

**BADANIA DOTYCZĄCE OKREŚLENIA WYTRZYMAŁOŚCI  
ELEMENTÓW MUROWYCH ORAZ OKREŚLENIA  
WŁAŚCIWOŚCI MECHANICZNYCH ORAZ SKŁADU  
CHEMICZNEGO POBRANYCH Z KONSTRUKCJI  
ELEMENTÓW STALOWYCH BUDYNKU PRZY  
UL. SZYPERSKIEJ 8 W POZNANIU**

**ZLECENIODAWCA:** Uniwersytet Artystyczny im. M. Abakanowicz w Poznaniu  
al. Marcinkowskiego 29,  
60-967 Poznań

**WYKONAWCA:** Ekspertis Sp. z o. o. Sp. k.  
ul. Nieszawska 1  
61-021 Poznań

Autorzy opracowania:	Nr uprawnień:	Podpisy:
dr inż. Michał Pikos	upr. bud. nr ewid. WKP/0051/PWOK/14 do projektowania i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń w spec. konstrukcyjno-budowlanej	
dr inż. Paweł Szymański	rzeczoznawca budowlany nr RZE/X/0022/14 w spec. konstr.-budowl. upr. nr WKP/0031/OWOK/12 w spec. konstr.-budowl.	
mgr inż. Wojciech Muszyński	-	

*czerwiec 2021*

## **SPIS ZAWARTOŚCI OPRACOWANIA**

<b>1. WSTĘP.....</b>	<b>3</b>
1.1. PODSTAWA OPRACOWANIA.....	3
1.2. CEL I ZAKRES OPRACOWANIA .....	3
1.3. MATERIAŁY .....	3
<b>2. LOKALIZACJA BUDYNKU .....</b>	<b>4</b>
<b>3. OKREŚLENIE WYTRZYMAŁOŚCI CEGŁY CERAMICZNEJ .....</b>	<b>5</b>
<b>4. OKREŚLENIE WŁAŚCIWOŚCI MECHANICZNYCH ORAZ SKŁADU CHEMICZNEGO ELEMENTÓW STAŁOWYCH POBRANYCH Z KONSTRUKCJI .....</b>	<b>6</b>

## **1. WSTĘP**

### **1.1. PODSTAWA OPRACOWANIA**

Podstawą niniejszego opracowania jest zlecenie wykonania opinii technicznej dotyczącej określenia wytrzymałości elementów murowych oraz określenia właściwości mechanicznych oraz składu chemicznego pobranych z konstrukcji elementów stalowych budynku przy ul. Szyperskiej 8 w Poznaniu.

Zleceniodawcą opracowania jest Uniwersytet Artystyczny im. M. Abakanowicz w Poznaniu, Wykonawcą zlecenia jest EKSPERTIS Sp. z o.o. Sp. k. z siedzibą w Poznaniu przy ul. Nieszawskiej 1.

### **1.2. CEL I ZAKRES OPRACOWANIA**

Celem niniejszego opracowania jest określenie wytrzymałości elementów murowych oraz określenia właściwości mechanicznych oraz składu chemicznego pobranych z konstrukcji elementów stalowych:

- Pobranie wycinków elementów stalowych do badań wytrzymałościowych,
- Pobranie elementów murowych (pojedyncze cegły oraz odwierty rdzeniowe z filarów piwnicy)
- Określenie właściwości mechanicznych oraz składu chemicznego próbek stalowych,
- Określenie wytrzymałości elementów murowych
- 

### **1.3. MATERIAŁY**

[1] Zlecenie Zamawiającego,

[2] Wizje lokalne na obiektach z maja oraz czerwca 2021 r. połączone z pobraniem elementów stalowych oraz elementów murowych do badań wytrzymałościowych,

[3] Obowiązujące normy i przepisy:

PN-EN ISO 689201:2020-05 B – Metale Próba rozciągania – Część 1: Metoda badania w temperaturze pokojowej.

PN-EN 772 -1 :2011 – Metody badań elementów murowych – Część 1: określenie wytrzymałości na ściskanie

Z-IB/3-06 – Oznaczenie składu chemicznego stali metodą spektrometrii emisyjnej

## 2. LOKALIZACJA BUDYNKU

Przedmiotowy budynek zlokalizowany jest w Poznaniu przy ul. Szyperskiej 8.



Fot. 1 Lokalizacja budynku przy ul. Szyperskiej 8 (źródło Google Maps)

### 3. OKREŚLENIE WYTRZYMAŁOŚCI CEGŁY CERAMICZNEJ

W dniu 23.06.2021 r. pobrano elementy murowe do badań wytrzymałościowych. Pobrane cegły pełne o długości 240 mm, szerokości 120mm oraz o wysokości 62 – 65 mm. Następnie pobrane próbki opracowano, pocięto, a ich powierzchnię zeszlifowano w celu przeprowadzenia badań wytrzymałościowych. Badania wytrzymałościowe próbek zostały wykonane na prasie hydraulicznej Matest 2000k kN. W tabelach poniżej przedstawiono uzyskane wyniki.

*Tab. 1 Wytrzymałości pobranych cegieł na ściskanie (próbki z cegieł mocniej wypalonych)*

Lp	Nr próbki	Szerokość [mm]	Długość [mm]	Wysokość [mm]	Wytrzymałość [MPa]	Wytrzymałość z uwzględnieniem współczynnika kształtu $\delta=0,8$ [MPa]
1	1	123	114	63	39,5	31,6
2	1	105	123	63	30,0	24,0
3	2	118	120	62	26,7	21,4
4	2	118	120	62	32,9	26,3
Średnia wytrzymałość					<b>32,27</b>	<b>25,82</b>

*Tab. 2 Wytrzymałości pobranych cegieł na ściskanie (próbki z cegieł słabiej wypalonych)*

Lp	Nr próbki	Szerokość [mm]	Długość [mm]	Wysokość [mm]	Wytrzymałość [MPa]	Wytrzymałość z uwzględnieniem współczynnika kształtu $\delta=0,8$ [MPa]
1	5	109	116	64	17,6	14,1
2	6	117	116	64	17,9	14,3
3	7	126	118	65	15,8	12,6
4	8	123	118	65	16,1	12,9
Średnia wytrzymałość					<b>16,85</b>	<b>13,47</b>

## 4. OKREŚLENIE WŁAŚCIWOŚCI MECHANICZNYCH ORAZ SKŁADU CHEMICZNEGO ELEMENTÓW STAŁOWYCH POBRANYCH Z KONSTRUKCJI

Na potrzeby przeprowadzenia badań z konstrukcji zostało pobranych 6 wycinków elementów stalowych. Próbki zostały pobrane przez Zlecającego.

*Tab. 3 Zestawienie próbek do badań*

Lp.	Nazwa próbki	Numer próbki
1.	Próbka wytrzymałościowa nr 1 pobrana z płaskownika o grubości 7 mm	BB.903.0487-08821.001.001
2.	Próbka wytrzymałościowa nr 2 pobrana z płaskownika o grubości 7 mm	BB.903.0487-08821.002.001
3.	Próbka do analizy składu chemicznego nr 1 pobrana z płaskownika o grubości 7 mm	BB.903.0487-08821.003.004
4.	Próbka wytrzymałościowa nr 3 pobrana z płaskownika o grubości 12 mm	BB.903.0487-08821.004.001
5.	Próbka wytrzymałościowa nr 4 pobrana z płaskownika o grubości 12 mm	BB.903.0487-08821.005.001
6.	Próbka do analizy składu chemicznego nr 2 pobrana z płaskownika o grubości 12 mm	BB.903.0487-08821.006.004

*Tab. 4 Właściwości mechaniczne wyznaczone w statycznej próbie rozciągania*

Nr próbki	a <sub>0</sub> [mm]	b <sub>0</sub> [mm]	S <sub>0</sub> [mm <sup>2</sup> ]	R <sub>eH</sub> [MPa]	R <sub>m</sub> [MPa]	A <sub>80mm</sub> [%]	Z [%]
<b>BB.903.487-08821.001.001</b>	8,265	20,30	168	277	453	31,9	57,4
<b>BB.903.487-08821.002.001</b>	8,299	20,23	168	226	305	43,8	75,0
<b>BB.903.487-08821.004.001</b>	11,37	20,40	232	331	480	31,6	57,3
<b>BB.903.487-08821.005.001</b>	11,36	19,94	226	265	380	30,3	66,9

**LEGENDA:**

- a<sub>0</sub> - Grubość początkowa próbki
- b<sub>0</sub> - Szerokość początkowa próbki
- S<sub>0</sub> - Początkowe pole przekroju próbki
- R<sub>eH</sub> - Górna granica plastyczności
- R<sub>m</sub> - Wytrzymałość na rozciąganie

**BADANIA DOTYCZĄCE OKREŚLENIA WYTRZYMAŁOŚCI ELEMENTÓW MUROWYCH ORAZ OKREŚLENIA  
WŁAŚCIWOŚCI MECHANICZNYCH ORAZ SKŁADU CHEMICZNEGO POBRANYCH Z KONSTRUKCJI ELEMENTÓW  
STAŁOWYCH BUDYNKU PRZY UL. SZYPERSKIEJ 8 W POZNANIU**

<b>A<sub>80mm</sub></b>	-	Wydłużenie % po rozerwaniu odniesione do początkowej długości pomiarowej L <sub>0</sub> =80 mm
<b>Z</b>	-	Przewężenie procentowe przekroju

Wartości niepewności rozszerzonej dla wartości podanych w

Tab. 4 dla przedziału ufności 95 % i współczynnika rozszerzenia k = 2 dla wyznaczonych właściwości mechanicznych.

<b>U<sub>ReH</sub></b>	-	± 24 MPa
<b>U<sub>Rm</sub></b>	-	± 24 MPa
<b>U<sub>A80mm</sub></b>	-	± 2 %
<b>U<sub>Z</sub></b>	-	± 2 %

Badanie składu chemicznego wykonano zgodnie z instrukcją badawczą Z-IB/3-06 Oznaczenie składu chemicznego stali metodą spektrometrii emisyjnej (wydanie V z dnia 17.03.2020 r.). Próbki BB.903.0487-08821.003.004 i BB.903.0487-08821.006.004 przygotowano wg powyższej instrukcji, po czym wykonano na każdej z nich 4-5 analiz. W tabeli 4 podano wartości średnie z uzyskanych wyników wraz z wartościami niepewności rozszerzonej U dla przedziału ufności 95% i współczynnika rozszerzenia k = 2.

*Tab. 5 Wyniki analizy składu chemicznego.*

Nr próbki	Zawartość pierwiastków w % wagowych					
	C	Mn	Si	P	S	Cr
<b>BB.903.0487-08821.003.004</b>	0,148	0,511	0,223	0,023	0,017	0,043*
	±0,018	±0,009	±0,006	±0,002	±0,003	±0,001
	<b>Ni</b>	<b>Mo</b>	<b>V</b>	<b>W</b>	<b>Cu</b>	<b>Al</b>
	0,019*	0,000*	0,003*	0,014*	0,035*	0,005*
	±0,004		±0,001	±0,001	±0,001	±0,003
<b>BB.903.0487-08821.006.004</b>	<b>C</b>	<b>Mn</b>	<b>Si</b>	<b>P</b>	<b>S</b>	<b>Cr</b>
	0,060	0,762	0,006	0,084	0,026	0,008*
	±0,004	±0,031	±0,005	±0,008	±0,006	±0,001
	<b>Ni</b>	<b>Mo</b>	<b>V</b>	<b>W</b>	<b>Cu</b>	<b>Al</b>
	0,014*	0,000*	0,003*	0,014*	0,139*	0,002*
	±0,004		±0,001	±0,001	±0,004	±0,005

*\*wartości poza zakresem akredytacji PCA*

Do określenia spawalności stali niskostopowych wykorzystuje się równoważnik węgla o następującym wzorze:

$$C_E = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{5}, \%$$

- $C_E < 0,4\%$  - materiał określany jako dobrze spawalny
- $0,4\% < C_E < 0,6\%$  - materiał posiada ograniczoną spawalność
- $0,6\% < C_E$  - materiał jest trudno spawalny

Równoważnik węgla dla zbadanych próbek wyniósł kolejno  $C_{E1}=0,25\%$ ,  $C_{E2}=0,22\%$  a więc zostały uznane za **dobrze spawalne**.

Stosowane wyposażenie badawcze i pomiarowe

- młot wahadłowy typu Charpy'ego RKP 300 (Zwick/Roell), nr fabryczny 195131, nr świadectwa wzorcowania Z-L1.436.3368.2020,
- maszyna wytrzymałościowa ZD-30, typ EDZ 30/BZ1-MHZD30.WP01 (WPM), seria nr/rok 2344/56/30/819718, elektronika pomiarowo-sterująca TestControl-PC – głowica: udźwig 400 bar, typ 4000K-00-D2-J (TransIstruments Basigstroke England), nr fabryczny L452922 (układ pomiarowy siły), nr świadectwa wzorcowania WM/1471-4/2020,
- ekstensometr typu 2630-111 (Instron), seria nr 77 droga pomiarowa od -5 mm do + 5 mm, nominalna wartość bazy pomiarowej 50 mm, nr świadectwa wzorcowania 28/2021-E4,
- suwmiarka elektroniczna IS1108-150 (Insize), nr fabryczny: 2708191621, nr świadectwa wzorcowania AP143.1/20,
- mikrometr elektroniczny MMZb-E z wymiennymi końcówkami pomiarowymi, nr fabryczny 060588710 ozn. BM-2, nr świadectwa wzorcowania L16253-03,
- termohigrometr elektryczny typu HT-9213, nr fabryczny 9603, nr świadectwa wzorcowania 154/LT/2019,
- spektrometr emisyjny ze wzbudzeniem jarzeniowym GDS 500A (LECO).