

**BADANIA KONSERWATORSKIE**  
**MURÓW OBRONNYCH STAREGO MIASTA I ZAŁOŻENIA KATEDRALNEGO**  
**W KAMIENIU POMORSKIM**



**OPRACOWANIE:**  
Bernadeta Jankowska  
mgr sztuki w zakresie konserwacji  
elementów i detali architektonicznych

**GDAŃSK, maj 2022**

## I. WSTĘP

Badania mają na celu określenie technologii wykonania cegieł i zapraw murów oraz wskazanie materiałów użytych oryginalnie i wtórnie.

Zbadanie właściwości cegieł i zapraw posłuży doborowi materiałów użytych podczas renowacji murów.

Badania in situ przeprowadzono w kwietniu 2022 roku.

Do badań wytypowano cegły i zaprawy z poszczególnych fragmentów murów, pochodzących z różnych faz budowy lub napraw.

## II. METODYKA BADAŃ

Próbki cegieł, zapraw i kruszyw obserwowano pod mikroskopem. Określono cechy cegieł, zapraw: oraz rodzaj kruszywa, jego frakcję i stopień obtoczenia ziaren.

Wykonano badania nasiąkliwości wagowej materiałów porowatych oraz proste badania składu zapraw według metodyki podanej poniżej, określającej spoiwo.

### **Badanie nasiąkliwości wagowej próbek**

Próbki cegieł i zapraw wysuszono w suszarce w temperaturze 105 °C do osiągnięcia stałej masy, ostudzono w eksykatorze do temperatury pokojowej i zważono z dokładnością do 0,001 g. Następnie próbki zanurzano w naczyniu z wodą destylowaną i pozostawiono na 1 godzinę. Po godzinie próbki wyjęto, usunięto nadmiar wody ligniną i zważono. Próbki ponownie zanurzano w wodzie destylowanej i zważono po upływie 1 doby. Nasiąkliwość wagową wodą wyrażoną w procentach wagowych, określoną stosunkiem masy wody wchłoniętej przez materiał do jego masy w stanie suchym, obliczono według wzoru:

gdzie:

$$N_{\text{wagowa}}[\%] = m_1 - m_0 / m_0 \times 100\%$$

$m_1$  – masa próbki nasyconej [g]

$m_0$  – masa próbki wysuszonej do stałej masy [g]

### Badanie składu zapraw

Suchą próbkę zadano 5% kwasem solnym. Obserwowano wydzielanie pęcherzyków CO<sub>2</sub>. Po upływie doby roztwory oddzielono kruszywo od roztworu i przepłukano. Pozostały nierozpuszczony materiał wysuszone w temperaturze 105°C i zważono. W przypadku zapraw o spoiwie wapiennym, po rozpuszczeniu węglanu wapnia, zważono wysuszone kruszywo i obliczono stosunek masy spoiwa wapiennego do masy kruszywa. Kruszywo obserwowano w powiększeniu około 40 – krotnym. Określono rodzaj kruszywa, stopień obtoczenia ziaren i stopień wyselekcjonowania frakcji.

### III. SPIS PRÓBEK – IDENTYFIKACJA ZAPRAW I CERAMIKI

W poniższej tabeli zawarto miejsce pobrania próbki oraz materiał budowlany:

NR	MIEJSCE POBRANIA PRÓBK	OPIS PRÓBK
1.	ul. Lipowa u wylotu ul. Klasztornej; mury kurtynowe od strony zewnętrznej, pierwsze przęsło, przyziemie murowane w układzie wendyjskim	zaprawa spoiny
2.	ul. Lipowa u wylotu ul. Klasztornej; pierwsze przęsło, przyziemie murowane w układzie wendyjskim	cegła
3.	ul. Lipowa u wylotu ul. Klasztornej, pierwsze przęsło, przyziemie murowane w układzie wendyjskim	cegła
4.a	ul. Lipowa u wylotu ul. Klasztornej, mury zewnętrzne kurtynowe, pierwsze przęsło, górna partia	zaprawa spoiny
4.b	ul. Lipowa u wylotu ul. Klasztornej, zewnętrzne mury kurtynowe, pierwsze przęsło, górne partie	zaprawa spoiny
5.	relikty furty przy ul. Klasztornej	zaprawa murarska
6.	relikty furty przy ul. Klasztornej	cegła
7.	ul. Lipowa u wylotu ul. Klasztornej, mury po wewnętrznej stronie, przyziemie	zaprawa murarska
8.	ul. Lipowa naprzeciw reliktyw Browaru Breslicha	cegła z warstwy licowej muru
9.	ul. Lipowa, zewnętrzne mury naprzeciw reliktyw Browaru Breslicha	zaprawa murarska z warstwy lica murów

<b>10.</b>	ul. Lipowa, zewnętrzne mury naprzeciw reliktyw Browaru Breslicha	zaprawa spoiny z warstwy lica murów
<b>11 a</b>	ul. Klasztorna, zewnętrzne mury	zaprawa spoiny
<b>11. b</b>	ul. Klasztorna, zewnętrzne mury	cegła z warstwy licowej murów
<b>12.</b>	ul. Klasztorna, zewnętrzne mury	cegła z warstwy licowej murów
<b>13.</b>	ul. Klasztorna, zewnętrzne mury	zaprawa spoiny
<b>14.</b>	ul. Lipowa u wylotu ul. Klasztornej, mury zewnętrzne	cegła
<b>15.</b>	ul. Lipowa u wylotu ul. Klasztornej, mury zewnętrzne	zaprawa murarska
<b>16.</b>	-	-
<b>17.</b>	ul. Lipowa u wylotu ul. Klasztornej, mury zewnętrzne	zaprawa murarska
<b>18.</b>	ul. Lipowa, mury zewnętrzne	zaprawa spoiny
<b>19.</b>	ul. Lipowa, mury zewnętrzne	zaprawa spoiny
<b>20.</b>	ul. Lipowa, mury zewnętrzne	zaprawa spoiny
<b>21.</b>	ul. Obrońców Warszawy, mury zewnętrzne	zaprawa spoiny
<b>22.</b>	ul. Obrońców Warszawy, mury zewnętrzne	cegła warstwy licowej murów

#### **IV. ANALIZA PRÓBEK**

W poniższych tabelach podano:

- lokalizację, miejsce pobrania próbki oraz opis
- fotografię miejsca pobrania próbki
- fotografie makro- i mikroskopowe próbki
- fotografie makro- i mikroskopowe kruszywa

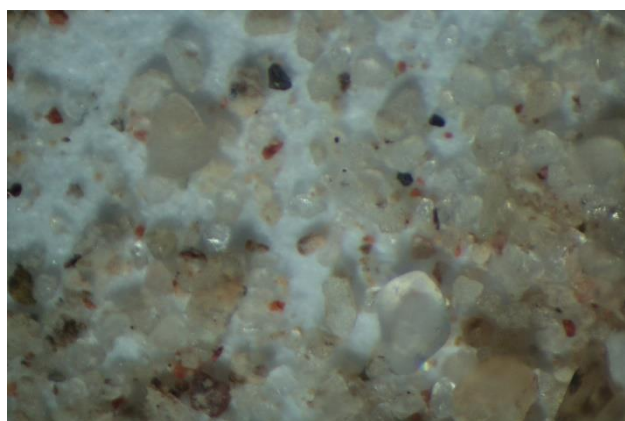
Pod tabelą zamieszczono opis makroskopowy próbki.



NR PRÓBK 1	ZAPRAWA
<p>OBIEKT: miejskie mury obronne w Kamieniu Pomorskim</p> <p>DATA POBRANIA: 20.04.2022</p> <p>MIEJSCE POBRANIA: ul. Lipowa u wylotu ul. Klasztornej, pierwsze przęsło, przyziemie murowane w układzie wendyjskim</p> <p>OPIS PRÓBK: zaprawa spoinująca</p>	 <p>Miejsce pobrania próbki</p>
 <p>Miejsce pobrania próbki</p>	 <p>Miejsce pobrania próbki</p>
 <p>Powierzchnia przełamu próbki; makrofotografia</p>	 <p>Powierzchnia przełamu zaprawy fotografowana w powiększeniu około 40x</p>



Kruszywo; makrofotografia



Kruszywp fotografowane w powiększeniu około 40x

#### OPIS MAKROSKOPOWY PRÓBKİ:

1. barwa jasnokremowa
2. struktura aleurytowa i psamitowa, źle wyselekcjonowana
3. powierzchnia zewnętrzna chropowata, pokryta patyną
4. powierzchnia przełamu chropowata, matowa
5. tekstura zbita, bezładna

#### WYPEŁNIACZ

1. piasek rzeczny
2. okruchy średnio obtoczone

#### SPOIWO

1. wapienne
2. kontaktowo – porowe

#### CECHY PRÓBKİ

1. zwięzła
2. twarda

#### REAKCJA Z HCl:

spoiwo rozpuszcza się całkowicie z wydzielaniem pęcherzyków CO<sub>2</sub>

#### STOSUNEK CZĘŚCI ROZPUSZCZALNYCH W HCL DO CZĘŚCI NIEROZPUSZCZALNYCH

STOSUNEK SPOIWA DO WYPEŁNIACZA

1 : 2

#### NASIĄKLIWOŚĆ WAGOWA PRÓBKİ PO 1 GODZINIE I PO 24 GODZINACH

$N_{wagowa}[\%] = 4,48$

#### WNIOSKI:

Próbka zaprawy spoiny została pobrana z fragmentu muru przyziemia muru kurtynowego, murowanego w wątku wendyjskim z oryginalnymi cegłami. Kształt spoiny wskazuje, że jest ona wtórnie wykonana.



NR PRÓBK 2	ZAPRAWA
<p>OBIEKT: mury obronne starego miasta w Kamieniu Pomorskim</p> <p>DATA POBRANIA: 20.04.2022</p> <p>MIEJSCE POBRANIA: ul. Lipowa u wylotu ul. Klasztornej, pierwsze przęsło, przyziemie murowane w układzie wendyjskim</p> <p>OPIS PRÓBK: cegła</p>	 <p>Miejsce pobrania próbki</p>
 <p>Miejsce pobrania próbki</p>	 <p>Miejsce pobrania próbki</p>
 <p>Powierzchnia przelamu cegły w powiększeniu około 10x</p>	 <p>Powierzchnia z warstwami malarskimi fotografowana w powiększeniu około 40x</p>
<p>OPIS MAKROSKOPOWY PRÓBK:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. barwa ciemnoczerwona</li> <li>2. struktura pelitowa, aleurytowa, psamitowa źle wyselekcjonowana</li> <li>3. powierzchnia zewnętrzna chropowata, pokryta patyną</li> <li>4. powierzchnia przelamu chropowata, matowa</li> <li>5. tekstura zbita, bezładna</li> </ol> <p>WYPEŁNIACZ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. piasek kwarcowy, szamot</li> <li>2. okruchy obtoczone</li> </ol>	

CECHY PRÓBK 1. krucha 2. rozsypujca się
NASIĄKLIWOŚĆ WAGOWA PRÓBK PO 1 GODZINIE I PO 24 GODZINACH $N\%_{wagowa} = 19$
WNIOSKI: Na podstawie cech fragmentu murów wykonanego w wтку wendyjskim, wymiarów cegły ceramicznej pełnej, ręcznie formowanej o wymiarach wozówki 28,5 x 8,5/9,5 cm i główki 13,5 x 9/9,5 cm zidentyfikowano zachowane oryginalne cegły gotyckie. Nasiąkliwość zniszczonej cegły wynosi 19 %.



NR PRÓBK 3	CEGLA
<p>OBIEKT: mury obronne starego miasta w Kamieniu Pomorskim</p> <p>DATA POBRANIA: 20.04.2022</p> <p>MIEJSCE POBRANIA: ul. Lipowa u wylotu ul. Klasztornej, pierwsze przęsło, przyziemie murowane w układzie wendyjskim</p> <p>OPIS PRÓBK: cegła</p>	 <p>Miejsce pobrania próbki</p>
 <p>Miejsce pobrania próbki</p>	 <p>Miejsce pobrania próbki</p>
 <p>Powierzchnia przełamu cegły; makrofotografia</p>	 <p>Powierzchnia przełamu cegły fotografowana w powiększeniu około 40x</p>
<p>OPIS MAKROSKOPOWY PRÓBK:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. barwa ciemnoczerwona</li> <li>2. struktura pelitowa, aleurytowa, psamitowa źle wyselekcjonowana</li> <li>3. powierzchnia zewnętrzna chropowata, pokryta patyną</li> <li>4. powierzchnia przełamu chropowata, matowa</li> <li>5. tekstura zbita, bezładna</li> </ol> <p>WYPEŁNIACZ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. piasek kwarcowy</li> <li>2. okruchy średnio obtoczone</li> </ol>	

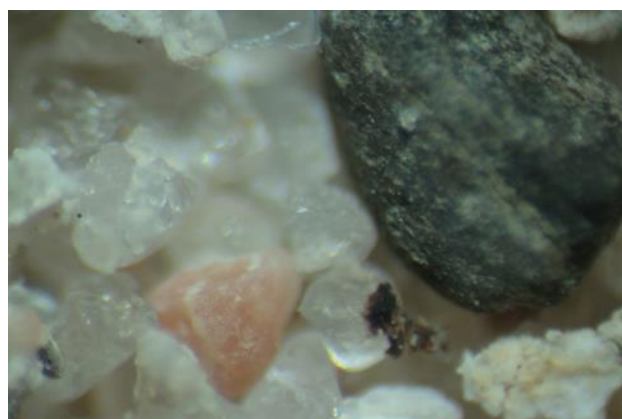
<p>CECHY PRÓBK</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. zwięzła</li> <li>2. twarda</li> </ol>
<p>NASIĄKLIWOŚĆ WAGOWA PRÓBK PO 1 GODZINIE I PO 24 GODZINACH</p> <p><math>N_{wagowa}[\%] = 10,1</math></p> <p><math>N_{wagowa}[\%] = 7,3</math> (próbka uległa uszkodzeniu)</p>
<p>WNIOSKI:</p> <p>Na podstawie cech fragmentu murów wykonanego w wątku wendyjskim, wymiarów cegły ceramicznej pełnej, ręcznie formowanej o wymiarach wozówki 28,5 x 8,5/9,5 cm i główki 13,5 x 9/9,5 cm zidentyfikowano zachowane oryginalne cegły gotyckie.</p> <p>Nasiąkliwość zniszczonej cegły wynosi ponad 10%.</p>

NR PRÓBK 4A	ZAPRAWA
<p>OBIEKT: mury obronne starego miasta w Kamieniu Pomorskim</p> <p>DATA POBRANIA: 20.04.2022</p> <p>MIEJSCE POBRANIA: ul. Lipowa u wylotu ul. Klasztornej, mury zewnętrzne kurtynowe, pierwsze przęsło, górna partia</p> <p>OPIS PRÓBK: zaprawa spoinująca</p>	 <p>Miejsce pobrania próbki</p>
 <p>Miejsce pobrania próbki</p>	 <p>Miejsce pobrania próbki</p>
 <p>Powierzchnia przełamu próbki</p>	 <p>Powierzchnia z warstwami malarskimi fotografowana w powiększeniu około 40x</p>
<p>OPIS MAKROSKOPOWY PRÓBK:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. barwa szara</li> <li>2. struktura psamitowa, źle wyselekcjonowana</li> <li>3. powierzchnia zewnętrzna chropowata, pokryta patyną</li> <li>4. powierzchnia przełamu chropowata, matowa</li> <li>5. tekstura zbita, bezładna</li> </ol> <p>WYPEŁNIACZ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. piasek kwarcowy</li> <li>2. okruchy średnio obtoczone</li> </ol>	

<p>SPOIWO</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. wapienne</li> <li>2. kontaktowo – porowe</li> </ol> <p>CECHY PRÓBK</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. zwięzła</li> <li>2. twarda</li> </ol> <p>REAKCJA Z HCl:</p> <p>spoiwo rozpuszcza się całkowicie z wydzielaniem pęcherzyków CO<sub>2</sub></p>
<p>STOSUNEK CZĘŚCI ROZPUSZCZALNYCH W HCl DO CZĘŚCI NIEROZPUSZCZALNYCH</p> <p>STOSUNEK SPOIWA DO WYPEŁNIACZA</p> <p>1 : 2</p>
<p>NASIĄKLIWOŚĆ WAGOWA PRÓBK PO 1 GODZINIE I PO 24 GODZINACH</p> <p>N<sub>wagowa</sub>[%] = 6,7</p> <p>N<sub>wagowa</sub>[%] = 6,7</p>
<p>WNIOSKI:</p> <p>Zaprawa jest wtórną zaprawą spoiny, użytą do naprawy górnych partii murów kurtynowych.</p>



NR PRÓBK 4 B	ZAPRAWA
<p>OBIEKT: mury obronne starego miasta w Kamieniu Pomorskim</p> <p>DATA POBRANIA: 20.04.2022</p> <p>MIEJSCE POBRANIA: ul. Lipowa u wylotu ul. Klasztornej, zewnętrzne mury kurtynowe, pierwsze przęsło, górne partie</p> <p>OPIS PRÓBK: zaprawa spoinująca</p>	 <p>Miejsce pobrania próbki</p>
 <p>Miejsce pobrania próbki</p>	 <p>Miejsce pobrania próbki</p>
 <p>Powierzchnia przełamu próbki, makrofotografia</p>	 <p>Powierzchnia przełamu zaprawy fotografowana w powiększeniu około 40x</p>



Kruszywo fotografowane w powiększeniu około 40x

#### OPIS MAKROSKOPOWY PRÓBKİ:

1. barwa szara
2. struktura psamitowa, źle wyselekcjonowana
3. powierzchnia zewnętrzna gładka, pokryta patyną
4. powierzchnia przełamu chropowata, matowa
5. tekstura zbita, bezładna

#### WYPEŁNIACZ

1. piasek kwarcowy
2. okruchy średnio obtoczone

#### SPOIWO

1. wapienne
2. kontaktowo – porowe

#### CECHY PRÓBKİ

1. zwięzła
2. twarda

#### REAKCJA Z HCl:

spoiwo rozpuszcza się całkowicie z wydzielaniem pęcherzyków  $\text{CO}_2$

STOSUNEK CZĘŚCI ROZPUSTCZALNYCH W HCL DO CZĘŚCI NIEROZPUSTCZALNYCH

STOSUNEK SPOIWA DO WYPEŁNIACZA

1 : 2

NASIĄKLIWOŚĆ WAGOWA PRÓBKİ PO 1 GODZINIE I PO 24 GODZINACH

$N_{\text{wagowa}}[\%] = 2,6$

$N_{\text{wagowa}}[\%] = 2,6$

#### WNIOSKI:

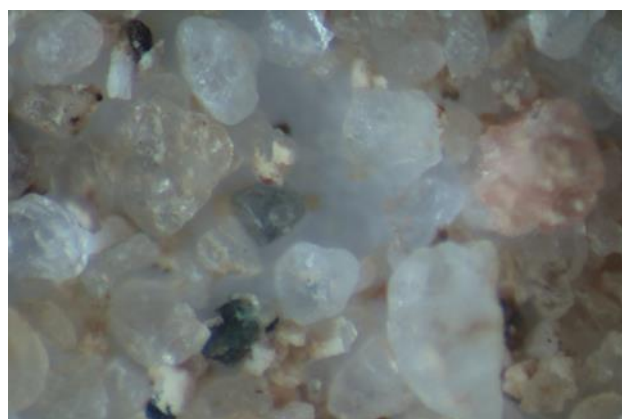
Zaprawa jest wtórną zaprawą użytą podczas naprawy korony murów.



NR PRÓBKII 5	ZAPRAWA
<p>OBIEKT: mury obronne starego miasta w Kamieniu Pomorskim</p> <p>DATA POBRANIA: 20.04.2022</p> <p>MIEJSCE POBRANIA: relikty furty przy ul. Klasztornej</p> <p>OPIS PRÓBKII: zaprawa murarska</p>	 <p>Miejsce pobrania próbki</p>
 <p>Miejsce pobrania próbki</p>	 <p>Miejsce pobrania próbki</p>
 <p>Powierzchnia przełamu próbki, makrofotografia</p>	 <p>Powierzchnia przełamu zaprawy fotografowana w powiększeniu około 40x</p>



Kruszywo, makrofotografia



Kruszywo fotografowane w powiększeniu około 40x

#### OPIS MAKROSKOPOWY PRÓBKİ:

1. barwa szara
2. struktura aleurytowa, psamitowa, źle wyselekcjonowana
3. powierzchnia zewnętrzna gładka, pokryta patyną
4. powierzchnia przełamu chropowata, matowa
5. tekstura zbita, bezładna

#### WYPEŁNIACZ

1. piasek rzeczny
2. okruchy średnio obtoczone

#### SPOIWO

1. kontaktowo – porowe
2. wapienno – cementowe

#### CECHY PRÓBKİ

1. rozypująca się
2. krucha

#### REAKCJA Z HCl:

spoiwo rozpuszcza się całkowicie z wydzielaniem pęcherzyków  $\text{CO}_2$

#### STOSUNEK CZĘŚCI ROZPUSZCZALNYCH W HCl DO CZĘŚCI NIEROZPUSZCZALNYCH

STOSUNEK SPOIWA DO WYPEŁNIACZA

1 : 2

#### NASIĄKLIWOŚĆ WAGOWA PRÓBKİ PO 1 GODZINIE I PO 24 GODZINACH

$N_{\text{wagowa}}[\%] = 9,68$

Po 24 godzinach zanurzenia w wodzie próbka rozpadła się na mniejsze fragmenty

#### WNIOSKI:

Próbka zaprawy pobrana z wewnętrznej części konstrukcji muru jest zaprawą murarską o spoiwie wapiennym. Nie określono jej jako oryginalną. Zaprawy wapienne wewnątrz muru uległy zniszczeniom.



**NR PRÓBK 6****ZAPRAWA**

OBIEKT: mury obronne starego miasta w  
Kamieniu Pomorskim

DATA POBRANIA: 20.04.2022

MIEJSCE POBRANIA:

OPIS PRÓBK: cegła



Miejsce pobrania próbki



Miejsce pobrania próbki



Miejsce pobrania próbki



Powierzchnia przełamu cegły; makrofotografia





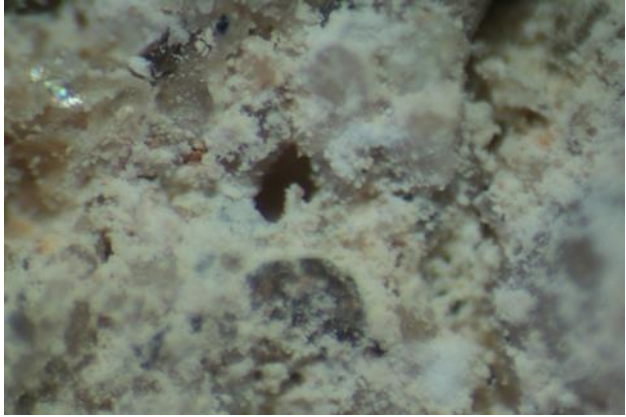
Powierzchnia przełamu cegły fotografowana w powiększeniu około 40x

**OPIS MAKROSKOPOWY PRÓBK:**

1. barwa ciemnopomarańczowa
2. struktura pelitowa, aleurytowa, psamitowa, źle wyselekcjonowana
3. powierzchnia zewnętrzna gładka, pokryta patyną
4. powierzchnia przełamu chropowata, matowa

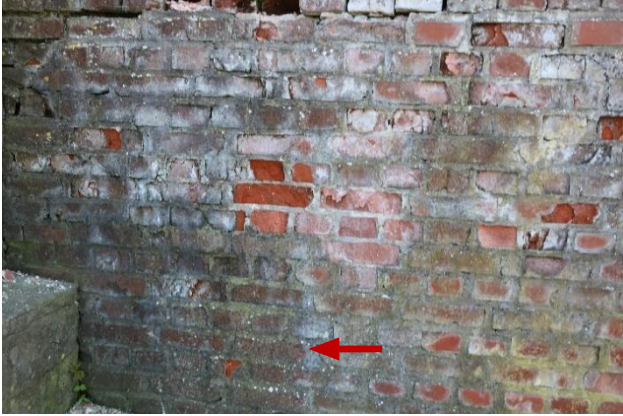



<p>5. tekstura zbita, bezładna</p> <p>WYPEŁNIACZ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. piasek kwarcowy, szamot</li> <li>2. okruchy średnio obtoczone</li> </ol> <p>CECHY PRÓBK</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. zwięzła</li> <li>2. twarda</li> </ol>
<p>NASIĄKLIWOŚĆ WAGOWA PRÓBK PO 1 GODZINIE I PO 24 GODZINACH</p> <p><math>N_{wagowa}[\%] = 9,4</math></p> <p><math>N_{wagowa}[\%] = 12,5</math></p>
<p>WNIOSKI:</p> <p>Cegły po wewnętrznej stronie muru kurtynowego są cegłami użytymi podczas naprawy.</p>



NR PRÓBK 7	ZAPRAWA
<p>OBIEKT: mury obronne starego miasta w Kamieniu Pomorskim</p> <p>DATA POBRANIA: 20.04.2022</p> <p>MIEJSCE POBRANIA: ul. Lipowa u wylotu ul. Klasztornej, mury po wewnętrznej stronie, przyziemie</p> <p>OPIS PRÓBK: zaprawa murarska</p>	 <p>Miejsce pobrania próbki</p>
 <p>Miejsce pobrania próbki</p>	 <p>Miejsce pobrania próbki</p>
 <p>Powierzchnia przełamu zaprawy</p>	 <p>Powierzchnia przełamu zaprawy fotografowana w powiększeniu około 40x</p>
<p>OPIS MAKROSKOPOWY PRÓBK:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. barwa jasnoszara</li> <li>2. struktura psamitowa, źle wyselekcjonowana</li> <li>3. powierzchnia zewnętrzna chropowata, pokryta patyną</li> <li>4. powierzchnia przełamu chropowata, matowa</li> <li>5. tekstura zbita, bezładna</li> </ol> <p>WYPEŁNIACZ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. piasek kwarcowy</li> </ol>	

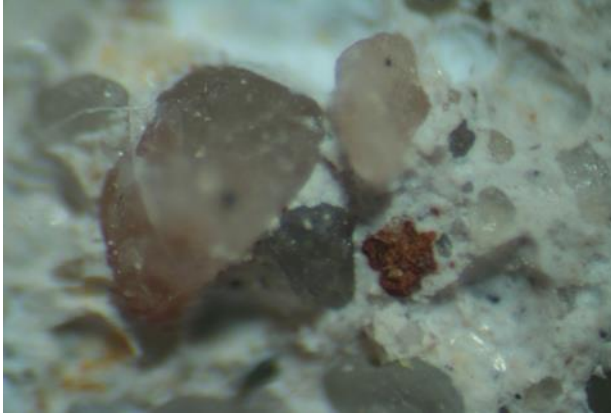
<p>2. okruchy średnio obtoczone</p> <p>SPOIWO</p> <p>1. wapienno - cementowe</p> <p>2. kontaktowo – porowe</p> <p>CECHY PRÓBK</p> <p>1. zwięzła</p> <p>2. twarda</p> <p>REAKCJA Z HCl:</p> <p>spoiwo rozpuszcza się częściowo z wydzielaniem pęcherzyków CO<sub>2</sub></p>
<p>STOSUNEK CZĘŚCI ROZPUSZCZALNYCH W HCL DO CZĘŚCI NIEROZPUSZCZALNYCH</p> <p>STOSUNEK SPOIWA DO WYPEŁNIACZA</p> <p>Nie określono.</p>
<p>NASIĄKLIWOŚĆ WAGOWA PRÓBK PO 1 GODZINIE I PO 24 GODZINACH</p> <p><math>N_{wagowa}[\%] = 11,48</math></p> <p><math>N_{wagowa}[\%] = 14,28</math></p>
<p>WNIOSKI:</p> <p>Zaprawa jest zaprawą wtórnie użytą podczas napraw.</p>



NR PRÓBK 8	CEGŁA
<p>OBIEKT: mury obronne starego miasta w Kamieniu Pomorskim</p> <p>DATA POBRANIA: 20.04.2022</p> <p>MIEJSCE POBRANIA: ul. Lipowa naprzeciw reliktyw Browaru Breslicha</p> <p>OPIS PRÓBK: cegła z warstwy licowej muru</p>	 <p>Miejsce pobrania próbki</p>
 <p>Miejsce pobrania próbki</p>	 <p>Miejsce pobrania próbki</p>
 <p>Powierzchnia przełamu cegły; makrofotografia</p>	 <p>Powierzchnia przełamu cegły fotografowana w powiększeniu około 40x</p>
<p>OPIS MAKROSKOPOWY PRÓBK:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. barwa ciemnopomarańczowa</li> <li>2. struktura psamitowa, źle wyselekcjonowana</li> <li>3. powierzchnia zewnętrzna gładka, pokryta patyną</li> <li>4. powierzchnia przełamu chropowata, matowa</li> <li>5. tekstura zbita, bezładna</li> </ol> <p>WYPEŁNIACZ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. piasek kwarcowy</li> </ol>	

2. okruchy obtoczone CECHY PRÓBK 1. zwięzła 2. twarda
NASIĄKLIWOŚĆ WAGOWA PRÓBK PO 1 GODZINIE I PO 24 GODZINACH $N_{wagowa}[\%] = 8,3$ $N_{wagowa}[\%] = 11,1$
WNIOSKI: Próbka cegły pochodzi z warstwy licowej, pochodząca z XIX – ej przebudowy. Oryginalne materiały budowlane mogły zachować się wewnątrz korpusu murów. Cegły licowe posiadają niższą nasiąkliwość niż oryginalne cegły gotyckie. Z tego względu niszczenie oryginalnych materiałów korpusu: cegieł i zapraw mogło zachodzić intensywniej.



NR PRÓBKİ 9	ZAPRAWA
<p>OBIEKT: mury obronne starego miasta w Kamieniu Pomorskim</p> <p>DATA POBRANIA: 20.04.2022</p> <p>MIEJSCE POBRANIA: ul. Lipowa, zewnętrzne mury naprzeciw reliktyw Browaru Breslicha,</p> <p>OPIS PRÓBKİ: zaprawa murarska z warstw licowych murów</p>	 <p>Miejsce pobrania próbki</p>
 <p>Miejsce pobrania próbki</p>	 <p>Miejsce pobrania próbki</p>
 <p>Powierzchnia przełamu zaprawy; makrofotografia</p>	 <p>Powierzchnia z warstwami malarskimi fotografowana w powiększeniu około 40x</p>
<p>OPIS MAKROSKOPOWY PRÓBKİ:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. barwa jasnoszara</li> <li>2. struktura psamitowa źle wyselekcjonowana</li> <li>3. powierzchnia zewnętrzna chropowata, pokryta patyną</li> <li>4. powierzchnia przełamu chropowata, matowa</li> <li>5. tekstura zbita, bezładna</li> </ol> <p>WYPEŁNIACZ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. piasek kwarcowy</li> </ol>	

<p>2. okruchy średnio obtoczone</p> <p>SPOIWO</p> <p>1. wapienno – cementowe</p> <p>2. kontaktowo – porowe</p> <p>CECHY PRÓBK</p> <p>1. zwięzła</p> <p>2. twarda</p> <p>REAKCJA Z HCl:</p> <p>spoiwo rozpuszcza się częściowo z wydzielaniem pęcherzyków CO<sub>2</sub></p>
<p>STOSUNEK CZĘŚCI ROZPUSZCZALNYCH W HCL DO CZĘŚCI NIEROZPUSZCZALNYCH</p> <p>STOSUNEK SPOIWA DO WYPEŁNIACZA</p> <p>Nie określono.</p>
<p>NASIĄKLIWOŚĆ WAGOWA PRÓBK PO 1 GODZINIE I PO 24 GODZINACH</p> <p><math>N_{wagowa}[\%] = 12,8</math></p> <p><math>N_{wagowa}[\%] = 14,9</math></p>
<p>WNIOSKI:</p> <p>Próbka zaprawy pobrana z warstwy licowej XIX – wiecznej przebudowy jest wtórnie użytą zaprawą wapienno – cementową.</p>



NR PRÓBK 10	ZAPRAWA
<p>OBIEKT: mury obronne starego miasta w Kamieniu Pomorskim</p> <p>DATA POBRANIA: 20.04.2022</p> <p>MIEJSCE POBRANIA: ul. Lipowa, zewnętrzne mury naprzeciw reliktyw Browaru Breslicha,</p> <p>OPIS PRÓBK: zaprawa murarska z warstw licowych murów</p>	 <p>Miejsce pobrania próbki</p>
 <p>Miejsce pobrania próbki</p>	 <p>Miejsce pobrania próbki</p>
 <p>Powierzchnia przełamu zaprawy; makrofotografia</p>	 <p>Powierzchnia z warstwami malarskimi fotografowana w powiększeniu około 40x</p>
<p>OPIS MAKROSKOPOWY PRÓBK:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. barwa jasnoszara</li> <li>2. struktura psamitowa, źle wyselekcjonowana</li> <li>3. powierzchnia zewnętrzna chropowata pokryta patyną</li> <li>4. powierzchnia przełamu chropowata, matowa</li> <li>5. tekstura zbita, bezładna</li> </ol> <p>WYPEŁNIACZ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. piasek kwarcowy</li> </ol>	

<p>2. okruchy średnio obtoczone</p> <p>SPOIWO</p> <p>1. cementowo - wapienne</p> <p>2. kontaktowo – porowe</p> <p>CECHY PRÓBK</p> <p>1. zwięzła</p> <p>2. twarda</p> <p>REAKCJA Z HCl:</p> <p>spoiwo rozpuszcza się częściowo z wydzielaniem pęcherzyków CO<sub>2</sub></p>
<p>STOSUNEK CZĘŚCI ROZPUSZCZALNYCH W HCL DO CZĘŚCI NIEROZPUSZCZALNYCH</p> <p>STOSUNEK SPOIWA DO WYPEŁNIACZA</p> <p>Nie określono.</p>
<p>NASIĄKLIWOŚĆ WAGOWA PRÓBK PO 1 GODZINIE I PO 24 GODZINACH</p> <p><math>N_{wagowa}[\%] = 15,00</math></p> <p><math>N_{wagowa}[\%] = 17,5</math></p>
<p>WNIOSKI:</p> <p>Próbka zaprawy pobrana z warstwy licowej XIX – wiecznej przebudowy jest wtórnie użytą zaprawą wapienno – cementową.</p>



NR PRÓBK 11A	ZAPRAWA
<p>OBIEKT: mury obronne założenia katedralnego w Kamieniu Pomorskim</p> <p>DATA POBRANIA: 20.04.2022</p> <p>MIEJSCE POBRANIA: ul. Klasztorna, zewnętrzne mury,</p> <p>OPIS PRÓBK: zaprawa spoiny</p>	 <p>Miejsce pobrania próbki</p>
 <p>Miejsce pobrania próbki</p>	 <p>Miejsce pobrania próbki</p>
 <p>Powierzchnia przełamu zaprawy</p>	 <p>Powierzchnia przełamu zaprawy fotografowana w powiększeniu około 40x</p>
<p>OPIS MAKROSKOPOWY PRÓBK:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. barwa jasnoszara</li> <li>2. struktura psamitowa, źle wyselekcjonowana</li> <li>3. powierzchnia zewnętrzna chropowata, pokryta patyną</li> <li>4. powierzchnia przełamu chropowata, matowa</li> <li>5. tekstura zbita, bezładna</li> </ol> <p>WYPEŁNIACZ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. piasek kwarcowy</li> </ol>	








<p>2. okruchy średnio obtoczone</p> <p>SPOIWO</p> <p>1. wapienno - cementowe</p> <p>2. kontaktowo – porowe</p> <p>CECHY PRÓBK</p> <p>1. zwięzła</p> <p>2. twarda</p> <p>REAKCJA Z HCl:</p> <p>spoiwo rozpuszcza się częściowo/ z wydzielaniem pęcherzyków CO<sub>2</sub></p>
<p>STOSUNEK CZĘŚCI ROZPUSZCZALNYCH W HCL DO CZĘŚCI NIEROZPUSZCZALNYCH</p> <p>STOSUNEK SPOIWA DO WYPEŁNIACZA</p> <p>Nie określono.</p>
<p>NASIĄKLIWOŚĆ WAGOWA PRÓBK PO 1 GODZINIE I PO 24 GODZINACH</p> <p><math>N_{wagowa}[\%] = 11,4</math></p> <p><math>N_{wagowa}[\%] = 12,2</math></p>
<p>WNIOSKI:</p> <p>Zaprawa jest wtórnie użytą zaprawą podczas napraw.</p>

NR PRÓBK 11	CEGLA
<p>OBIEKT: mury obronne założenia katedralnego w Kamieniu Pomorskim</p> <p>DATA POBRANIA: 20.04.2022</p> <p>MIEJSCE POBRANIA: ul. Klasztorna, zewnętrzne mury,</p> <p>OPIS PRÓBK: cegła</p>	 <p>Miejsce pobrania próbki</p>
 <p>Miejsce pobrania próbki</p>	 <p>Miejsce pobrania próbki</p>
 <p>Powierzchnia przełamu cegły; makrofotografia</p>	 <p>Powierzchnia z warstwami malarskimi fotografowana w powiększeniu około 40x</p>
<p>OPIS MAKROSKOPOWY PRÓBK:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. barwa pomarańczowa</li> <li>2. struktura pelitowa, aleurytowa, psamitowa, źle wyselekcjonowana</li> <li>3. powierzchnia zewnętrzna chropowata, pokryta patyną</li> <li>4. powierzchnia przełamu chropowata, matowa</li> <li>5. tekstura zbita, bezładna</li> </ol> <p>WYPEŁNIACZ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. piasek kwarcowy, szamot</li> </ol>	

<p>2. okruchy obtoczone</p> <p>CECHY PRÓBK</p> <p>1. zwięzła</p> <p>2. twarda</p>
<p>NASIĄKLIWOŚĆ WAGOWA PRÓBK PO 1 GODZINIE I PO 24 GODZINACH</p> <p><math>N_{wagowa}[\%] = 11,8</math></p> <p><math>N_{wagowa}[\%] = 11,8</math></p>
<p>WNIOSKI:</p> <p>Nie określono próbek jako oryginalnych XVII – wiecznych cegieł.</p> <p>Cegły murów posiadają nasiąkliwość około 12%.</p>



NR PRÓBK 12....	CEGŁA
<p>OBIEKT: mury obronne założenia katedralnego w Kamieniu Pomorskim</p> <p>DATA POBRANIA: 20.04.2022</p> <p>MIEJSCE POBRANIA: ul. Klasztorna, zewnętrzne mury</p> <p>OPIS PRÓBK: cegła z warstwy licowej muru</p>	 <p>Miejsce pobrania próbki</p>
 <p>Miejsce pobrania próbki</p>	 <p>Miejsce pobrania próbki</p>
 <p>Powierzchnia przełamu cegły; makrofotografia</p>	 <p>Powierzchnia z warstwami malarskimi fotografowana w powiększeniu około 40x</p>
<p>OPIS MAKROSKOPOWY PRÓBK:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. barwa pomarańczowa</li> <li>2. struktura pelitowa, aleurytowa, dobrze wyselekcjonowana</li> <li>3. powierzchnia zewnętrzna gładka, pokryta patyną</li> <li>4. powierzchnia przełamu chropowata, matowa</li> <li>5. tekstura zbita, bezładna</li> </ol> <p>WYPEŁNIACZ</p>	

<ol style="list-style-type: none"> <li>1. piasek kwarcowy</li> <li>2. okruchy obtoczone</li> </ol> <p>CECHY PRÓBK</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. zwięzła</li> <li>2. twarda</li> </ol>
<p>NASIĄKLIWOŚĆ WAGOWA PRÓBK PO 1 GODZINIE I PO 24 GODZINACH</p> <p><math>N_{wagowa}[\%] = 12,8</math></p> <p><math>N_{wagowa}[\%] = 13,8</math></p>
<p>WNIOSKI:</p> <p>Nie określono próbek jako oryginalnych XVII – wiecznych cegieł.</p> <p>Cegły murów posiadają nasiąkliwość około 14%.</p>



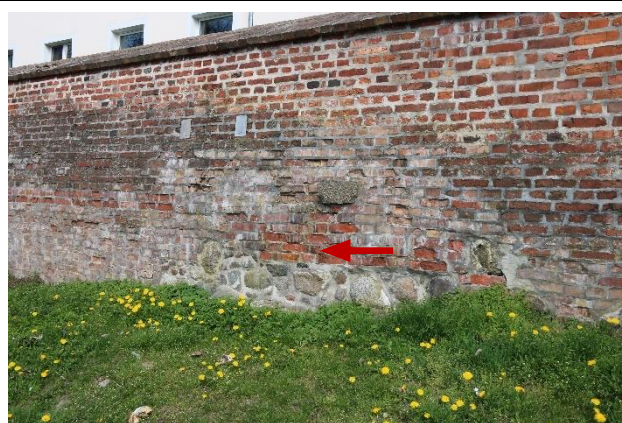
## NR PRÓBK 13

OBIEKT: mury obronne założenia klasztornego  
w Kamieniu Pomorskim

DATA POBRANIA: 20.04.2022

MIEJSCE POBRANIA: ul. Klasztorna, zewnętrzne  
mury

OPIS PRÓBK: zaprawa spoiny



Miejsce pobrania próbki



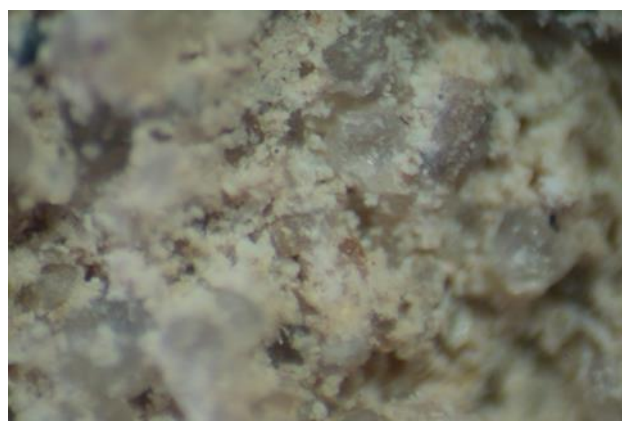
Miejsce pobrania próbki



Miejsce pobrania próbki



Powierzchnia przełamu zaprawy; makrofotografia



Powierzchnia przełamu zaprawy w powiększeniu około 40x

### OPIS MAKROSKOPOWY PRÓBK:

1. barwa szara
2. struktura psamitowa, źle wyselekcjonowana
3. powierzchnia zewnętrzna gładka, pokryta patyną
4. powierzchnia przełamu chropowata, matowa
5. tekstura zbita, bezładna

### WYPEŁNIACZ

1. piasek kwarcowy



<p>2. okruchy obtoczone</p> <p>SPOIWO</p> <p>1. cementowo – wapienne</p> <p>2. kontaktowo - porowe</p> <p>CECHY PRÓBK</p> <p>1. zwięzła</p> <p>2. twarda</p> <p>REAKCJA Z HCl:</p> <p>spoiwo rozpuszcza się częściowo z wydzielaniem pęcherzyków CO<sub>2</sub></p>
<p>STOSUNEK CZĘŚCI ROZPUSZCZALNYCH W HCL DO CZĘŚCI NIEROZPUSZCZALNYCH</p> <p>STOSUNEK SPOIWA DO WYPEŁNIACZA</p> <p>Nie określono.</p>
<p>NASIĄKLIWOŚĆ WAGOWA PRÓBK PO 1 GODZINIE I PO 24 GODZINACH</p> <p><math>N_{wagowa}[\%] = 11,1</math></p> <p><math>N_{wagowa}[\%] = 11,1</math></p>
<p>WNIOSKI:</p> <p>Zaprawa jest wtórnie użytą zaprawą podczas napraw.</p>

NR PRÓBKİ 14	CEGLA
<p>OBIEKT: mury obronne założenia katedralnego w Kamieniu Pomorskim</p> <p>DATA POBRANIA: 20.04.2022</p> <p>MIEJSCE POBRANIA: ul. Lipowa u wylotu ul. Klasztornej, mury zewnętrzne</p> <p>OPIS PRÓBKİ: cegła</p>	 <p>Miejsce pobrania próbki</p>
 <p>Miejsce pobrania próbki</p>	 <p>Miejsce pobrania próbki</p>
 <p>Powierzchnia przełamu cegły; makrofotografia</p>	 <p>Powierzchnia przełamu cegły fotografowana w powiększeniu około 40x</p>
<p>OPIS MAKROSKOPOWY PRÓBKİ:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. barwa jasnopomarańczowa</li> <li>2. struktura pelitowa, aleurytowa, psamitowa, źle wyselekcjonowana</li> <li>3. struktura pelitowa, aleurytowa, psamitowa, źle wyselekcjonowana</li> <li>4. powierzchnia zewnętrzna gładka, pokryta patyną</li> <li>5. powierzchnia przełamu chropowata, matowa</li> </ol>	

<p>6. tekstura zbita, bezładna</p> <p>WYPEŁNIACZ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. piasek kwarcowy</li> <li>2. okruchy obtoczone</li> </ol> <p>CECHY PRÓBK</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. zwięzła</li> <li>2. twarda</li> </ol>
<p>NASIĄKLIWOŚĆ WAGOWA PRÓBK PO 1 GODZINIE I PO 24 GODZINACH</p> <p><math>N_{wagowa}[\%] = 15,4</math></p> <p><math>N_{wagowa}[\%] = 16,3</math></p>
<p>WNIOSKI:</p> <p>Cegły fragmentu zniszczonego fragmentu murów posiadają nasiąkliwość około 16%.</p>



**NR PRÓBKİ 15****ZAPRAWA**

OBIEKT: mury obronne założenia katedralnego  
w Kamieniu Pomorskim  
DATA POBRANIA: 20.04.2022  
MIEJSCE POBRANIA: ul. Lipowa u wylotu ul.  
Klasztornej, mury zewnętrzne  
OPIS PRÓBKİ: zaprawa murarska



Miejsce pobrania próbki



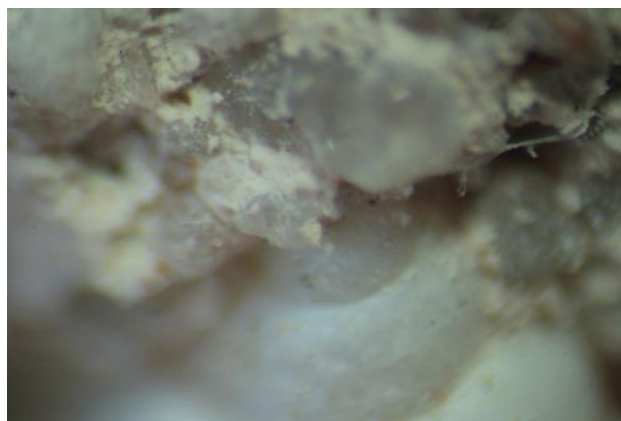
Miejsce pobrania próbki



Miejsce pobrania próbki



Powierzchnia przełamu zaprawy; makrofotografia



Powierzchnia przełamu zaprawy fotografowana w powiększeniu około 40x



Kruszywo; makrofotografia



Kruszywo fotografowane w powiększeniu około 40x

#### OPIS MAKROSKOPOWY PRÓBKİ:

1. barwa jasnokremowa
2. struktura psamitowa, psefitowa, źle wyselekcjonowana
3. powierzchnia zewnętrzna chropowata
4. powierzchnia przełamu chropowata, matowa
5. tekstura zbita, bezładna

#### WYPEŁNIACZ

1. piasek kwarcowy, muszle
2. okruchy średnio obtoczone i źle obtoczone

#### SPOIWO

1. wapienne
2. kontaktowo – porowe

#### CECHY PRÓBKİ

1. zwięzła
2. twarda

#### REAKCJA Z HCl:

spoivo rozpuszcza się całkowicie z wydzielaniem pęcherzyków CO<sub>2</sub>

#### STOSUNEK CZĘŚCI ROZPUSTCZALNYCH W HCL DO CZĘŚCI NIEROZPUSTCZALNYCH

#### STOSUNEK SPOIWA DO WYPEŁNIACZA

1 : 2

#### NASIĄKLIWOŚĆ WAGOWA PRÓBKİ PO 1 GODZINIE I PO 24 GODZINACH

$N_{wagowa}[\%] = 13,6$

$N_{wagowa}[\%] = 13,6$

#### WNIOSKI:





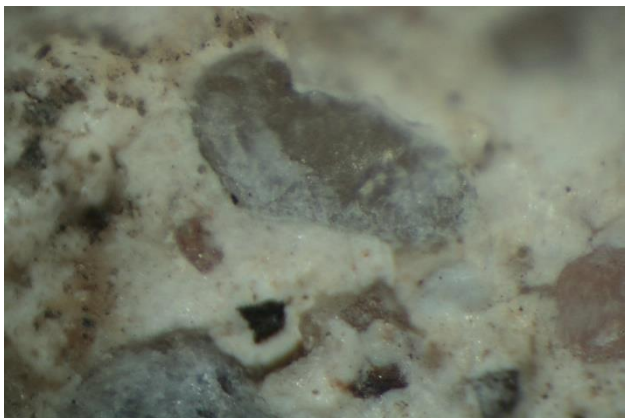
Zaprawa jest wtórnie użytą zaprawą podczas napraw.



NR PRÓBKİ 17	ZAPRAWA
<p>OBIEKT: mury obronne założenia katedralnego w Kamieniu Pomorskim</p> <p>DATA POBRANIA: 20.04.2022</p> <p>MIEJSCE POBRANIA: ul. Lipowa u wylotu ul. Klasztornej, mury zewnętrzne</p> <p>OPIS PRÓBKİ: zaprawa murarska</p>	 <p>Miejsce pobrania próbki</p>
 <p>Miejsce pobrania próbki</p>	 <p>Miejsce pobrania próbki</p>
 <p>Powierzchnia przełamu zaprawy; makrofotografia</p>	 <p>Powierzchnia z warstwami malarskimi fotografowana w powiększeniu około 40x</p>
<p>OPIS MAKROSKOPOWY PRÓBKİ:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. barwa jasnokremowa</li> <li>2. struktura psamitowa, psefitowa, źle wyselekcjonowana</li> <li>3. powierzchnia zewnętrzna chropowata</li> <li>4. powierzchnia przełamu chropowata, matowa</li> <li>5. tekstura zbita, bezładna</li> </ol> <p>WYPEŁNIACZ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. piasek kwarcowy, muszle</li> </ol>	



<p>2. okruchy obtoczone i źle obtoczone</p> <p>SPOIWO</p> <p>1. wapienne</p> <p>2. kontaktowo - porowe</p> <p>CECHY PRÓBK</p> <p>1. zwięzła</p> <p>2. twarda</p> <p>REAKCJA Z HCl:</p> <p>spoiwo rozpuszcza się całkowicie z wydzielaniem pęcherzyków CO<sub>2</sub></p>
<p>STOSUNEK CZĘŚCI ROZPUSZCZALNYCH W HCl DO CZĘŚCI NIEROZPUSZCZALNYCH</p> <p>STOSUNEK SPOIWA DO WYPEŁNIACZA</p>
<p>NASIĄKLIWOŚĆ WAGOWA PRÓBK PO 1 GODZINIE I PO 24 GODZINACH</p> <p>N<sub>wagowa</sub>[%] = 11,2</p> <p>N<sub>wagowa</sub>[%] = 11,2</p>
<p>WNIOSKI:</p> <p>Zaprawa jest wtórnie użytą zaprawą podczas napraw.</p>

NR PRÓBKİ 18	ZAPRAWA
<p>OBIEKT: mury obronne założenia katedralnego w Kamieniu Pomorskim</p> <p>DATA POBRANIA: 20.04.2022</p> <p>MIEJSCE POBRANIA: ul. Lipowa, mury zewnętrzne</p> <p>OPIS PRÓBKİ: zaprawa spoiny</p>	 <p>Miejsce pobrania próbki</p>
 <p>Miejsce pobrania próbki</p>	 <p>Miejsce pobrania próbki</p>
 <p>Powierzchnia przełamu zaprawy; makrofotografia</p>	 <p>Powierzchnia przełamu zaprawy fotografowana w powiększeniu około 40x</p>
<p>OPIS MAKROSKOPOWY PRÓBKİ:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. barwa jasnokremowa</li> <li>2. struktura psamitowa, źle wyselekcjonowana</li> <li>3. powierzchnia zewnętrzna chropowata, pokryta patyną</li> <li>4. powierzchnia przełamu chropowata, matowa</li> <li>5. tekstura zbita, bezładna</li> </ol> <p>WYPEŁNIACZ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. piasek kwarcowy</li> </ol>	

<p>2. okruchy średnio obtoczone</p> <p>SPOIWO</p> <p>1. wapienno – cementowe</p> <p>2. kontaktowo - porowe</p> <p>CECHY PRÓBK</p> <p>1. zwięzła</p> <p>2. twarda</p> <p>REAKCJA Z HCl:</p> <p>spoiwo rozpuszcza się częściowo z wydzielaniem pęcherzyków CO<sub>2</sub></p>
<p>STOSUNEK CZĘŚCI ROZPUSZCZALNYCH W HCL DO CZĘŚCI NIEROZPUSZCZALNYCH</p> <p>STOSUNEK SPOIWA DO WYPEŁNIACZA</p> <p>Nie określono.</p>
<p>NASIĄKLIWOŚĆ WAGOWA PRÓBK PO 1 GODZINIE I PO 24 GODZINACH</p> <p><math>N_{wagowa}[\%] = 20,00</math></p> <p><math>N_{wagowa}[\%] = 21,81</math></p>
<p>WNIOSKI:</p> <p>Zaprawa jest wtórnie użytą zaprawą podczas napraw.</p>



NR PRÓBKİ 19	ZAPRAWA
<p>OBIĘKT: mury obronne założenia klasztorne w Kamieniu Pomorskim</p> <p>DATA POBRANIA: 20.04.2022</p> <p>MIEJSCE POBRANIA: ul. Lipowa, mury zewnętrzne</p> <p>OPIS PRÓBKİ: zaprawa spoiny</p>	 <p>Miejsce pobrania próbki</p>
 <p>Miejsce pobrania próbki</p>	 <p>Miejsce pobrania próbki</p>
 <p>Powierzchnia przełamu zaprawy; makrofotografia</p>	 <p>Powierzchnia przełamu zaprawy fotografowana w powiększeniu około 40x</p>
<p>OPIS MAKROSKOPOWY PRÓBKİ:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. barwa jasnokremowa</li> <li>2. struktura psamitowa, źle wyselekcjonowana</li> <li>3. powierzchnia zewnętrzna chropowata</li> <li>4. powierzchnia przełamu chropowata, matowa</li> <li>5. tekstura zbita, bezładna</li> </ol> <p>WYPEŁNIACZ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. piasek kwarcowy</li> </ol>	

<p>2. okruchy obtoczone</p> <p>SPOIWO</p> <p>1. wapienno - cementowe</p> <p>2. kontaktowe/kontaktowo - porowe</p> <p>CECHY PRÓBK</p> <p>1. zwięzła</p> <p>2. twarda</p> <p>REAKCJA Z HCl:</p> <p>spoiwo rozpuszcza się częściowo z wydzielaniem pęcherzyków CO<sub>2</sub></p>
<p>STOSUNEK CZĘŚCI ROZPUSZCZALNYCH W HCL DO CZĘŚCI NIEROZPUSZCZALNYCH</p> <p>STOSUNEK SPOIWA DO WYPEŁNIACZA</p> <p>Nie określono.</p>
<p>NASIĄKLIWOŚĆ WAGOWA PRÓBK PO 1 GODZINIE I PO 24 GODZINACH</p> <p><math>N_{wagowa}[\%] = 16,7</math></p> <p><math>N_{wagowa}[\%] = 16,7</math></p>
<p>WNIOSKI:</p> <p>Zaprawa jest wtórnie użyta podczas napraw.</p>



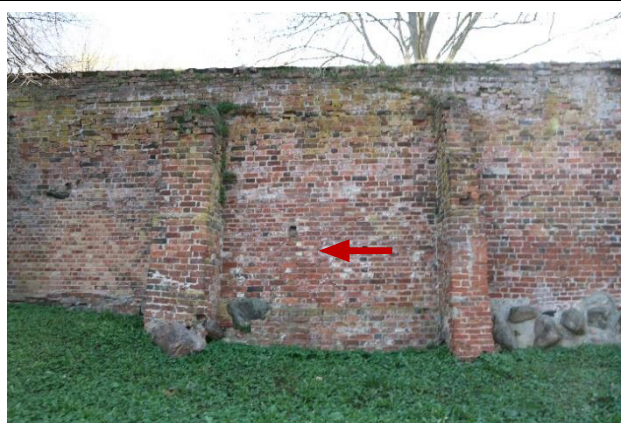
**NR PRÓBKİ 20****ZAPRAWA**

OBIEKT: mury obronne założenia katedralnego  
w Kamieniu Pomorskim

DATA POBRANIA: 20.04.2022

MIEJSCE POBRANIA: ul. Lipowa, mury gotyckie

OPIS PRÓBKİ: zaprawa spoinująca



Miejsce pobrania próbki



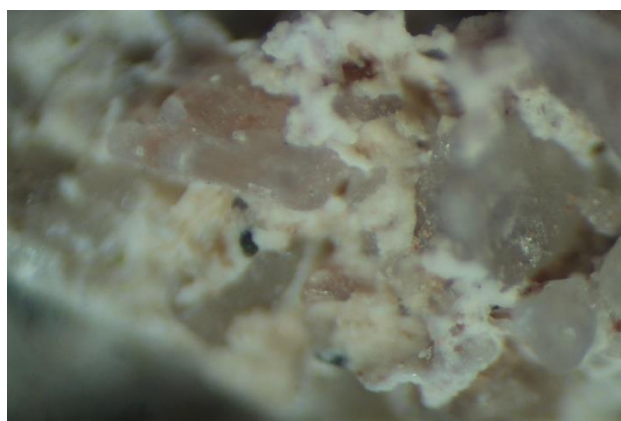
Miejsce pobrania próbki



Miejsce pobrania próbki



Powierzchnia przełamu zaprawy; makrofotografia



Powierzchnia przełamu zaprawy fotografowana w powiększeniu około 40x





Kruszywo; makrofotografia



Kruszywp fotografowane w powiększeniu około 40x

#### OPIS MAKROSKOPOWY PRÓBKİ:

1. barwa jasnobeżowa
2. struktura psamitowa, źle wyselekcjonowana
3. powierzchnia zewnętrzna gładka, pokryta patyną
4. powierzchnia przełamu chropowata, matowa
5. tekstura zbita, bezładna

#### WYPEŁNIACZ

1. piasek kwarcowy
2. okruchy obtoczone

#### SPOIWO

1. wapienne
2. kontaktowo – porowe

#### CECHY PRÓBKİ

1. zwięzła
2. twarda

#### REAKCJA Z HCl:

spoiwo rozpuszcza się całkowicie z wydzieleniem pęcherzyków CO<sub>2</sub>

STOSUNEK CZĘŚCI ROZPUSZCZALNYCH W HCL DO CZĘŚCI NIEROZPUSZCZALNYCH

STOSUNEK SPOIWA DO WYPEŁNIACZA

1 : 2

NASIĄKLIWOŚĆ WAGOWA PRÓBKİ PO 1 GODZINIE I PO 24 GODZINACH


$N_{wagowa}[\%] = 7,1$

$N_{wagowa}[\%] = 7,1$

Próbka zawiera duże ziarno; nie stanowi próbki reprezentatywnej.

#### WNIOSKI:

Zaprawa posiada cechy zaprawy historycznej.

NR PRÓBK 21	ZAPRAWA
<p>OBIEKT: mury obronne założenia katedralnego w Kamieniu Pomorskim</p> <p>DATA POBRANIA: 20.04.2022</p> <p>MIEJSCE POBRANIA: ul. Obrońców Warszawy mury zewnętrzne</p> <p>OPIS PRÓBK: zaprawa spoiny</p>	 <p>Miejsce pobrania próbki</p>
 <p>Miejsce pobrania próbki</p>	 <p>Miejsce pobrania próbki</p>
 <p>Powierzchnia przełamu zaprawy; makrofotografia</p>	 <p>Powierzchnia z warstwami malarskimi fotografowana w powiększeniu około 40x</p>
<p>OPIS MAKROSKOPOWY PRÓBK:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. barwa jasnokremowa</li> <li>2. struktura psamitowa, źle wyselekcjonowana</li> <li>3. powierzchnia zewnętrzna gładka, pokryta patyną</li> <li>4. powierzchnia przełamu chropowata, matowa</li> <li>5. tekstura zbita, bezładna</li> </ol> <p>WYPEŁNIACZ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. piasek kwarcowy</li> </ol>	

<p>2. okruchy średnio obtoczone</p> <p>SPOIWO</p> <p>1. kontaktowe/kontaktowo – porowe</p> <p>2. wapienno – cementowe</p> <p>CECHY PRÓBK</p> <p>1. zwięzła</p> <p>2. twarda</p> <p>REAKCJA Z HCl:</p> <p>spoiwo rozpuszcza się częściowo/ z wydzielaniem pęcherzyków CO<sub>2</sub></p>
<p>STOSUNEK CZĘŚCI ROZPUSZCZALNYCH W HCL DO CZĘŚCI NIEROZPUSZCZALNYCH</p> <p>STOSUNEK SPOIWA DO WYPEŁNIACZA</p>
<p>NASIĄKLIWOŚĆ WAGOWA PRÓBK PO 1 GODZINIE I PO 24 GODZINACH</p> <p>N<sub>wagowa</sub>[%] = 13,2</p> <p>N<sub>wagowa</sub>[%] = 13,2</p>
<p>WNIOSKI:</p> <p>Fragment murów jest prawdopodobnie odtworzony w technice naśladowującej mury gotyckie.</p>



NR PRÓBK 22	CEGŁA
<p>OBIEKT: mury obronne założenia katedralnego w Kamieniu Pomorskim</p> <p>DATA POBRANIA: 20.04.2022</p> <p>MIEJSCE POBRANIA: ul. Obrońców Warszawy mury zewnętrzne</p> <p>OPIS PRÓBK: cegła</p>	 <p>Miejsce pobrania próbk</p>
 <p>Miejsce pobrania próbk</p>	 <p>Miejsce pobrania próbk</p>
 <p>Powierzchnia przełamu cegły; makrofotografia</p>	 <p>Powierzchnia przełamu cegły fotografowana w powiększeniu około 40x</p>
<p>OPIS MAKROSKOPOWY PRÓBK:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. barwa jasnopomarańczowa</li> <li>2. struktura pelitowa, aleurytowa, psamitowa źle wyselekcjonowana</li> <li>3. powierzchnia zewnętrzna gładka, pokryta patyną</li> <li>4. powierzchnia przełamu chropowata, matowa</li> <li>5. tekstura zbita, bezładna</li> </ol> <p>WYPEŁNIACZ</p>	

<ol style="list-style-type: none"> <li>1. piasek kwarcowy</li> <li>2. okruchy obtoczone</li> </ol> <p>CECHY PRÓBK</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. rozsypująca się</li> <li>2. krucha</li> </ol>
<p>NASIĄKLIWOŚĆ WAGOWA PRÓBK PO 1 GODZINIE I PO 24 GODZINACH</p> <p><math>N_{wagowa}[\%] = 11,9</math></p> <p><math>N_{wagowa}[\%] = 10,3</math> próbka częściowo rozpadła się</p>
<p>WNIOSKI:</p> <p>Fragment murów jest prawdopodobnie odtworzony w technice naśladowującej mury gotyckie. Cegły podczas procesu wypalania nie uzyskały wysokiej wytrzymałości mechanicznej.</p>

**V. WYNIKI BADAŃ**

W poniższej tabeli podano nasiąkliwość próbek cegieł oraz zapraw:

<b>Nr próbki</b>	<b>Rodzaj materiału</b>	<b>Nasiąkliwość wagowa po 1 godzinie</b>	<b>Nasiąkliwość wagowa po 24 godzinach</b>
<b>3</b>	cegła	10,1	7,3 próbka uległa rozkruszeniu
<b>4a</b>	zaprawa	6,7	6,7
<b>4b</b>	zaprawa	2,6	2,6
<b>5</b>	zaprawa	3,4	próbka uległa rozkruszeniu
<b>6</b>	cegła	9,4	12,5
<b>7</b>	zaprawa	11,43	14,28
<b>8</b>	cegła	8,3	11,1
<b>9</b>	zaprawa	12,8	14,9
<b>10</b>	zaprawa	15,00	17,5
<b>11 a</b>	zaprawa	11,4	12,2
<b>11 b</b>	cegła	11,8	11,8
<b>12</b>	cegła	12,8	13,8
<b>13</b>	zaprawa	11,1	11,1
<b>14</b>	cegła	15,4	16,3
<b>15</b>	zaprawa	13,6	13,6
<b>16</b>	-	-	-
<b>17</b>	zaprawa	11,2	11,2
<b>18</b>	zaprawa	20	21,81
<b>19</b>	zaprawa	16,7	16,7
<b>20</b>	zaprawa	7,1	7,1



<b>21</b>	zaprawa	13,2	13,2
<b>22</b>	cegła	11,9	10,3 próbka uległa rozkruszeniu

## **VI. WNIOSKI**

Na podstawie wykonanych badań oraz analizy wizualnej poszczególnych fragmentów murów stwierdzono:

1. Fragment murów kurtynowych przy wylocie ul. Klasztornej w obrębie wydzielonego wtórnymi przyporami pierwszego przęsła w przyziemiu, murowanym w wątku wendyjskim. Rozmiarach cegieł o wymiarach wozówki 28,5 x 8,5/9,5, główki 13,5 x 9/9,5 cm w kolorze ciemno czerwonym. Cegły te posiadają nasiąkliwość około 16 %, zniszczone fragmenty 19%.  
Proponuje się naprawę i rekonstrukcję reliktu furty przy ul. Klasztornej w układzie cegieł wendyjskim oraz zamknięcie formy reliktu przy użyciu cegieł o wyżej podanych parametrach, np. wykonanych na zamówienie.
2. Fragmenty murów pochodzące z przemurowań, napraw wykonane są z cegieł o nasiąkliwości w granicach 11 – 14 %. Wyższą, około 16 % posiadają cegły w obrębie zniszczonego muru obronnego założenia katedralnego wzdłuż ul. Lipowej, u wylotu ul. Klasztornej (próbka 14).  
Podczas renowacji i uzupełnień muru należy każdorazowo dobierać cegły pod względem parametrów fizykochemicznych, biorąc pod uwagę wartości nasiąkliwości dla poszczególnych fragmentów.
3. Mury były poddawane przebudowom, naprawom oraz współczesnym renowacjom. Do ich naprawy zastosowano głównie zaprawy wapienno – cementowe. Użyto także zapraw wapiennych.
4. Zaprawy należy dobierać o nasiąkliwości nieco wyższej niż użyte cegły.
5. Korpus muru z cegły gotyckiej o nasiąkliwości około 19 % murowany na zaprawie wapiennej, przylegający bezpośrednio do gruntu na prawie całej wysokości oblicowany wtórnie cegłą ceramiczną pełną (ile warstw cegieł) wykonaną maszynowo o nasiąkliwości około 11 %. Całkowicie zniszczone jest wapienne spoiwo zaprawy murarskiej.

Literatura:

W. Domałowski, M. Kęsy-Lewndowska, J. W. Łukaszewicz, Badania nad konserwacją murów ceglanych, Toruń 1998