

DETAL
Agnieszka Witkowska

51-140 Wrocław, ul. W. Pola 31/2
tel.: +48 604 071 538, +48 512 306 195
www.detal.wroc.pl, biuro@detal.wroc.pl

BADANIA KONSERWATORSKIE

Południowo – zachodni narożnik murów obronnych Zamku Joannitów w Łagowie, powiat
świebodziński.



AUTOR BADAŃ: mgr Agnieszka Witkowska

AUTOR DOKUMENTACJI: mgr Agnieszka Witkowska


konservator dzieł sztuki
mgr Agnieszka Witkowska
UMK Toruń, dyplom nr 1746
51-140 Wrocław, ul. W. Pola 31/2
tel. 512 306 195

WROCLAW, czerwiec 2018

SPIS ZAWARTOŚCI DOKUMENTACJI:

SPIS ZAWARTOŚCI DOKUMENTACJI		strona:
1.	KARTA TYTUŁOWA	1
	A. Identyfikacja obiektu	1
	B. Dane dotyczące prac badawczo-poszukiwawczych	1
	C. Dane dotyczące dokumentacji	1
2.	PODSTAWA OPRACOWANIA	2
3.	PRZEDMIOT OPRACOWANIA	2
4.	CEL I ZAKRES PODJĘTYCH PRAC	3
5.	PRZEBIEG PRAC	4
6.	OMÓWIENIE WYNIKÓW BADAŃ	5
7.	WNIOSKI	10
	BADANIA PETROGRAFICZNE	
	DOKUMENTACJA FOTOGRAFICZNA	

1. KARTA TYTUŁOWA**A. IDENTYFIKACJA OBIEKTU**

NR REJESTRU ZABYTEKÓW: 23 z 13.04.1951
 RODZAJ: wątek kamienny i mieszany murów obronnych
 DATOWANIE: XIV w z późniejszymi zmianami
 AUTOR: -
 LOKALIZACJA: ul. Kościuszki 3, 66-220 Łagów, działka 130/6.
 WŁAŚCICIEL/UŻYTKOWNIK: Gmina Łagów, 66-220 Łagów, ul. 1 Lutego 7.
 TECHNIKA: Ceglane i mieszane kamienno-ceglane lico murów obronnych.
 WCZEŚNIEJSZE KONSERWACJE LUB RENOWACJE: TAK
 WCZEŚNIEJSZE DOKUMENTACJE: TAK

B. DANE DOTYCZĄCE PRAC BADAWCZO-POSZUKIWAWCZYCH

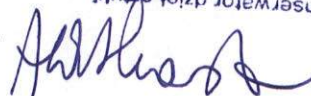
ZLECAJĄCY: CCI sp. z o.o. 55-095 Mirków-Długołęka, ul. Robotnicza 69.
 WYKONAWCY PRAC: DETAL Agnieszka Witkowska, ul. W. Pola 31/2, 51-140 Wrocław
 mgr Agnieszka Witkowska, Wrocław, ul. W. Pola 31/2
 CZAS TRWANIA PRAC: 21-25 czerwiec 2018r.

C. DANE DOTYCZĄCE DOKUMENTACJI

Dokumentacja opisowa, ilość stron A4 – 12
 Dokumentacja fotograficzna, odbitki barwne 10x15 cm – 34 szt.

Autor fotografii – mgr Agnieszka Witkowska,
 Autor dokumentacji - mgr Agnieszka Witkowska
 Badania petrograficzne – dr Wojciech Bartz, UW
 Data i miejsce wykonania dokumentacji - Wrocław, czerwiec 2018 r.

mgr Agnieszka Witkowska
 Ulnik Toruń, dyplom nr 1746
 51-140 Wrocław, ul. W. Pola 31/2
 tel. 512 306 195

Konservator dzieł sztuki


2. PODSTAWA OPRACOWANIA

- Zlecenie CCI sp. z o.o. 55-095 Mirków-Długołęka, ul. Robotnicza 69 w ramach projektu budowlanego : „Ratowniczy remont zagrożonego katastrofą pd. – zach. naroża murów obronnych zamku w Łagowie”, maj 2018
- Decyzja Lubuskiego Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków w Zielonej Górze nr ZN.5142.40.2018[gułag] z dnia 15.06.2018
- Wizje lokalne, odkrywki wykonane na znajdujących się w zakresie odcinkach elewacji muru.
- Badania geotechniczne w części południowo-zachodniej murów obronnych Zamku Joannitów w Łagowie, woj. lubuskie. Ekspertyza geotechniczna; maj 2018, Geoproject Sp. z o.o., mgr A. Budzińska-Koźlik, dr inż. W. Tutaj, mgr inż. A. Adamowicz-Palma;
- Wyniki badań petrograficznych próbek.

- „Ekspertyza o stanie technicznym i przyczynach zniszczeń i uszkodzeń wraz z programem naprawczym murów obronnych Zamku w Łagowie Lubuskim” lipiec 2017r.; dr inż. L. Engel;
- W. Tutaj, mgr inż. A. Adamowicz-Palma; „Zamek w Łagowie”; P.P. Pracownie Konserwacji Zabytków Dział Dokumentacji Naukowej; Szczecin 1959r.;
- „Łagów – Zamek. Projekt techniczno-roboczy zagospodarowania terenów zielonych”; K. Awzan, Z. Awzan; 1961r.;
- „Projekt konstrukcyjny Żelbetowego muru oporowego przy zamku w Łagowie”; P.P. Pracownie Konserwacji Zabytków Pracownia Projektowa w Poznaniu; Poznań 1968r.;
- „Uproszczona dokumentacja geologiczno-inżynierska do projektu technicznego zabezpieczenia murów zabytkowych przy zamku w Łagowie Lubuskim; Zielona Góra 1977r.;
- „Dokumentacja techniczna. Zamek – zabezpieczenie murów”, P.P. Pracownie Konserwacji Zabytków Pracownia Projektowa – oddział w Poznaniu; Poznań 1978r.;
- „Zamki, dwory i pałace województwa lubuskiego”, Wojewódzki Urząd Ochrony Zabytków w Zielonej Górze, Zielona Góra 2008r.;
- „Zamek w Łagowie”, NID, [www.zabytek.pl/pl/obiekty/zamek-joanitow-132] data dostępu:09.04.2018r.;
- „Leksykon zamków w Polsce”; L. Kajzer, S. Kołodziejski, J. Salm; wyd. Arkady 2002r.;
- „Zamki w Polsce”, B. Guerquin; wyd. Arkady, Warszawa 1984r.;
- „Leksykon zabytków architektury Pomorza Zachodniego i Ziemi Lubuskiej”, J.Plich, S. Kowalski, Wyd. Arkady 2012r.;
- Fotopolska.eu [www.fotopolska.eu/m50075,Lagow.html], data dostępu: 09.04.2018r.;

3. PRZEDMIOT OPRACOWANIA

Przedmiotem opracowania są badania konserwatorskie wykonane dla fragmentu murów oporowych, obronnych zamku w Łagowie, woj. lubuskie
Zamek wzniesiono w 2 poł. XIV w. na sztucznie usypanym wzgórzu i otoczono murami prawdopodobnie dopiero w kolejnym stuleciu. Mury podniesiono i rozbudowano w w. XVI, modernizowano w latach późniejszych.

Wcześniejsze dokumentacje udostępnione przez właściciela obiektu zawierają głównie informacje na temat samego zamku, opisy historii rozbudowy murów okalających majdan zewnętrzny mają charakter ogólny. Wskazuje się na podwyższenie poziomu otaczającego terenu (ok. 3m od poziomu pierwotnej nawierzchni).

W opracowaniach mowa jest ponadto o wielokrotnych remontach, przebudowach muru ceglanego, kamiennie-ceglanego, w tym przebudowę XIX to wieczną w części wschodniej założenia wraz z bramą wjazdową. Wspomina się też o bieżących pracach konserwatorskich wykonywanych w latach siedemdziesiątych i dziewięćdziesiątych XX w. oraz o konserwacji z lat 1968-69.

Ostatnią udokumentowaną interwencją remontowo-konserwatorską jest odbudowa w 2015 r. zwałonego w tymże roku fragmentu północnego murów.

Obecnie mury przedstawiają złożony obraz historii przekształceń. Została rozebrana większość znanych z fotografii archiwalnych budynków przyległych od strony ul. Kościuszki. Nadano obecną formę zwieńczenia murów.

W zakresie opracowania jest fragment zagrożony zawaleniem zlokalizowany w narożniku południowo-zachodnim.

Mur warstwowy grubości od 1,60 m. do 1,80 m mierzony na wysokości 1,50 m (dane z projektu budowlanego CCI - „Ratowniczy remont zagrożonego katastrofą pd. – zach. naroża murów obronnych zamku w Łagowie”, maj 2018) pełni funkcję muru oporowego dla wzgórza, na którym wzniesiono zamek.

Lico muru od strony zewnętrznej stanowi wążek ceglany z cegły czerwonej na podmurówce z kamienia łamanego i otoczków kamiennych. Lico muru od strony wewnętrznej stanowi wążek ceglany i mieszany ceglano-kamienny.

Lico gładkie w górnej części rozbudowane o machikuły i strzelnice. Korona murów zamknięta płasko murowaną cegłą.

Fragment murów będące w zakresie opracowania są spękane, widoczne są wybrzuszenia - wymaga interwencyjnych prac ratowniczych przed katastrofą budowlaną.

Lico muru ma budowę niejednorodną, noszące ślady licznych ingerencji zarówno w zakresie spoinowania, jak też wymiany materiału kamiennego i ceramicznego.

Podstawową przyczyną widocznych aktualnie zniszczeń lica ceramicznego i kamiennego jest oddziaływanie środowiska ziemnego i wody na materiały budowlane oraz przenoszone z nią zanieczyszczenia.

Kolejnym czynnikiem są niewłaściwie wykonywane naprawy z zastosowaniem zwartych, zanieczyszczonych zapraw cementowych .

Stałe zawilgocenie obiektu widoczne jest w wyplamieniach na powierzchni i przebarwieniach materiałów. Zawilgocone podłoże sprzyja rozwojowi mikroorganizmów, porastającym niemal całkowicie powierzchnie elewacji wewnętrznych.

Niewłaściwie dobrane podczas prac renowacyjnych materiały (do budowy obiektu i warunków ekspozycji) są przyczyną wykruszania (elewacje wewnętrzne) i wypadania cegieł (zwieńczenie muru). Niszczeniu murów sprzyja wysoki stopień zasolenia obserwowany w formie białych nalotów na powierzchniach odparowywania wody.

4. CEL I ZAKRES PODJĘTYCH PRAC

Celem planowanych prac było wstępne wskazanie potencjalnie najstarszych odcinków muru oraz określenie składu budulca w wytypowanych w trakcie oględzin obiektu uzupełnione o badania petrograficzne zapraw i cegieł.

Przyjęto, że w trakcie prac zostanie określony stan zachowania oraz przyczyny zniszczeń (uzupełniająco do ekspertyzy konstruktorskiej i projektu prac ratowniczych na odcinku zagrożonym zawaleniem).

Przyjęta metodyka badań:

- Szczegółowe oględziny obiektu w zadanym odcinku (narożnik południowo zachodni murów). Badania wykonane w miejscach dostępnych z poziomu otaczającego terenu od strony wewnętrznej zamku oraz po stronie elewacji zewnętrznych.
- Wykonanie punktowych odkrywek określających stratygrafię zapraw spoinujących

- Pobranie reprezentacyjnych próbek zapraw do oględzin mikroskopowych w pracowni oraz do badań petrograficznych
- Pobranie fragmentów cegieł murów – przyjmuje się pobieranie w pierwszej kolejności fragmentów kształtek uszkodzonych, spękanych.
- Wykonanie dokumentacji fotograficzno-opisowej z przeprowadzonych prac.

5. PRZEBIEG PRAC

Dokonano szczegółowych oględzin obiektu.

Wytypowano miejsca wykonania odkrywek i pobrania próbek do dalszych badań. Wyniki oględzin zostały przekazane do zamawiającego (CCI sp. z o.o.). Zostały one ujęte w formie opisowej i graficznej i zamieszczone w projekcie budowlanym - „Ratowniczy remont zagrożonego katastrofą pd. – zach. naroża murów obronnych zamku w Łagowie”, maj 2018; RYS. PB 11-18.

Na rysunkach tych oznaczono ogólnie obszary zróżnicowane pod względem materiałowym oraz strefy zniszczeń lica murów.

W dalszej kolejności na powierzchniach elewacji muru wykonano odkrywki punktowe w celu ustalenia stratygrafii zapraw spoinujących oraz wytypowania miejsc pobrania próbek zapraw i cegieł do badań petrograficznych składu zapraw.

Badania objęły powierzchnie dostępne z poziomu otaczającego terenu.

Miejsca pobrania próbek przedstawiono w części omówienia wyników badań.

Jako materiał porównawczy wykorzystano rdzenie z odwiertów geotechnicznych. Przyjęto, że występujące tam materiały mogą należeć do najstarszej historycznie i technologicznie części obiektu.

Odsłaniane potencjalnie najstarszych historycznie warstw tynków pokryło się w większości z obszarami wytypowanymi dla potrzeb projektu remontu ratowniczego.

Pobrano łącznie 13 próbek, które w pracowni rozwarstwiano i oglądano w powiększeniu mikroskopu stereoskopowego w powiększeniu do 90 krotnym.

W związku z potrzebą zwiększenia zakresu specjalistycznych badań spoin zrezygnowano z badań petrograficznych kształtek ceramicznych.

Zestawienie lokalizacji próbek pobranych w trakcie badań:

LP	Lokalizacja	Opis (wygląd próbek przed wysuszeniem)	Badania petrograficzne
1	Ściana południowa, strona zewnętrzna rdzeń odwiertu geotechnicznego	Zaprawa pobrana z wewnętrznych partii muru, spajająca fragmenty nieporowatych skał magmowych i cegieł. Spoiwo białe, wapienne	Tak
2	Ściana południowa, strona zewnętrzna Odcinek wschodni, wys. ok. 120 cm	Zaprawa wapienna barwy ugrowo-brunatnej. zachowany relikտ opracowania powierzchni spoiny wątku muru ceglanego.	Tak
3	Ściana południowa, strona zewnętrzna Odcinek wschodni, wys. ok. 100 cm	Zaprawa cementowo-wapienna, drobnoziarnista barwy kremowej. Warstwa wtórna położona na powierzchni uszkodzonej spoiny wapiennej w kolorze szaro-brunatnym.	Tak
4	Ściana południowa, strona zewnętrzna, odcinek zachodni, wys. ok. 170 cm	Zaprawa drobnoziarnista kremowo-ugrowa w spoinie na granicy zróżnicowanych fragmentów lica. Zaprawa w oglądzie makroskopowym identyczna z zaprawami murarskimi stosowanymi od 2. Poł. XXw.	Nie

5	Ściana południowa, strona zewnętrzna, odcinek zachodni, wys. ok. 130cm.	Zaprawa wapienna barwy szaro-brunatnej. Brak oryginalnego opracowania powierzchni, spoina wtórnie uzupełniana zaprawą identyczną z pobranej próbki nr 3.	Tak
6	Ściana południowa, strona zewnętrzna, odcinek zachodni wypełnienie w gnieździe cegły, wys. ok 150 cm	Zaprawa wapienna barwy ugrowo-brunatnej w gnieździe utworzonym z zaprawy wapiennej barwy szaro-brunatnej, jak próbki nr 3, 5	Tak
7	Ściana zachodnia, strona zewnętrzna, wys. ok 40 cm	Zaprawa wapienna barwy ugrowo-brunatnej. Brak oryginalnego opracowania powierzchni, spoina wtórnie uzupełniana zaprawą jasną kremowo-piaskową,	Nie
8	Ściana zachodnia, strona zewnętrzna, wys. ok. 100 cm	Zaprawa wapienna barwy szaro-brunatnej. Brak oryginalnego opracowania powierzchni, spoina wtórnie uzupełniana zaprawą jasną piaskową oraz kremowo-szarą.	Tak
9	Ściana zachodnia, strona zewnętrzna	Zaprawa pobrana z wewnętrznych partii muru, spajająca fragmenty nieporowatych skał magmowych i cegieł. Spoiwo białe, wapienne	Tak
10	Ściana zachodnia, strona zewnętrzna, wys. ok. 50cm	Zaprawa wapienna barwy ugrowo-brunatnej. Brak oryginalnego opracowania powierzchni, spoina wtórnie uzupełniana zaprawą jasną kremowo-piaskową,	Tak
11	Ściana południowa, strona wewnętrzna, wys. ok. 150 cm.	Szara, współczesna, zwarta zaprawa murarska na bazie spoiwa cementowego.	Nie
12	Ściana zachodnia, elewacja boczna, północna	Kremowo-piaskowa współczesna zaprawa cementowo-wapienna w spoinie muru ceglanego na szarej, współczesnej, cementowej zaprawie murarskiej.	Nie
13	Ściana zachodnia, strona wewnętrzna, wys. ok. 50 cm	Zaprawa wapienna barwy ugrowo-brunatnej. Brak oryginalnego opracowania powierzchni, spoina wtórnie uzupełniana zaprawą jasną kremowo-piaskową oraz szarą zaprawą cementowo-wapienną.	Nie

6. OMÓWIENIE WYNIKÓW BADAŃ

W trakcie wykonywania odkrywek ustalono, że w warstwie lica występują nieliczne obszary występowania zapraw murarskich pochodzących z najstarszych okresów historii obiektu.

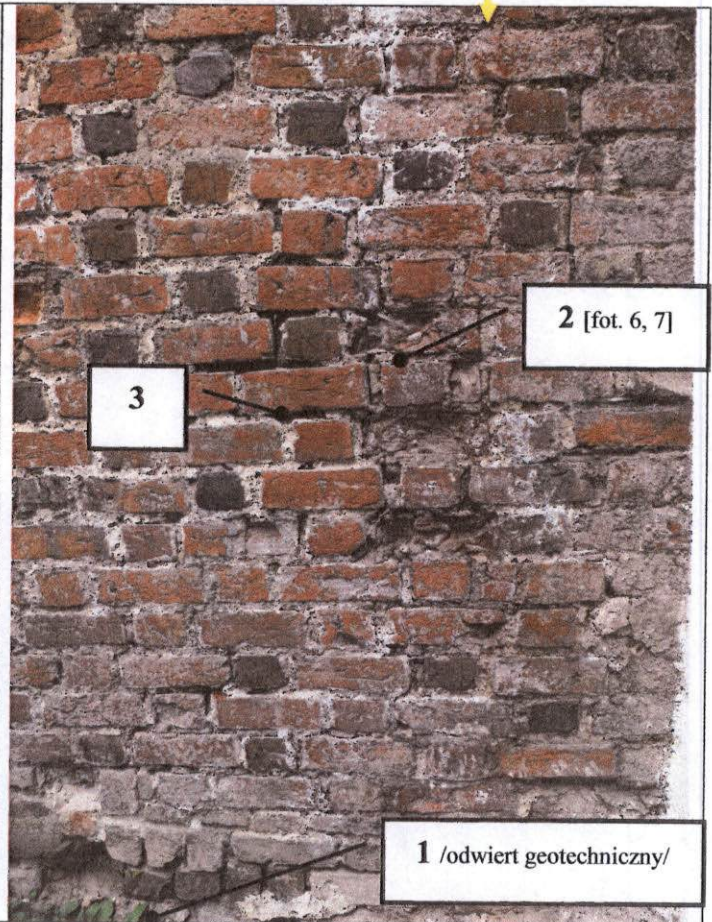
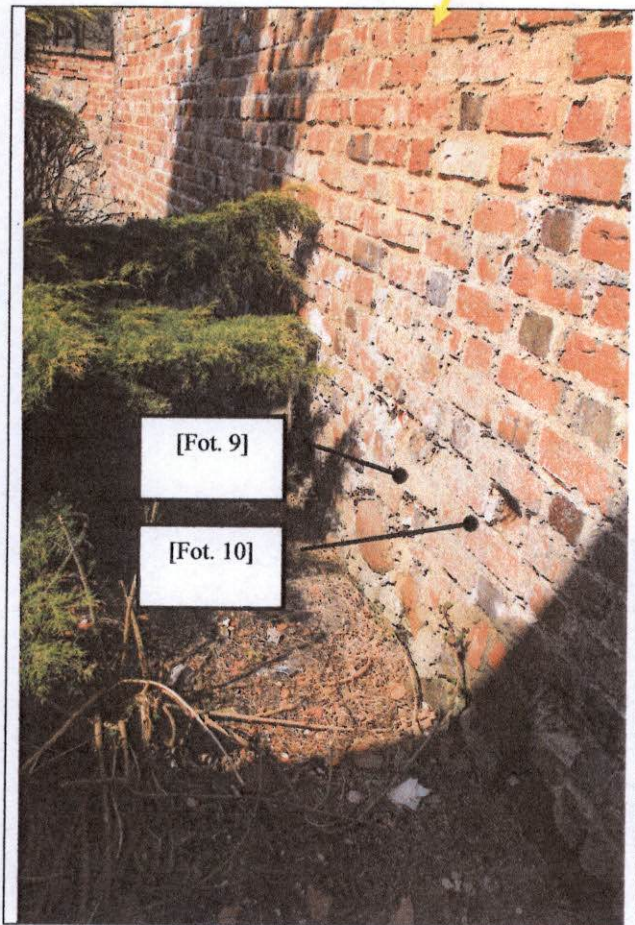
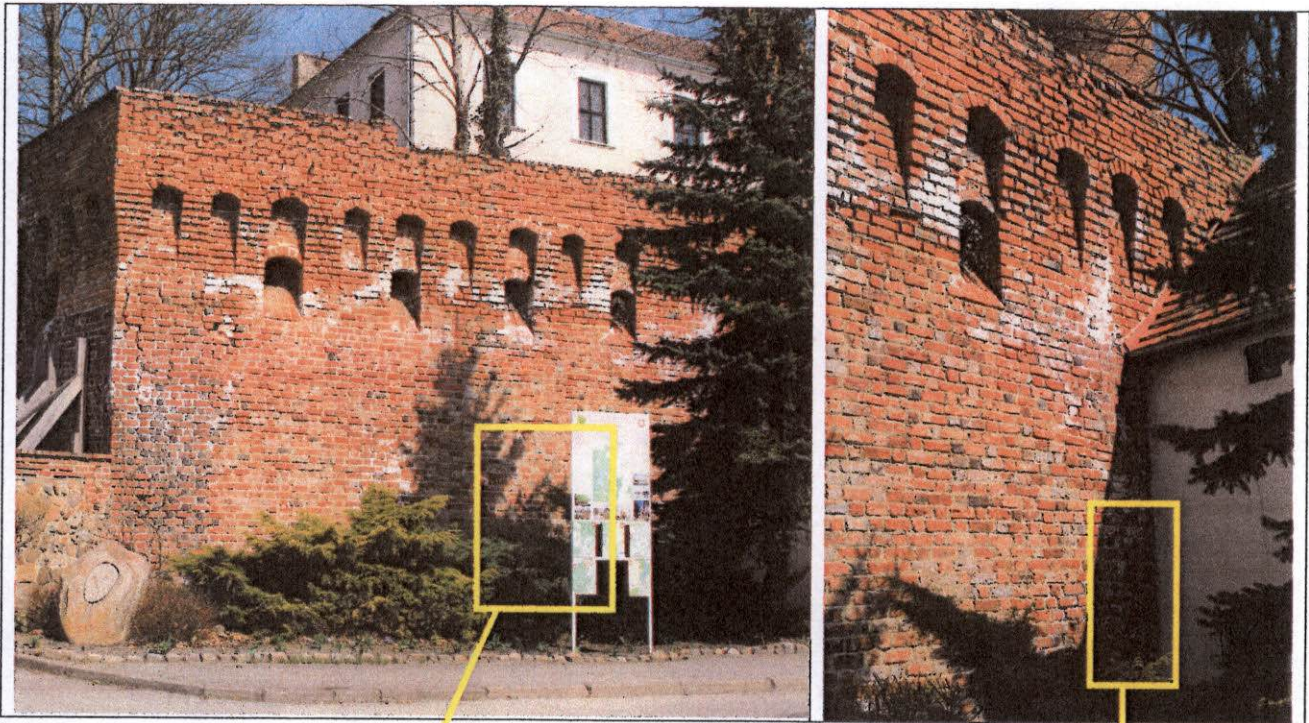
Odsłaniane zaprawy były przesycone wodą, co w oglądzie wstępnym znacznie zmieniało ich kolorystykę, widoczną również na zamieszczonych fotografiach - ciemne spoiny o wyraźnej, różniącej się barwie brunatno-ugrowej i brunatno szarej po wysuszeniu nie wykazują już tak intensywnego zróżnicowania barwnego.

Zlokalizowane są one w dolnych strefach muru i są to przede wszystkim warstwy pozbawione powierzchniowego ukształtowania powierzchni, zastąpione wtórnymi warstwami zapraw naprawczych. Wyjątek stanowią relikty zapraw występujące na elewacji Ściany południowej zewnętrznej przedstawione w części fotograficznej dokumentacji, lokalizację oznaczono na rysunkach niżej.

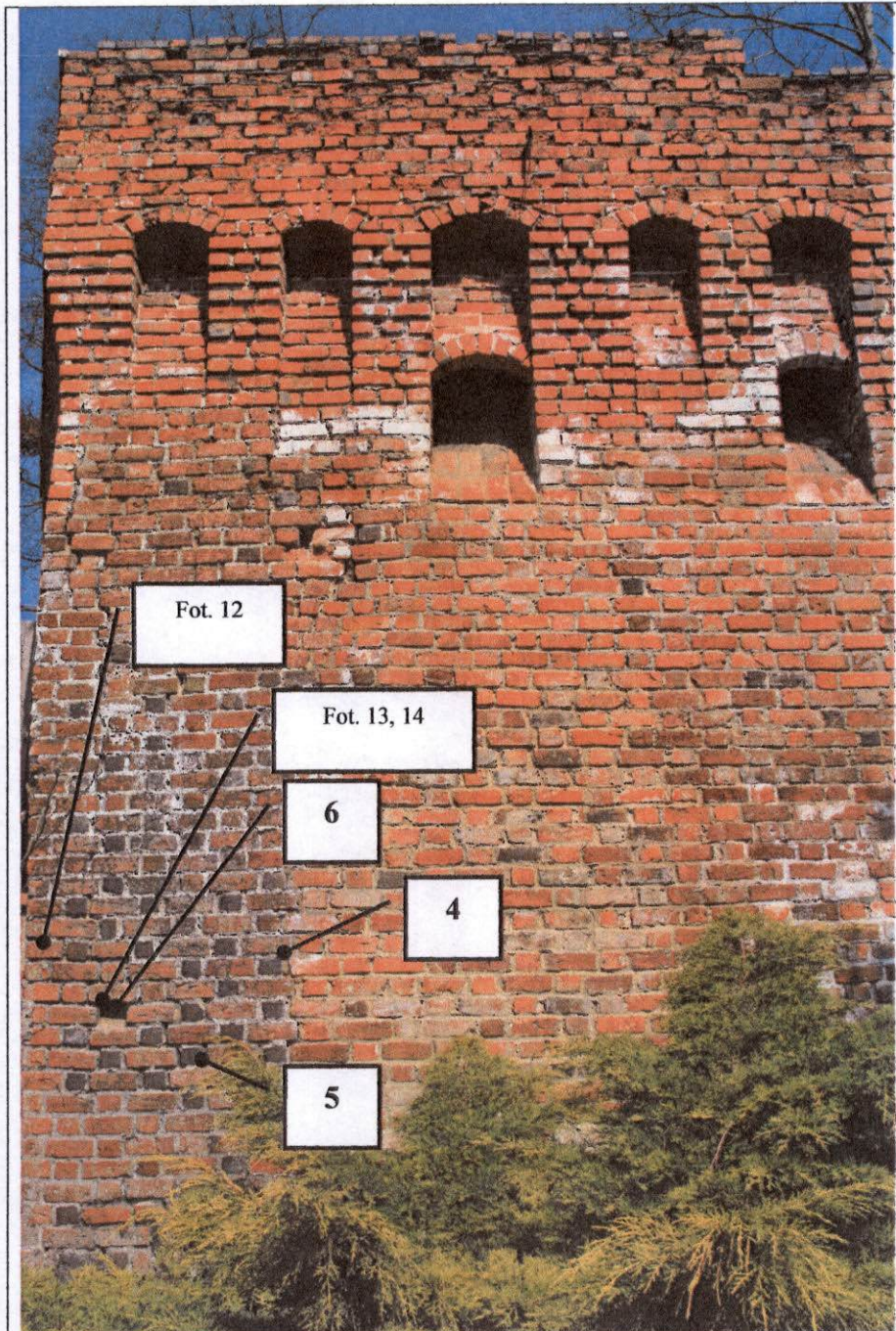
Ściana południowa, strona zewnętrzna

Lico muru ceglane, złożone z obszarów różniących się zastosowanym materiałem oraz układem budulca w murze. W przyziemi pojedyncze bloki skał magmowych.

Najstarsze obszary muru kamiennego oraz zlokalizowane w przyziemiu i na krańcach wschodnim i zachodnim należą prawdopodobnie do muru XV – to wiecznego.



MIEJSCA POBRANIA PRÓBEK: Ściana południowa, strona zewnętrzna



MIEJSCA POBRANIA PRÓBEK: Ściana południowa, strona zewnętrzna

Mur ceglany najstarszej strefy złożony z cegieł o wymiarach 9-9,5 X 26,5 X 7cm w układzie główkowo-wozówkowym z regularnie osadzonymi główkami cegły zendrówki. Powierzchnię wyciskanej spoiny wapiennej wyrównywano, nacinano.

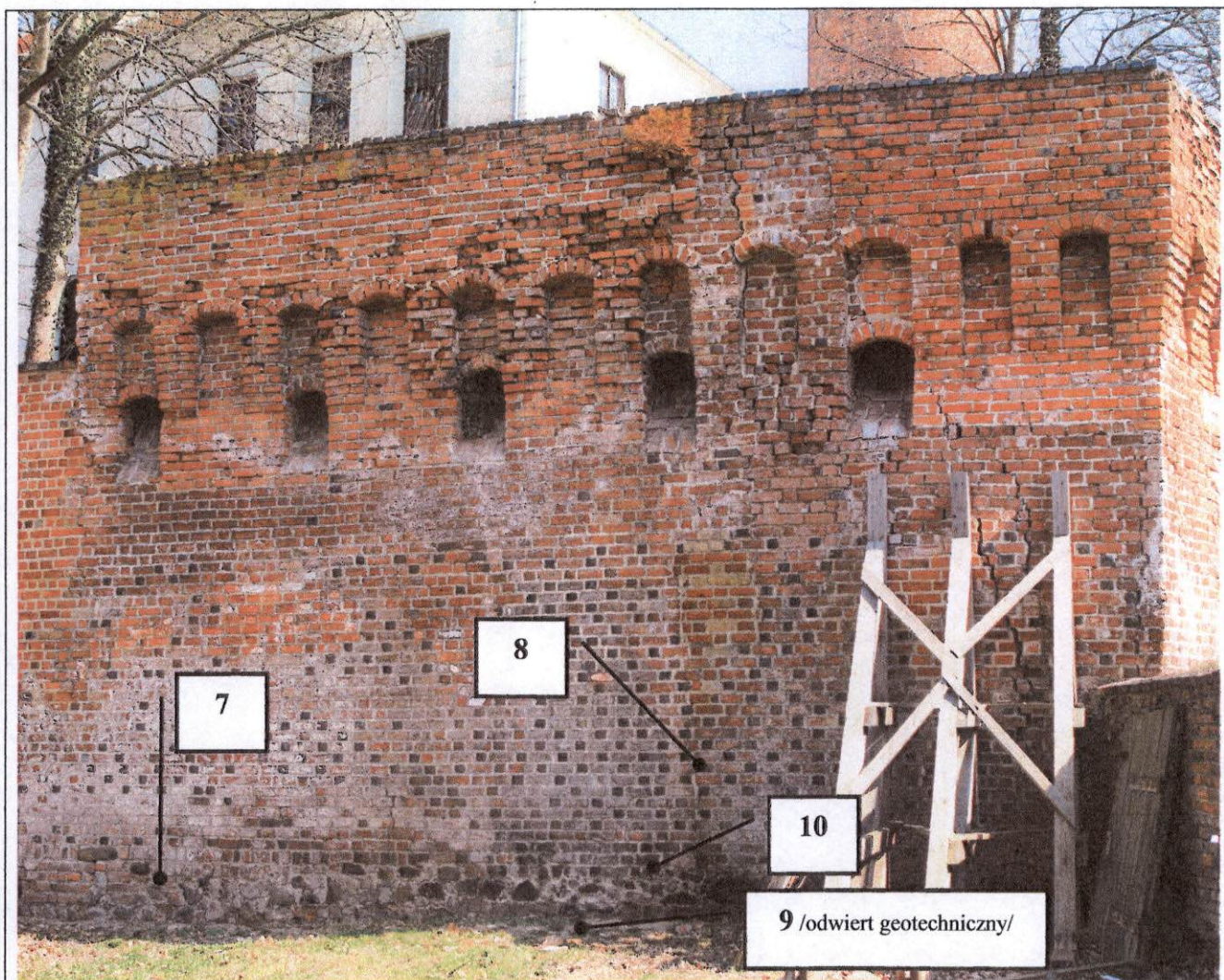
Ściana południowa, strona zewnętrzna

Najstarsze fragmenty lica muru podobnie, jak w przypadku elewacji zewnętrznej południowej zbudowane są w przyziemiu z fragmentów skał magmowych, wyżej z cegieł w układzie kowadełkowym z zastosowaniem główek cegieł zendrówek.

Spoinowanie muru w strefie licowej zostało na niemal całym obszarze wymienione na znaczną głębokość. Nie stwierdzono obecności warstw pierwotnego opracowania powierzchni.

Próbka zaprawy nr 8 zbliżona w oglądzie makroskopowym do próbki nr 10 może być uznana za zaprawę wtórną, różniącą się w szczegółach budowy opisanych w wynikach badań petrograficznych.

Badania nie objęły niedostępnego fragmentu zasłoniętego konstrukcją tymczasowej podpory. Próbki pobrano w miejscach zlokalizowanych najstarszych spoin, po usunięciu wypełnień wtórnych, z okresu remontów po poł. XX w.



MIEJSCA POBRANIA PRÓBEK: Ściana zachodnia, strona zewnętrzna

Murowane współcześnie zwieńczenie muru zachowane w bardzo złym stanie, poszczególne cegły i fragmenty murów odspajają się, spadają na przyległy teren.

Ściana południowa, strona wewnętrzna

Lico na całej długości odcinka muru murowane na zwartej zaprawie cementowej, mur mieszany ceglany z elementami kamiennymi otoczków skał magmowych.

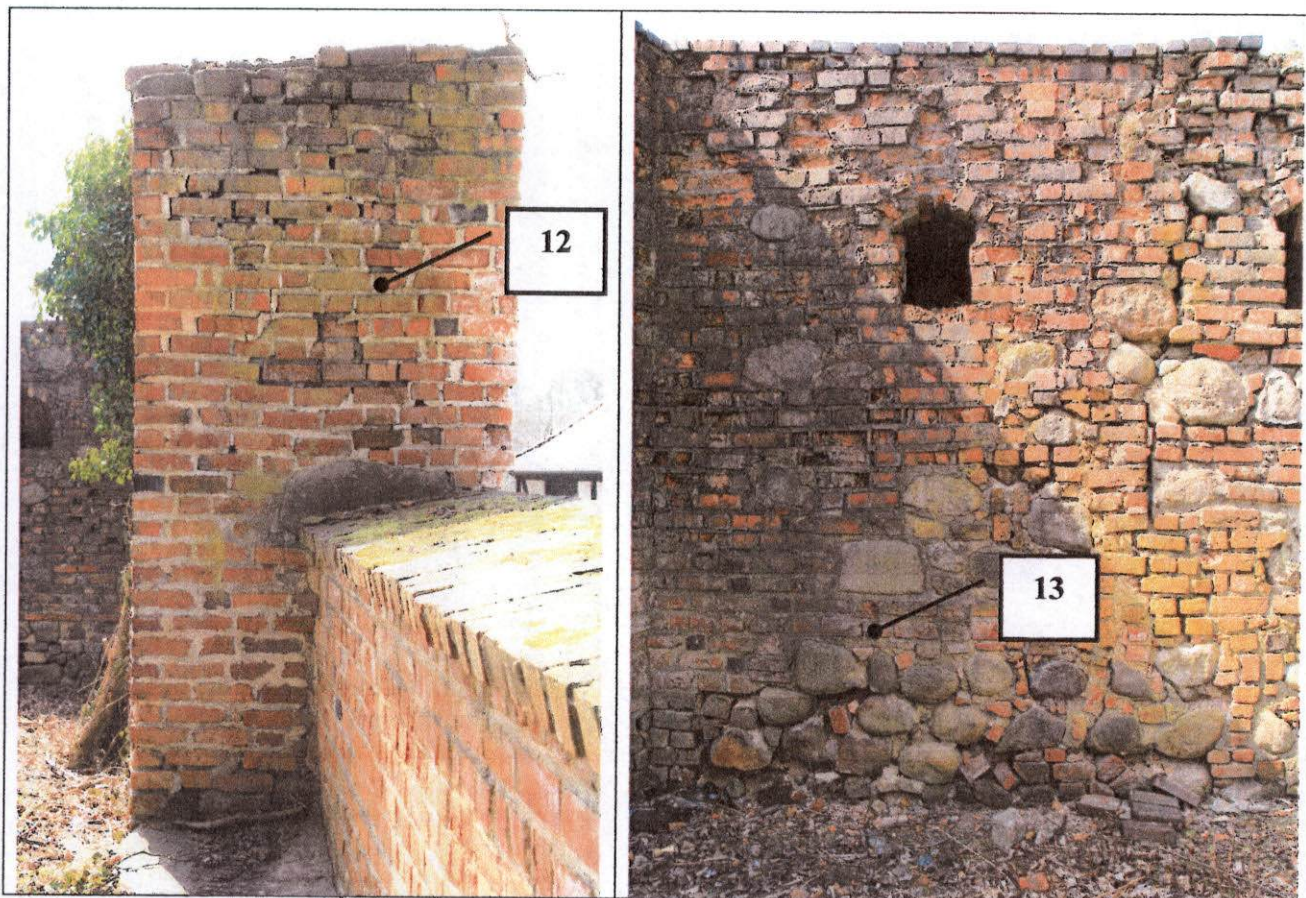


MIEJSCA POBRANIA PRÓBEK: Ściana południowa, strona wewnętrzna

Ściana zachodnia, strona wewnętrzna oraz ścian boczna elewacji północnej podobnie jak ściana południowa licowana współcześnie z zastosowaniem zróżnicowanego materiału kamiennego i ceramicznego na zwartej zaprawie cementowej.

Relikty starszego spoinowania zaprawy murarskiej wapiennej analogicznej do tej występującej w przyziemiu elewacji zewnętrznej odsłonięto

W dolnej partii elewacji (miejsce pobrania próbki nr 13)



MIEJSCA POBRANIA PRÓBEK: Ściana południowa, elewacja boczna północna, strona wewnętrzna

7. WNIOSKI

W trakcie badań fragmentów muru oporowego zamku w Łagowie wykonanych dla zespołu projektującego ratownicze prace remontowo-budowlane dla odcinka zagrożonego osunięciem ustalono występowanie w warstwie licowej występowanie relikwów zapraw, które mogą pochodzić z okresu budowy (XV w.).

Stwierdzono również zróżnicowanie budowy lica ceglanego i mieszanego kamienno-ceglanego, widoczne w różnicach zastosowanych materiałów osadzonych w obiekcie, o zróżnicowanym stanie zachowania, które potwierdzają znaczną ingerencję wtórną w strukturę obiektu.

Dla pełnego rozpoznania obiektu konieczne jest wykonanie badań konserwatorskich oraz niezbędnych badań architektoniczno-archeologicznych obejmujących mur na całej jego długości. Wskazane jest ponadto wykonanie badań porównawczych na elementach wystroju i murach zamku.

Badania narożnego fragmentu murów należy kontynuować w trakcie ratowniczych prac konserwatorskich.

WĄTEK KAMIENNY

Fragmenty wątek kamiennych występujących nieregularnie w przyziemiu na obwodzie murów oraz jako pojedyncze bloki skalne osadzone w licu ceglanym.

Lico murowane jest ze zróżnicowanego materiału kamiennego, głównie różnej wielkości fragmentów otoczków skał magmowych w otoczeniu zapraw wapiennych i cementowo-wapiennych.

Powierzchnia elementów kamiennych stosunkowo dobrze zachowana, występują ogólne zabrudzenia i nawarstwienia środowiskowe i biologiczne oraz spękania pojedynczych elementów. Powierzchnie zapraw spoinujących bloki kamienne nie należą do najstarszego wystroju. Starsze zaprawy wapienne są generalnie niewidoczne pod powierzchniową warstwą tynków pochodzących z ostatnich konserwacji obiektu. Widoczne fragmenty zapraw wcześniejszych mogą występować w głębszych partiach muru i są osłabione w wyniku działania czynników korozyjnych.

Przyjęto, że strefa muru kamiennego w przyziemiu elewacji zewnętrznych, ale również wewnętrznych, przy podstawie muru może należeć do najstarszych historycznie części i podlega szczególnej ochronie. Oznacza to konieczność zachowania jak największej ilości substancji zabytkowej – elementy kamienne, najstarsze chronologicznie zaprawy murarskie.

Wstępne założenia należy weryfikować na bieżąco w trakcie przewidywanych prac stosując się do zaleceń architekta badacza i nadzoru konserwatorskiego

W związku ze stanem zachowania zapraw łączących elementy, przyjmuje się możliwość częściowej, etapowej rozbiórki muru do wykonania prac murarskich.

Demontowane fragmenty kamienne należy na bieżąco inwentaryzować i w miarę możliwości osadzić ponownie w pierwotnej lokalizacji.

Uszkodzone elementy kamienne należy poddać zabiegom konserwatorskim.

Rekonstruowane fragmenty wykonać z zastosowaniem kamieni maksymalnie zbliżonych składem oraz formą do najstarszych fragmentów danego odcinka muru z powtórzeniem oryginalnego układu elementów w murze.

LICO CEGLANE

Na obszarach uznanych za najstarsze historycznie, powierzchnię lica stanowi mur ceglany w wątku główkowo-wozówkowym z regularnie osadzonymi główkami cegły zendrówki. Ze względu na znaczne zniszczenia cegieł i liczne uzupełnienia scalone ujednocającym, powierzchniowym spoinowaniem wtórnym trudno jest określić faktyczny zakres występowania oryginalnego lica (murowanego oryginalnie, nie z materiału rozbiórkowego), ani tym bardziej głębszych partii muru.

W dolnych partiach lica elewacji zewnętrznej południowej zachowały się punktowo relikty najstarszego opracowania powierzchniowego spoin - spoina cięta.

Strefy stwierdzonego w trakcie badań występowania najstarszego historycznie wątku lica muru pokrywa się z miejscami pobrania próbek oraz tymi, przedstawionymi w części fotograficznej.

Przyjęto, że strefa ta należy do najstarszych historycznie części murów i podlega szczególnej ochronie. Oznacza to konieczność zachowania jak największej ilości substancji zabytkowej – kształtki ceramiczne, zaprawy murarskie oryginalne (z okresu budowy).

Na pozostałych obszarach poniżej strefy zwieńczenia występują generalnie cegły zbliżone pod względem wielkości i układu wątku.

Budulcem licowej części murów są generalnie cegły ciemniej wypalone, wiśniówki z widocznymi lokalnie główkami zendrówek murowane w wątku kowadełkowym, rzadziej w naprzemiennym układzie główkowym i wozówkowym oraz bez widocznej regularności układu cegieł.

Przeważają cegły o wymiarach 28 x 13-13,5 x 9-9,5-10 [cm]. Nie wskazano miejsc o wyraźnych cechach wspólnych wymiarów cegieł, ani prawidłowości w wątku muru.

Na tych obszarach występuje spoinowanie muru wtórne. Widoczne to jest przede wszystkim na wewnętrznych powierzchniach, gdzie w warstwie powierzchniowej lica muru występuje tylko zwarta zaprawa cementowa.

W trakcie prac należy ocenić zakres występowania oryginalnie murowanych cegieł średniowiecznych na tle późniejszych uzupełnień cegłą rozbiórkową i wzorowaną, wbudowaną min. przed połową XX w. (podobna występuje na licu muru fosy przy odcinku północno-zachodnim)

W miarę możliwości należy usunąć wszelkie, zwłaszcza uszkodzone cegły pochodzące z uzupełnień wykonanych od 2. Poł. XX w.

Uzupełnienia ubytków wykonać cegłą pochodzącą z rozbiórki lub nową, zgodnie z zasadą maksymalnego zbliżenia właściwości fizyko-mechanicznych i estetycznych do uzupełnianego fragmentu.

Dostosować układ cegieł do wątku uzupełnianego muru. W przypadku zaburzenia wątku muru historycznego (wskazującego na przebudowy, modernizacje obiektu), potwierdzone przez nadzór architektoniczny i konserwatorski zaburzenia takie pozostawić, ewentualnie uczynić według indywidualnych uzgodnień bieżących.

Odrębnym zagadnieniem konserwatorskim są odtworzone powierzchnie lica muru w trakcie prac remontowo-konserwatorskich z 2. poł. XX w. Charakteryzują się zastosowaniem cegły niedopalonej barwy pomarańczowej, jasnoczerwonej o formacie zbliżonym do wymiarów cegieł średniowiecznych osadzanych podobnie jak na pozostałych fragmentach muru w wątku główkowo-wozówkowym. Są to oprócz uzupełnień w ramach wątków historycznych wymurowania zwieńczenia murów.

Generalnie można uznać stan zachowania jako zły, spowodowany zastosowaniem cegieł nieodpowiednich dla obciążonego wodą i solami rozpuszczalnymi w wodzie muru. Zastosowano ponadto nieodpowiednią, zbyt szczelną i sztywną zaprawę murarską.

Pod względem technicznym i ze względu na bezpieczeństwo użytkowników fragmenty murów ostatnich remontów należy rozebrać.

Kwestie ukształtowania formy obiektu należy pozostawić do rozstrzygnięcia komisji konserwatorskiej po wykonaniu badań architektonicznych obejmujących mury na całym obwodzie.

BADANIA PETROGRAFICZNE

PODSUMOWANIE

Badania petrograficzne wykonano dla ośmiu próbek zapraw, pochodzących z murów obronnych Łagowa. Próbki oznaczone były numerami: 1 (ZW0560), 2 (ZW0561), 3 (ZW0562), 5 (ZW0563), 6 (ZW0564), 8 (ZW0565), 9 (ZW0566), 10 (ZW0567).

Na tle wszystkich próbek wyróżnia się zaprawa 3. W odróżnieniu od pozostałych posiada ona hydrauliczne spoiwo, składające się z mieszaniny mikrokryształicznego węgla wapniowego oraz produktów wiązania składników hydraulicznych (uwodnione krzemiany). W takim mieszanym, wapienno-krzemianowym spoiwie licznie występują relikty faz hydraulicznych, w postaci zrostów krzemianów wapnia oraz glinożelazianu czterowapniowego. Szkielet ziarnowy składa się z ziaren kwarcu, podrzędnych skaleni, ziaren skał, oraz akcesorycznego biotyту, amfibolu, granatu i minerałów nieprzezroczystych. Zaprawa ta jednocześnie charakteryzuje się relatywnie obfitym szkieletem ziarnowym, zajmującym znaczną objętość próbki, przy mniejszym udziale objętościowym spoiwa, w porównaniu do pozostałych zapraw.

Charakterystyczna jest również zaprawa nr 8. Posiada ona makroskopowo widoczne szare zabarwienie, lecz w odróżnieniu od próbki 3 jej spoiwo jest wyłącznie węglanowe. Składniki głównego szkieletu to kwarc, podrzędne skalenie, ziarna skał, oraz składniki akcesoryczne: glaukonit, fragmenty cegły, bioklasty, amfibol, biotyt, węgiel drzewny/tkanka roślinna, minerały nieprzezroczyste. Składniki pochodzenia roślinnego to fragmenty tkanki roślinnej, o różnym stopniu uwęglenia, od ziaren stosunkowo świeżych po typowe drobiny węgla drzewnego. Obecność akcesorycznych, ale relatywnie często spotykanych drobin pochodzenia roślinnego, może być odpowiedzialna za szare zabarwienie zaprawy. Występujące w składzie szkieletu bioklasty to fragmenty węglanowych skorupki. Ich obecność może wskazywać że do wyrobu zaprawy wykorzystano osady (piaski) jeziorne. Bardzo podobny charakter (poza makroskopowo widocznym szarym odcieniem) ma próbka 1. Zawiera ona nieco mniej składników pochodzenia roślinnego, stąd zapewne różnice w barwie.

Próbki zapraw 2, 5, 10 wykazują szereg cech wspólnych. Najbardziej charakterystyczne jest zabarwienie węglanowego (mikrytowego) spoiwa, pomarańczowo-brunatne, różniące się od brunatnego spoiwa pozostałych próbek o wapiennym spoiwie. Wspomniane zabarwienie prawdopodobnie wynika z obecności w mikrycie rozproszonych minerałów żelaza (tlenowodorotlenków żelaza), być może pochodzących z skały węglanowej, użytej do wypału zastosowanego dla tych próbek wapna. Składnikiem głównym szkieletu ziarnowego jest kwarc, uzupełniany przez skalenie, ziarna skał. Wśród tych ostatnich występują granitoidy, jak i ziarna wapieni. Część z nich to ziarna wyoblone, te zapewne wchodziły w skład

zastosowanego do wyrobu zapraw piasku. Inne są ostrokrawędziste, te należy uznać za pozostałości po skałach wapiennych, wykorzystanych do wypału wapna, a które nie uległy całkowitej kalcynacji. Potwierdza to fakt, iż w części ziaren budujące je jawnokrystaliczne węglany są plamiście zastępowane przez mikrokrystaliczny brunatny mikryt, o takich samych cechach jak spoiwo zapraw. Spoiwo próbek jest silnie niejednorodne, bogate w występujące w masie spajającej skupienia mikrytowe. Składniki akcesoryczne próbek 2, 5, 10, to glaukonit, fragmenty cegły, bioklasty, amfibol, granat, biotyt, minerały nieprzezroczyste.

Do grupy zapraw 2, 5, 10 zaliczono również próbkę 9. Wprawdzie jej szkielet ziarnowy jest wyraźnie drobniej uziarniony, lecz spoiwo jest podobnie wykształcone, z pomarańczowym odcieniem, obecne są również ostrokrawędziste ziarna wapieni. Sugeruje to, że pomimo różnic w morfologii ziaren szkieletu, do wyrobu zaprawy 9 i zapraw 2, 5, 10 przypuszczalnie zastosowano takie samo wapno o zbliżonej czy wręcz takiej samej technologii produkcji.

Ostatnia z próbek nr 6 ma typowy dla większości zapraw o wapiennym spoiwie szkielet ziarnowy. W jego składzie spotyka się, podobnie jak w próbkach 2, 5, 10 i 9, drobne ostrokrawędziste ziarna wapieni, uznane podobnie jak w wypadku w/w zapraw, za relikty skały z której kalcynowano wapno. Spoiwo próbki 6 jest mikrytowe, jednak o typowej brunatnej barwie dla tej formy węglanów, nie wykazuje pomarańczowego odcienia.

1. Numer próbki: ZW0560 ZW0565 (1) - Łagów, mury obronne (8) - Łagów, mury obronne	2. Rodzaj skały: zaprawa	
3. Barwa próbki: szara	4. Zwięzłość próbki: zwięzła	5. Reakcja z HCl: burzliwa
6. Szkielet ziarnowy <u>6a. Typ szkieletu ziarnowego:</u> rozproszony		
<p>6b. Skład mineralny: kwarc, skalenie, glaukonit, fragmenty skał, fragmenty cegły, bioklasty, amfibol, biotyt, węgiel drzewny/tkanka roślinna, minerały nieprzezroczyste, skupienia mikrytowe.</p> <p>Kwarc – stanowi główny i jedyny zarazem składnik szkieletu ziarnowego. Wykształcony jest w postaci detrytycznych ziaren, o wielkości rzadko osiągającej do około 0,8-1,0 mm. Większość ziaren drobna, znacznie mniejsza od wielkości maksymalnej, przy czym część populacji stanowią osobniki zupełnie drobne, wielkości poniżej 0,1-0,2 mm. Większość ziaren kwarcowych wykształcona jest w postaci ziaren monokrystalicznych, osobniki o polikrystalicznej budowie występują, lecz są rzadkie. Kwarc przy jednym nikolu jest bezbarwny i niepleochroiczny, posiada relatywnie niski relief, nie wykazuje oznak obecności łupliwości. Przy skrzyżowanych nikolach obserwuje się niskie do średnich, szare i słomkowo-szare barwy interferencyjne I rzędu. Forma ziaren zmienna, obecne zarówno ziarna izometryczne jak i lekko wydłużone, rzadko wydłużone. Ziarna najdrobniejsze nie wykazują większego stopnia wydłużenia, są zazwyczaj izometryczne. Stopień obtoczenia średni do dobrego, dominują ziarna półobtroczone do podrzędnych półostrokrawędzistych oraz ziarna obtoczone (zazwyczaj największych rozmiarów). Wrostki innych minerałów ziarnach kwarcu nie występują, często natomiast w kwarcu obecne są liczne, submikroskopowe inkluzje ciekło-gazowe.</p> <p>Skalenie – mają charakter składnika typowo podrzędnego. Wielkość ziaren skalenia nie przekracza 1,0 mm, większość jest podobnie jak kwarc mniejsza, poniżej około 0,5-0,6 mm. Wykształcone są w postaci lekko wydłużonych ziaren, półobtoczonych i półostrokrawędzistych, rzadko obtoczonych. W składzie szkieletu spotyka się to odmiany alkaliczne, jak i sodowo-wapniowe. Z odmian alkalicznych występują pertyty, będącego przerostem skalenia sodowego w skaleniu potasowym. Plagioklasy (skalenie Ca-Na) są zbliżone polisyntetycznie, widoczny w ich wnętrzach jest jeden system równoległe ułożonych lametek bliźniaczych. Wszystkie skalenie przy jednym nikolu są bezbarwne i niepleochroiczne, wykazują niski relief, niektóre z ziaren ukazują dobrą łupliwość. Przy skrzyżowanych nikolach obserwuje się niskie lub średnie, I rzędu barwy interferencyjne. Praktycznie wszystkie skalenie są świeże i niezmienione, nie wykazują oznak wietrzenia. Sporadycznie niektóre osobniki są lekko przyprószone drobnoblaszkowymi minerałami wtórnymi.</p> <p>Glaukonit – występuje akcesorycznie, wykształcony jest w formie niewielkich, owalnych skupień, które składają się z drobnych łuseczek glaukonitu. Posiadają one trawiastozielone zabarwienie, są świeże i niezwierteżone. Maksymalnie osiągają one rozmiary dochodzące do około 0,2-0,3 mm</p> <p>Fragmenty skał – występują podrzędnie, jako składnik uzupełniający szkielet ziarnowy. Reprezentowane są głównie przez fragmenty skał krystalicznych, magmowych głębinowych. Ziarna takie składają się z kryształów skalenia alkalicznego, kwarcu, obok których niekiedy spotyka się ziarno plagioklastu czy blaszkę ciemnej miki. Reprezentują one fragmenty skał o składzie zbliżonym do granitoidów. Są one izometryczne lub lekko wydłużone, półobtroczone do półostrokrawędzistych, o wielkości maksymalnie do około 2,0 mm. Obecne są także ziarna wapieni, o maksymalnej wielkości około 2,0 mm, są lekko wydłużone, obtoczone do półostrokrawędzistych, o charakterze biomikrytu, zbudowane z węglanowych bioklastów i mikrytowego tła.</p> <p>Fragmenty cegły – składnik ten występuje sporadycznie, ich ilość w skali preparatu mikroskopowego ogranicza się do dwóch ziaren. Mają one maksymalnie wielkość do około 1,0 mm. Ziarna składają się z kryptokrystalicznego tła, o czerwonobrunatnej lub czarno-brunatnej barwie, spajającego kwarc bardzo drobnej frakcji, którego ziarna stanowią szkielet ziarnowy ceramiki.</p> <p>Bioklasty – sporadycznie w składzie szkieletu spotyka się węglanowe elementy szkieletowe organizmów żywych. Są one ostrokrawędziste, o wielkości maksymalnie do 0,5-0,8 mm, reprezentują łukowego kształtu skorupki, zazwyczaj zachowane fragmentarycznie.</p> <p>Amfibol – rzadko pomiędzy ziarnami dominującego kwarcu spotkać można pojedyncze słupki amfibolu, o wielkości poniżej 0,3 mm. Są słabo wyoblone osobniki, barwne i pleochroiczne, bladezielone do ciemnozielonego, przy skrzyżowanych nikolach wykazują barwy interferencyjne II rzędu.</p> <p>Biotyt – występuje jako składnik akcesoryczny. Są to pojedyncze blaszki, których wielkość nie przekracza około 0,3 mm. Mają one dodatni relief, są barwne i pleochroiczne, od żółtawych po brunatne. Posiadają łupliwość, a przy</p>		

skrzyżowanych nikolach wykazują II rzędu barwy interferencyjne. Są świeże i niezwiędnięte.

Węgiel drzewny/tkanka roślinna – w składzie próbki choć akcesoryczny, spotykany dość często. Ma postać igiełek, słupków lub rzadko tabliczek, postrzępionych, wielkości do około 0,5 mm. Zabarwione są one na czarno, całkowicie nieprzezroczyste do często brunatnych i prześwitujących. Reprezentują one fragmenty tkanki roślinnej o różnym stopniu uwęglania.

Minerały nieprzezroczyste – nieliczne, mają wielkość do około 0,4 mm, są ksenomorficzne, średnio wyoblone (czym różnią się od nieobtoczonych drobin węgla), zabarwione na intensywnie czarny kolor, całkowicie nieprzezroczyste. Nie wykazują oznak wietrzenia.

Skupienia mikrytowe – średnio liczne, mają niewielkie rozmiary, nie przekraczają około 0,5 mm. Posiadają owalne kształty, są zabarwione na ciemnobrunatno, są słabo przezroczyste. Zbudowane są wyłącznie z mikrytu, bezstrukturalnie, nie wykazują w swych wnętrzach uporządkowania.

6c. Wielkość ziaren szkieletu ziarnowego:

Rzadko ziarna osiągają rozmiary do 1,5-2,0 mm, zazwyczaj nie przekraczają 1,0 mm, a część to bardzo drobne osobniki poniżej około 0,1-0,2 mm.

6d. Morfologia ziarn:

Forma ziaren izometryczna, lekko wydłużona do rzadko wydłużonej. Ziarna są półobtoczone i obtoczone, rzadziej półostrokrawędziste.

7. **Spoiwo** – drobnokrystaliczne, zbudowane z submikroskopowych kryształków węgla wapnia, wykształconego w postaci mikrytu. Niejednorodne, zawiera wyodrębnione skupienia mikrytowe, przy jednym polaryzatorze masa mikrytowa jest zabarwiona na brunatno, słabo przezroczysta. Przy skrzyżowanych nikolach wykazuje wysokich rzędów barwy interferencyjne, maskowane przez barwę mikrytu.

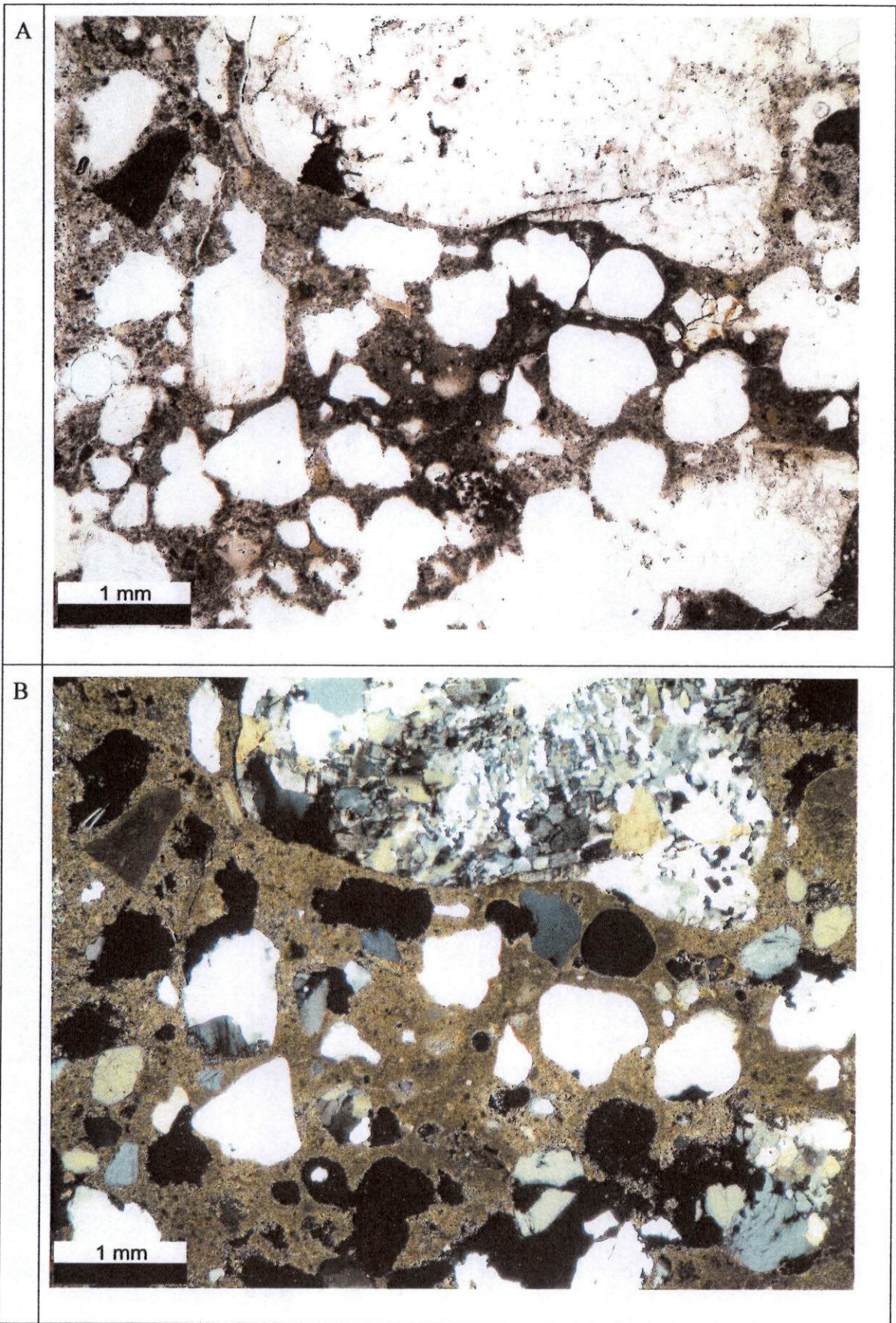
8. Stosunki procentowe (objętościowe) w próbce:

1

Spoiwo	Kwarc	Skalenie	Fragmenty skał	Inne
~57,0%	~30,5%	~3,0%	~8,5%	~1,0%

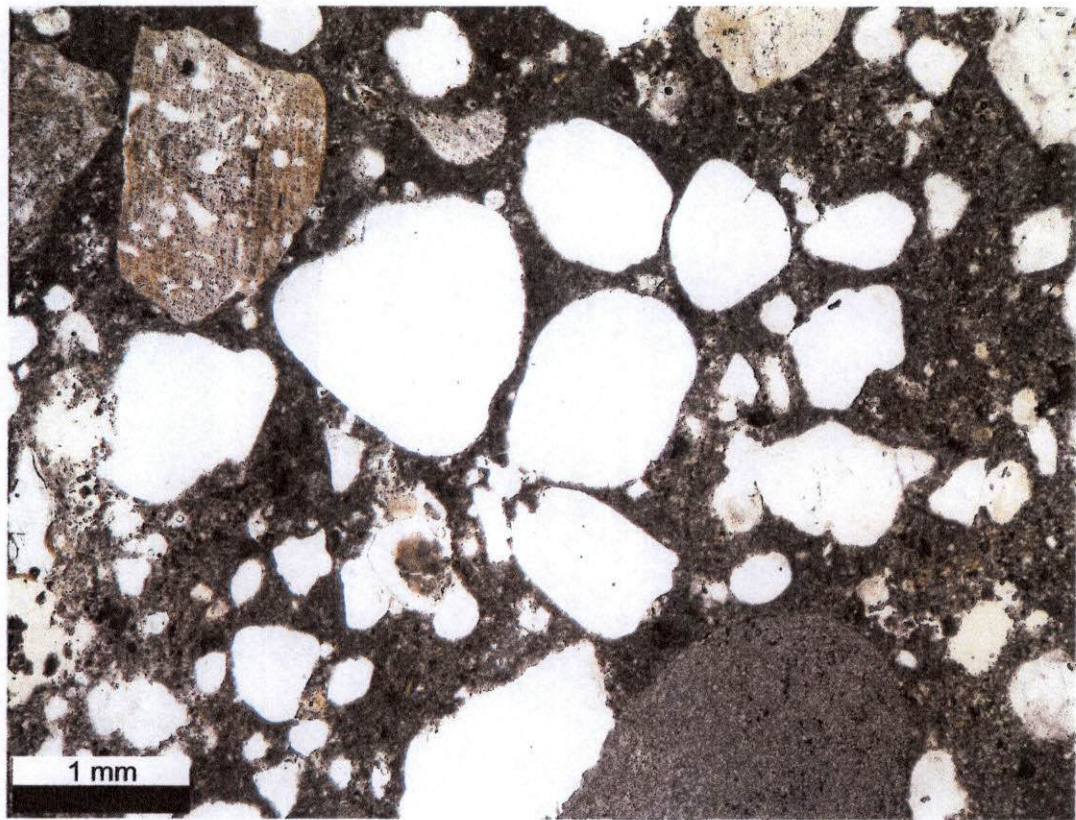
8

Spoiwo	Kwarc	Skalenie	Fragmenty skał	Inne
~59,5%	~32,0%	~2,5%	~5,0%	~1,0%

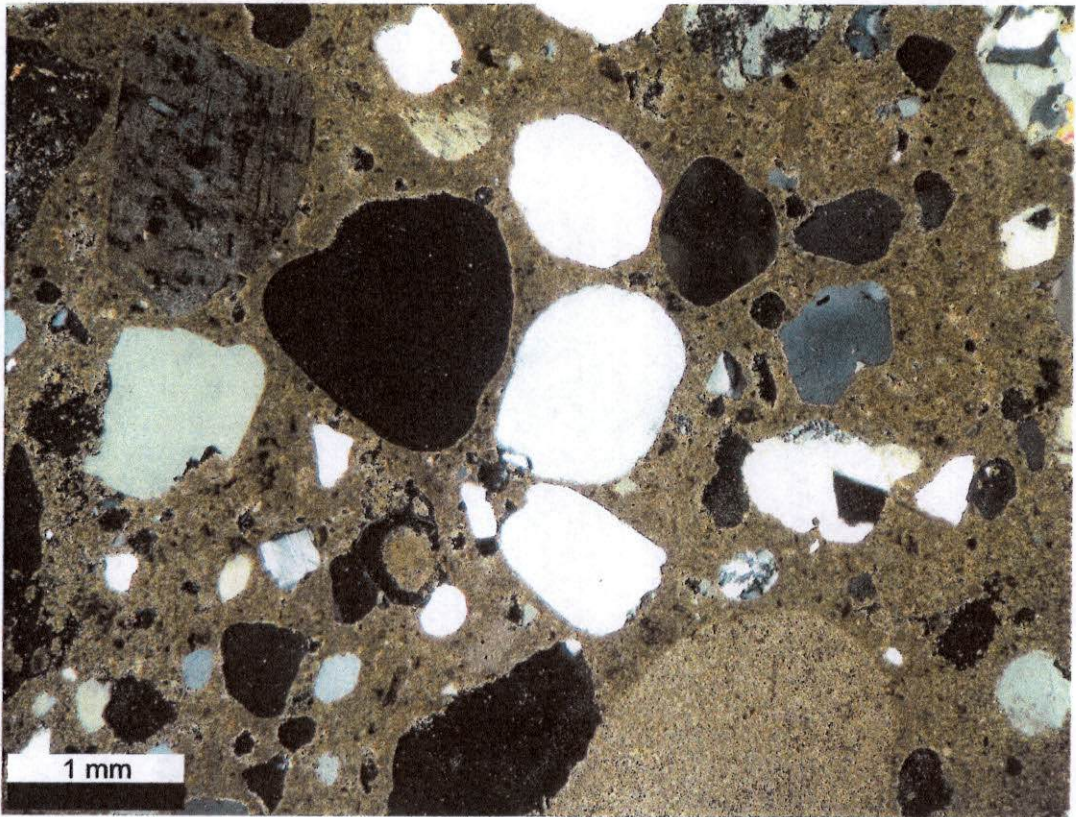


Obraz mikroskopowy próbki 1, obserwowany przy jednym polaryzatorze (A) i dwóch, skrzyżowanych polaryzatorach (B).

A



B



Obraz mikroskopowy próbki 8, obserwowany przy jednym polaryzatorze (A) i dwóch, skrzyżowanych polaryzatorach (B).

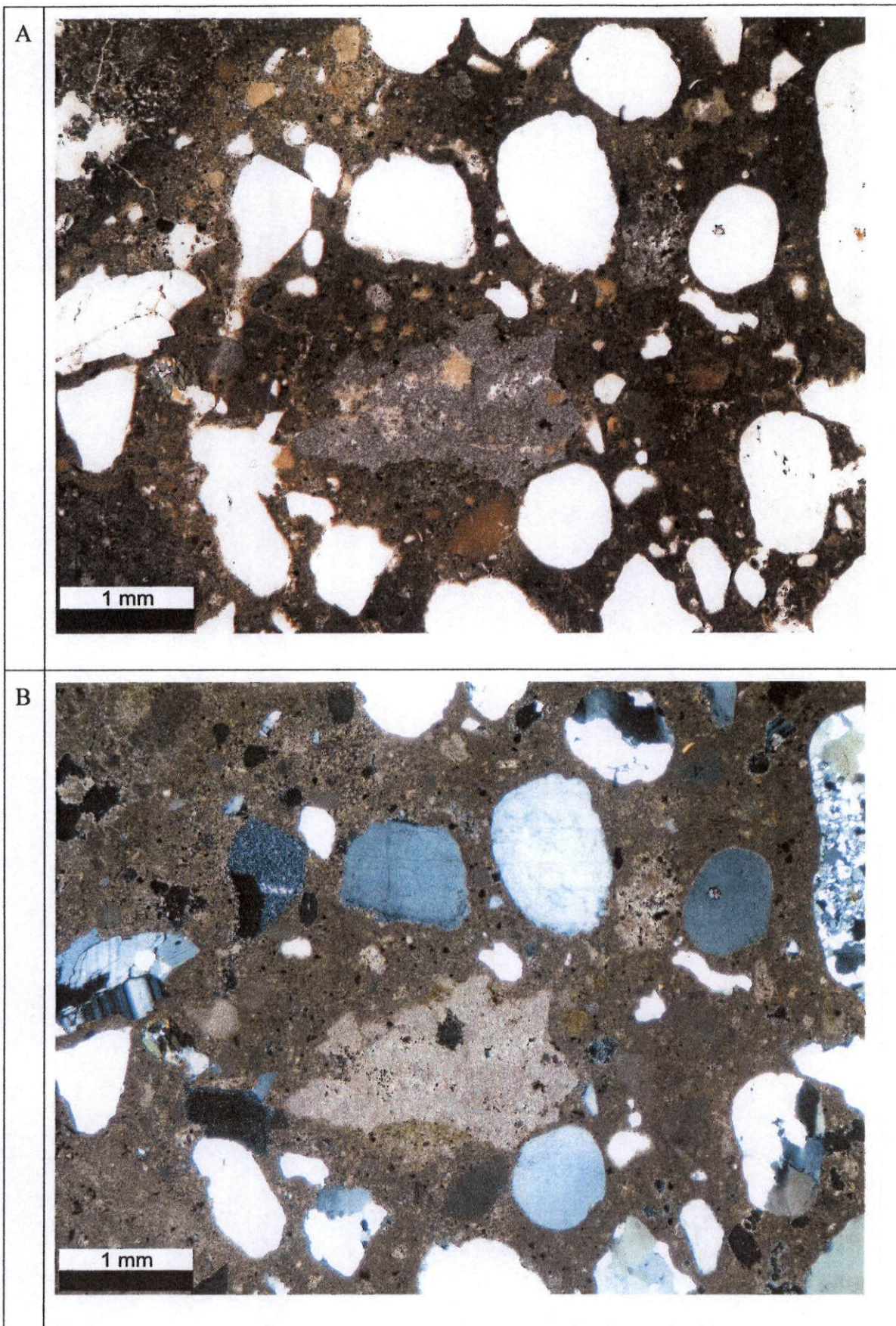
<p>1. Numer próbki: ZW0561 ZW0563 ZW0566 ZW0567 (2) - Łagów, mury obronne (5) - Łagów, mury obronne (9) - Łagów, mury obronne (10) - Łagów, mury obronne</p>	<p>2. Rodzaj skały: zaprawa</p>	
<p>3. Barwa próbki: kremowo-pomarańczowa</p>	<p>4. Zwięzłość próbki: zwięzła</p>	<p>5. Reakcja z HCl: burzliwa</p>
<p>6. Szkielet ziarnowy 6a. Typ szkieletu ziarnowego: rozproszony</p> <p>6b. Skład mineralny: kwarc, skalenie, fragmenty skał, glaukonit, fragmenty cegły, bioklasty, amfibol, granat, biotyt, minerały nieprzezroczyste, skupienia mikrytowe.</p> <p><i>Kwarc</i> – jest to główny składnik szkieletu ziarnowego. Wielkość ziaren kwarcu zazwyczaj nie przekracza około 0,5 mm, nieco rzadsze są ziarna o wielkości do około 1,0-1,2 mm. W próbce nr 9 obficie występują ziarna o wielkości do 0,2-0,3 mm, większe (do 1,0 mm) są bardzo rzadkie. Forma ziaren zazwyczaj izometryczna, lekko wydłużona, rzadko spotyka się ziarna silnie wydłużone. W przeważającej mierze ziarna kwarcu to monokryształy, stosunkowo rzadko spotyka się zrosty polikrystaliczne, składające się z kilku mniejszych kryształów. Stopień obtoczenia średni i dobry, przeważająca większość to formy półostrokrawędziste, a przede wszystkim półobtroczone, obtroczone, a bardzo rzadko ostrokrawędziste. Przy jednym nikolu ziarna kwarcowe są bezbarwne i niepleochroiczne, wykazują niski relief, nie mają widocznej łupliwości. Przy skrzyżowanych nikolach wykazują niską dwójłomność, manifestującą się I rzędu, szarymi i żółtoszarymi barwami interferencyjnymi. Ziarna kwarcu wrostków innych kryształów nie zawierają, obecne jedynie w ich wnętrzach submikroskopowe banieczki inkluzji ciekło-gazowych, które nagromadzone powodują zmętnienie ziaren.</p> <p><i>Skalenie</i> – występują znacznie rzadziej niż kwarc, ich wielkość nie przekracza 1,0 mm, przy czym podobnie jak on, tworzą często ziarna o rozmiarach do około 0,5-0,6 mm. Ziarna skaleni mają postać zarówno osobników izometrycznych jak i częściej ziaren lekko wydłużonych, rzadko wydłużonych. Podobnie jak kwarc wykazują średni do dobrego stopień wyoblenia, bardzo rzadko są ostrokrawędziste. Z grupy skaleni w składzie szkieletu spotyka się odmiany sodowo-wapniowe (plagioklasy), a przede wszystkim skalenie alkaliczne, reprezentowane przez mikrokliny i pertyty. Przy jednym nikolu ziarna skaleni są bezbarwne i niepleochroiczne, rzadko wykazują widoczną łupliwość, relief ich jest niski, porównywalny z reliefem kwarcu. Przy skrzyżowanych nikolach wykazują I rzędu, niskie do średnich, szare i żółtawo-szare barwy interferencyjne. Występujące w próbce skalenie sodowo-wapniowe (plagioklasy) są zbliżone, posiadają one jeden system bliźniaka polisyntetycznego, wchodzące w jego skład lamelki mają równą grubość, kontynuują się poprzez całe ziarno skalenia. Mikrokliny reprezentujące skalenie alkaliczne są zbliżone, widoczne są dwa systemy polisyntetycznych bliźniaków, krzyżujące się pod kątem zbliżonym do prostego. Pertyty również należące do skaleni alkalicznych nie są zbliżone, są natomiast niejednorodne, widoczne są odmieszane żyłki skalenia sodowego w skaleniu potasowym. Skalenie są zazwyczaj świeże i niezmięcone, nieliczne są zwietrzałe, poprzerastane submikroskopowymi blaszkami minerałów wtórnych.</p> <p><i>Fragmenty skał</i> – jest to kolejny składnik szkieletu ziarnowego, o charakterze pobocznym. Grupa skał zróżnicowana jest pod względem litologicznym. W skład szkieletu wchodzi ziarna zarówno skał krystalicznych jak i skał osadowych. Te ostatnie to ziarna wapieni o charakterze biomikrytu lub wapienia mikrosparytowego, różniące się morfologią. Te pierwsze składają się z węglanowych elementów szkieletowych organizmów żywych, zbudowanych zwykle z grubiej krystalicznego węglanu wapniowego, spojonych drobnokrystalicznym węglanem wapnia (mikrytem). Druga odmiana składa się z bardzo drobnych kryształków węglanów. Ziarna wapieni biomikrytowych mają izometryczne do wydłużonych kształty, są dobrze wyoblone. Największe nie przekraczają około 1,5 mm wielkości. Te drugie są ostrokrawędziste, mają wielkość poniżej 1,0 mm. W niektórych części</p>		

9

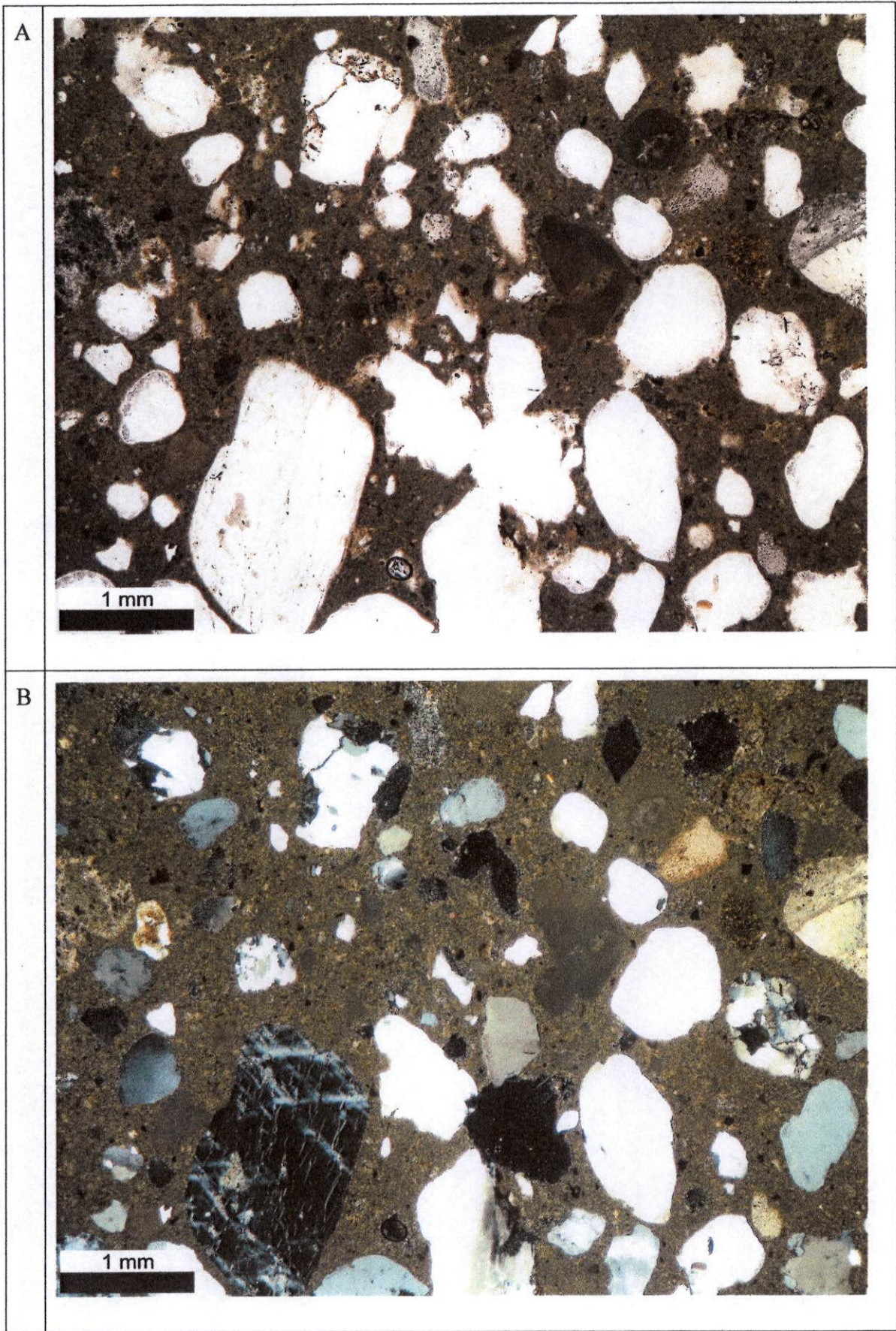
Spoiwo ~71,0%	Kwarc ~18,5%	Skalenie ~1,5%	Fragmenty skał ~7,5%	Inne ~1,5%
------------------	-----------------	-------------------	-------------------------	---------------

10

Spoiwo ~62,5%	Kwarc ~25,0%	Skalenie ~2,5%	Fragmenty skał ~8,5%	Inne ~1,5%
------------------	-----------------	-------------------	-------------------------	---------------

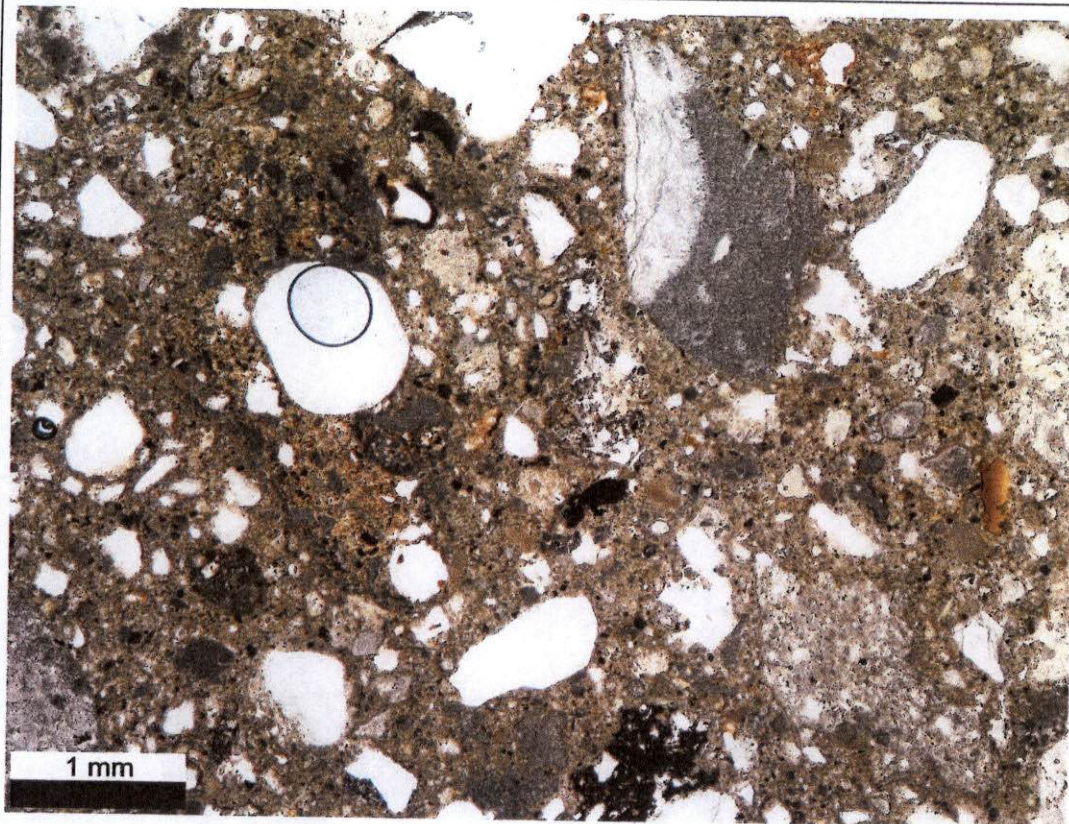


Obraz mikroskopowy próbki 2, obserwowany przy jednym polaryzatorze (A) i dwóch, skrzyżowanych polaryzatorach (B).

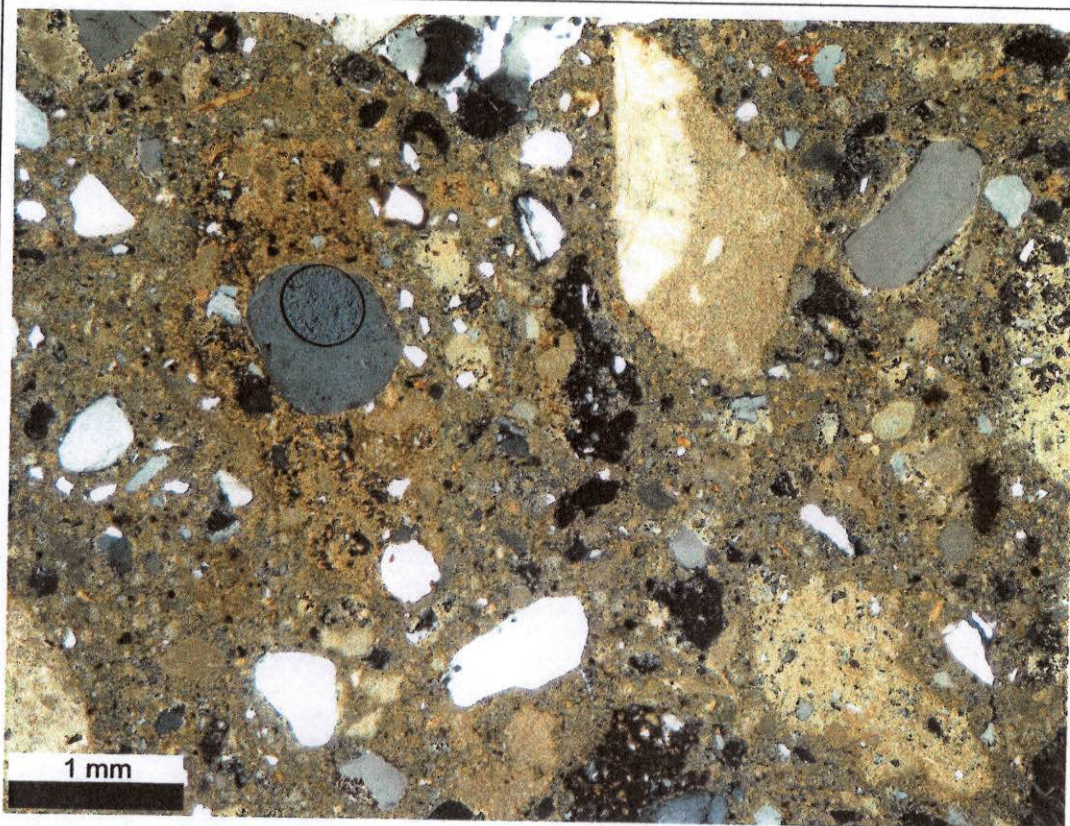


Obraz mikroskopowy próbki 5, obserwowany przy jednym polaryzatorze (A) i dwóch, skrzyżowanych polaryzatorach (B).

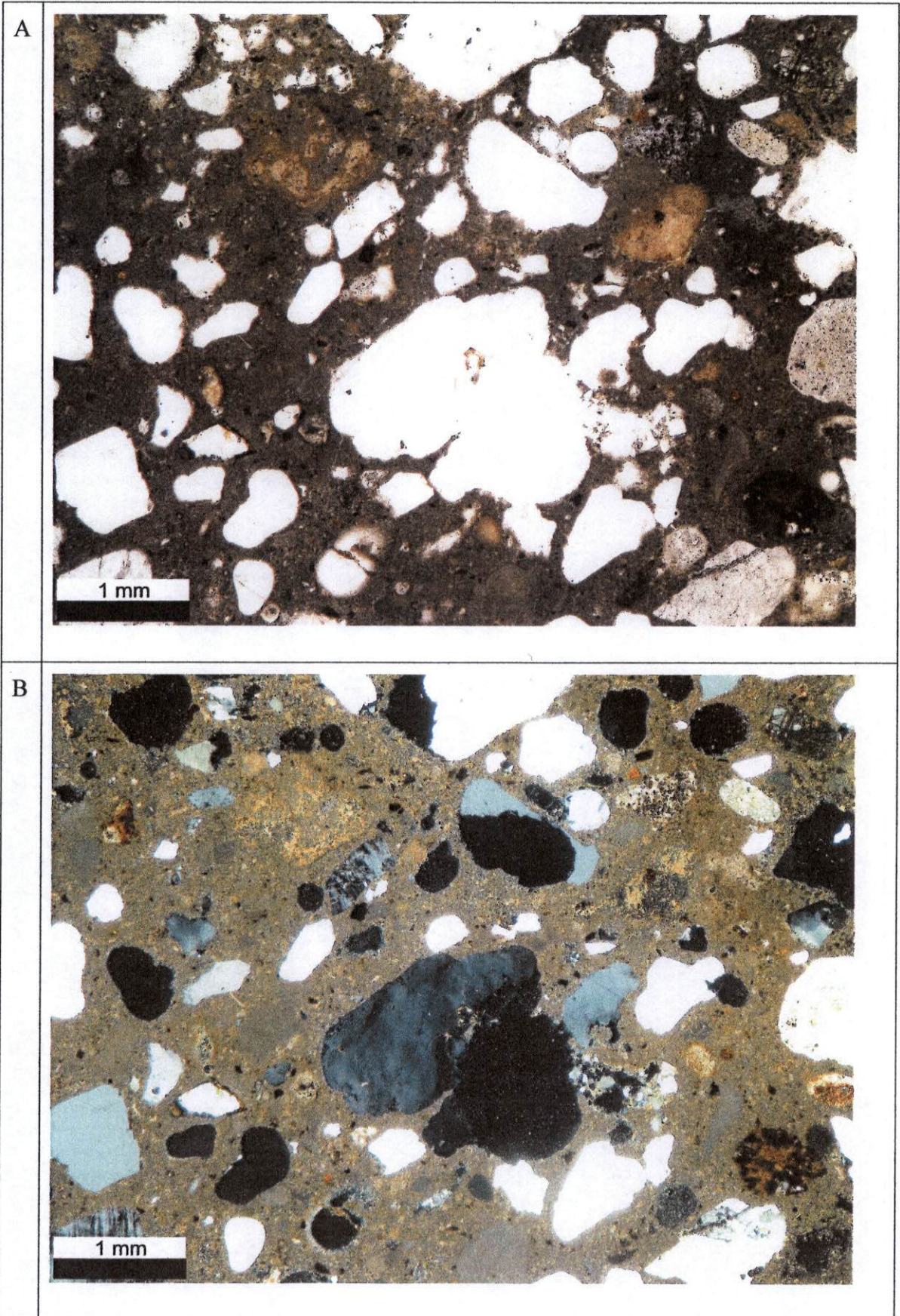
A



B



Obraz mikroskopowy próbki 9, obserwowany przy jednym polaryzatorze (A) i dwóch, skrzyżowanych polaryzatorach (B).



Obraz mikroskopowy próbki 10, obserwowany przy jednym polaryzatorze (A) i dwóch, skrzyżowanych polaryzatorach (B).

kryształów mikrosparytu zastępowana jest brunatnym mikrytem. Występujące obok wapieni skały krystaliczne reprezentowane są przez ziarna skał magmowych. Są to skały zbliżone składem do granitoidów. Mają one rozmiary dochodzące do około 2,0 mm. Mają formy izometryczne do lekko wydłużonych, nieliczne są silnie wydłużone. Ziarna są półobtoczone lub półostrokrawędziste.

Glaukonit – ma charakter składnika akcesorycznego, wykształcony typowo, jako owalne skupienia submikroskopowych blaszek glaukonitu. Tego typu agregaty mają rozmiar do około 0,2 mm. Skupienia te są zabarwione na trawiaścielony kolor, są świeże, nie wykazują oznak wietrzenia.

Fragmety cegły – bardzo rzadko w składzie szkieletu spotyka się ziarna o wielkości dochodzącej do około 0,5-0,8 mm. Ich liczba nie przekracza kilku osobników w skali preparatu mikroskopowego. Ziarna są ostrokrawędziste, mają one lekko wydłużone lub wydłużone kształty. Zbudowane są afanitowego, brunatno-pomarańczowego metalastego tła, w obrębie którego tkwią liczne drobne ziarna detrytycznego kwarcu.

Bioklasty – sporadycznie w składzie szkieletu spotyka się węglanowe skorupki (fragmety), których rozmiary nie przekraczają około 0,5 mm.

Amfibol – jest to rzadki składnik akcesoryczny, w skali preparatu to kilka ziaren wykształconych w postaci krótkich słupków lub rzadko form zbliżonych do izometrycznych, słabo lub średnio wyoblonych. Ich wielkość nie przekracza 0,3 mm. Posiadają one dodatni relief, obecna jest łupliwość, są barwne i pleochroiczne, od jasnozielonych, żółtozielonych po ciemnozielone, czy brunatnozielone. Przy skrzyżowanych nikolach wykazują II rzędu barwy interferencyjne.

Granat – również jak amfibol ma charakter akcesoryczny, w skali preparatu mikroskopowego obecne kilka ziaren, o izometrycznym do niekiedy lekko wydłużonego kształcie i wielkości nie przekraczającej około 0,3-0,4 mm. Ziarna tego minerału są średnio obtoczone, o silnie dodatnim reliefie, bezbarwne i niepleochroiczne, nie wykazują łupliwości. Przy skrzyżowanych nikolach są optycznie izotropowe.

Biotyt – występuje rzadko, jako składnik akcesoryczny. Są to pojedyncze blaszki, o wielkości dochodzącej maksymalnie do około 0,4-0,5 mm. Posiadają one dodatni relief, są barwne i pleochroiczne, wykazują pleochroizm w odcieniach jasnożółtej do brunatnej barwy. Posiadają jeden system bardzo dobrej łupliwości. Przy skrzyżowanych nikolach zabarwienie maskuje barwy interferencyjne z pogranicza I i II rzędu.

Minerały nieprzezroczyste – jest to składnik akcesoryczny, wielkość ziaren nie przekracza zazwyczaj 0,2-0,3 mm, choć sporadycznie można dostrzec większe, do 0,5 mm. Są ksenomorficzne, o izometrycznym kształcie, rzadziej spotyka się formy wydłużone. Ziarna są średnio wyoblone, zabarwione są na czarno, całkowicie nieprzezroczyste, nie prześwitują. Niektóre ze względu na zbliżone wykształcenie mogą być drobinami wyżej opisanego węgla.

Skupienia mikrytowe – występują bardzo licznie, są zazwyczaj relatywnie drobne, mają rozmiary do 0,2-0,3 mm. Rzadziej spotyka się większe, maksymalnie osiągające rozmiary do około 0,5-1,0 mm. Skupienia mają owalne i zaokrąglone do części nieregularnych, ostrokrawędzistych kształty. Składają się z mikrytu, o brunatno-pomarańczowej barwie i słabej przezroczystości. Przy skrzyżowanych nikolach wykazują wysokich rzędów barwy interferencyjne.

6c. Wielkość ziaren szkieletu ziarnowego:

Część ziaren osiąga rozmiary do 1,5 mm, większość ziaren nie przekracza około 1,0 mm.

6d. Morfologia ziarn:

Ziarna są zazwyczaj izometryczne, lekko wydłużone do rzadko wydłużonych. Ziarna są półobtoczone i obtoczone, rzadziej półostrokrawędziste do sporadycznie ostrokrawędzistych.

7. **Spoiwo** – mikrokryształiczne, silnie niejednorodne, zbudowane jest z węglanu wapniowego, wykształconego jako submikroskopowe kryształki mikrytu. Masa spoiwa ma słabą przezroczystość, zabarwiona jest na pomarańczowo-brunatno. Przy skrzyżowanych nikolach w miejscach o brunatnej barwie spoiwo wykazuje wysokich rzędów barwy interferencyjne. W masie węglanowej obficie występują wyodrębnione skupienia mikrytowe różnych rozmiarów.

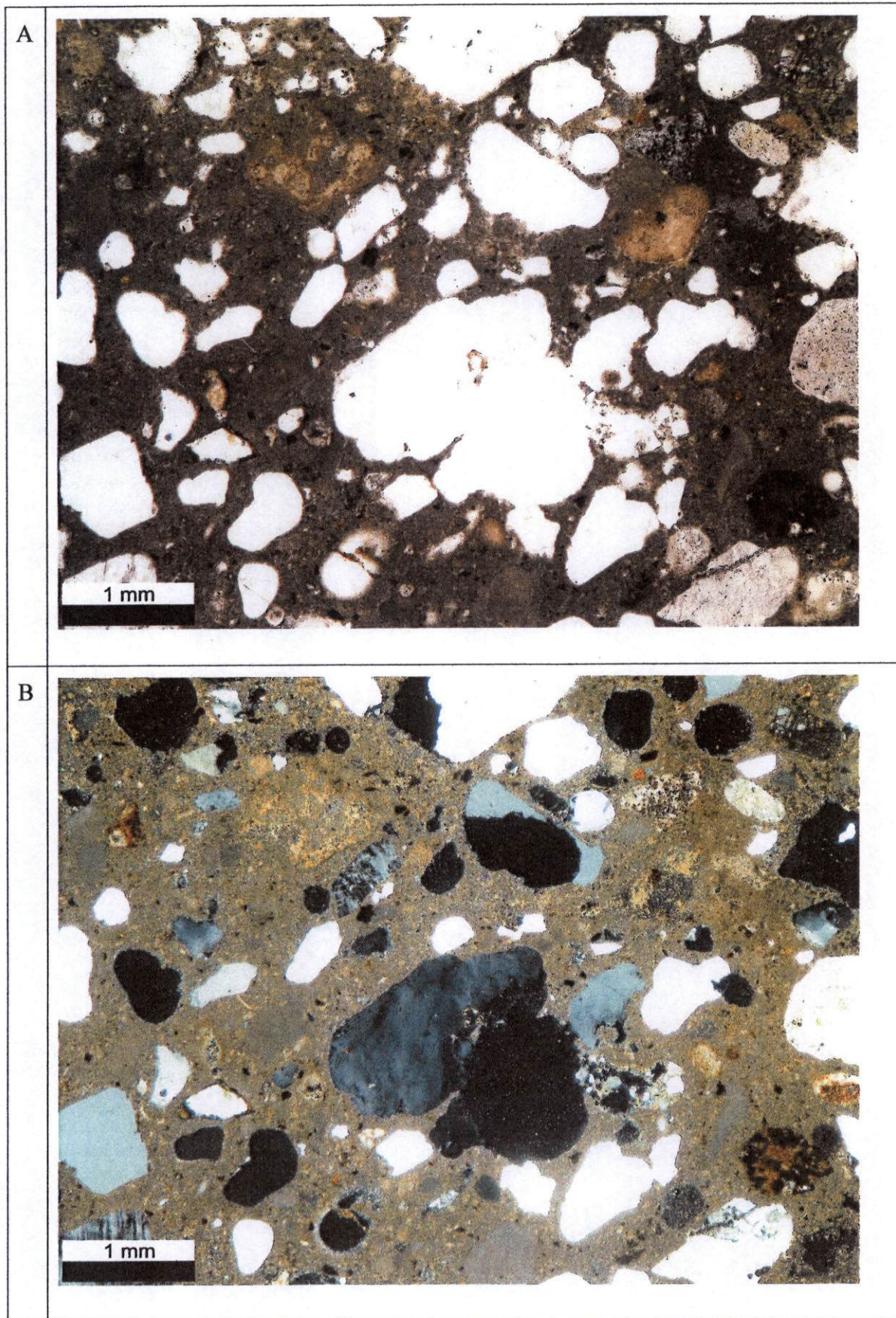
8. Stosunki procentowe (objętościowe) w próbce:

2

Spoiwo	Kwarc	Skalenie	Fragmety skał	Inne
~70,0%	~14,5%	~2,0%	~12,0%	~1,5%

5

Spoiwo	Kwarc	Skalenie	Fragmety skał	Inne
~65,5%	~20,5%	~2,0%	~10,5%	~1,5%



Obraz mikroskopowy próbki 10, obserwowany przy jednym polaryzatorze (A) i dwóch, skrzyżowanych polaryzatorach (B).

6c. Wielkość ziaren szkieletu ziarnowego:

Rzadko ziarna (głównie skał) maksymalnie osiągają rozmiary do 1,5-2,0 mm, większość ziaren znacznie mniejsza, są to zazwyczaj osobniki poniżej około 0,5-0,6 mm.

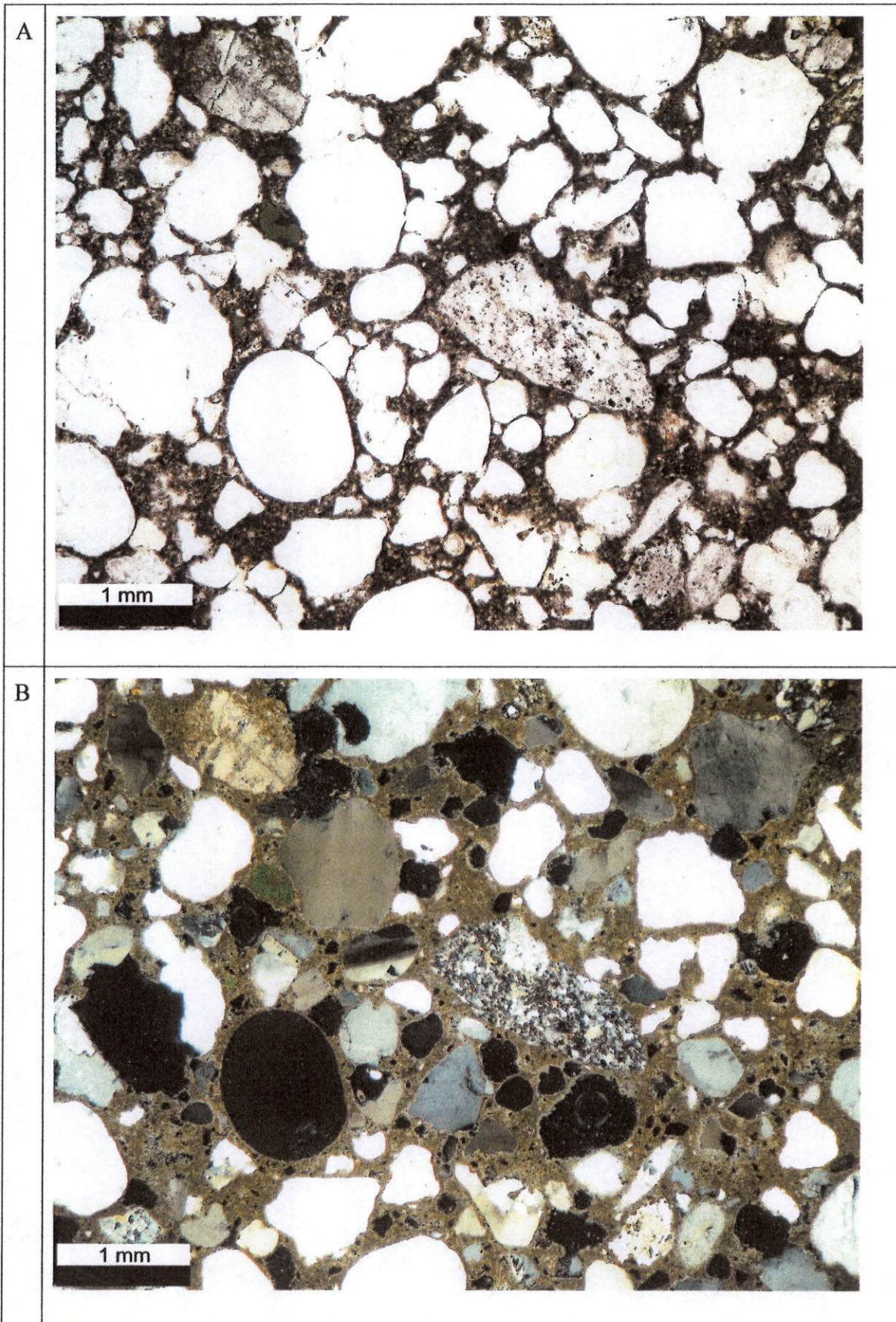
6d. Morfologia ziarn:

Forma ziaren izometryczna, lekko wydłużona do rzadko wydłużonej. Ziarna są półobtoczone i półostrokrawędziste do ostrokrawędzistych, rzadko obtoczone.

7. **Spoiwo** – drobnokrystaliczne, głównie węglanowe, zbudowane z submikroskopowych kryształów brunatno zabarwionego mikrytu, charakteryzującego się bardzo słabą przezroczystością. Przy skrzyżowanych nikolach masa mikrytowa wykazuje wysokie barwy interferencyjne, maskowane przez jego słabą przezroczystość. Stosunkowo jednorodne, zawiera natomiast liczne rozmieszczone w masie węglanowej (węglanowo-krzemianowej ?) relikty zrostów faz hydraulicznych, zbudowanych z drobnych kryształków krzemianów wapnia (alit, belit) i interstycyjnego glinożelazianu czterowapniowego.

8. Stosunki procentowe (objętościowe) w próbce:

Spoiwo	Kwarc	Skalenie	Fragmenty skał	Inne
~31,0%	~56,5%	~3,5%	~8,0%	~1,0%



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

1. Numer próbki: ZW0564 (6) - Łagów, mury obronne	2. Rodzaj skały: zaprawa	
3. Barwa próbki: szaro-kremowa	4. Zwięzłość próbki: zwięzła	5. Reakcja z HCl: burzliwa
6. Szkielet ziarnowy		
6a. Typ szkieletu ziarnowego: rozproszony		
6b. Skład mineralny: kwarc, skalenie, fragmenty skał, glaukonit, amfibol, węgiel drzewny, minerały nieprzezroczyste, skupienia mikrytowe.		
<p><i>Kwarc</i> – stanowi główny składnik wchodzący w skład szkieletu ziarnowego. Wykształcony jest jako detrytyczne ziarna, które nie przekraczają wielkości 1,0 mm. Większość mniejsza, ma rozmiary do około 0,5 mm. Przy jednym nikolu kwarc wykazuje niski relief, jest bezbarwny i niepleochroiczny. Nie posiada łupliwości, a przy skrzyżowanych nikolach wykazuje typowe dla niego szare i słomkowo-szare barwy interferencyjne I rzędu. Przeważająca większość ziaren kwarcowych to osobniki monokrystaliczne, jedynie wśród ziaren większych bardzo rzadko spotkać można zrosty polikrystaliczne, zbudowane z kilku kryształów tego minerału. Forma ziaren kwarcowych zbliżona do izometrycznej, obok nich spotyka się mniej liczne ziarna lekko wydłużone czy wydłużone. Stopień obtoczenia ziaren średni do dobrego, większość stanowią ziarna półobtroczone i półostrokrawędziste oraz niekiedy obtoczone, ziarna ostrokrawędziste są obecne, jednak rzadkie. Wrostki innych minerałów w ziarnach kwarcu nieobecne, jedynie często spotyka się licznie nagromadzone banieczki inkluzji ciekło-gazowych, których obecność powoduje zmętnienie ziarna.</p> <p><i>Skalenie</i> – występują rzadko, stanowią niewielką część szkieletu. Mają one wielkość nie przekraczającą około 1,0 mm, przy czym większość to osobniki mniejsze, podobnie jak ma to miejsce w wypadku ziaren kwarcowych. Skalenie tworzą ziarna lekko wydłużone lub izometryczne, wykazujące zwykle średni stopień wyoblenia, rzadko są dość dobrze obtoczone. Podobne pod względem wykazywanych cech optycznych do kwarcu. Wykazują niski relief, są bezbarwne i niepleochroiczne niekiedy posiadają widoczną łupliwość. Przy skrzyżowanych nikolach wykazują barwy interferencyjne I rzędu. Najliczniej w próbce występują ziarna skaleni alkalicznych, reprezentowane przez ziarna pertytów, składające się z przerostów formie żyłek skalenia sodowego w potasowym. Obok nich występują również skalenie sodowo-wapniowe, reprezentowane przez ziarna plagioklazów. Są one zbliżone polisyntetycznie, w ich wnętrzach obserwuje się jeden system bliźniaków, a wchodzące w jego skład lamelki mają równą grubość i kontynuują się do granic ziarna. W większości wypadków ziarna skaleni są dobrze zachowane, jedynie niektóre osobniki są lekko przyprószone drobnokrystalicznymi minerałami wtórnymi.</p> <p><i>Fragmenty skał</i> – reprezentowane są m. in. przez stosunkowo nieliczne ziarna wapieni. Część z ziaren to wapienie biogeniczne, mające rozmiary do około 1,5 mm, mają one wydłużone jak i niekiedy izometryczne kształty, wykazują doskonałe obtoczenie. Są to wapienie składające się z szczątków elementów szkieletowych organizmów żywych (bioklasty), zbudowanych z węgla wapniowego, spojonych również węglanem wapniowym. Obok nich spotyka się ostrokrawędziste ziarna wapieni mikrosparytowych, wielkości do kilku dziesiątych milimetra. Wapieniom towarzyszą ziarna skał krystalicznych – granitoidów. Tego rodzaju ziarna składają się z drobnych kryształów kwarcu, skaleni, którym towarzyszą miki czy amfibol. Mają one izometryczne lub lekko wydłużone kształty, wykazują średnie wyoblenie, zwykle są to ziarna półobtroczone półostrokrawędzistych. Maksymalnie osiągają one rozmiary do około 2,0 mm.</p> <p><i>Glaukonit</i> – jest to typowy składnik akcesoryczny, występuje w formie owalnych agregatów, zbudowanych z drobnych łuseczek tego minerału. Agregaty te mają wielkość nie przekraczającą około 0,2 mm. Wykazują trawiaszzielone zabarwienie, są świeże i niezwiędnięte.</p> <p><i>Amfibol</i> – jest to rzadki składnik, o akcesorycznym charakterze. Są to ziarna o rozmiarach do około 0,3 mm, półostrokrawędzistych, wykazujące dodatni relief, pleochroiczne w barwach od ciemnozielonej do jasnozielonej, posiadające łupliwość. Przy skrzyżowanych nikolach widoczne są II rzędu barwy interferencyjne.</p> <p><i>Węgiel drzewny</i> – akcesoryczny, wykształcony jako wydłużone osobniki, o wielkości poniżej 0,2 mm lub nieco większe osiągające do 0,4-0,5 mm o izometrycznych lub tabliczkowym pokroju. Ziarna są ostrokrawędziste, masywne, czarne i całkowicie nieprzezroczyste.</p> <p><i>Minerały nieprzezroczyste</i> – występują akcesorycznie. Ich rozmiary nie przekraczają 0,2-0,3 mm. Mają one izometryczne kształty, są ksenomorficzne, zabarwione na czarno, całkowicie nieprzezroczyste. Są półobtroczone do półostrokrawędzistych.</p> <p><i>Skupienia mikrytowe</i> – występują średnio licznie, największe osiągają do około 1,0 mm, zazwyczaj mniejsze, o rozmiarach kilku dziesiątych milimetra. Mają owalne jak i nieregularne kształty, zbudowane są wyłącznie z mikrytu, odróżniają się od otaczającego je spoiwa odcieniem brązowego zabarwienia. Są brunatne i słabo przezroczyste, przy skrzyżowanych nikolach wykazują wysokich rzędów barwy interferencyjne, maskowane przez naturalną barwę mikrytu.</p>		

6c. Wielkość ziaren szkieletu ziarnowego:

Zazwyczaj ziarna nie przekraczają około 1,0 mm, z znacznym udziałem ziaren poniżej 0,5 mm. Nieliczne większe osiągają do 1,5-2,0 mm wielkości.

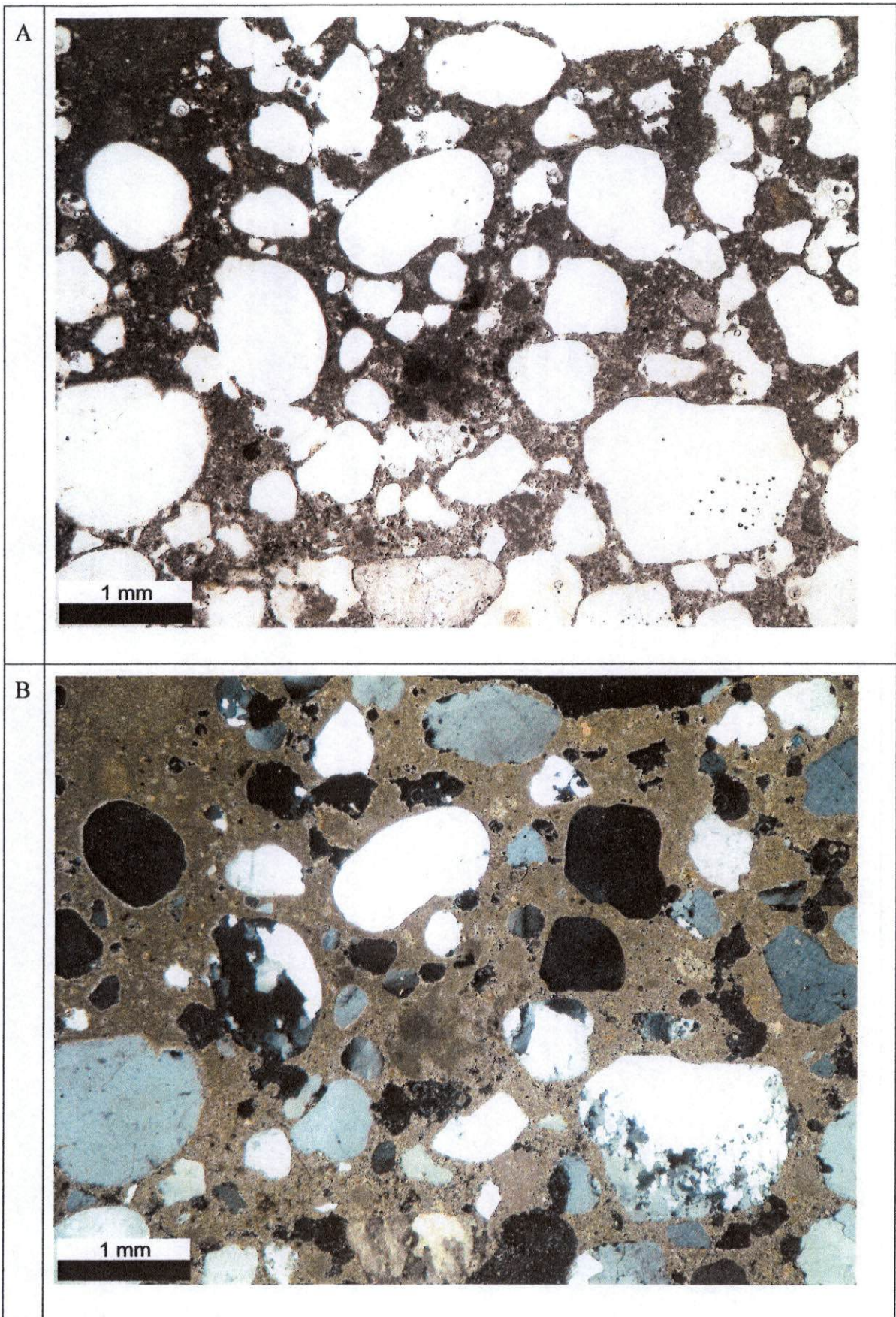
6d. Morfologia ziarn:

Ziarna są izometryczne, lekko wydłużone do rzadko wydłużonych. Średnio lub dobrze wyoblone, rzadziej półostrokrawędziste do sporadycznie ostrokrawędzistych.

7. Spoiwo – mikrokryształiczne, składa się z węglanu wapniowego, wykształconego jako ziarna mikrytu. Przy jednym nikolu składnik ten tworzy niejednorodną masę z wyodrębnionymi skupieniami, zabarwioną na ciemnobrunatno, słabo przezroczystą, która przy skrzyżowanych nikolach wykazuje wysokich rzędów barwy interferencyjne, maskowane przez naturalne zabarwienie mikrytu, widoczne przy jednym polaryzatorze.

8. Stosunki procentowe (objętościowe) w próbce:

Spoiwo	Kwarc	Skalenie	Fragmenty skał	Inne
~55,0%	~33,5%	~3,0%	~7,0%	~1,5%



Obraz mikroskopowy próbki 6, obserwowany przy jednym polaryzatorze (A) i dwóch, skrzyżowanych polaryzatorach (B).

DOKUMENTACJA FOTOGRAFICZNA



FOT. 1 – Narożnik południowo-zachodni murów obronnych, widok ogólny elewacji zewnętrznych.



FOT. 2 - Narożnik południowo-zachodni murów obronnych, widok ogólny elewacji wewnętrznych w kierunku ściany zachodniej.



FOT. 3 – Ściana południowa strona zewnętrzna, widok ogólny.



FOT. 4 - Ściana południowa strona zewnętrzna, odcinek wschodni przy podstawie z widocznymi fragmentami rdzenia przewiertu geotechnicznego.



FOT. 5 – Detal fot. 4, fragmenty skał osadowych, zaprawy wiążącej z gruzem ceramicznym, miejsce pobrania próbki nr 1.



FOT. 6 - Ściana południowa strona zewnętrzna, fragment - odcinek wschodni przy ścianie budynku. Widok ogólny na stan zachowania w otoczeniu miejsca pobrania próbki nr 2.





FOT. 7 - Ściana południowa strona zewnętrzna, odcinek wschodni – powierzchniowa warstwa spoiny kształtowanej analogicznie do zaprawy próbki nr 2.



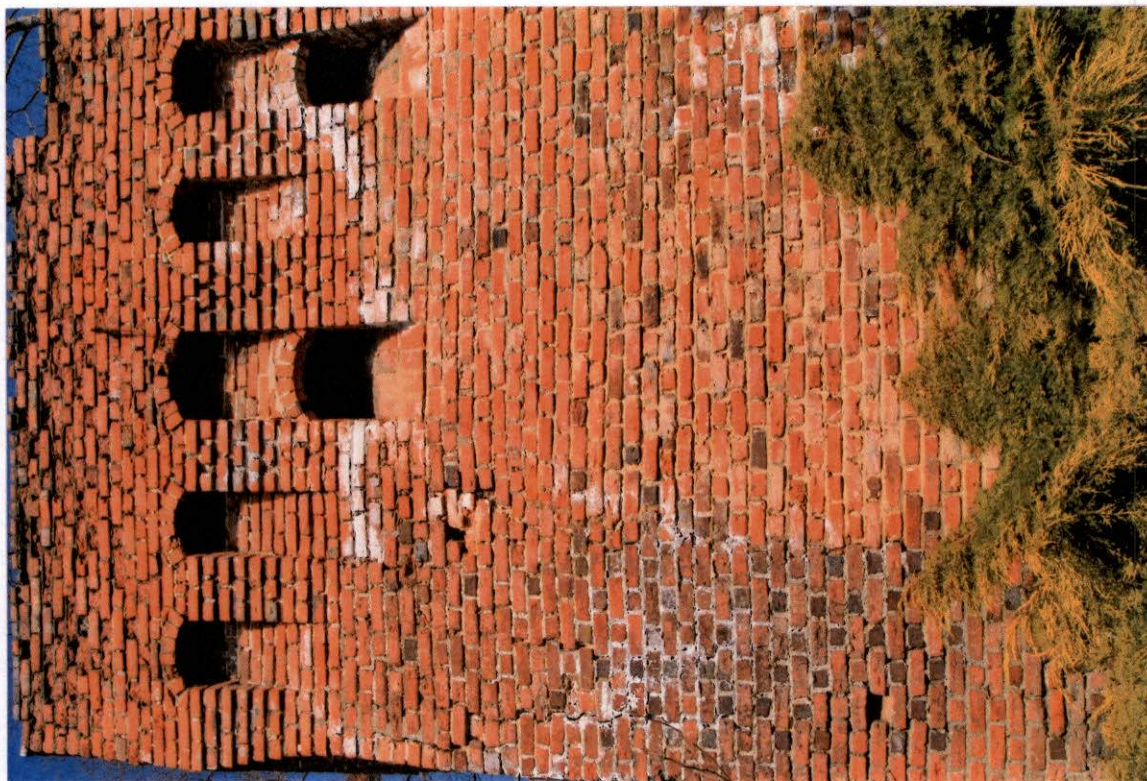
FOT. 8 - Ściana południowa strona zewnętrzna, odcinek wschodni – zniszczenia i rozwarstwienie zapraw spoinujących.



FOT. 9 - Ściana południowa strona zewnętrzna, odcinek środkowy przyziemie - fragment powierzchni zaprawy z widocznym oryginalnym opracowaniem powierzchni.



FOT. 10 - Ściana południowa strona zewnętrzna, odcinek w strefie przyziemia - zachowany relikwiar oryginalnej warstwy powierzchniowej spoiny ciętej.



FOT. 11 - Ściana południowa strona zewnętrzna, odcinek zachodni, widok ogólny.

←



FOT. 12 - Ściana południowa strona zewnętrzna, odcinek narożny zachodni przy murze fragmentu obecnego ogrodzenia – zachowany relikwit oryginalnej warstwy powierzchniowej spoiny ciętej.



FOT. 13, 14 - Ściana południowa strona zewnętrzna, odcinek zachodni – fragmenty wypełnienia zaprawą w miejscu ubytku cegły. Wypełnienie tynkiem barwy kremowo ugrowej w otoczeniu zaprawy wapiennej barwy szarej.



FOT. 15 - Ściana południowa strona zewnętrzna, odcinek po renowacji wykonanej w końcu XX w.



FOT. 16 - Ściana południowa strona zewnętrzna, fragment korony murów, widok ogólny.



FOT. 17 - Ściana zachodnia, strona zewnętrzna, widok ogólny.



FOT. 18 - Ściana zachodnia, strona zewnętrzna – narożny fragment południowy zwieńczenia.



FOT. 19 - Ściana zachodnia, strona zewnętrzna – fragment narożny, południowy z tymczasowym stemplowaniem pękniętego fragmentu.



FOT. 20 - Ściana zachodnia, strona zewnętrzna – strefa przyziemia, fragment.



FOT. 21 - Ściana zachodnia, strona zewnętrzna – strefa przyziemia w odcinku centralnym ściany. W dolnej części kadru widoczny fragment rdzenia przewiertu badań geotechnicznych – fragmenty skał i cegły spójone zaprawą wapienną. Miejsca pobrania próbek 9, 10



FOT. 22 - Ściana zachodnia, strona zewnętrzna, miejsce pobrania próbki nr 8

←



FOT. 23, 24 - Ściana zachodnia, strona zewnętrzna, fragmenty z charakterystycznymi dla tej ściany zniszczeniami nawarstwień wtórnego spoinowania muru, pobiał i zacierek tynkarskich na powierzchniach wątku ceramicznego.



FOT. 25, 26 - Ściana zachodnia, strona zewnętrzna – uszkodzenia w strefie zwieńczenia muru.



FOT. 27 - Ściana zachodnia, strona zewnętrzna, zwieńczenie w narożniku wschodnim – widoczne współczesna, cementowa zaprawa murarska i wykruszająca się cementowo-wapienna zaprawa spoinująca.



FOT. 28 - Ściana zachodnia, strona zewnętrzna – fragment uszkodzonego zwieńczenia muru leżący na trawniku przyległego terenu.



FOT. 29 - Ściana zachodnia (boczna) i ściana południowa, strona wewnętrzna - widok ogólny.



FOT. 30 - Ściana zachodnia, strona wewnętrzna , fragment.



FOT. 31 - Ściana zachodnia, strona wewnętrzna , fragment – pęknięcie muru, liczne uszkodzenia



FOT. 32 - Ściana zachodnia, strona wewnętrzna , fragment w części podstawy odcinka południowego – miejsce pobrania próbki nr 13 reliktyw wcześniej zaprawy spoinującej



FOT. 33, 34 - Ściana południowa, strona wewnętrzna, fragmenty charakterystycznych zniszczeń lica murowanego na sztywnej, cementowej zaprawie murarskiej.