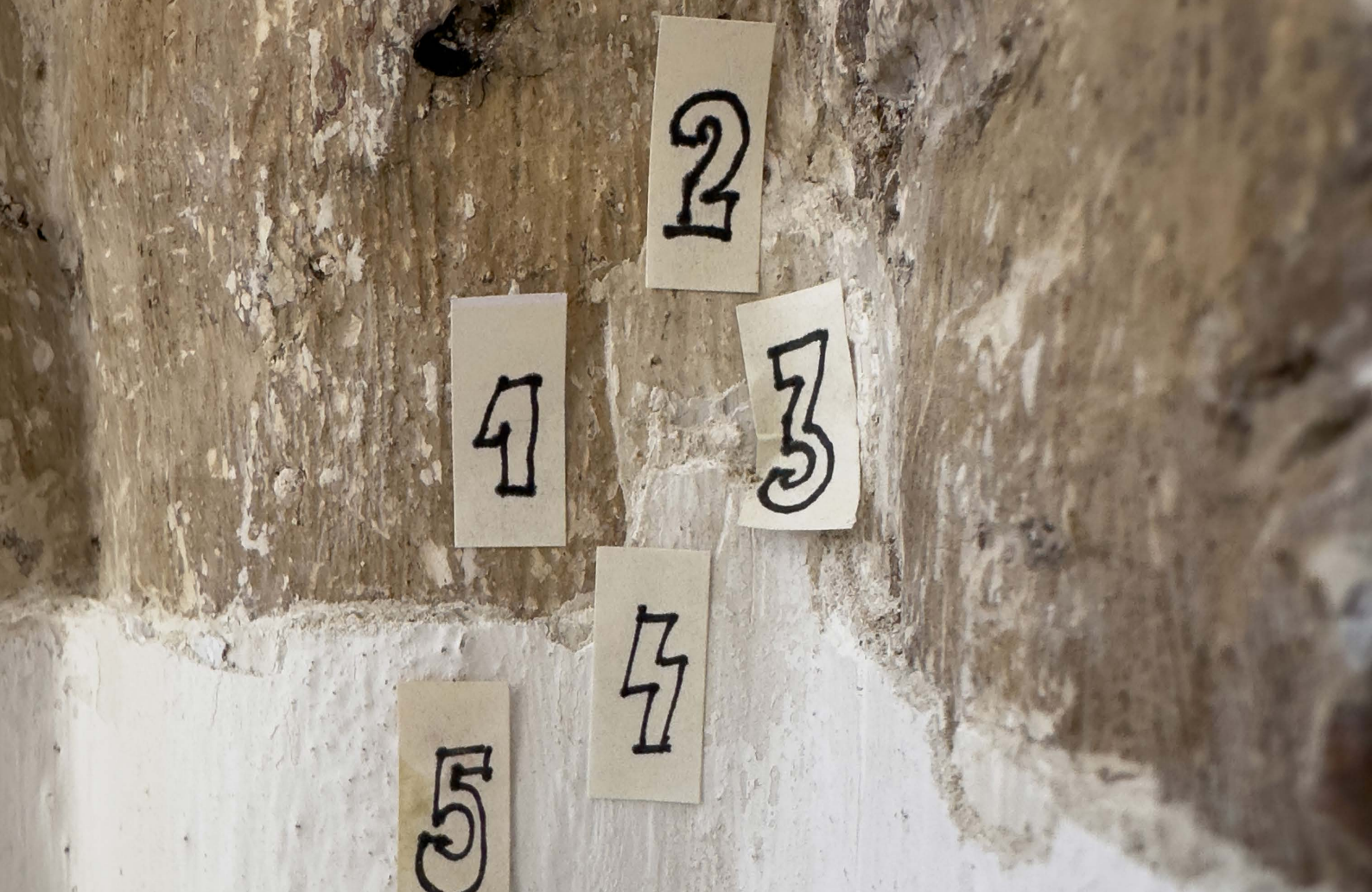
pierwotna pobiała miała rdzawy odcień



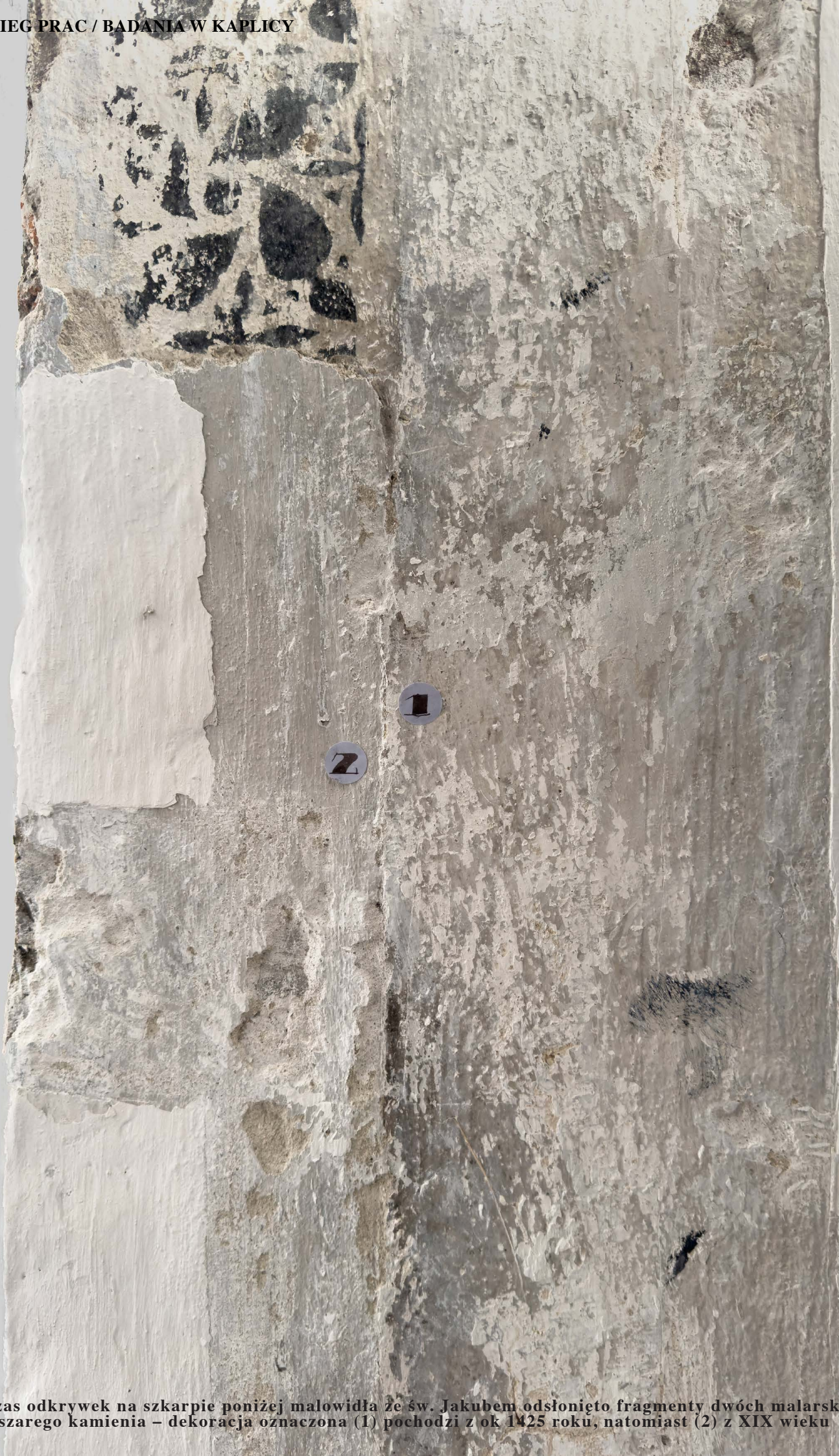
odkrywki pasowe na zachodniej ścianie

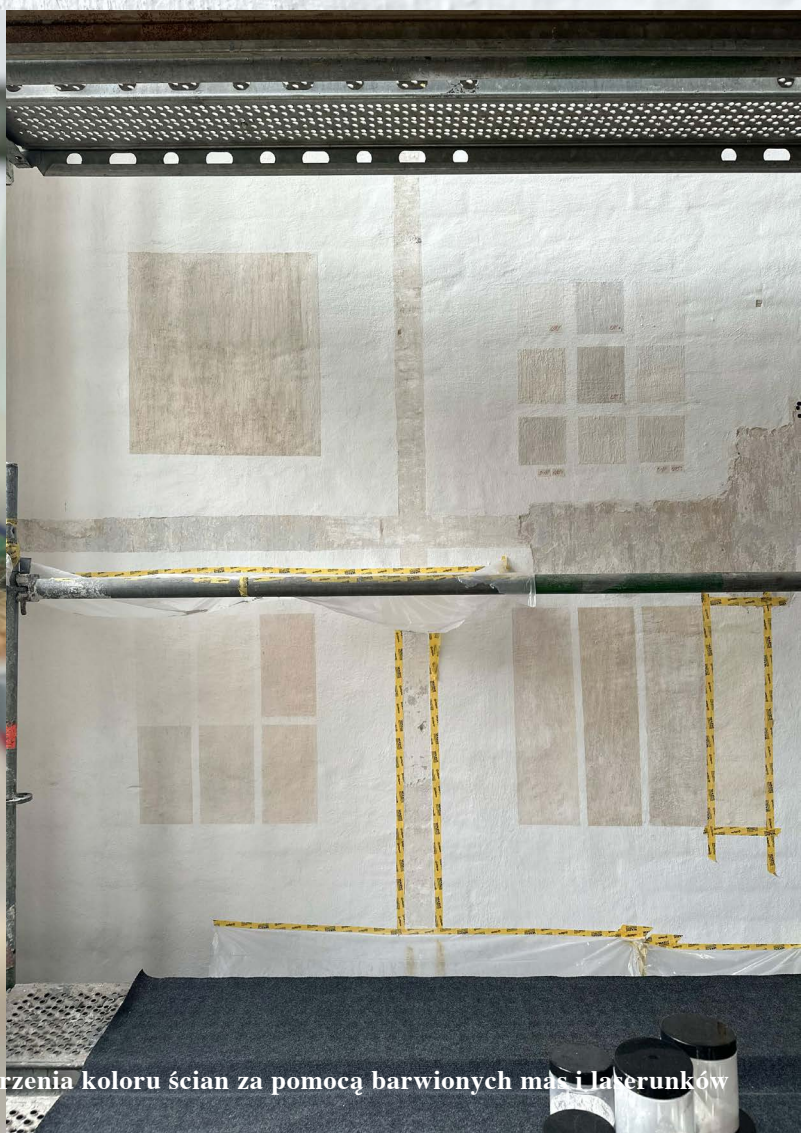


warstwy pierwotne ok. 1425: (1) drewno, (2) tynk 1, (3) tynk 2, (4) pobiała oraz wtórne warstwy: (5) pobiała ok. 1550, (6) szara marmoryzacja XIX w., (7-8) tynk i pobiała ok. 1960, pobiała ok. 2000 (ściana zachodnia)

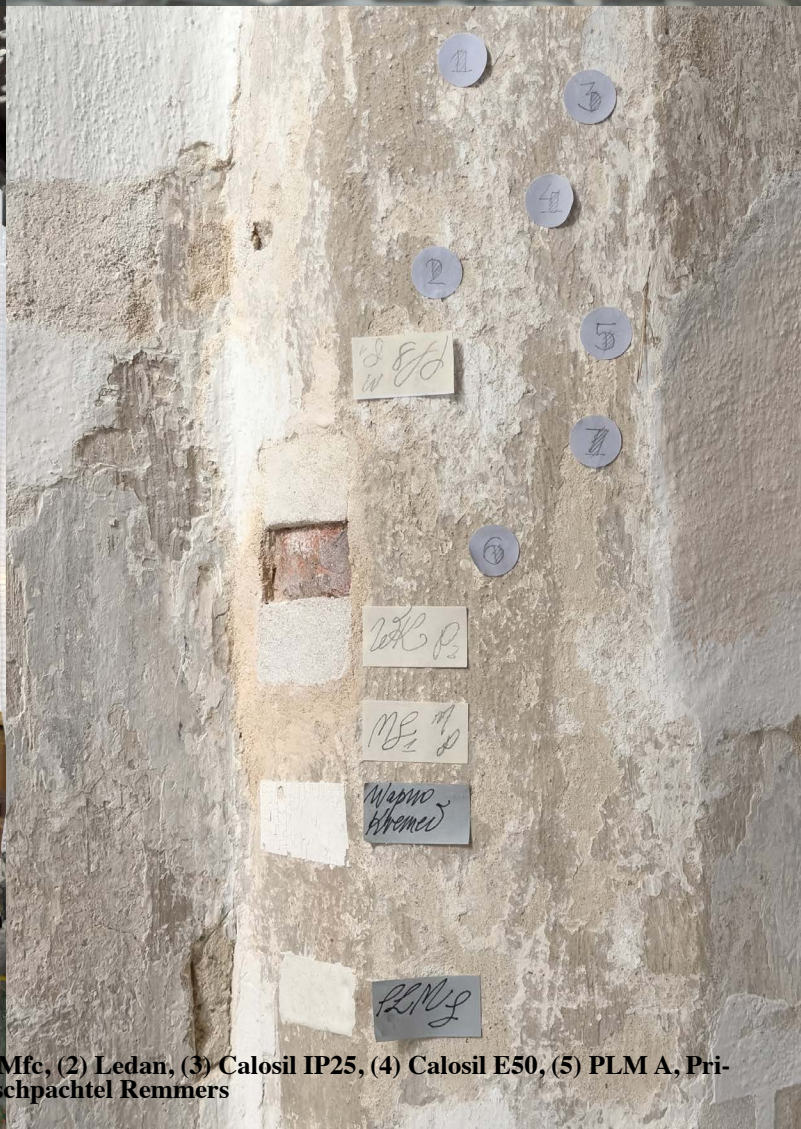


fazy chronologiczne zagłębienia wsch. żebra arkady (1) ok. 1425, (2) ok. 1550, (3) XIX w., (4) ok. 1960, (5) ok. 2000







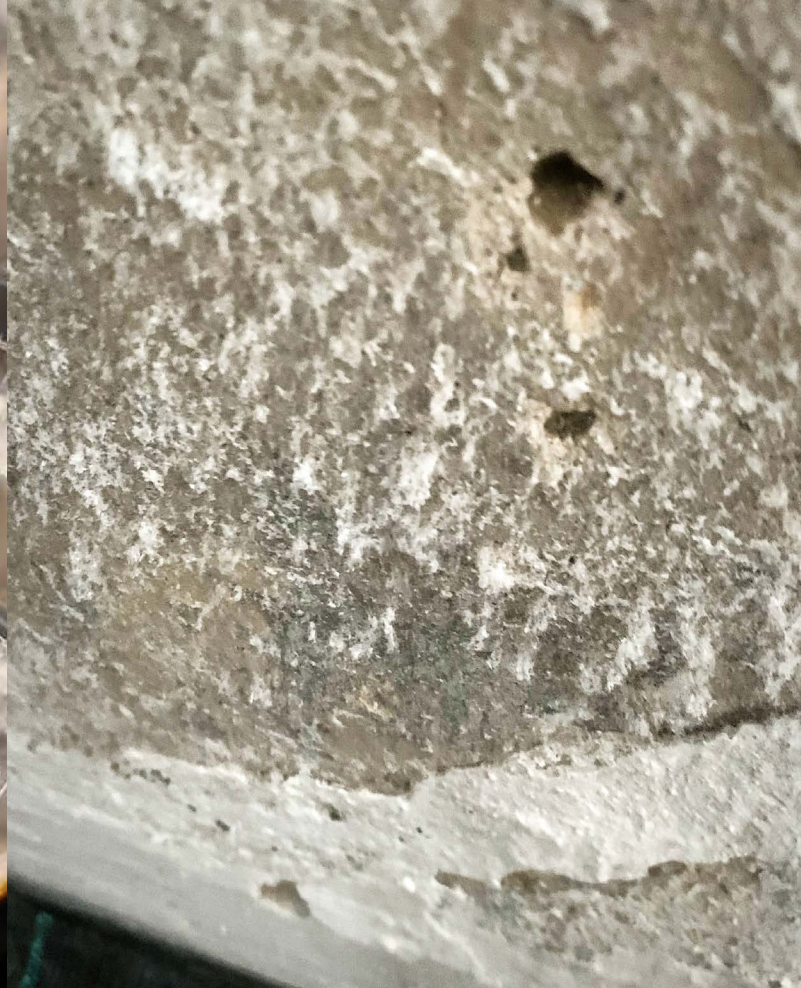


wykonano próby środków do przyszłej konsolidacji: (1) Lascaux Mfc, (2) Ledan, (3) Calosil IP25, (4) Calosil E50, (5) PLM A, Primal AC 33 i uzupełnień: wapno Kremer, PLM S Bresciani, Muttlischpachtel Remmers

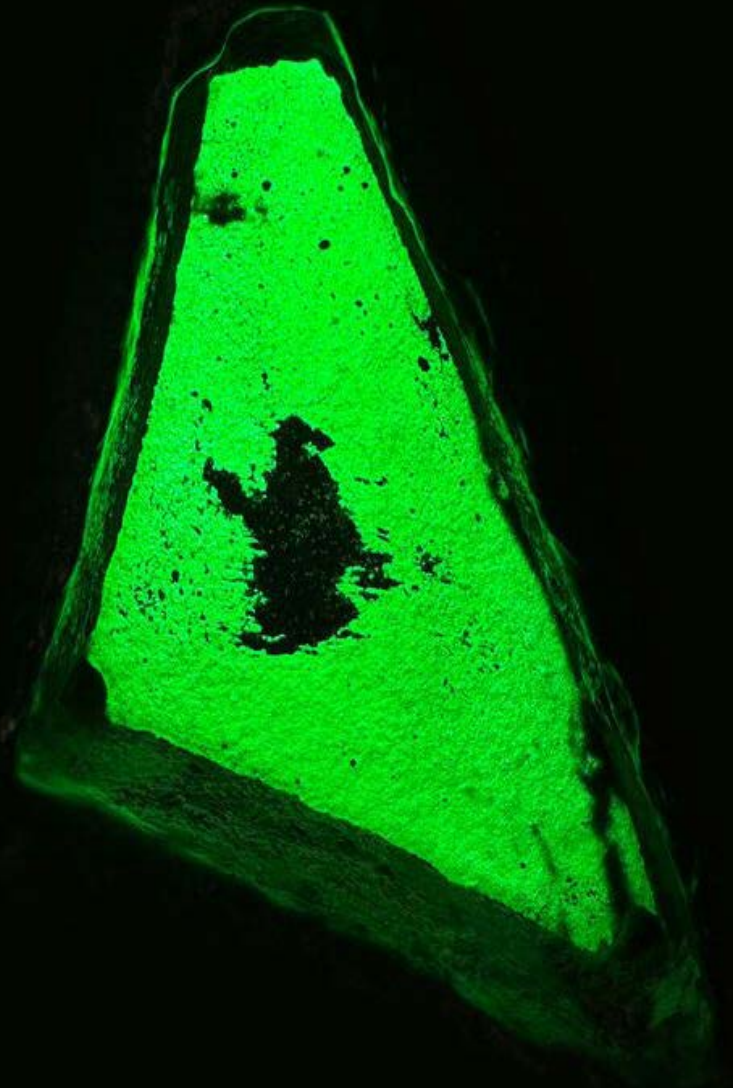




testy spoiw we wnęce okiennej: Calosil IP25, NP25, E25, E50

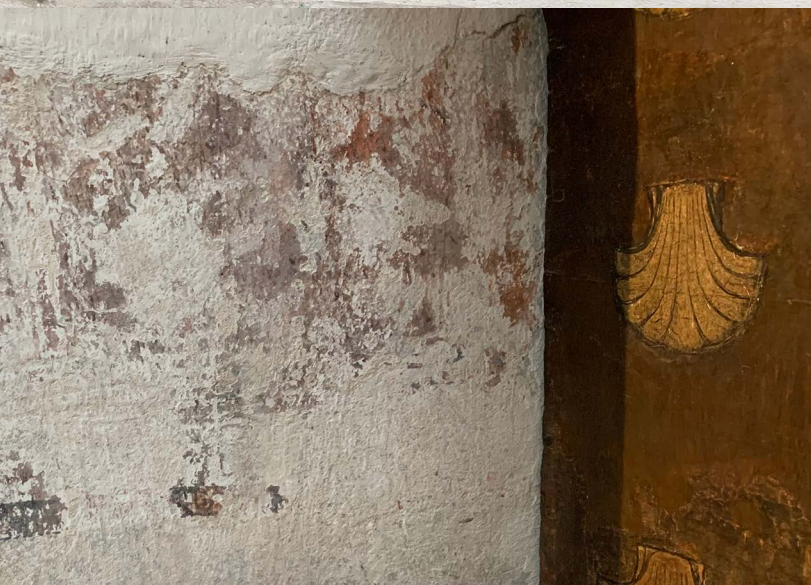


badania zasolenia przy posadzce





w trakcie odkrywek zarejestrowano obecność śladowo zachowanych czerwonych marmoryzacji na powierzchni mensy ołtarzowej



ściana południowa przy predelli we wzbudzonej fluorescencji UV (kotorą? ornament zbliżony do spirali nad ołtarzem?)

na powierzchni drzwiczek ołtarzowych pod brązowym przemalowaniem rozpoznano czerwono - zieloną malaturę









obecny wygląd kaplicy



wizualizacja informacji z przeprowadzonych badań





### **1.3.6. Dokumentacja fotograficzna obiektu po zakończeniu prac (zdjęcia ogólne i szczegółowe)**



Włocławek  
Katedra























przed konserwacją



po konserwacji



przed konserwacją

przed konserwacją



po konserwacji

po konserwacji



przed konserwacją



po konserwacji

































przed konserwacją



# PRÓBKI POBRANE DO BADAŃ TECHNOLOGICZNYCH: PETROGRAFIA I XRF

petrografia: dr Wojciech Bartz  
XRF: dr hab. Mirosław Sawczak  
zdjęcia próbek: mgr Agnieszka Fejzer

<b>1. Numer próbki:</b>  <b>ZW0708</b> <b>(1) - Kaplica Bazyliki Mariackiej w Gdańsku</b>	<b>2. Rodzaj skały:</b>  <p style="text-align: center;"><b>zaprawa</b></p>	
<b>3. Barwa próbki:</b> <p style="text-align: center;">żółtawo-szara</p>	<b>4. Zwięzłość próbki:</b> <p style="text-align: center;">zwięzła</p>	<b>5. Reakcja z HCl:</b> <p style="text-align: center;">burzliwa</p>
<b>6. Szkielet ziarnowy</b>	<b>6a. Typ szkieletu ziarnowego:</b> rozproszony	
<p><b>6b. Skład mineralny:</b> kwarc, skalenie, glaukonit, fragmenty skał, amfibol, piroksen, rutil, minerały nieprzezroczyste.</p> <p><b>Kwarc</b> – stanowi podstawowy składnik wchodzący w skład szkieletu ziarnowego. Wykształcony jest jako detrytyczne ziarna, o zróżnicowanych rozmiarach. Podrzędna część osobników osiąga rozmiary do około 1,0-1,2 mm. Przeważnie kwarc tworzy ziarna mniejsze, osiągające do około 0,5-0,6 mm. Wśród nich część to ziarna drobne, o wielkości do 0,2-0,3 mm. Ziarna kwarcu wykształcone są zwykle w postaci osobników o kształtach zbliżonych do izometrycznych, lub są lekko wydłużone, rzadziej spotyka się osobniki które przyjmują kształty silnie wydłużone. Zasadniczą część populacji stanowią ziarna kwarcowe monokrystaliczne, choć osobniki polikrystaliczne lub o budowie subziarnowej nie należą do rzadkości. Stopień obtoczenia ziaren kwarcu ziemny, ziarna duże to w większości osobniki półobtroczone, niekiedy obtoczone. Ziarna mniejszych rozmiarów są nieco gorzej wyoblone, półobtroczone lub półostrokrawędziste, sporadycznie ostrokrawędziste. Przy jednym nikolu kwarc jest bezbarwny i niepleochroiczny, nie posiada widocznej łupliwości i wykazuje niski relief. Przy skrzyżowanych nikolach obserwuje się barwy interferencyjne niskie i średnie, I rzędu. Wrostki innych minerałów w ziarnach kwarcu zasadniczo nie występują, obecne są jedynie licznie niekiedy nagromadzone banieczki inkluzji ciekło-gazowych, których obecność powoduje zmętnienie ziarna.</p> <p><b>Skalenie</b> – występują rzadziej niż kwarc, stanowią składnik poboczny szkieletu ziarnowego. Największe ziarna skaleni osiągają rozmiary do około 1,0 mm, większość mniejsza, nie przekracza około 0,5-0,6 mm. Wykształcone są jako ziarna o zróżnicowanej formie. Obok osobników zbliżonych do form izometrycznych spotyka się również ziarna wyraźnie słabo jak i niekiedy silnie wydłużone. Pod względem wyoblenia zbliżone do ziaren kwarcowych, zwykle półobtroczone jak i półostrokrawędziste, niekiedy ostrokrawędziste a bardzo rzadko dobrze wyoblone. W składzie szkieletu spotyka się zasadniczo wszystkie odmiany skaleni – zarówno odmiany alkaliczne, reprezentowane przez ziarna pertytów, jak i ziarna skaleni sodowo-wapniowych. Pertyty zbudowane są z falistego kształtu struktur z powstałych odmieszczenia, składających się z skalenia sodowego, rozmieszczonych w większym ziarnie czystego skalenia potasowego. Plagioklasy są zbliżone polisyntetycznie, posiadają jeden system lamelek bliźniaczych. Ziarna skaleni są świeże i niezmienione, nie obserwuje się osobników które wykazywałyby oznaki przemian wtórnych. Przy jednym nikolu skalenie są bezbarwne i niepleochroiczne, rzadko obserwuje się widoczną łupliwość. Wykazują one niski relief, a przy skrzyżowanych nikolach wykazują I rzędu niskie lub średnie, szare i słomkowe barwy interferencyjne.</p> <p><b>Glaukonit</b> – jest to składnik akcesoryczny, występuje w formie owalnych agregatów, zbudowanych z drobnych łuseczek tego minerału. Agregaty tego rodzaju mają wielkość do około 0,2-0,3 mm. Posiadają trawiastozielone zabarwienie, są świeże i niezwiędnięte.</p> <p><b>Fragmenty skał</b> – występują relatywnie często, stanowią składnik poboczny szkieletu ziarnowego. Są zróżnicowane pod względem litologicznym. W składzie szkieletu spotyka się m. in. ziarna skał magmowych. Są to odmiany głębinowe, o składzie zbliżonym do granitu, posiadają izometryczne lub lekko wydłużone kształty, są średnio wyoblone, półobtroczone lub półostrokrawędziste. Maksymalnie osiągają wielkość do około 1,0-1,2 mm. Składają się one z kwarcu, skaleni oraz akcesorycznych mik czy amfibolu. Obok skał głębinowych podrzędnie w składzie szkieletu spotyka się ziarna skał osadowych - wapieni. Są to odmiany biogeniczne, zbudowane z drobnokrystalicznej formy węglanu wapnia (mikrytu), stanowiącego tło dla licznych sparytowych elementów szkieletowych. Ziarna wapieni osiągają rozmiary maksymalnie do około 1,5 mm (jeden osobnik w skali preparatu mikroskopowego), większość mała, ma rozmiary do 0,4-0,5 mm. Forma ich zbliżona jest najczęściej do lekko lub silnie wydłużonej, rzadko natomiast spotyka się ziarna izometryczne. Wszystkie ziarna są dość dobrze wyoblone.</p>		



*Amfibol* – ma charakter akcesoryczny, występuje rzadko. Są to krótkie słupki, półostrokrawędziste, o wielkości nieprzekraczającej około 0,3-0,4 mm. Mają one dodatni relief, są barwne i pleochroiczne od zielonych do blado zielonych. W niektórych widać łupliwość. Przy skrzyżowanych nikolach wykazują barwy interferencyjne II rzędu.

*Piroksen* – podobnie jak amfibol rzadki, o akcesorycznym charakterze. Ziarna piroksenu (kilka w skali preparatu) mają wielkość do około 0,4 mm, są słupkowego pokroju i półostrokrawędziste. Wykazuje silny relief, jest lekko pleochroiczne, bladozielone do bezbarwnych, posiadają słabo widoczną łupliwość krzyżującą się pod kątem zbliżonym do prostego. Przy skrzyżowanych nikolach obserwuje się barwy interferencyjne I rzędu.

*Rutyl* – występuje sporadycznie, w skali preparatu mikroskopowego to jeden osobnik, wykształconych jako silnie wydłużony słupek, o wielkości około 0,4 mm. Mineral ten charakteryzuje się silnie dodatnim reliefem, nie wykazuje oznak łupliwości. Jest barwny i lekko pleochroiczny, od brązowego do ciemnobrunatny, przy skrzyżowanych nikolach obserwuje się zbliżoną barwę, co wskazuje na ekstremalnie silną dwójłomność tego minerału, powodującą występowanie bardzo wysokich rzędów, tzw. białych barw interferencyjnych.

*Minerały nieprzezroczyste* – występują rzadko, jako składnik akcesoryczny. Są to lekko wydłużone lub rzadziej typowo izometryczne ziarna, średnio lub słabo wyoblone, o wielkości poniżej około ,2 mm. Są one świeże i niezwiertzałe, zabarwione na czarno.

#### 6c. Wielkość ziarn szkieletu ziarnowego:

Ziarna szkieletu maksymalnie osiągają rozmiary do około 1,0-1,2 mm, większość nie przekracza około 0,5 mm.

#### 6d. Morfologia ziarn:

Ziarna są izometryczne lub lekko wydłużone, rzadko typowo wydłużone. Wyoblenie ziaren w większości wypadków średnie lub niekiedy słabe, rzadko spotyka się ziarna obtoczone.

**7. Spoiwo (tlo)** – mikrokryształiczne, zbudowane z węglanu wapniowego, wykształconego w postaci mikrytu, o niewielkich submikroskopowych rozmiarach, stosunkowo jednorodne. Budujący spoiwo mikryt charakteryzuje się słabą przezroczystością i rdzawo-brązowym zabarwieniem. Przy skrzyżowanych polaryzatorach wykazuje wysokich rzędów barwy interferencyjne, maskowane przez zabarwienie mikrytu. Jest dość silnie spękanne.

#### **8. Stosunki objętościowe w próbce:**

Kwarc	Skalenie	Fr. skał	Inne	Spoiwo
~51,5%	~2,5%	~7,0%	~1,0%	~38,0%



<b>1. Numer próbki:</b>  <b>ZW0709</b> <b>(2) - Kaplica Bazyliki</b> <b>Mariackiej w</b> <b>Gdańsku</b>	<b>2. Rodzaj skały:</b>  <p style="text-align: center;"><b>zaprawa</b></p>	
<b>3. Barwa próbki:</b> <p style="text-align: center;">kremowo-szara</p>	<b>4. Zwięzłość próbki:</b> <p style="text-align: center;">zwięzła</p>	<b>5. Reakcja z HCl:</b> <p style="text-align: center;">burzliwa</p>
<b>6. Szkielet ziarnowy</b>	<b>6a. Typ szkieletu ziarnowego:</b> rozproszony	
<p><b>6b. Skład mineralny:</b> kwarc, skalenie, glaukonit, fragmenty skał, serycyt, epidot, węgiel drzewny (?), biotyt, minerały nieprzezroczyste, skupienia mikrytowe.</p> <p><i>Kwarc</i> – stanowi podstawowy składnik szkieletu ziarnowego próbki. Tworzy ziarna o rozmiarach maksymalnie do około 0,8 mm, przeważająca większość jest mniejsza, poniżej około 0,5 mm z licznymi ziarnami wielkości rzędu 0,2 mm. Przeważająca większość ziaren kwarcu ma charakter ziaren monokrystalicznych, osobniki będące zrostami polikrystalicznymi są podrzędne. Forma ziaren kwarcowych zwykle zbliżona do izometrycznej lub lekko wydłużonej, wyraźnie mniej liczne są osobniki silnie wydłużone. Stopień obtoczenia ziaren zmienny, przeważająca większość to ziarna półobtroczone, półostrokrawędziste, niekiedy ostrokrawędziste, sporadycznie obtroczone. Kwarc przy jednym nikolu jest bezbarwny i niepleochroiczny, pozbawiony łupliwości, wykazuje stosunkowo niski relief. Przy skrzyżowanych nikolach wykazuje szare i słomkowo-szare barwy interferencyjne I rzędu. Wrostki w ziarnach kwarcu innych minerałów nie występują, obecne są jedynie submikroskopowe banieczki inkluzji ciekło-gazowych.</p> <p><i>Skalenie</i> – występują jako składnik uzupełniający szkielet ziarnowy. Forma ziaren skaleni zbliżona jest do izometrycznej lub lekko wydłużonej, ich wielkość nie przekracza 0,6-0,8 mm. Stopień wyoblenia ziaren skaleni zmienny, średni do słabego. Część ziaren jest półostrokrawędzista, inne są półobtroczone czy też ostrokrawędziste. Przy jednym nikolu ziarna skaleni są bezbarwne i niepleochroiczne, wykazują niski relief, zbliżony do reliefu kwarcu. Sporadycznie w niektórych ziarnach obserwuje się łupliwość, podkreśloną wzrostkami minerałów wtórnych. Przy skrzyżowanych nikolach ziarna skaleni wykazują szare i żółto-szare barwy interferencyjne I rzędu. Skalenie są reprezentowane przez różne odmiany mineralogiczne. Obecne zarówno skalenie alkaliczne, reprezentowane przede wszystkim przez nieliczne mikrokliny, zbliżone do postaci tzw. kratki mikroklinowej, oraz głównie pertyty, składające się z przerostów skalenia sodowego w potasowym, powstałe wskutek wtórnego odmieszania obu faz. Obok odmian alkalicznych również obecne są ziarna skaleni sodowo-wapniowych, zbliżonych polisyntetycznie. Zwykle skalenie są świeże i niezmienione, niektóre są lekko zwiertzałe, delikatnie poprzrastane submikroskopowymi wzrostkami minerałów wtórnych.</p> <p><i>Glaukonit</i> – jest to składnik akcesoryczny, minerał ten wykształcony jest w postaci mikrobłaszek, tworzących drobne skupienia o owalnym kształcie i wielkości kilku dziesiątych części milimetra. Mają one typowe dla glaukonitu trawiastozielone zabarwienie, są świeże i niezwiertzałe.</p> <p><i>Fragmenty skał</i> – spotyka się podrzędnie, są to ziarna skał głębinowych oraz sporadycznie ziarna wapieni. Skały głębinowe złożone są z szeregu zrosniętych ze sobą ziaren skaleni i kwarcu, oraz niekiedy występujących mik, reprezentują fragmenty granitoidów. Ziarna takie mają izometryczne do lekko wydłużonych kształty, są średnio do niekiedy słabo obtoczonych. Rozmiary ich nie przekraczają około 0,8 mm. Obok nich spotkać można ziarna drobnokrystalicznych skał węglanowych, składających się z masy mikrytowej oraz węglanowych bioklastów. Ziarna takie nie przekraczają około 0,5-0,6 mm, są wydłużone do izometrycznych, średnio lub dobrze wyoblone.</p> <p><i>Serycyt</i> – występuje akcesorycznie, wykształcony w postaci pojedynczych blaszek, o wielkości do około 0,2-0,3 mm. Błaszki muskowitu są bezbarwne, o dodatnim reliefie, przy skrzyżowanych nikolach wykazują wysokie barwy interferencyjne, II rzędu.</p> <p><i>Epidot</i> – występuje rzadko, w skali preparatu to kilka osobników. Są to ziarna o wielkości poniżej 0,2-0,3 mm, izometryczne do rzadko lekko wydłużonych, półobtroczone. Posiadają one silny, dodatni relief, są słabo zabarwione na słomkowo, lekko pleochroiczne. Rzadko widoczna jest łupliwość, przy skrzyżowanych nikolach ziarna wykazują plamiste barwy interferencyjne, wysokie I rzędu, do niskich III rzędu.</p> <p><i>Węgiel drzewny (?)</i> – jest to składnik rzadki, akcesoryczny. Wykształcony jako drobne igielki, o postrzępionych brzegach, wielkości poniżej 0,3 mm. Są czarne i nieprzezroczyste, masywne, nie posiadają por.</p>		



*Biotyt* – występuje jako składnik akcesoryczny. Są to blaszki, wielkości do około 0,5-0,6 mm. Mają one dodatni relief, są barwne i pleochroiczne, od żółtawych po brunatne. Posiadają łupliwość, a przy skrzyżowanych nikolach wykazują II rzędu barwy interferencyjne. Są świeże i niezwiędnięte, nie wykazują oznak chloryzacji.

*Minerały nieprzezroczyste* – występują sporadycznie, mają wielkość do około 0,2 mm, izometryczne lub lekko wydłużone, średnio wyoblone. Zabarwione są na czarno, całkowicie nieprzezroczyste, nie wietrzeją.

*Skupienia mikrytowe* – występują dość często, osiągają rozmiary do maksymalnie około 1,5 mm, choć większość mniejsza, ma wielkość poniżej 1,0 mm. Są one zbudowane z brunatno zabarwionego mikrytu, słabo przezroczyste. Przy skrzyżowanych nikolach wykazują wysokich rzędów barwy interferencyjne.

**6c. Wielkość ziarn szkieletu ziarnowego:**

Ziarna szkieletu maksymalnie osiągają rozmiary do około 0,8 mm, większość to niewielkie ziarna często o rozmiarach znacznie poniżej 0,5 mm.

**6d. Morfologia ziarn:**

Ziarna są izometryczne lub lekko wydłużone, rzadko typowo wydłużone. Wyoblenie ziaren średnie lub słabe, są to głównie formy półobtoczone i półostrokrawędziste, niekiedy ostrokrawędziste, rzadko obtoczone.

**7. Spoiwo (tło)** – mikrytowe, ma charakter masy o słabej przezroczystości i jasnobrażowym zabarwieniu. Niejednorodne, zawiera wyodrębnione skupienia mikrytowe. Przy jednym polaryzatorze brunatne i słabo przezroczyste. Cechy te maskują wysokich rzędów barwy interferencyjne, obserwowane przy skrzyżowanych nikolach.

**8. Stosunki objętościowe w próbce:**

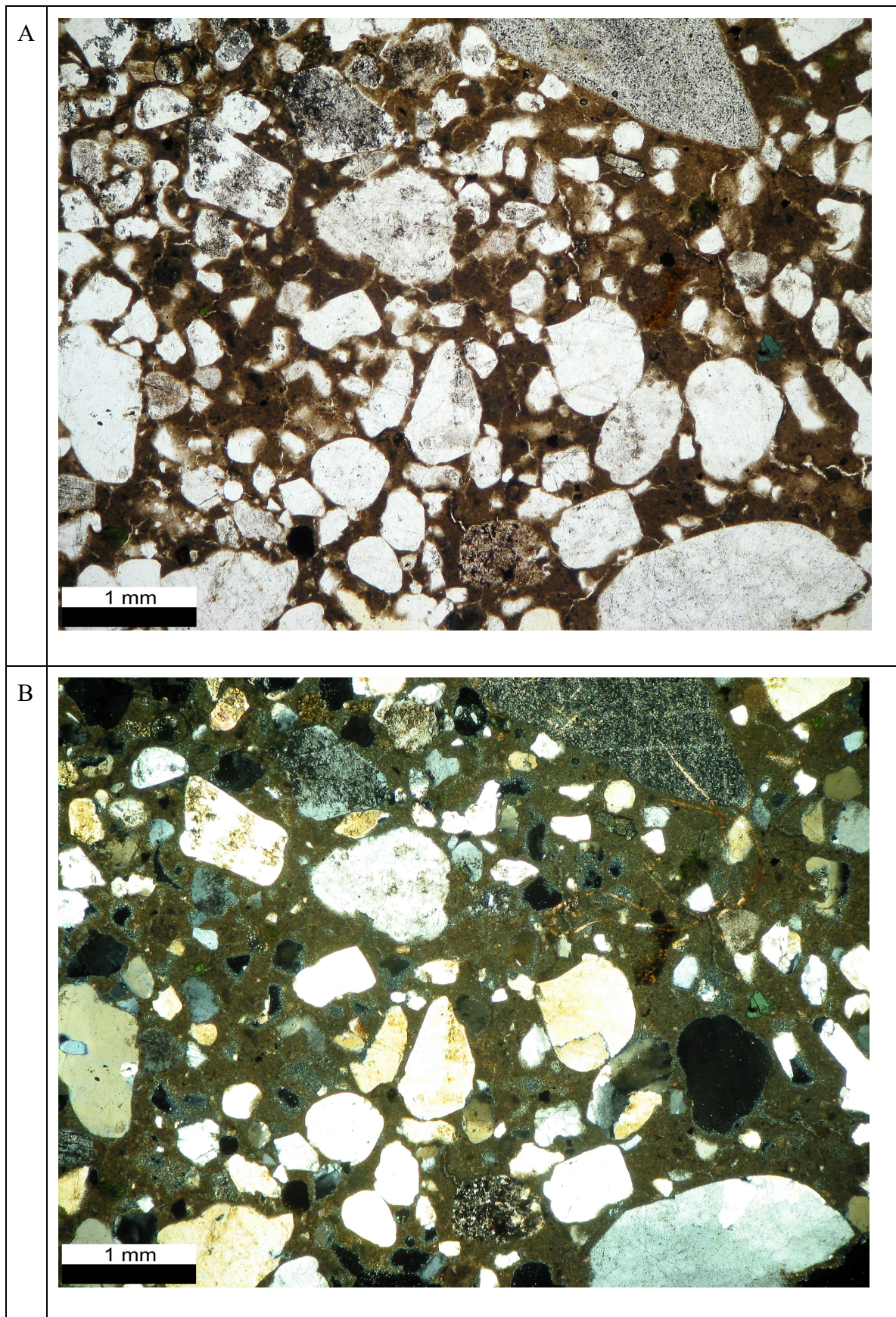
Kwarc	Skalenie	Fr. skał	Inne	Spoiwo
~31,0%	~3,5%	~5,5%	~1,0%	~59,0%

**9. Uwagi:**

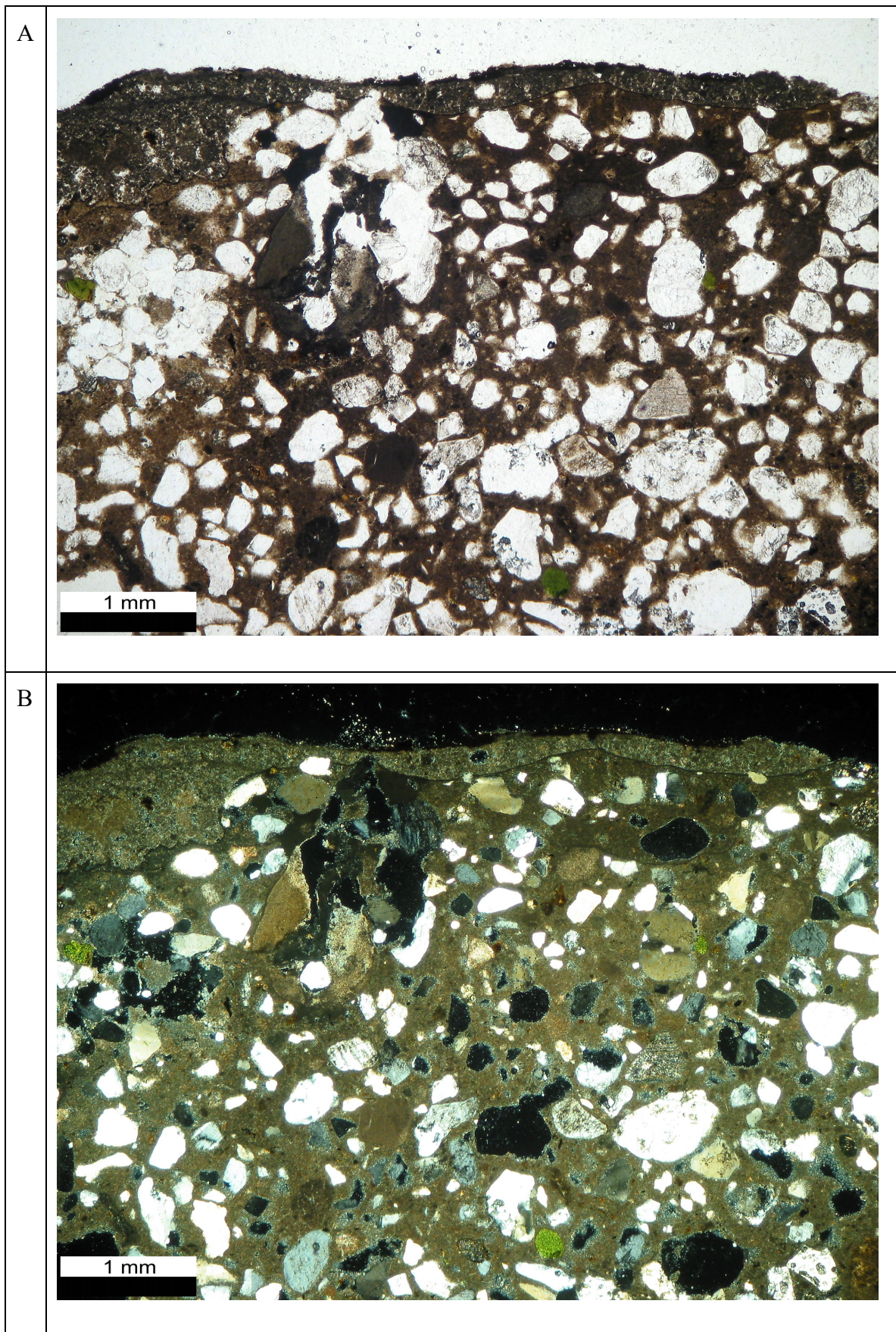
Na powierzchni próbki obecna warstewka zaprawy o miąższości około 0,6-0,8 mm, która ostro kontaktuje z zasadniczą jej częścią. Granica zaznacza się silnie w obrębie spoiwa, natomiast szkielet ziarnowy obu nie wykazuje istotnych różnic zarówno pod względem składu jak i morfologii. Barwa masy spajającej ma dodatkowy pomarańczowy odcień. Na powierzchni takiej warstwy zaprawy obecna kolejna, również ostro kontaktująca, składająca się wyłącznie z węgla wapnia wykształconego pod postacią mikrytu, nie zawiera ziarna szkieletu. Na jej powierzchni obecna lamina o miąższości do 0,2 mm, skrytokrystaliczna, składająca się z brunatno-pomarańczowej masy, przypuszczalnie warstwa farby.

<b>1. Numer próbki:</b> <b>SK1001</b> (3) - Bazylika Mariacka, Gdańsk		<b>2. Rodzaj skały:</b> <b>wapień (biomikryt)</b>	
<b>3. Barwa próbki:</b> szara		<b>4. Zwięzłość próbki:</b> zwięzła	<b>5. Reakcja z HCl:</b> burzliwa
<b>6. Struktura skały:</b> bezlądna			
<b>7 Opis</b> Badana skała reprezentuje skały osadowe, węglanowe – wapienie. Składa się praktycznie wyłącznie z węglanu wapniowego, minerały nieprzezroczyste mają charakter składnika akcesorycznego Budujący skały węglan wapniowy charakteryzuje się zmiennym sposobem wykształcenia. Część węglanu wchodzi w skład występujących w skale elementów szkieletowych organizmów żywych (bioklasty), osiagających wielkość do kilku milimetrów. Struktury te to prawdopodobnie koralowce. Wchodzący w ich skład węglan ma postać jawnokrystaliczną. Poza tą formą w skale obecny jest również węglan mikrokrystaliczny, wykształcony w postaci mikrytu. Tworzy on słabo przezroczystą masę mikrytowa, która przy jednym nikolu jest zabarwiona na jasnobrunatno. Ta forma lokuje się w przestrzeniach pomiędzy bioklastami. Może występować zarówno jako nieregularnego kształtu skupienia jak również w formie owalnych, bezstrukturalnych agregatów (peloidy) wielkości kilku dziesiątych milimetra. W przestrzeniach między bioklastami spotyka się również typowy cement sparytowy. Są to zwykle hipautomorficzne a rzadko automorficzne kryształy, bezbarwne i przezroczyste. Największe osobniki osiagają rozmiary do około 0,2-0,3 mm. Przy skrzyżowanych nikolach osobniki takie wykazują wysokie barwy interferencyjne IV-V rzędu. Minerały nieprzezroczyste występują w niewielkich ilościach, stanowiąc składnik akcesoryczny. Mają one postać ziaren, o rozmiarach poniżej około 0,01 mm. Ziarna ich są całkowicie nieprzezroczyste, mają czarne zabarwienie, nie wietrzeją. Spotyka się wewnątrz kryształów cementu sparytowego.			
<b>8. Stosunki procentowe w próbce:</b>			
Węglany	Inne	Pory	
~95,5%	pon 0,5%	~0,0%	

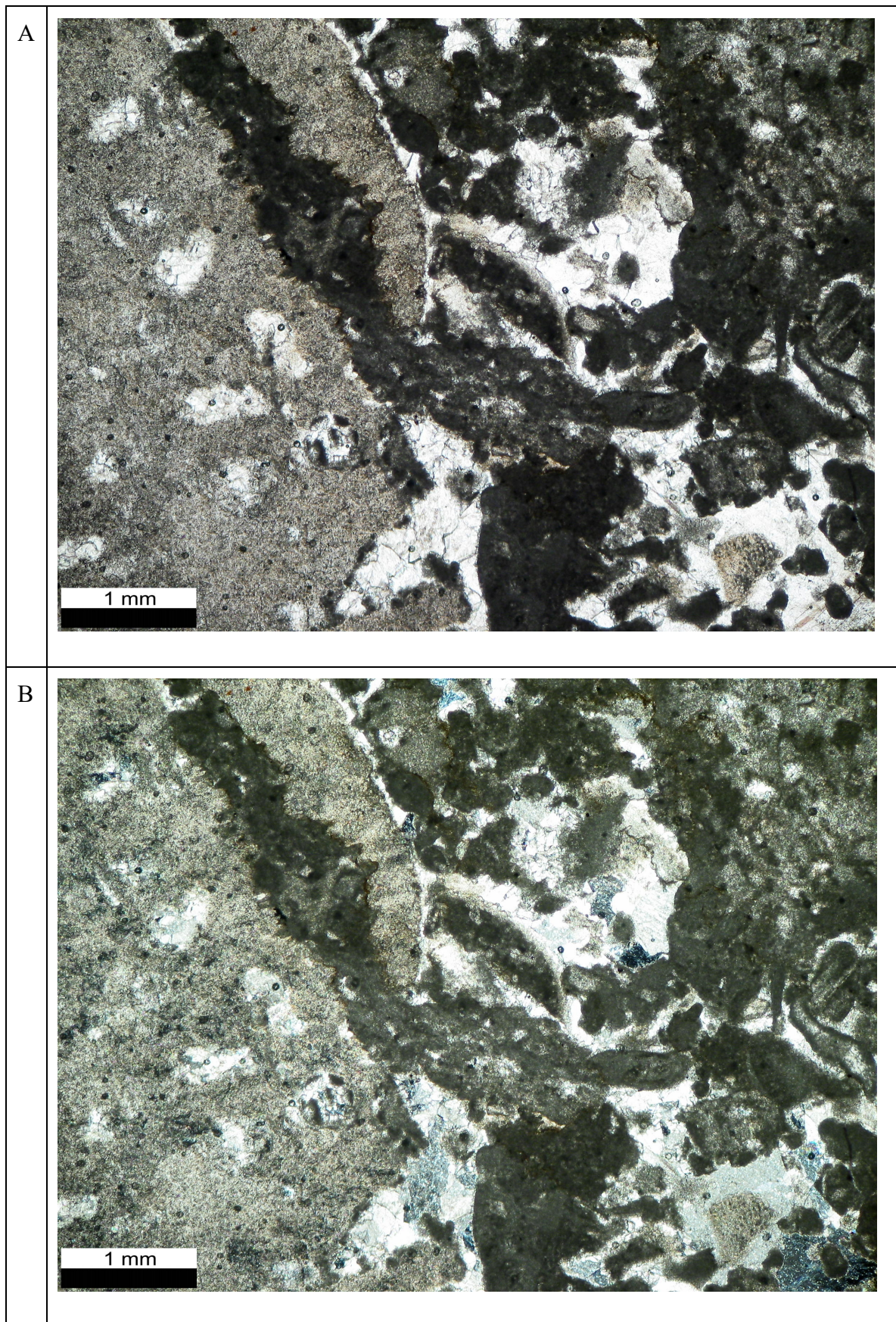




Obraz mikroskopowy próbki 1, obserwowany przy jednym polaryzatorze (A) i dwóch, skrzyżowanych polaryzatorach (B).



Obraz mikroskopowy próbki 2, obserwowany przy jednym polaryzatorze (A) i dwóch, skrzyżowanych polaryzatorach (B).



Obraz mikroskopowy próbki 3, obserwowany przy jednym polaryzatorze (A) i dwóch, skrzyżowanych polaryzatorach (B).

## Podsumowanie badań petrograficznych dwóch próbek zaprawy i jednej skały

Badania petrograficzne wykonano dla dwóch próbek zapraw, pochodzących z kaplicy Bazyliki Mariackiej w Gdańsku, oznaczonych numerami 1 (ZW0708) i 2 (ZW0709). Obie próbki posiadają zbliżony szkielet ziarnowy, jak i spoiwo. Pewne różnice pomiędzy nimi zaznaczają się w składzie zestawu składników akcesorycznych, a także strukturze spoiwa.

Masa spajająca wykształcona jest jako mikrokryształiczny węglan wapnia – mikryt. W próbce 1 jest ona lekko spękana, posiada dodatkowy względem typowej brunatnej barwy – lekki pomarańczowo-rdzawy odcień. W próbce 1 jest relatywnie jednorodna, natomiast w obrębie próbki 2 o typowej barwie, gdzie spotyka się dość często wyodrębnione z masy mikrytowej samodzielne skupienia mikrytowe (grudki wapna).

Podstawowym składnikiem szkieletu ziarnowego jest kwarc, obok którego występują ziarna skał (granity, wapienie), oraz podrzędne skalenie. Te ostatnie to plagioklasy, pertyty, oraz stwierdzone wyłącznie w próbce 2 mikrokliny. Zestaw składników reprezentują: glaukonit, minerały nieprzezroczyste, oraz amfibol, piroksen, rutyl w próbce 1 i serycyt, epidot, węgiel drzewny (?), biotyt w próbce 2. Pod względem morfologii ziarna szkielety wykształcone podobnie, tworzą ziarna o zróżnicowanej wielkości, średnio i słabo wyoblone z nielicznymi ziarnami dobrze wyoblonymi. Różnią się natomiast wielkościami pomiędzy próbkami, w zaprawie 1 nieco częściej spotkać można ziarna duże, o rozmiarach rzędu 1,0-1,2 mm.

Próbka 2 dodatkowo jest niehomogeniczna, na głównej jej części widoczna jest warstewka zaprawy o podobnym szkielecie ziarnowym i spoiwie mikrytowym. To ostatnie w obrazie mikroskopowym wydaje się mieć podobny odcień co mikryt spoiwa próbki 1.

Badania petrograficzne wykonano dla jednej próbki oznaczonej numerem 3 (SK1001), pochodzącej z Bazyliki Mariackiej w Gdańsku. Analizowana próbka reprezentuje skałę naturalną. Jest to skała węglanowa – wapień biogeniczny, składająca się z licznych węglanowych bioklastów. Przestrzenie pomiędzy nimi również zajmuje węglanowy cement w postaci sparytu oraz skupiska mikrokryształicznej formy – mikrytu. W charakterze składnika akcesorycznego występują niewielkie ziarna minerałów nieprzezroczystych. Charakter petrograficzny wapienia sugeruje, iż skała ma wiek dolnopaleozoiczny. Wapienie takie zbliżone barwą i wykazujące podobne cechy petrograficzne występują na wyspie Gotlandia.

próbki XRF

1. północna ściana  
przy predelli

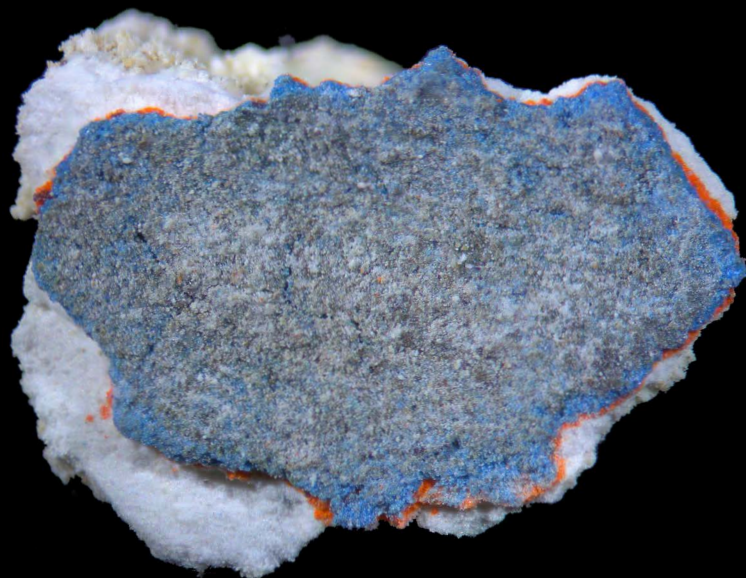
minia  
czerwień żelazowa (?)  
azuryt

2. linia pod Antonim

zieleń miedziowa

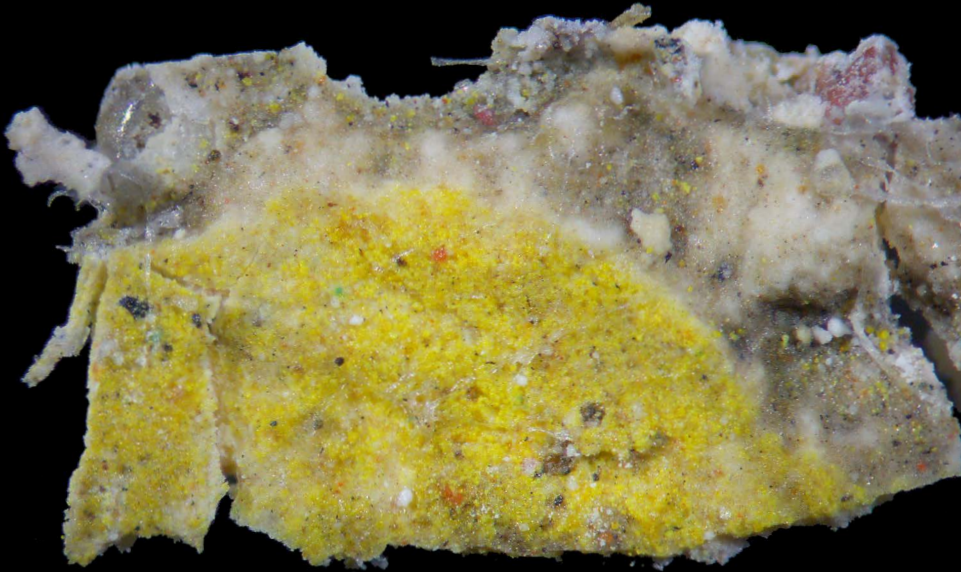
3. spirala pod Jodokiem

minia  
cynober



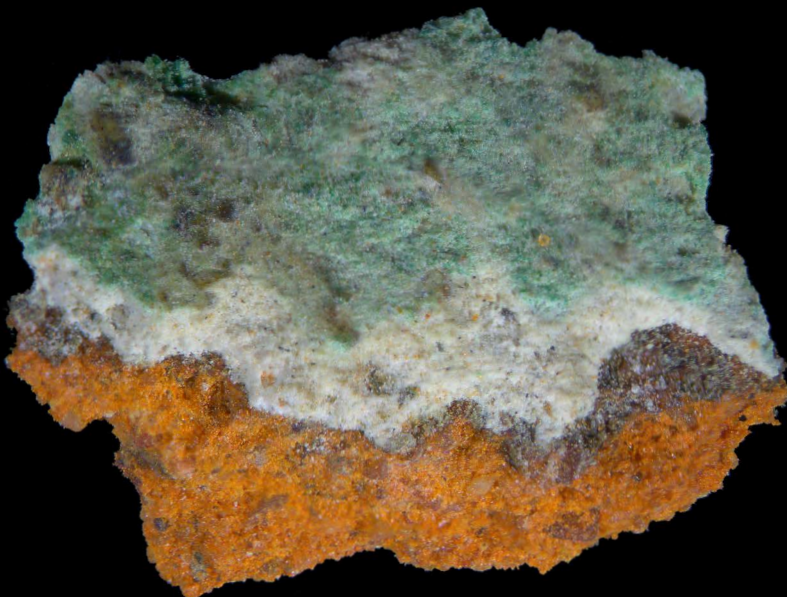


próbki XRF



4. nimb Jodoka

żółcień cynowo-ołowiowa



5. zewnętrzna wkłęska

zieleń miedziowa



6. ukośny pas ściana pn.

minia

cynober?

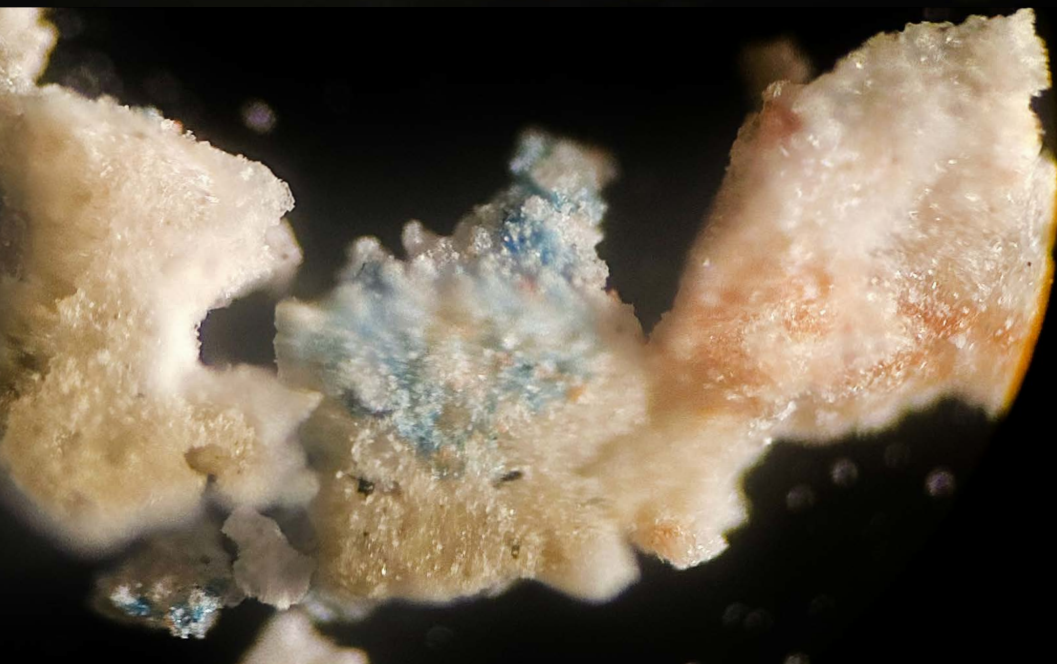
czerveń żelazowa ?

próbki XRF



7. twarz lewego anioła

minia  
czerwień żelazowa ?  
biel ołowiana



8. wspornik płd.-wsch.

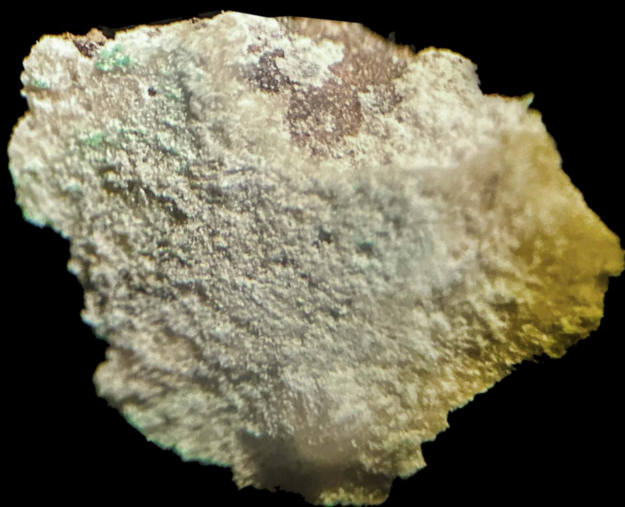
azuryt



9. tło wysklepki

zieleń miedziowa  
ugier

próbki XRF



10. południowe żebro

zieleń miedziowa  
ugier  
biel ołowiana



11. linia przy płd. żebrze

minia  
cynober

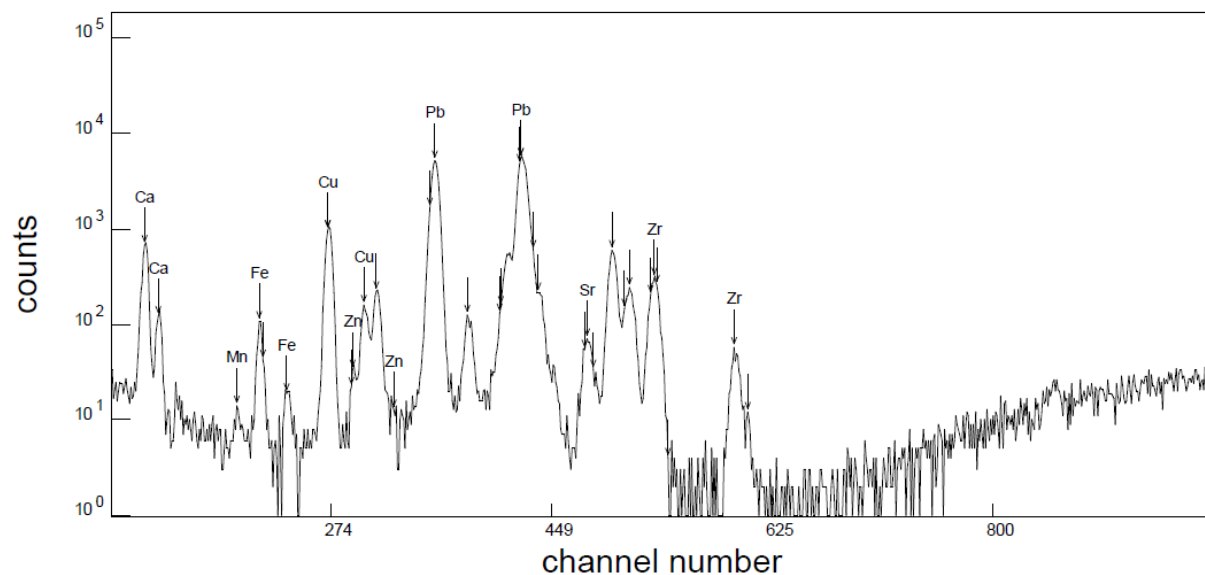


12. zewnętrzna linia  
przy pn.-zach. żebrze

azuryt

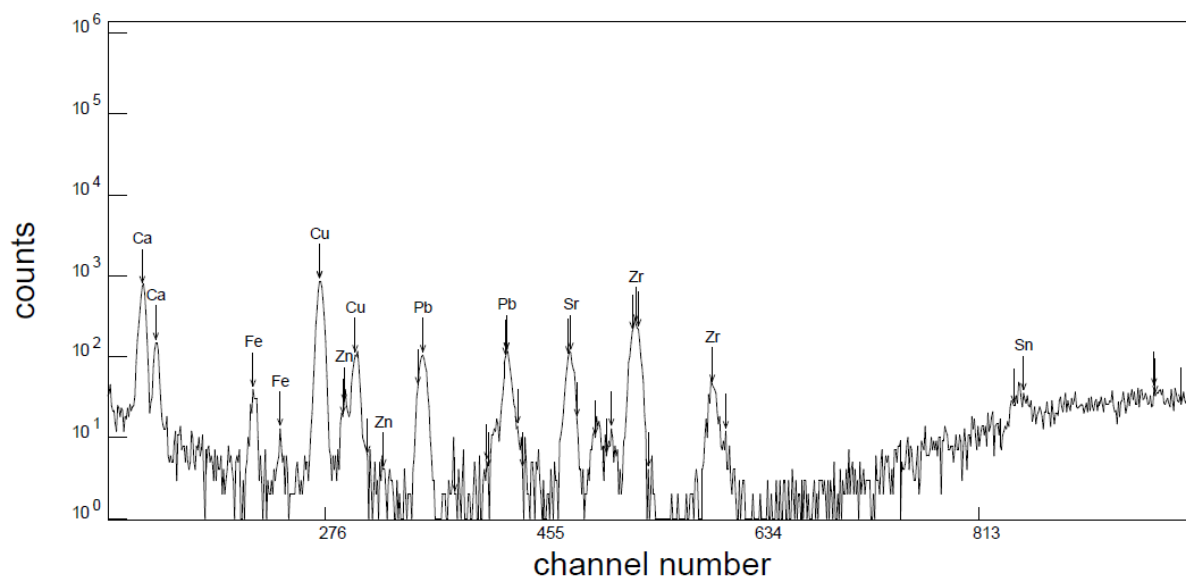
W tabelach pod widmami podano natężenia linii widmowych, które są proporcjonalne do ilości danego pierwiastka. Ze względu na to że próbki miały różną objętość, nie można porównywać natężeń pomiędzy próbkami a jedynie względne natężenia w obrębie jednej próbki.

Próbka 1



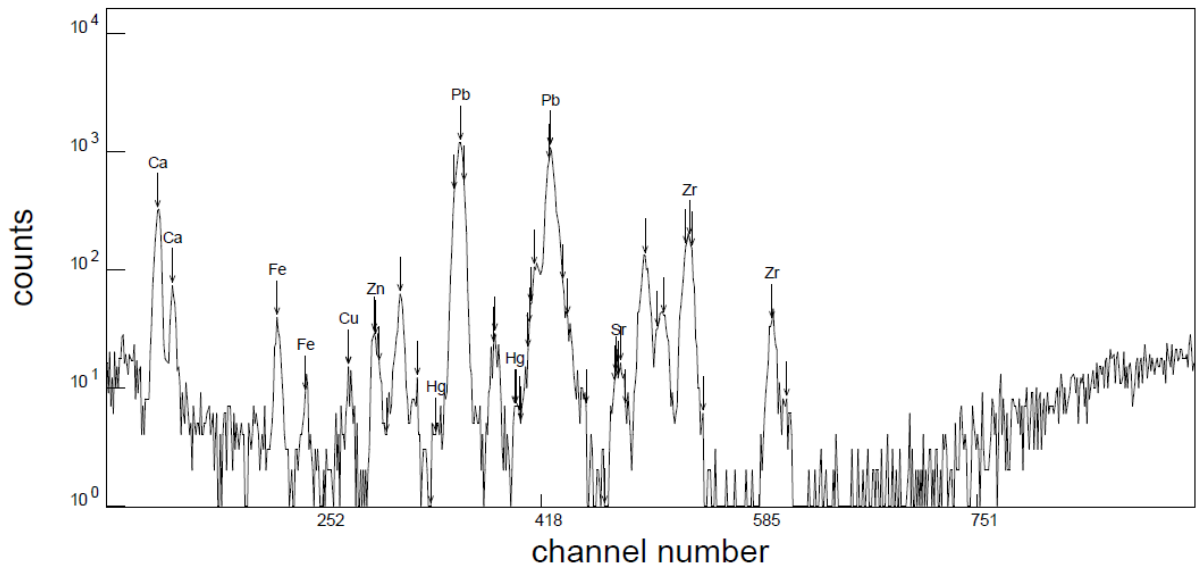
ID	Ca	Mn	Fe	Cu	Zn	Sr	Zr	Pb
1	28.45	.29	4.04	50.17	1.01	3.18	20.12	306.23

Próbka 2



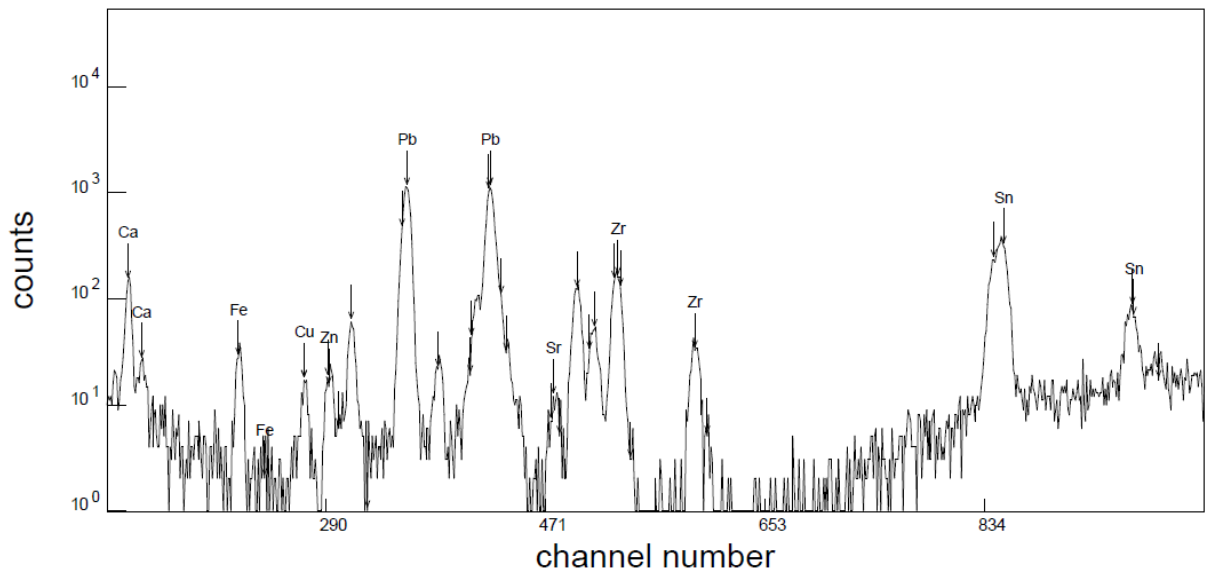
ID	Ca	Fe	Cu	Zn	Sr	Zr	Sn	Pb
2	32.69	1.52	40.63	1.38	6.77	17.83	2.8	6.38

Próbka 3



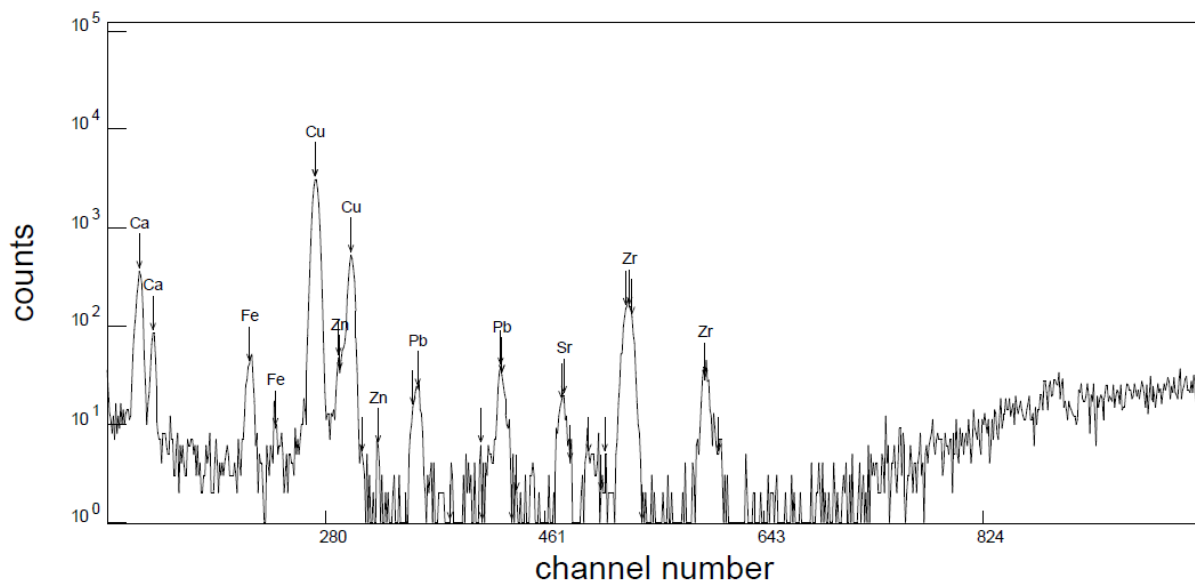
ID	Ca	Fe	Cu	Zn	Sr	Zr	Hg	Pb
3	13.68	1.39	.4	1.24	.75	12.57	.06	68.64

Próbka 4



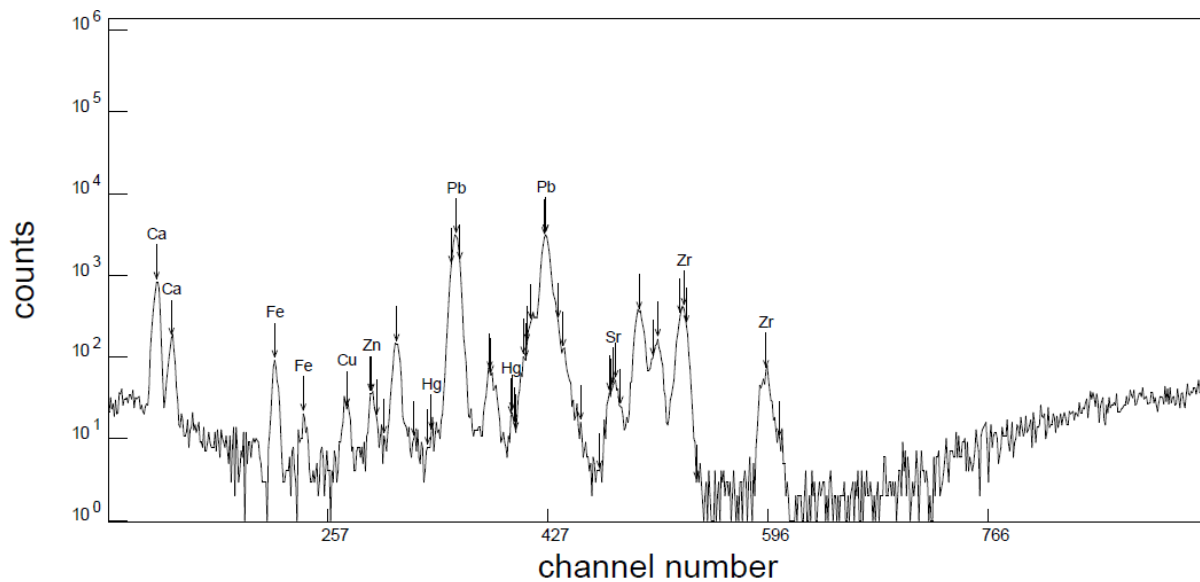
ID	Ca	Fe	Cu	Zn	Sr	Zr	Sn	Pb
4	5.69	1.46	.68	.78	.35	12.32	37.54	67.36

Próbka 5



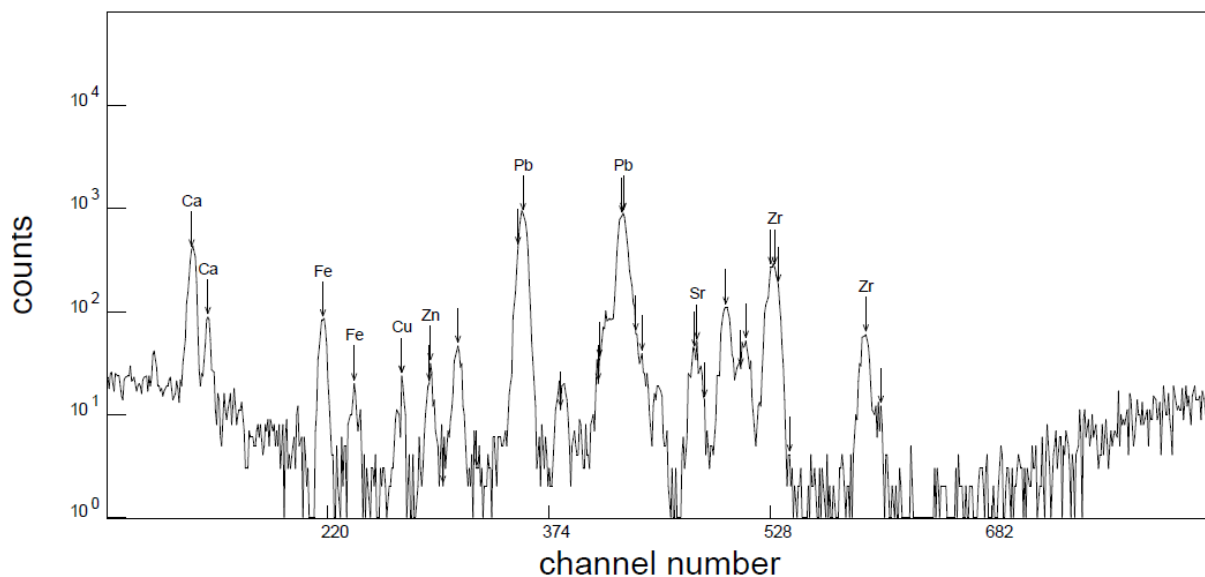
ID	Ca	Fe	Cu	Zn	Sr	Zr	Pb
5	15.07	2.22	151.8	2.59	1.08	12.42	1.48

Próbka 6



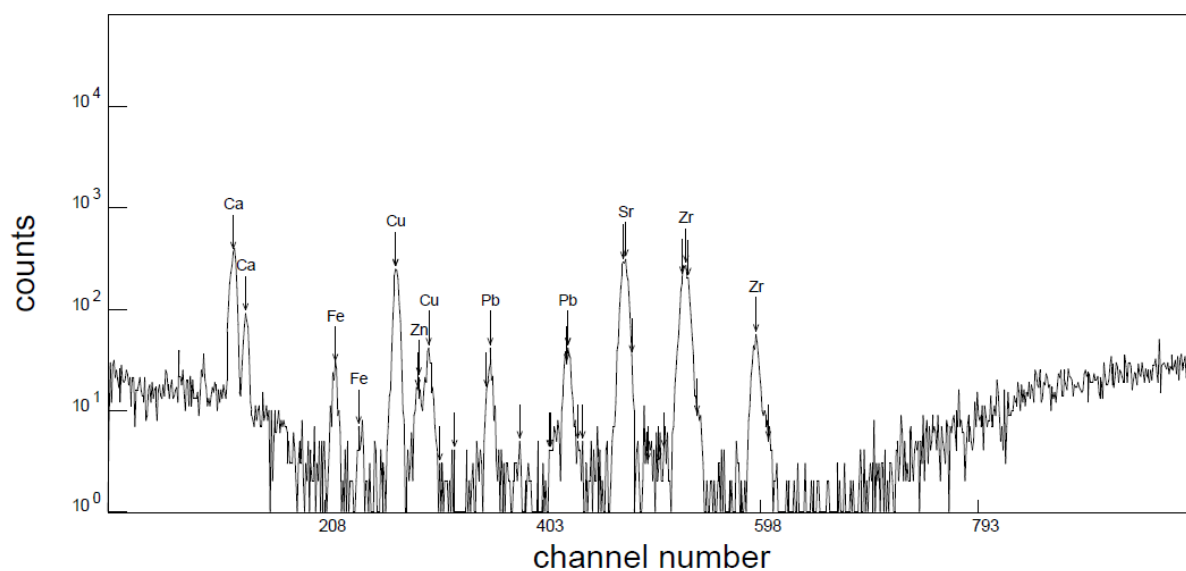
ID	Ca	Fe	Cu	Zn	Sr	Zr	Hg	Pb
6	34.75	3.19	.98	1.31	2.47	26.45	.2	183.68

Próbka 7



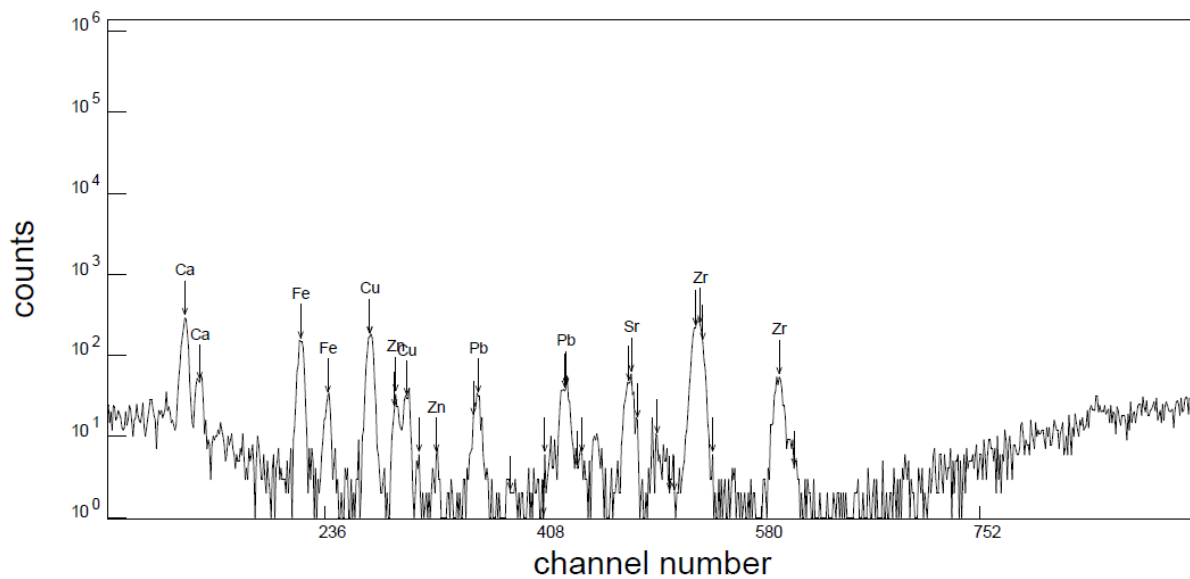
ID	Ca	Fe	Cu	Zn	Sr	Zr	Pb
7	17.32	3.81	.39	.86	2.44	19.6	53.03

Próbka 8



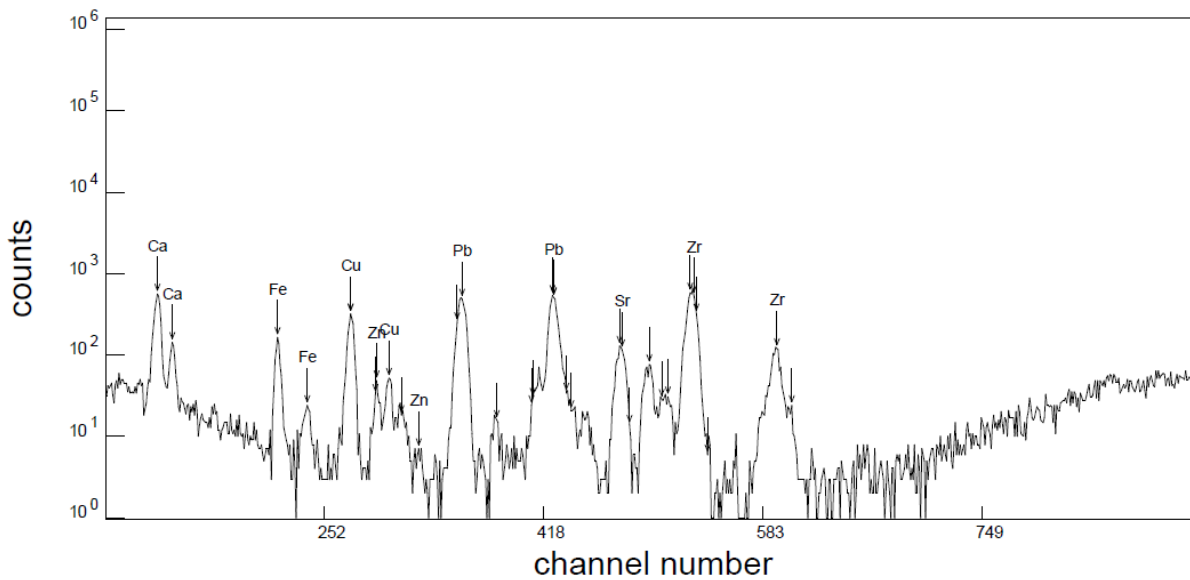
ID	Ca	Fe	Cu	Zn	Sr	Zr	Pb
8	16.99	1.25	12.03	.88	19.87	16.07	1.77

Próbka 9



ID	Ca	Fe	Cu	Zn	Sr	Zr	Pb
9	12.11	6.97	9.02	1.17	3.23	17.49	1.82

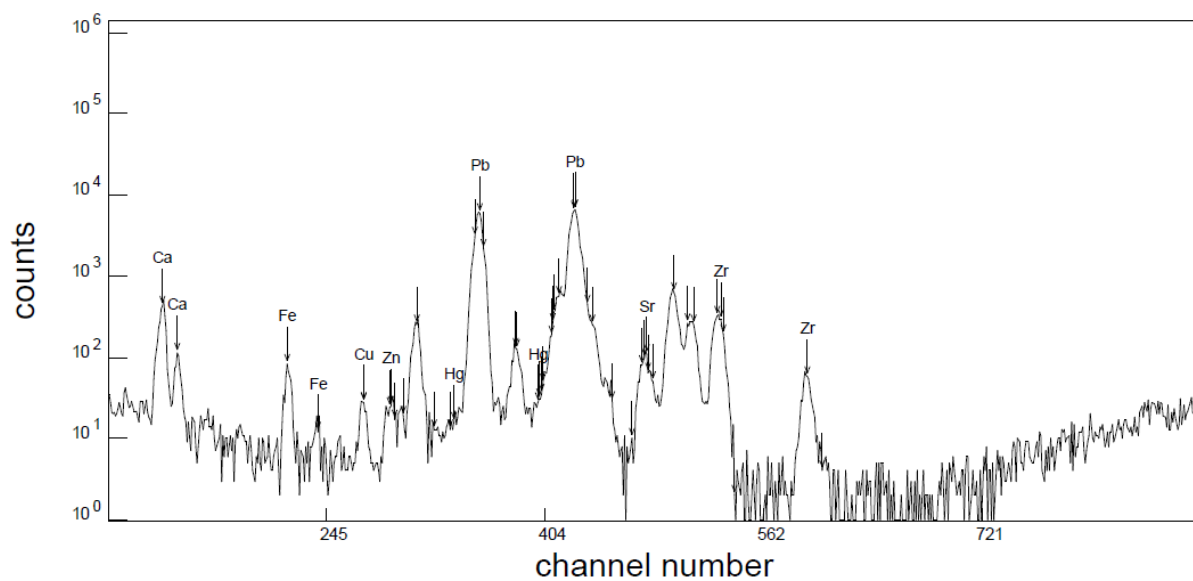
Próbka10



ID	Ca	Fe	Cu	Zn	Sr	Zr	Pb
10	22.92	5.27	13.82	1.49	7.42	42.02	29.79

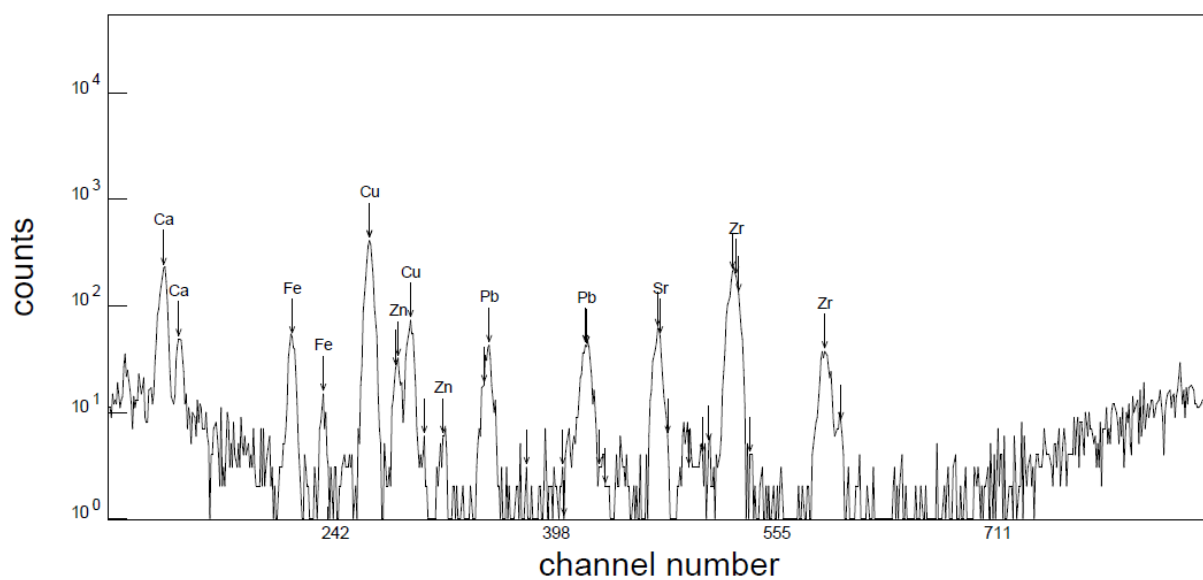


Próbka 11



ID	Ca	Fe	Cu	Zn	Sr	Zr	Hg	Pb
11	19.03	2.64	1.03	1.24	5.28	22.17	.45	363.57

Próbka 12



ID	Ca	Fe	Cu	Zn	Sr	Zr	Pb
12	10.23	2.2	19.66	1.25	3.22	14.49	2.28