

## EKSPERTYZA KONSERWATORSKA

*DOTYCZĄCA BADAŃ STANU ZACHOWANIA I PRZYCZYN  
ZNISZCZEŃ WRAZ Z PROGRAMEM ORAZ KOSZTORYSEM PRAC  
KONSERWATORSKICH PRZY FUNDAMENTACH I PIWNICACH  
KRZYŻACKIEGO ZAMKU WYSOKIEGO W CZŁUCHOWIE,  
ODKRYTYCH PODCZAS PRAC ARCHEOLOGICZNYCH  
PROWADZONYCH W 2011 ROKU.*



*Autor:*  
**mgr Maria Rudy**  
**rzecznawca MKiDN**  
*w dziedzinie:*  
**rzeźba, detal architektoniczny**  
**i powierzchnie architektoniczne**



**TORUŃ. WRZESIEŃ. 2011.**

**RZECZNIWA  
MINISTRA KULTURY I DZIEDZICTWA NARODOWEGO**  
*w dziedzinie: rzeźba, detal architektoniczny  
i powierzchnie architektoniczne*  
  
**mgr Maria Rudy**

# 1. ZAGADNIENIA HISTORYCZNE<sup>1</sup>

Omawiane i badane elementy kamiennie-ceglanej zabudowy piwnic Zamku Wysokiego w Człuchowie, w jego narożu południowo-wschodnim, zostały pozyskane w trakcie badań archeologicznych prowadzonych przez Instytut Archeologii UW w 2011 roku, na terenie pierwotnego posadowienia nieistniejącego obecnie Zamku Krzyżackiego.

Wzniesiony w Człuchowie zamek był drugą co do wielkości warownią krzyżacką po Malborku; był siedzibą komtura i konwentu krzyżackiego.

Człuchów był własnością Zakonu od 1312 r., a zamek-warownię zaczęto budować w roku 1325. Po siedmiu latach zamieszkał w nim komtur, a prace trwały do 1365 r., kiedy to odnotowano moment poświęcenia kaplicy zamkowej, skąd pochodzą konserwowane kształtki. Fundamenty i przyziemie budowli powstały z kamienia, powyżej do budowy użyto cegły. Właściwy zamek tzw. Zamek Wysoki, położony pomiędzy trzema przedzamiczami nad brzegiem jezior, wzniesiony był na planie kwadratu, z wewnętrznym dziedzińcem obudowanym czterema skrzydłami z krużgankiem. Narożnik pn.-zachodni założenia, zajmowała potężna ośmioboczna, 50-metrowa wieża (obecnie 45-metrowa). W północnym skrzydle przy wieży znajdował się wjazd na zamek otoczony fosą ze zwodzonym mostem. Rozplanowanie pomieszczeń Zamku Wysokiego było typowe dla budownictwa Zakonu Krzyżackiego. Główne pomieszczenia znajdowały się na piętrze; w północnym skrzydle była to kaplica zamkowa, we wschodnim - kapitularz i dormitorium, z zachodnim - refektarz, zaś w południowym prawdopodobnie izby gościnne. Na parterze znajdowały się pomieszczenia gospodarcze.

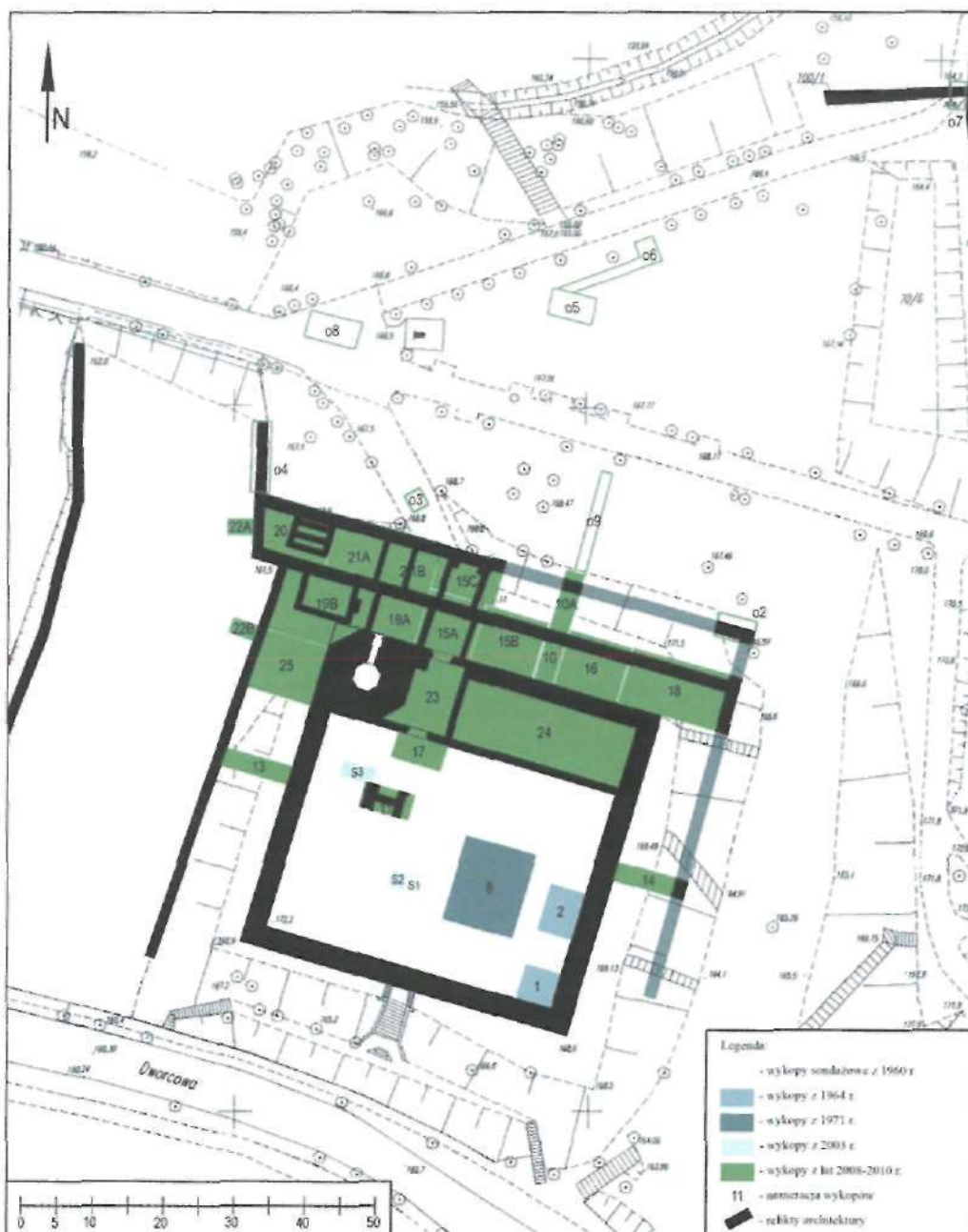
Na zespół obronny oprócz Zamku Wysokiego, składały się trzy przedzamcza; z zachodniego i środkowego prowadziła droga do zamku właściwego.

Po drugim pokoju toruńskim w 1454 r., zamek i miasto znalazły się w granicach Polski i do 1772 r. mieszkali w nim starostowie. Jednakże już od poł. XVII w. od czasu wojen szwedzkich, stopniowo był rozbierany. Pod koniec XVIII w. po dwóch pożarach miasta, za zgodą władz pruskich, systematycznie likwidowano mury, używając cegieł jako budulca przy remontach miejskich zabudowań. Do połowy XIX w. z zamku pozostała tylko ośmioboczna wieża. Na miejscu wschodniego przedzamcza zlokalizowano cmentarz, a w miejscu skrzydła północnego (z dawną kaplicą zamkową), wzniesiona została świątynia ewangelicka w latach 1826/28., w której obecnie mieści się instytucja kulturalna.

W ramach Regionalnego Programu Operacyjnego dla Województwa Pomorskiego na lata 2007-2013, m.in. rozpoczęto w 2008r. prace badawcze - archeologiczne w obrębie północnego skrzydła Zamku Wysokiego, następnie zaś fragmentów południowego i wschodniego skrzydła (rok 2011), obejmujących jego partię narożną. Mogą one przybliżyć rozpoznanie dziejów tej krzyżackiej budowli w ciągu ponad 400-letniej historii zamku, w tym czasu i technologii jego budowy, sposobu zagospodarowania, historii zmian architektonicznych, a w końcu ustalenie sposobu jego zniszczenia i odbudowy pod kościół ewangelicki. Nadmienić należy, iż pierwsze archeologiczne odkrywki sondażowe, m.in. w obszarze skrzydła wschodniego i południowego Zamku Wysokiego, miały miejsce już w latach 60-tych i 70-tych XX wieku, co ukazuje rycina 2.

<sup>1</sup> Opracowano na podstawie:

Bohdan Guerquin, Zamki w Polsce. Arkady W-wa 1984.



Rycina 2. Obszar Zamku Wysokiego na współczesnej mapie sytuacyjno-wysokościowej Człuchowa z oznaczeniem wykopów archeologicznych z lat 1960-2003 i z sezonów 2008-2010.

Wśród licznych relikwów archeologicznych wydobytych w trakcie eksploracji, na uwagę zasługuje detal architektoniczny pozyskany z gruzowego zasypiska skrzydła zamkowego, a także technika i technologia materiałów budowlanych użyta przy wznoszeniu potężnych murów ceglano-kamiennych, pełniących funkcje zarówno mieszkalne-użytkowe, jak i obronne. W wynikach badań stwierdza się, iż partia naziemna Zamku była ceglana, wzniesiona z litego muru ceglano-kamiennego wykonanego w wątku gotyckim, z cegieł o wymiarach ok. 30x16x8cm. W obrębie piwnic natomiast, w partii murów obwodowych, przeważa watek kamienny na bazie głazów narzutowych spojonych zaprawą wapienną, zaś w ścianach działowych, ościeżach otworów okiennych i w klatkach schodowych przeważa watek ceglany. Na podstawie wyników prac eksploracyjnych, rozpoznano sposób posadowienia fundamentów wszystkich ścian zamkowych. Ustalono, że początkowo wzniesiono ściany obwodowe Zamku Wysokiego,

a stopę fundamentową ścian posadowiono na głębokości ok. 3,30 metra poniżej najniższego, piwnicznego poziomu użytkowego. Wykonano ją z gładów narzutowych, których najniższe warstwy spojone są gliną, bez zaprawy wapiennej. Ławę fundamentową, na całej długości fundamentu, wykonano w wąsko przestrzennym wykopie, wykonanym w glebie gliniastej, stanowiącej podstawę pagórka wybranego pod budowę założenia zamkowego. Przypuszcza się, iż szerokość ławy fundamentowej ściany północnej i wschodniej Zamku Wysokiego, wynosiła ok. 3,90 m. Wzniesione powyżej mury obwodowe - głównie kamienne i lokalnie - ceglane, wiązane są zaprawą wapienną (wątek kamienny) i wapienno-ilastą (wątek ceglany), podobnie jak ściany działowe, klatka schodowa i ościeża otworów okiennych piwnic, gdzie przeważa wątek ceglany.



## 2. OPIS STANU ZACHOWANIA I PRZYCZYN ZNISZCZEŃ MURÓW PIWNIC W NAROŻU SKRZYDŁA POŁUDNIOWO-WSCHODNIEGO ZAMKU WYSOKIEGO<sup>2</sup>.

Generalnie, kondycja fundamentów i murów piwnic w narożu skrzydła pd./wschodniego zaniku, nie jest najgorsza. Jednakże, niepokojące procesy wietrzeniowe i korozyjne zachodzące w wielu obszarach ścian i elementów architektonicznych, głównie ceglanych, wskazują na zachodzące od dłuższego czasu w ich strukturze, zjawiska destrukcji biologicznej i fizyczno-chemicznej. Objawiają się one w postaci:

- Silnej i głębokiej dezintegracji wielu cegieł, począwszy od ubytków przypowierzchniowych do częściowej lub całkowitej ich utraty, wskutek stopniowego przejścia wypalanej substancji ceramicznej w spudrowany miąż ceglany, który stopniowo wypłukiwany przez wody opadowe penetrujące glebę naruszoną w 2-giej połowie XX wieku podczas odkrywek sondażowych (patrz: rycina 2), ukazał zasięg tego destrukcyjnego zjawiska. Obejmuje ono swym zasięgiem 35-40% cegieł w licu murów. Charakterystyczną cechą opisanych zmian, za które odpowiedzialne są prawdopodobnie czynniki biologiczne, jest fakt niszczenia i rozkładu głównie cegieł tzw. niedopałek, o barwie ugrowobrazowej, o słabszym stopniu wypalenia, które nie przeszły w piecu fazy rozkładu chemicznego minerałów ilastych i tym samym odznaczają się niższą wytrzymałością mechaniczną oraz wyższą porowatością i nasiąkliwością. W wyniku konsultacji opisanego zjawiska z mikrobiologiem UMK w Toruniu, odpowiedzialne za tego typu rozkład zabytkowych cegieł, są bakterie siarkowe lub nitryfikacyjne. Ich identyfikacja powinna zostać potwierdzona badawczo, przez odpowiednie laboratorium mikrobiologiczne.

Opisane wyżej zjawiska destrukcji biologicznej ukazują fot. 3-8.

---

<sup>2</sup> Podstawa literaturowa p-tu 2: *Zabytki kamienne i metalowe, ich niszczenie i konserwacja profilaktyczna*, wyd. naukowe UMK Toruń 2011.



3.



4.



5.



6.



7.



8.

- Inną formą szkodliwej aktywności biologicznej drobnoustrojów występujących na murach odkopanych piwnic, jest kwasowe oddziaływanie glonów zasiedlających silnie zawilgocone partie murów w ich części spoinowej. Wapienne zaprawy spoinowe są stopniowo osłabiane przez chemiczny rozkład węglanu wapnia (spoiwo zapraw) przez kwasy organiczne wydzielane przez glony, tj. octowy, mlekowy, szczawiowy, bursztynowy i in. Należy pamiętać, iż glony zasiedlają powierzchnie i warstwy przypowierzchniowe (w miejscach spęcherzonych i rozwarstwionych) materiałów porowatych o podwyższonej wilgotności, mieszczącej się w granicach 80% . Ich występowanie rejestrują fot. 9,10.



9.



10.

- Strukturalnych pęknięć w niektórych odcinkach murów, związanych zapewne z naporem gleby na osłabione fragmenty ścian piwnic, gdzie wody opadowe przesiąkające górne warstwy ziemi, naruszały i wypłukiwały część zapraw spoinowych. Do ich destrukcji mogły przyczynić się zjawiska wietrzeniowe związane ze szkodliwą i rozsadzającą działalnością soli rozpuszczalnych w wodzie, a także lodu w okresie zimowym; spękania występują w górnych partiach murów piwnic, które pozostawały w glebie, w strefie jej przemarzania. Najbardziej narażone na osunięcie lub odpadnięcie od podłoża, są pęknięcia:
  - w piwnicy od strony kościoła (26 A) - w obrębie dwóch łuków, tj. w łuku nad otworem okiennym od wschodu oraz w łuku nad wnęką niszową od zachodu
  - w piwnicy od południa (26 B) - głębokie pęknięcia w partii łęków/oporów sklepiennych: na ścianie północnej i w narożniku północno-wschodnim;
 Fot. 11-15.







14.



15.

Liczne, mniej groźne spękania murów obserwuje się w górnych partiach klatki schodowej, w podłuczach przejścia między piwnicami, w bocznych ścianach wnęki niszowej (piwnica od strony kościoła), w murze północnym piwnicy od południa, a także w strzępiach muru od zachodu, wysuniętych najbliższej powierzchni ziemi na dziedzińcu. Są one widoczne, m.in. na fot. 16,17.



16.



17.

Na wysokości żelaznych zawiasów nie zachowanych drzwi, w przejściu między piwnicami, widoczne są promieniste pęknięcia muru ceglanego, spowodowane rozsadzającą działalnością produktów korozji (rdzy) tej części metalowej zawiasu, która tkwi w murze.

- Osłabienie oraz ubytki zapraw spoinowych, zarówno w obrębie lica murów kamiennych jak i ceglanych. Największe ich straty notuje się w górnych odcinkach murów, w podłęczach, gdzie penetracja wód opadowych była najbardziej intensywna; miejscom takim towarzyszą zazwyczaj spękania tkanki muru ceglanego. Ubytki bądź osłabienie zapraw spoinowych w murze kamiennym, przyczynia się do odpadania pojedynczych głazów narzutowych, w szczególności na narożnych odcinkach muru kamiennego, co stanowi zagrożenie dla kondycji pozostałych jego fragmentów jak i dla ludzi przebywających w pobliżu (fot. 14,15,18)



18.

- Osłabienie, pękanie i kruszenie się niektórych cegieł i zapraw spoinowych spowodowane niszczącą- rozsadzającą działalnością lodu w okresie zimowym i soli mineralnych wprowadzonych do struktury porowatej muru wraz z wodą opadową. Zjawiska te występują głównie w górnych partiach murów, obejmujących strefę przemarzania gleby (fot. 20).



20.

## 2. WYNIKI BADAŃ SKŁADU ZAPRAW W PRÓBKACH

### Z ZAMKU W CZŁUCHOWIE, BADANIA CEGŁY ORAZ ZASOLENIA MURÓW

#### Do badań otrzymano następujące próbki:

- Pr. 1. zaprawa spoinowa między gładzami, ściana wschodnia na poziomie piwnicy tuż przy narożniku południowo-wschodnim, watek kamienny
- Pr. 2. pył ceglany, poziom piwnicy ościeże otworu okiennego w ścianie południowej (od ulicy), ściana ceglana tworząca niszę - badanie soli
- Pr. 3. cegła oryginalna, pełna, wykop z partii piwnic z zaprawą murarską (pr. 3a)

Zaprawa nr 1 barwy ciemnobezowej, dość mocna ze skupiskami wapna, porowata  
Zaprawa nr 3a barwy jasnobezowej, mocna, widoczne są niewielkie skupiska wapna, ściśła

- Pr. 4 zaprawa murarska z gleby leżącej w piwnicy I - wykop 26 A
- Pr. 5. zaprawa murarska z gleby leżącej w piwnicy I - wykop 26 A
- Pr. 6. zaprawa murarska z gleby leżącej w piwnicy I - wykop 26 A
- Pr. 7. zaprawa murarska z gleby leżącej w piwnicy I - wykop 26 A
- Pr. 8. wapno gaszone (?) z głębi muru klatki schodowej (ściana od południa), na styku pozostałości cegły licowej całkowicie zniszczonej z cegłami osadzonymi w 2-gim rzędzie tkanki muru

#### Do badań pobrano dodatkowo 6 prób spudrowanej cegły, celem identyfikacji soli rozpuszczalnych w wodzie:

- Próbki 1a i 1b cegła, klatka schodowa, ściana od południa na wysokości łuku wejścia
- Próbki 2a i 2b cegła, klatka schodowa, ściana północna i zachodnia, 8- rząd od stopnia
- Próbki 3a i 3b cegła, wejście do klatki schodowej w głębi niszy i nad łukiem do niszy (próbka 1a - biała substancja)

#### 1. Chemiczne badanie składu zapraw

Próbki zapraw wysuszono i ściśle określone naważki zadano nadmiarem 2M HCl, zachodzi intensywne wydzielanie pęcherzyków CO<sub>2</sub>. Po zakończeniu reakcji obie zaprawy ulegają rozpadowi. Zawiesiny przesączono, pozostały na sączkach wypełniacz wysuszono do stałej masy i wyliczono ilość części nierozpuszczalnych w kwasie w procentach masowych.

Kruszywo przesiano przez sito o oczku 0,1 mm, wyodrębniając w ten sposób frakcję pelitową. W celu przybliżonego określenia składu jakościowego przeprowadzono obserwacje mikroskopowe pozostałego po odsianiu kruszywa.

Wyniki badań przedstawiono w tabelach 1 i 2

**Tabela 1. Przybliżony, masowy skład zapraw**

Nr próbki	Spoiwo	% ilość części nierozpuszczalnych w HCl			% ilość węglanów	stosunek spoiwa do wypełniacza	główny składnik wypełniacza	inne składniki
		razem	w tym					
			% ilość frakcji pelitowej	% ilości kruszyw				
1	wapienne	59,1	6,7	52,4	40,9	1 : 1	kwarc o różnej wielkości ziaren i różnym stopniu obtoczenia	skalenie, niezidentyfikowane minerały ciemne, glaukonit, biała substancja mineralna, mika, okruchy ceramiczne, węgiel drzewny, włókna roślinne
3a	ilasto-wapienne	68,4	10,9	57,5	31,6	1 : 1,4	kwarc o różnej wielkości ziaren i różnym stopniu obtoczenia	skalenie, niezidentyfikowane minerały ciemne, glaukonit, węgiel drzewny, okruchy ceramiczne, białe materiały ilaste
4	ilasto-wapienne	73,0	13,3	59,7	27,0	1: 1,5	kwarc o różnej wielkości ziaren z przewagą grubo i średnioziarnistego o różnym stopniu obtoczenia	skalenie, niezident. min ciemne, glaukonit, okruchy skał obcych, białe mat. ilaste
5	ilasto-wapienne	80,1	6,8	73,3	19,9	1:2,7	kwarc o różnej wielkości ziaren i różnym stopniu obtoczenia	skalenie., okruchy skał obcych, niezident. minerały ciemne, glaukonit, mika, materiały ilaste
6	ilasto-wapienne	76,6	6,6	70,0	23,4	1:2,3	kwarc o różnej wielkości ziaren i różnym stopniu obtoczenia	skalenie, niezidentyfikowane minerały ciemne, mika, węgiel drzewny, białe materiały ilaste
7	ilasto-wapienne	74,2	12,3	61,9	25,8	1:1,6	kwarc o różnej wielkości ziaren z przewagą grubo i średnioziarnistego o różnym stopniu obtoczenia	skalenie, niezidentyfikowane minerały ciemne, mika, białe materiały ilaste

Dla zapraw wykonano dodatkowo badania nasiąkliwości i porowatości otwartej po 24h zanurzenia w wodzie. Rezultat pomiarów podano niżej, jest średnią z dwóch pomiarów

Analizę chemiczną wykonano dla próby nr 8: wapno gaszone (?) z głębi muru klatki schodowej. W jej wyniku, w próbce stwierdzono obecność:

**wapna z nielicznymi okruchami ceramiki i ziarnami kwarcu**

**Tabela 2. Nasiąkliwość w wodzie zapraw**

numer próby	nasiąkliwość w wodzie %	porowatość otwarta %
1	21,6	48,4
3a	15,0	33,4
4	16,5	36,6
5	10,6	23,6
6	13,2	29,4
7	15,3	34,3

Na podstawie przedstawionych badań można stwierdzić, że zaprawy nr 1 i 3a są różne.

Zaprawa nr 1 wykonana została z dużą ilością wapna niewielkim dodatkiem materiałów ilastych (gliny), proporcja spoiwa do wypełniacza wynosi 1:1. Zaprawę cechuje bardzo wysoka nasiąkliwość i porowatość.

Zaprawę nr 3a, sporządzono z większym udziałem materiałów ilastych (masowo ok.11%), wodochłonność zaprawy jest dość wysoka, jednak znacznie niższa niż zaprawy nr 1.

Do wykonania obu zapraw użyto kruszywa o zbliżonym składzie i granulacji.

Zaprawy 3a oraz 4 - 7 są zbliżone składem, sporządzono je na spoiwie wapiennym lecz z mniejszym udziałem wapna, a dużym udziałem materiałów ilastych (od 10 do 13% masy). Masowy stosunek spoiwa do wypełniacza określono w przybliżeniu jako 1: 1,5. Frakcja wypełniacza kwarcowego jest grubo i średnioziarnista, pojedyncze ziarna dochodzą do 5mm. Nasiąkliwość zapraw wynosi około 15%

Skład zapraw 5 i 6 jest zbliżony, zostały wykonane na spoiwie wapiennym również z udziałem gliny (mniejszym), ilość spoiwa łącznie jest jednak mniejsza, stosunek do wypełniacza wynosi 1: 2,3 / 1: 2,7. Użyte kruszywo jest mniejszej frakcji. Nasiąkliwość zapraw określono na 10-13%.

## **2. Badania cech fizycznych cegły**

Z cegły (próba nr 3) wycięto sześciiany o boku 55mm, w trakcie cięcia ostrzem diamentowym piły stwierdzono, że jest ona „miękką”, w masie ceramicznej znajdują się duże fragmenty skał, jest dobrze wymieszana i wypalona. Nie stwierdzono występowania pęknięć, rys i innych nieciągłości.

Dla materiału określono czas kapilarnego wznoszenia się wody, nasiąkliwość, masę objętościową, porowatość otwartą (średnia z 2 pomiarów). W prasie hydraulicznej wykonano pomiar wytrzymałości na ściskanie (średnia z 5 pomiarów). Wszystkie pomiary były niemal tej samej wartości, co świadczy o jednorodności cegły.

W tabeli 3 zestawiono uzyskane wartości.

**Tabela 3. Właściwości fizyczne cegły**

Czas kapilarnego wznoszenia w min.						nasiąkliwość %	porowatość otwarta %	m. obj g/cm <sup>3</sup>	R <sub>śc</sub> MPa
10mm	20mm	30mm	40mm	50mm	60mm				
2	5	11	18	27	38	8,3	18,3	2,20	6,6

Woda w cegle wznosi się dość szybko, jej nasiąkliwość wynosi ok. 8% zaś wytrzymałość cegły mieści się w granicach. 7 MPa.

Trzeba zaznaczyć, że jest ona jednorodna (wynik pięciu pomiarów był niemal identyczny) pomimo wtrąceń skalnych.

### 3. Badania obecności soli rozpuszczalnych w wodzie

Badania wykonano dla próby nr 2 oraz prób 1b, 2a, 2b, 3a, 3b, przeprowadzono je metodą ekstrakcji w wodzie destylowanej i pomiarze w konduktometrze/pH-metrze typu CPC- 551 firmy Elmetron. Wyniki przedstawiono w tabeli nr 4

**Próba 1a - to skarbonatyzowane wapno**

**Tabela 4. Analiza ilościowa i jakościowa soli rozpuszczalnych w wodzie**

numer próby	ilość soli %	pH- roztworu	analiza jakościowa			
			SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl	NO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	Na <sup>+</sup>
2	0,35	7,68	śl.	śl.	-	śl.
1b	0,29	6,11	śl.	-	-	śl.
2a	0,26	6,31	śl.	śl.	-	śl.
2b	0,37	7,72	śl.	śl.	-	śl.
3a	0,40	7,35	śl.	śl.	śl.	+
3b	0,70	7,82	śl.	śl.	-	+

śl. śladowa ilość

Z analiz wynika, że ilość soli rozpuszczalnych w wodzie, obecnych w cegle mieści się w granicach od 0,3 do 0,7%. Są to śladowe ilości siarczanów i chlorków sodu, w próbce nr 3a wykryto śladową ilość jonów azotanowych.

**Badania wykonała:  
mgr Dorota Sobkowiak**

**Toruń dnia 19 sierpnia 2011**



## 4. PODSUMOWANIE WYNIKÓW BADAŃ I WYTYCZNE KONSERWATORSKIE

### 1. *Badania zasolenia cegieł,*

W związku ze znaczną destrukcją murów ceglanych (fot.1, 3-20), a także charakterystycznymi objawami wietrzenia i korozji cegieł, elementów żelaznych, zapraw spoinowych wapiennych, poddano badaniu chemicznemu na obecność soli mineralnych rozpuszczalnych w wodzie, zdeintegrowane fragmenty cegieł gotyckich z różnych obszarów wykopaliska, tak by wyjaśnić przyczyny destrukcji i ubytków porowatych materiałów budowlanych, w szczególności cegieł - najsilniej osłabionych materiałów budowlanych w obrębie badanego wykopaliska z 2011 roku.

W wyjaśnieniu przyczyn - groźnych dla murów zmian wietrzeniowych, brano pod uwagę fakt penetracji archeologicznej fragmentów obecnego wykopaliska w latach 60-tych i 70-tych XXw., kiedy dostęp tlenu oraz innych gazów atmosferycznych mógł przyczynić się do stopniowego procesu destrukcyjnych zmian chemicznych i biologicznych w strukturze porowatej części murów pod ziemią, w szczególności zaś tych fragmentów, które przebywały w strefie przemarzania gleby.

Próbki sproszkowanej cegły pobrano z dwóch obszarów piwnic:

- ceglano ościeża otworu okiennego w murze kamiennym od południa, gdzie ciemna patyna pokrywająca cegły ułożone poziomo/uskokowo w partii parapetu, informuje o łatwym dostępie wód opadowych wraz z zanieczyszczeniami otoczenia, a wraz z nimi dostarcza pożywkę nieorganiczną dla ewentualnego porażenia mikrobiologicznego

- rejonu klatki schodowej, z różnych jej miejsc, dobieranych pod kątem zróżnicowanych możliwości penetracji przez dziesięciolecia - wód opadowych w strukturze piaszczystej gleby i porowatych elementów muru, tym samym możliwości uruchamiania destrukcji biologicznej oraz wypłukiwania spudrowanej części cegieł.

Wyniki analizy przedstawione w tabeli 4, p-kt 3. ekspertyzy, informują nas o:

- Niewielkiej %-owej zawartości soli, nie przekraczającej 1%, co świadczy o zachodzącym od dłuższego czasu, procesie ich wypłukiwania przez wody opadowe, łatwo przemieszczające się przez wodonośną warstwę gleby przykrywającej wykopalisko. Świadczy o tym także fakt zróżnicowania ilości soli w miejscach bardziej zwartej zabudowy muru (zagłębienie niszy, przy wejściu do klatki schodowej - 0,7%) w stosunku do obszarów muru łatwiej dostępnych dla wody (w granicach 0,26-0,37%)
- Łatwą penetrację wód opadowych potwierdzają także pomiary pH ekstraktu wodnego soli, który w dwóch próbkach pobranych z różnych ścian klatki schodowej, wykazuje lekko kwaśny charakter; wiąże się to ze znanym zjawiskiem kwaśnych deszczy w naszej zanieczyszczonej atmosferze. Z kolei, lekko zasadowe pH ekstraktu z pozostałych próbek, może mieć związek z faktem występowania w wielu obszarach struktury murów, okruszków czystego wapna: gaszonego (pr. 8, p-kt 3) lub skarbonatyzowanego (pr.1a, p-kt 3)
- Brak, bądź śladowe ilości azotanów w spudrowanym materiale ceglany (patrz: tab.4, p-kt 3), nie jest dostatecznym dowodem na nieobecność bakterii nitryfikacyjnych, które mogą być odpowiedzialne za występujące w zniszczonych ceglach zjawiska silnej destrukcji strukturalnej materiału ceramicznego. Typowość objawów niszczenia przez wymienione bakterie cegieł - „niedopałek” o barwie ugrowo- brązowej, o słabszym stopniu ich

wypalenia, wskazuje na potrzebę wykonania badań mikrobiologicznych w przyszłym sezonie letnim ( w ciągu ostatnich dwóch miesięcy, autorka nie miała możliwości zlecenia tego typu badań). Ponadto, z uwagi na fakt występowania siarczanów w każdej badanej próbce (tab. 4), zasadne jest wykonanie analiz mikrobiologicznych także pod kątem występowania bakterii siarkowych.

## **2. *Badania chemiczne i fizyczne składu zapraw oraz cech fizycznych i mechanicznych cegły gotyckiej.***

W materiale spoinowym muru kamiennego stwierdzono użycie zaprawy wapienno-piaskowej o proporcjach 1 : 1, z wtrąceniami także innych wypełniaczy mineralnych i organicznych, o mniejszej łącznej zawartości kruszywa niż w murach ceglanych (tab.1). W tych ostatnich natomiast, mimo wyższej zawartości kruszyw w stosunku do spoiwa ilasto-wapiennego / w granicach od (1:1,4) do (1:2,7) /, odnotowano większą ich spoistość i odporność mechaniczną niż zapraw czysto wapiennych. Przekłada się to na niższą nasiąkliwość i porowatość zapraw ilasto-wapiennych w porównaniu z wapiennymi. Znaczna ilość minerałów ilastych jako spoiwa hydraulicznego użytego w zaprawach murarskich dla wątków ceglanych (od 10 do 13%), gwarantuje ich wysoką trwałość wietrzeniową i odporność na warunki glebowe oraz w środowisku zewnętrznym, a także doskonałą spójność z materiałem ceglarskim, mimo dość wysokiej nasiąkliwości wodą tych zapraw (w granicach 10,6 - 16,5%). Należałoby wykonać badania petrograficzne takich zapraw, a także szaroplastycznej gliny występującej w glebie wykopaliska, na poziomie 6 m poniżej gruntu, w celu podjęcia próby określenia rodzaju i źródła pozyskiwania składnika (-ów) hydraulicznych w zaprawach murarskich i spoinowych w murach ceglanych Zamku Wysokiego w Człuchowie.

Jak wykazują badania właściwości fizycznych i mechanicznych, dobrze wypalanej, czerwonej cegły gotyckiej pochodzącej z murów piwnic Zamku Wysokiego, posiada ona typowe dla cegieł gotyckich parametry, takie jak: nasiąkliwość wodą i porowatość otwartą, charakteryzuje się dość szybkim transportem wody oraz średnią wytrzymałością mechaniczną. Jak zaznaczyła autorka badań - cegła, mimo wtrąceń różnej wielkości otoczków i okruchów skalnych (ich średnica sięga kilkunastu milimetrów), masa ceramiczna jest dobrze wymieszana i równomiernie wypalona, bez rys i nieciągłości, w dobrym zespoleniu z obcymi wtrąceniami, zaś przełam ukazuje jednorodną budowę, bez uwarstwień. Spostrzeżenia powyższe potwierdza autorka ekspertyzy, w odniesieniu do większości dobrze wypalonych cegieł pochodzących z murów wykopaliska i pojedynczych cegieł z zasypiska leżącego na dziedzińcu zamkowym w Człuchowie.

Obecność w wielu miejscach, w strukturze murów ceglanych — wapna gaszonego w formie nieskarbonizowanej, może sugerować nie dokładne wymieszanie wszystkich składników zaprawy murarskiej, a także sugestię gaszenia wapna palonego w strukturze muru, po jego wymieszaniu z gliną i kruszywami mineralnymi oraz organicznymi. Sugestia powyższa powinna zostać zweryfikowana przez badaczy z zakresu historii technik ceramicznych oraz petrografii.

### **3. Wytyczne konserwatorskie**

W podsumowaniu wyników badań stanu zachowania murów piwnic Zamku Wysokiego, odkrytych w 2011 roku, a także częściowych wyników badań materiałoznawczych z elementów murów ceglanych i kamiennych, potwierdza się wstępnie określona przez archeologów i konserwatorów, konieczność przeprowadzenia w jak najszybszym terminie, prac ratunkowo-zabezpieczających te fragmenty murów, gdzie obecna destrukcja materiałów budowlanych i jej stopniowe nasilanie się bez odpowiednich zabezpieczeń, zagraża stabilności odkrytego znaleziska architektonicznego. Aby podstawowe i niezbędne zabiegi zabezpieczające konserwatorskie mogły być przeprowadzone, konieczne jest właściwe ustabilizowanie i umocnienie skarp wykopaliska oraz zadaszenie jego obszaru, z odpowiednim odprowadzeniem wód opadowych, poza obręb murów piwnic. Odpowiednio zaprojektowana i wykonana wiata, pozwoli wykonać prace ratunkowo-konserwatorskie w obecnym sezonie jesiennym (przy dopuszczalnych temperaturach powyżej 5°C), a także przeprowadzić kompleksowe prace konserwatorskie w następnym sezonie wiosenno-letnim 2012 roku, wraz z wykonaniem badań technologicznych - uzupełniających i ich właściwą interpretacją konserwatorsko-archeologiczną.

### **5. PROGRAM PRAC RATUNKOWO-ZABEZPIECZAJĄCYCH WRAZ Z KOMPLEKSOWĄ KONSERWACJĄ MURÓW CEGLANO-KAMIENNYCH WYKOPALISKA NA DZIEDZIŃCU ZAMKU WYSOKIEGO W CZŁUCHOWIE (eksploracja w 2011 roku)**

W związku z wizytacjami konserwatorskimi w/w wykopaliska i wnioskami konserwatorskimi po jego oględzinach, spisany w formie notatek komisyjnych w dniach 28.07. i 08.09. br., w obecności przedstawicieli władz miasta Człuchowa, Delegatury WUOZ w Słupsku, archeologa oraz rzeczoznawców MKDN, przyjęty został do realizacji ratunkowy program prac zabezpieczających najbardziej osłabione i zwiędnięte elementy murów ceglano-kamiennych w/w wykopaliska, możliwy do wykonania w 2011 r., po umocnieniu i stabilizacji jego skarp oraz zadaszeniu terenu wykopaliska z okapnikiem odpowiednio odprowadzającym wody opadowe. W następnym etapie prac, tj. w sezonie wiosenno-letnim 2012 roku, wykonana zostanie kompleksowa konserwacja murów piwnic wraz z ich trwałym zabezpieczeniem przed czynnikami wietrzeniowymi.


#### **I ETAP PRAC RATUNKOWYCH W 2011 ROKU**

- 1. Wstępne powierzchniowe odpylenie i ostrożne usunięcie pyłu ceglano-ceglanego z głębszych obszarów struktury murów.**
- 2. Przesycenie strukturalne watek ceglanych, preparatem biobójczym Algat f-my Altax / Polska.**
- 3. Wzmocnienie/prekonsolidacja osłabionych i kruszących się partii murów kamiennych (spoiny) i ceglanych (cegły, spoiny), przy pomocy preparatu na bazie tetraetoksylanu Funcosil OH 300 f-my Remmers**

4. Wypełnienie/iniekcja pęknięć w murach ceglanych zaprawą do szczelin TKI Trassinjekt f-my Optolith; ew. zszycie niektórych fragmentów muru przy pomocy systemu Helifix

## II ETAP PRAC KONSERWATORSKO-ZABEZPIECZAJĄCYCH W 2012 ROKU

5. Usunięcie ciemnych nawarstwień (szkodliwej patyny) z powierzchni ceglanych, skośnych parapetów otworów okiennych w murze od południa; metoda oczyszczania mechaniczna - strumieniowo/ścierna ew. fizyczna - z użyciem przegrzanej pary wodnej lub chemiczna (w przypadku nieskuteczności pozostałych metod) - z użyciem nisko/stężonego HF.
6. Usunięcie produktów korozji z żelaznych, kutych zawiasów pochodzących od nie zachowanych wrót w przejściu między piwnicami; stabilizacja chemiczna pozostałości rdzy w częściach zewnętrznych i osadzonych w głębi muru ceglanoego; zabezpieczenie antykorozyjne dostępnej powierzchni zawiasów.
7. Uzupełnienie ubytków w zaprawach spoinowych w obrębie murów kamiennych i ceglanych, przy pomocy hydraulicznej zaprawy wapienno-piaskowej, o cechach fizycznych i optycznych zbliżonych do zapraw oryginalnych. Spoina może być wybrana z gotowych propozycji firm konserwatorskich, typu: Remmers, Optolith, bądź innej atestowanej w polskich laboratoriach badawczych, lub też może być przygotowana we własnym zakresie, na bazie wapna dołowanego, czystych kruszyw mineralnych i odpowiedniego dodatku pyłu wulkanicznego (puzzolana, trass).
8. Uzupełnienie narożnego fragmentu muru kamiennego, przy otworze okiennym w murze od południa. Rekonstrukcja pionowego fragmentu muru przy pomocy głazów narzutowych odpowiednio ułożonych na zaprawie murarskiej wapienno-trasowej, z zachowaniem właściwej kolejności murowania otoczków.
9. Uzupełnienie ubytków w części cegieł gotyckich, przy pomocy zaprawy mineralnej imitującej cechami fizycznymi i optycznymi - cegły oryginalne; proponuje się zaprawę NSR f-my Optolith lub analogiczne, znanych firm konserwatorskich, posiadających atesty polskich laboratoriów badawczych.
10. Rekonstrukcja zabezpieczająca wybranych fragmentów muru ceglanoego, przy pomocy współczesnych cegieł wypalonych we właściwej technologii i z użyciem surowców gwarantujących uzyskanie cegieł o parametrach zbliżonych do cegieł gotyckich, uwzględniając: wymiary, barwę, fakturę, nasiąkliwość i porowatość otwartą, wytrzymałość mechaniczną, a także zbliżoną kapilarność.  
Rekomendowane cegielnie: „Szczytniki” pod Sandomierzem, Kraśnik - Hoffmanowska, ew. cegły oryginalne z gruzowiska przy wykopie
11. Zabezpieczenie odkrytych fragmentów fundamentu kamiennego (z otoczków), a następnie ich zasypanie gliniastą glebą rodzimą; korekty w prawidłowym ukształtowaniu polepy (podłogi) w piwnicach.

MINISTRA KULTURY I DZIEDZICTWA NARODOWEGO  
w dziedzinie: rzeźba, detal architektoniczny  
i powierzchnie architektoniczne  
  
mgr Maria Rudy