

Ekspertyza techniczna

Ocena stanu technicznego  
filarów i sklepień w pomieszczeniu C1  
budynku Urzędu Miejskiego w Żarach

WI-B/04/2018

Zleceniodawca:  
Gmina Żary  
68-200 Żary, pl. Rynek 1-5

Opracował zespół:

dr hab. inż. Beata Nowogońska, prof. UZ  
Kierownik zespołu



dr hab. inż. Jacek Korentz, prof. UZ



dr Marek Dankowski



Dyrektor Instytutu Budownictwa  
dr hab. inż. Wojciech Eckert, prof. UZ

DYREKTOR  
INSTYTUTU BUDOWNICTWA  
  
dr hab. inż. Wojciech Eckert, prof. UZ

Zielona Góra, grudzień 2018 r.

## **SPIS TREŚCI**

1.	Podstawa, cel i zakres opracowania .....	3
2.	Opis ogólny obiektu .....	3
2.1.	Rys historyczny obiektu .....	4
2.2.	Opis pomieszczenia C1 .....	5
3.	Opis stanu technicznego filarów i sklepień C1 .....	7
3.1.	Stan zarysowania .....	7
3.2.	Stan zawilgocenia .....	8
4.	Obliczenia sprawdzające.....	8
5.	Analiza przyczyn zarysowania i zawilgocenia filarów i sklepień .....	11
6.	Wnioski i uwagi końcowe, zalecenia .....	12

## **ZAŁĄCZNIKI**

1. Dokumentacja fotograficzna obiektu
2. Dokumentacja fotograficzna stanu zarysowania i zawilgocenia filarów i sklepień
3. Wyniki pomiarów zmian szerokości rys
4. Wyniki pomiarów stanu zawilgocenia filarów i sklepień
5. Wyniki badań laboratoryjnych betonu

## 1. PODSTAWA, CEL I ZAKRES OPRACOWANIA

Opracowanie wykonano na zlecenie Urzędu Miasta Żary zgodnie z umową nr WI-B/04/2018 zawartą w dniu 07.05.2018 r.

Przedmiotem opracowania jest pomieszczenie C1 w budynku ratusza w Żarach. Ratusz w Żarach wpisany jest do rejestru zabytków decyzją Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków nr 325 z dnia 05.06.1961 r.

Celem ekspertyzy jest określenie stanu technicznego elementów konstrukcyjnych pomieszczenia C1, przydatności do dalszego użytkowania tego pomieszczenia, opis uszkodzeń w elementach konstrukcyjnych, ocena przyczyn powstania uszkodzeń, zalecenia dotyczące koniecznych napraw, wzmocnień, osuszania i ocieplenia, a także ocena możliwości likwidacji obudów filarów.

Przy opracowywaniu ekspertyzy wykorzystano wyniki przeprowadzonych badań i materiały archiwalne:

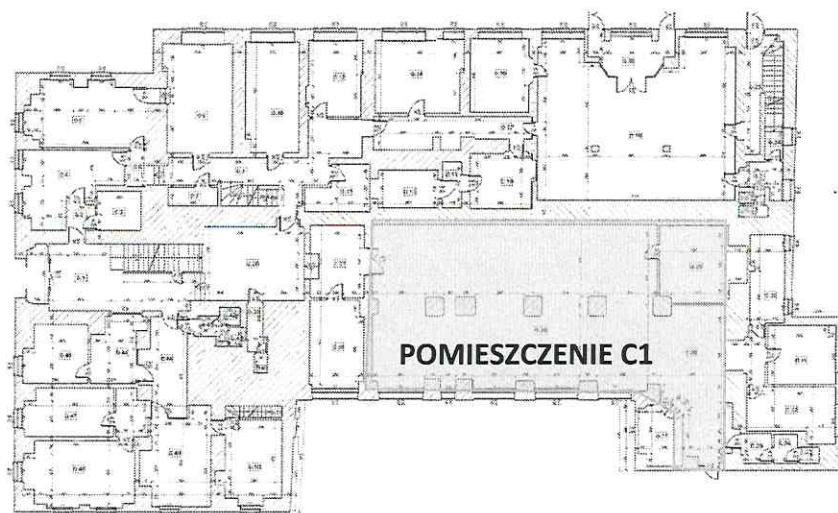
- 1) Odkrywki, oględziny, pomiary szerokości rys i stanu zawilgocenia filarów i sklepień wykonane w trakcie wizji lokalnych przeprowadzonych w dniach: 24.05.2018, 01.08.2018, 25.09.2018, 05.11.2018, 14.12.2018;
- 2) Karta Zabytków Architektury i Budownictwa - Ratusz Żary;
- 3) Inwentaryzacja budynku Urzędu Miasta Żary ul. Rynek 1-5, Projekt-Bud Andrzej Wesoły, Żary, grudzień 2015;
- 4) Ratusz w Żarach powiat żarski woj. zielonogórskie oprac. Krystyna Kroman, P. P. Pracownice Konserwacji Zabytków Pracownia Dokumentacji Zabytków, Szczecin 1962 r. (Archiwum Lubuskiego Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków w Zielonej Górze);
- 5) Projekt wstępny odbudowy bud. Ratusza w Żarach dla prezydium M.R.N. w Żarach, Krystyna Waloszyk, Lech Galik, 1959 r. (Archiwum Lubuskiego Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków w Zielonej Górze);
- 6) Projekt wstępny konstrukcyjny przebudowy ratusza w Żarach, Spółdzielnia Pracy Dokumentacji Technicznej w Krakowie, styczeń 1959 r.;
- 7) Obliczenia statyczne oraz projekt konstrukcyjno-budowlany odbudowy i rozbudowy ratusza w Żarach, Pracownia Konstrukcyjno-Technologiczna przy WZPPPT w Zielonej Górze, październik 1960 r.;
- 8) Projekt, Konstrukcja, Ratusz Żary, Obliczenia statyczne stropu nad parterem, Pracownice Konserwacji Zabytków, Przedsiębiorstwo Państwowe, Oddział Szczecin, 1965 r.;
- 9) Dokumentacja geologiczno-inżynierska. Przebudowa i zagospodarowanie Rynku, ul. Bolesława Chrobrego oraz Kaczego Rynku w Żarach. Sim-Bud. Usługi ogólnobudowlane. Wrocław. 2004 r.;
- 10) Ekspertyza o stanie technicznym i możliwości przebudowy ratusza w Żarach k/Żagania. Spółdzielnia Pracy Dokumentacji Technicznej w Krakowie. Wrzesień 1959 r.

## 2. OPIS OGÓLNY OBIEKTU

Położenie (adres) - Żary, pl. Rynek 1-5, powiat żarski, województwo lubuskie,  
Rok budowy - XIV wiek, przebudowany w XVI, XVII i XX wieku,  
Charakter zabudowy - budynek wolnostojący,



Bryła budynku	- nieregularny prostokąt
Technologia wykonania	- tradycyjna,
Układ konstrukcyjny	- mieszany,
Funkcja obiektu	- administracyjna
Ilość kondygnacji nadziemnych	- 2 (część zachodnia i południowa), 4 (cz. północna i wschodnia),
Podpiwniczenie	- częściowe
Powierzchnia użytkowa	- ok. 900 m <sup>2</sup>
Kubatura	- ok. 8 000 m <sup>3</sup> .



Rys. 1. Rzut parteru budynku ratusza w Żarach wg [3].

Pomieszczenie C1 znajduje się na parterze w południowej części budynku.

## 2.1. Rys historyczny obiektu

Budynek ratusza w Żarach zbudowany w XIV wieku, kilkakrotnie rozbudowywany (XVI, XVII i XX wiek), aktualnie składa się z kilku części pochodzących z różnych okresów. Skrzydło zachodnie i południowe obiektu jest dwukondygnacyjne, północne i wschodnie czterokondygnacyjne. W południowo - zachodniej części umiejscowiona jest czworoboczna wieża przykryta kopulastym hełmem. Z pierwotnego wystroju zachował się renesansowy portal (elewacja zachodnia) ozdobiony w 1929 r. mozaiką.

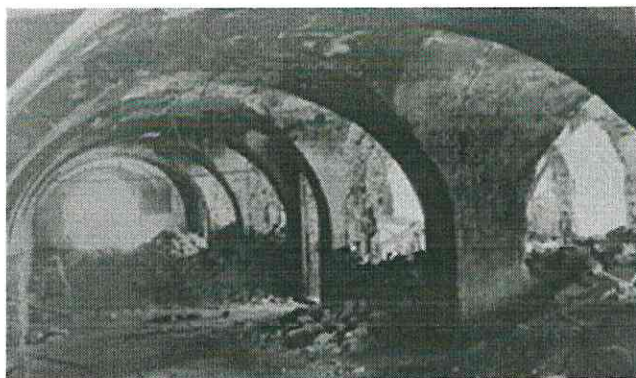
Pomieszczenie C1, będące przedmiotem opracowania, usytuowane jest na parterze w środkowej południowej części ratusza, w tzw. budynku sukiennic.

Sukiennice dobudowano do budynku pretorium w II połowie XIV wieku, a w latach 1690 – 1700 założone zostały ceglane sklepienia parteru sukiennic oraz drewniany strop na I piętrze [2, 4]. Według opracowania archiwalnego ze zbiorów archiwum LWKZ [4] sukiennice były budynkiem niepodpiwniczonym.

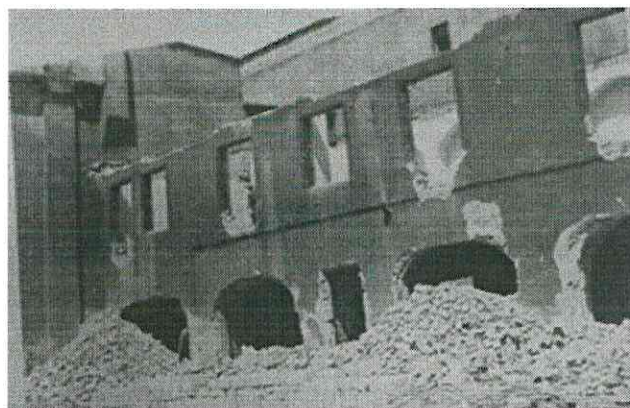
W latach 1830 – 1860 arkady zostały zamurowane podczas przebudowy fasad kamieniczek. Na przełomie XIX/XX wieku przebudowane zostały wnętrza budynku oraz elewacje.

Odbudowa budynku ratusza po zniszczeniach II wojny światowej nastąpiła w latach 1961-1966 [2, 4].

Na fotografiach 1 i 2 zilustrowano stan budynku południowej części ratusza po zniszczeniach wojennych przed przystąpieniem do prac związanych z jego odbudową i rozbudową.



Ryc. 1. Widok pomieszczenia C1 między osiami B i C (stan 1962 r.) [4].



Ryc. 2. Widok fragmentu elewacji południowej (stan 1962 r.) [4].

Pod koniec lat 60-tych XX-go wieku murowane filary zostały obudowane żelbetowymi opaskami, niestety nie jest znana geneza i przyczyny wykonania tych opasek. Nie zachowała się żadna dokumentacja projektowa dotycząca tego zagadnienia.

Pomieszczenie C1 budynku ratusza aktualnie jest użytkowane w celach biurowych i służy do obsługi mieszkańców.

## 2.2. Opis pomieszczenia C1

Pomieszczenie C1 budynku ratusza usytuowane jest na parterze w części południowej budynku ratusza.

Pomieszczenie C1 podzielone jest filarami (oś B) na dwie nawy: zewnętrzną (pomiędzy osiami A – B) oraz środkową (pomiędzy osiami B – C), pomieszczenie przekryte jest sklepieniem krzyżowym.

Poziom posadzki pomieszczenia C1 znajduje się 67 cm poniżej poziomu parteru budynku ratusza, jednocześnie poniżej poziomu posadzki rynku od strony zachodniej oraz 20 cm poniżej poziomu terenu od strony południowej.

Ścianę zewnętrzną w osi A stanowi układ filarów ceglanych zwieńczonych łukami odcinkowymi. Wymiary filarów wynoszą 120 x 70 cm, na filarach tych są obudowy żelbetowe o grubości kilkunastu cm i wysokości około 1,40 od poziomu posadzki. Wypełnienie stanowi ściana murowana z cegły, w której znajdują się otwory okienne.

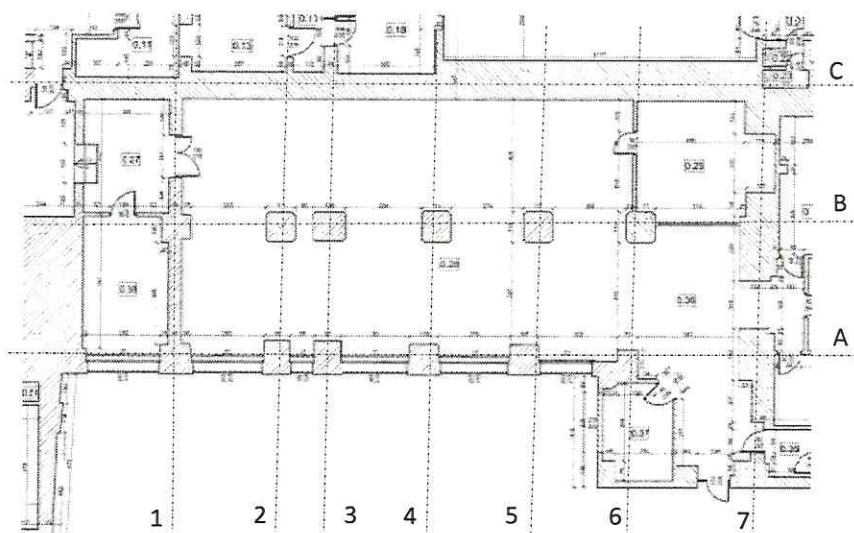
Filary, ściany są otynkowane tynkiem gipsowym, obudowy pokryte tynkiem mozaikowym zawierającym kompozycje grysów.



Ściana w osi C podzielona jest sześcioma blendami o łuku odcinkowym. Jest to ściana północna dawnych sukiennic, która zawsze była ścianą ślepą [4].

Ściana w osi 7 posiada gotycki portal ostrołukowy oraz portal o łuku półpełnym.

Grubości ścian są zróżnicowane od 46 do 140 cm. Ściany są otynkowane tynkiem gipsowym, dodatkowo do wysokości 1,20 pokryte tynkiem mozaikowym zawierającym kompozycje grysu.



Rys. 2. Rzut pomieszczenia C1 budynku ratusza w Żarach [wg 3]

Filary o przekroju 70 x 80 cm są murowane z cegły, obudowane żelbetową opaską do wysokości 1,40 m tworząc odsadzkę od 8 cm do 35 cm (najczęściej 15 cm) filara murowanego. Obudowy filarów pokryte są tynkiem mozaikowym zawierającym kompozycje grysu, część murowa otynkowana tynkiem gipsowym.

Wszystkie ściany i filary wykonane są z cegły pełnej o wymiarach 264 x 124 x 84 mm [4].

Pomieszczenie przekryte jest sklepieniami ceglanymi krzyżowymi opartymi na filarach ściany w osi A, filarach w osi B oraz na ścianie w osi C. Sklepienia wykonane są z cegły pełnej o wymiarach około 280 x 124 x 72 mm [4]. Wyprawę sklepień stanowią tynki gipsowe.

Nad pomieszczeniem C1 znajduje się strop stalowo-ceramiczny oparty na belkach żelbetowych, z których obciążenie przekazuje się bezpośrednio na filary ceglane za pośrednictwem słupków [8].

Wg materiałów archiwalnych [4] pomieszczenie C1 jest niepodpiwniczone, o czym świadczy odkrywka przy ścianie zachodniej pomieszczenia C1: „Wykop założony w punkcie 7 potwierdził: brak sklepienia, lico muru kamiennego i przemurowań niestaranne, nie przeznaczone na ścianę wnętrza, grunt przemieszany”.

Odkrywka fundamentu filara środkowego [4] wskazuje również na brak podpiwniczenia: „Wykop w punkcie 8 odstonił na głębokości 50 cm od poziomu obecnej posadzki fundament filara z cegieł kładzionych niedbale, z zaprawą wyciekłą poza lico, a więc nie przeznaczonych do wnętrza. Brak również śladów po ewentualnych przekryciach wnętrza.”

W opracowaniach archiwalnych [3], [4], [8], [10] występują niejednoznaczności dotyczące

głębokości posadowienia ścian i filarów. W opracowaniu [10], na podstawie wcześniej wykonanej dokumentacji geologiczno-inżynierskiej, (Dokumentacja geologiczno inżynierska przebudowy Ratusza opracowana w 1959r przez Geoprojekt - Pracownia w Poznaniu) ustalono - „Można przyjąć, że głębokość fundowania części niepodpiwniczonej jest 2.00 m, a przy podpiwniczeniu 2,50 m od poziomu terenu. Mury fundamentowe nie miały odsadzek”. W opracowaniu [3] brak jest danych na temat przekroju fundamentów i głębokości ich posadowienia. Według [4] wykonano odkrywkę w pomieszczeniu C1 i stwierdzono: „Wykop w punkcie 8 odsłonił na głębokości 50 cm od poziomu obecnej posadzki fundament filara z cegieł...”.

W opracowaniu [9] dla terenu w sąsiedztwie ratusza jest wzmianka na temat poziomu wód gruntowych: „Do głębokości 2,5 m nie nawiercono jednolitego zwierciadła wody podziemnej”. Jednak można stwierdzić poziom wód gruntowych ulega wahaniom po opadach deszczu. W piwnicy przy północnej ścianie budynku znajduje się studzienka, która służy do wypompowywania wody pojawiającej się po opadach deszczu.

Okna w pomieszczeniu C1 są skrzynkowe trójdzielne z naświetlem łukowym, stolarka plastikowa, parapetów brak. Otwory okienne zajmują na szerokości całą powierzchnię ściany pomiędzy filarami oraz na wysokości od poziomu posadzki do dolnej części sklepienia. Drzwi zewnętrzne i wewnętrzne są przeszklone dwuskrzydłowe plastikowe.

Nadproża okienne wykonane są jako łuki ceglane odcinkowe, nadproża drzwiowe - łuki ceglane płaskie.

Posadzka w pomieszczeniu C1 – posadzka z terrakoty.

Tynki zewnętrzne cementowo-wapienne. Brak detalu architektonicznego w całej środkowej części elewacji południowej.

### **3. OPIS STANU TECHNICZNEGO FILARÓW I SKLEPIEŃ**

W załączniku nr 2 zamieszczona jest dokumentacja fotograficzna ilustrująca stan uszkodzeń żelbetowej obudowy filarów, filarów i sklepień w pomieszczeniu C1, stwierdzonych podczas przeprowadzonych wizji lokalnych obiektu. W żelbetowej obudowie filarów, filarach z cegły i sklepieniach stwierdzono występowanie licznych rys o różnym charakterze, różnych szerokościach i długościach. Ponadto stwierdzono obecność śladów zawilgocenia ścian, filarów i sklepień.

#### **3.1. Stan zarysowania**

Największe uszkodzenia wykazują żelbetowe obudowy filarów w osi B. Występują również dosyć duże uszkodzenia obudowy filarów w osi A. Szerokość występujących w nich rys zmienia się od dziesiątych części milimetra do kilkunastu milimetrów. Najczęściej są to rysy pionowe, zdarzają się także rysy ukośne. Najbardziej uszkodzona jest obudowa filara w osiach B-2 (Fot.1). W obudowie występują liczne rysy, a w jednym z narożników doszło do odspojenia i wykruszenia znacznego fragmentu obudowy. Liczne rysy o dużej rozwartości stwierdzono także o obudowie filara w osi B-5 (Fot.5) i obudowie filara w osi B-6 (Fot.6). W osi A najbardziej uszkodzone są obudowy filarów w osiach A-3 (Fot.10) i osiach A-2 (fot.11). W przypadku obudowy filara w osiach 2-A doszło do jej częściowego odspojenia.

Nieliczne rysy występują także nad żelbetową obudową filarów w wyprawach gipsowych tych filarach. W filarze w osiach 5-B (Rys.4) utworzyła się rysa w płaszczyźnie styku tynku z filarem. Rysy pojawiły się także w wyprawach gipsowych we wszystkich filarach w osi A tj. filarów w osiach A-6 (Rys.7), osiach A-5 (Rys.8), osiach A-4 (Rys.9), osiach A-3 (Rys.10)



i osiach A-2 (Rys.11). Szerokości tych rys w zasadzie nie przekraczają jednego milimetra. Największe szerokości mają rysy na styku opaski z filarem.

W celu zweryfikowania rozwoju rys w czasie na wybrane rysy założono szczelinomierze pozwalające na monitorowanie ich szerokości. Szczelinomierze zamontowano na filarach w osiach A-2, A-3, A-4 i A-5. Szczelinomierze zamontowano w dniu 01.08.2018r, w którym szerokości tych rys zmieniały się w granicach 0.3 mm do 1.6 mm. Następnie dokonano odczytów pomiaru szerokości rys w dniach 25.09.2018, 05.11.2018 i 14.12.2018r. W załączniku nr 3 przedstawiono miejsca zamocowania szczelinomierzy i wyniki pomiarów rozwoju rys w czasie. Uzyskane wyniki pomiarów szerokości rys w czasie pokazały, że szerokości obserwowanych rys nie uległy zmianom w analizowanym okresie czasu.

### 3.2. Stan zawilgocenia

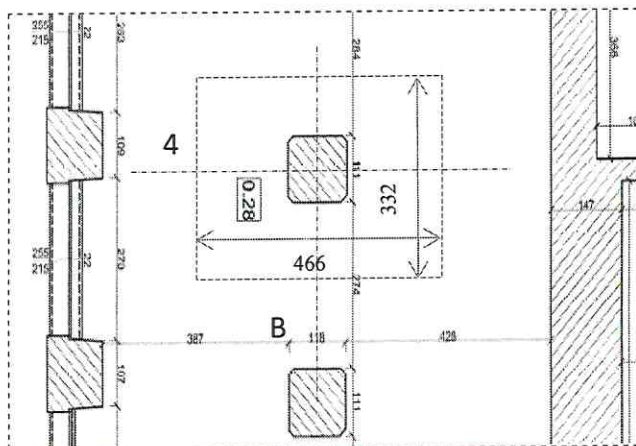
Na wyprawach gipsowych filarów i sklepień widoczne są ślady zawilgocenia w postaci plam i wykwitów. Niemal wszystkie filary wykazują ślady zawilgocenia. Najwięcej plam i wykwitów, którym w kilku przypadkach towarzyszy odspojenie powłok malarskich, występuje w obrębie filarów w osiach B-4 (Fot.3), B-5 (Rys.4), B-6 (Fot.6), A-6 (Fot.7), A-4 (Fot.9), A-3 (Fot.10) i A-2 (Fot.11).

Stopień zawilgocenia wypraw gipsowych ścian, filarów i sklepień zbadano urządzeniem do pomiaru wilgotności na wyprawach tynkarskich VOLTcraft MF-100. Pomiaru zawilgocenia ścian, filarów i sklepień dokonano czterokrotnie w tych samych terminach, w których dokonywano obserwacji szczelinomierzy. Pomiaru wykonano w 72 punktach pomiarowych. Wyniki pomiarów wilgotności ścian, filarów i sklepień w wybranych punktach zamieszczone są w załączniku nr 4.

Stopień zawilgocenia wyrażony wilgotnością masową zmieniał się w następująco: filary w osi A - do 8 %, sklepienia w osi A - do 5 %, filary w osi B - do 8 %, sklepienia w osi B - do 5%, ściana w osi C poniżej 3%. Badania wykazały, że najbardziej zawilgocone są filary w osiach A-6, A-5, A-3 i B-6, B-5 i B-4. Wyniki pomiarów wilgotności filarów pokrywają się z wynikami oględzin stanu zawilgocenia.

## 4. OBLICZENIA SPRAWDZAJĄCE

Obliczenia sprawdzające przeprowadzono dla filara najbardziej obciążonego, tj. dla filara położonego w osiach 4-B.





Wymiary przekroju tego filara bez opaski wynoszą 70cmx80cm, a z opaską betonową wynoszą 111cmx118cm. Ze względu na to, że aktualnie nie następuje zmiana sposobu użytkowania obiektu obliczenia sprawdzające przeprowadzono na podstawie Polskich Norm obowiązujących w ubiegłym wieku, które były podstawą opracowania projekt odbudowy i rozbudowy ratusza.

a) Obciążenia<sup>1, 2, 3</sup>:

- płyta Kleina średnia [7]	$3.11\text{kN/m}^2 \cdot 4.66\text{m} \cdot 3.33\text{m} \cdot 1.20 = 56.0\text{ kN}$
- podciąg żelbetowy	$0.30\text{m} \cdot 0.40\text{m} \cdot 3.32\text{m} \cdot 25.0\text{kN/m}^3 \cdot 1.20 = 12.0\text{ kN}$
- sklepienie	$0.30\text{m} \cdot 4.66\text{m} \cdot 3.32\text{m} \cdot 18.0\text{kN/m}^3 \cdot 1.20 = 100.3\text{ kN}$
- filar	$0.90\text{m} \cdot 0.82\text{m} \cdot 3.00\text{m} \cdot 18.0\text{kN/m}^3 \cdot 1.20 = 40.8\text{ kN}$
- opaska żelebetowa	$(1.11 \cdot 1.18 - 0.70 \cdot 0.80) \cdot 3.00 \cdot 25.0 = 5.6\text{ kN}$
- obciążenie użytkowe	$3.00\text{kN/m}^2 \cdot 4.66\text{m} \cdot 3.33\text{m} \cdot 1.30 = 58.5\text{ kN}$
	Razem: 273.2 kN
- naprężenia ściskające w filarze	$\sigma = 0.2732 / 0.70 \cdot 0.80 = 0.488\text{MPa}$

b) Sprawdzenie nośności filara

Obliczenia przeprowadzono na podstawie normy PN-B-03002<sup>4</sup>. Wytrzymałość charakterystyczną muru na ściskanie  $f_k$  określono na podstawie tablicy 4 dla przyjętej znormalizowanej wytrzymałości na ściskanie elementu murowego  $f_b = 10.0\text{ MPa}$  i przyjętej wytrzymałości na ściskanie zaprawy  $f_m = 2.0\text{ MPa}$ . Dla takich wytrzymałości na ściskanie elementu murowego i zaprawy charakterystyczna wytrzymałość muru na ściskanie wynosi  $f_k = 2.7\text{ MPa}$ .

Wartość częściowego współczynnika bezpieczeństwa wynoszącą  $\gamma_m = 2.5$  (tab.13) przyjęto dla kategorii II produkcji elementów murowych i kategorii B wykonania robót.

Dla tak przyjętych założeń:

- obliczeniowa wytrzymałość muru na ściskanie wynosi  $f_d = f_k / \gamma_m = 2.7 / 2.5 = 1.08\text{ MPa}$ ,
- a nośność filara jest równa  $F_d = 1.08 \cdot 0.70 \cdot 0.80 = 605\text{ kN}$ .

Zatem  $\sigma = 0.488\text{ MPa} < f_d = 1.080\text{ MPa}$  i  $F = 273\text{ kN} < F_d = 605\text{ kN}$ .

Oznacza to, że nośność filarów jest wystarczająca.

c) Sprawdzenie nośności podłoża gruntowego pod fundamentem filara

Parametry geotechniczne dla warstw gruntów rodzimych przyjęto z dokumentacji geologiczno-inżynierskiej [9] opracowanej w 2004r na potrzeby przebudowy i zagospodarowania rynku w Żarach. W opracowaniu tym na podstawie prac terenowych oraz wyników badań laboratoryjnych dla otworu nr 4, położonego najbliżej sali C3, wydzielono trzy warstwy geotechniczne: nasyp, gliny pylaste związane twarde i piaski gliniaste półzwięzłe.

W opracowaniu [10], na podstawie wcześniej wykonanej dokumentacji geologiczno-inżynierskiej, (Dokumentacja geologiczno inżynierska przebudowy Ratusza opracowana w 1959r przez Geoprojekt - Pracownia w Poznaniu) ustalono - „Można przyjąć, że głębokość

<sup>1</sup> PN-82/B-02000. Obciążenia budowli. Zasady ustalania wartości.

<sup>2</sup> PN-82/B-02002. Obciążenia budowli. Obciążenia stałe.

<sup>3</sup> PN-82/B-02003. Obciążenia budowli. Obciążenia zmienne technologiczne. Podstawowe obciążenia technologiczne i montażowe

<sup>4</sup> PN-B-03002: 1999. Konstrukcje murowe niezbrojone. Projektowanie i obliczanie.

*fundowania części niepodpiwniczonej jest 2.00 m, a przy podpiwniczeniu 2,50 m od poziomu terenu. Mury fundamentowe nie miały odsadzek”.*

Z kolei w opracowaniu [4] opisano odkrywki wykonane w obrębie pomieszczenia C3. Z opisu wynika, że ta część budynku jest niepodpiwniczona „brak sklepień”, a jeden z wkopów „odstąpił na głębokości 50cm od poziomu obecnej posadzki fundament filara z cegieł ...”. Nie ma informacji o wymiarach fundamentu i jego głębokości posadowienia.

Z powyższych względów obliczenia nośności podłoża gruntowego wykonano w dwóch wariantach. W pierwszym wariancie założono, że głębokość posadowienia filarów wynosi 2.00 m od poziomu terenu, w filarze nie ma odsadzek fundamentowych, filar jest posadowiony na piaskach gliniastych półzwałowych. W drugim wariancie założono głębokość posadowienia filarów wynosi 1.00 m poniżej poziomu posadzki, w filarze nie ma odsadzek, istniejąca opaska żelbetowa zwiększa pole powierzchni podstawy fundamentu, filar jest posadowiony na warstwie pisków gliniastych.

Obliczenia nośności podłoża gruntowego przeprowadzono na podstawie normy PN-81/B-03020<sup>5</sup>

#### I. Posadowienie na piaskach gliniastych

- Parametry geotechniczne piasków gliniastych  $P_g$  [9]:

Stopień plastyczności  $I_L = 0.0$ , kąt tarcia wewnętrznego  $\phi = 18^\circ$ , spójność gruntu  $C_u = 30 \text{ kPa}$ , gęstość objętościowa gruntu  $\gamma = 22.0 \text{ kN/m}^3$ , głębokość posadowienia  $D_{\min} = 2.0 \text{ m}$

- Współczynniki nośności:

$$\phi = 18^\circ \quad \rightarrow \quad N_c = 13.0, \quad N_d = 5.3, \quad N_b = 1.0$$

- Jednostkowy opór graniczny podłoża gruntowego:

$$\begin{aligned} q_f &= (1+0.3B/L)N_cC_u + (1+1.5B/L)N_dD_{\min}\gamma + (1-0.25B/L)N_bB\gamma = \\ &= (1+0.3 \cdot 70/80) \cdot 13.0 \cdot 30 + (1+1.5 \cdot 70/80) \cdot 5.3 \cdot 2.0 \cdot 22.0 + (1-0.25 \cdot 70/80) \cdot 1.0 \cdot 0.70 \cdot 22.0 = \\ &= 492 \text{ kPa} + 539 \text{ kPa} + 12 \text{ kPa} = 1.043 \text{ MPa} \end{aligned}$$

- Średnie jednostkowe naprężenia pod podstawą fundamentu:

$$q_{rs} = 0.2732/0.70 \cdot 0.80 = 0.488 \text{ MPa}$$

- Sprawdzenie stanu granicznego nośności:

$$q_{rs} = 0.478 \text{ MPa} < m q_f = 0.70 \cdot 1.043 = 0.730 \text{ MPa}$$

Na podstawie przeprowadzonych obliczeń można stwierdzić, że nośność podłoża gruntowego jest wystarczająca.

#### II. Posadowienie na glinach pylastych

- Parametry geotechniczne glin pylastych  $G_{rz}$  [9]:

Stopień plastyczności  $I_L = 0.18$ , kąt tarcia wewnętrznego  $\phi = 15^\circ$ , spójność gruntu  $C_u = 18 \text{ kPa}$ , gęstość objętościowa gruntu  $\gamma = 20.0 \text{ kN/m}^3$ , głębokość posadowienia  $D_{\min} = 1.0 \text{ m}$

- Współczynniki nośności:

$$\phi = 15^\circ \quad \rightarrow \quad N_c = 11.0, \quad N_d = 4.0, \quad N_b = 0.7$$

<sup>5</sup> PN-81/B-03020. Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie.



- Jednostkowy opór graniczny podłoża gruntowego:

$$q_f = (1+0.3B/L)N_cC_u + (1+1.5B/L)N_D D_{min}\gamma + (1-0.25B/L)N_B\gamma = \\ (1+0.3\cdot70/80)\cdot11.0\cdot18 + (1+1.5\cdot70/80)\cdot4.0\cdot1.0\cdot20.0 + (1-0.25\cdot70/80)\cdot0.7\cdot0.70\cdot20.0 = \\ = 249 \text{ kPa} + 185 \text{ kPa} + 11 \text{ kPa} = 0.445 \text{ MPa}$$

- Średnie jednostkowe naprężenia pod podstawą fundamentu:

◦ bez opaski	$q_{rs} = 0.2732/0.70\cdot0.80 = 0.488 \text{ MPa}$
◦ z opaską	$q_{rs} = 0.2732/1.11\cdot1.18 = 0.208 \text{ MPa}$

- Sprawdzenie stanu granicznego nośności:

◦ bez opaski	$q_{rs} = 0.488 \text{ MPa} > m q_f = 0.70\cdot0.445 = 0.312 \text{ MPa}$
◦ z opaską	$q_{rs} = 0.208 \text{ MPa} < m q_f = 0.70\cdot0.445 = 0.312 \text{ MPa}$

Wyniki obliczeń wykazują, że jeżeli powierzchnia podstawy fundamentu jest równa polu powierzchni przekroju filara to nośność podłoża gruntowego jest przekroczona o około 50%. Natomiast, jeżeli zwiększy się powierzchnia podstawy fundamentu o pole powierzchni opaski to nośność podłoża gruntowego jest wystarczająca.

## 5. ANALIZA STANU TECHNICZNEGO ELEMENTÓW KONSTRUKCYJNYCH

W elementach konstrukcyjnych pomieszczenia C1 stwierdzono występowanie rys, spękań i śladów zawilgocenia. Szczegółowo zostało to opisane w punkcie 3 niniejszego opracowania i załącznikach. Przeprowadzono także obliczenia sprawdzające filarów ceglanych i podłoża gruntowego pozwalające na ocenę stanu bezpieczeństwa użytkowania obiektu.

Największe uszkodzenia stwierdzono w żelbetowych obudowach filarów ceglanych. W istniejącej, wcześniej wykonanej, dokumentacji technicznej budynku udostępnionej przez zleceńodawcę nie znaleziono żadnej wzmianki na temat genezy i przyczyn wykonania opasek wokół słupów. Nie znaleziono również jakichkolwiek rysunków tych opasek.

W obudowach występują pionowe rysy o bardzo dużej rozwartości - od kilku do nawet kilkunastu milimetrów. Jednocześnie w większości filarów ceglanych powyżej obudów żelbetowych rys nie ma, a jeżeli są to ich szerokości jest bardzo mała, nie przekracza jednego milimetra. Oznacza to, że przyczyną powstania szerokich rys w obudowach jest to, co dzieje się wewnątrz obudów. Nie są one wynikiem przeciążenia słupów, ponieważ aby tak było to w słupach musiałyby być pionowe rysy o takiej samej szerokości.

Przyczyną uszkodzeń i zarysowania żelbetowych obudów filarów jest korozja zastosowanych prętów zbrojenia. Korozja zbrojenia jest efektem dużego zawilgocenia filarów i obudów oraz znacznego obniżenia odczynu pH betonu. Zbadany odczyn betonu pH w otulinie zbrojenia wynosił 7. Poniżej pH = 9.5 rozpoczyna się korozja stali zbrojeniowej. Objętość produktów korozji jest kilkakrotnie większa niż materiału wyjściowego, co powoduje wzrost naprężeń rozciągających w otulinie, czego efektem jest zarysowanie powierzchni elementu, co w konsekwencji ułatwia i przyspiesza proces degradacji prętów zbrojenia i betonu. Tak więc produkty korozji prętów zbrojeniowych (uwodniony tlenek żelaza) spowodowały zarysowanie i uszkodzenia obudowy żelbetowej.

Szerokość rysy w wyprawach gipsowych filarów i sklepień jest bardzo mała. Ponad to szerokość badanych rys nie ulegała zmianom w analizowanym okresie czasu. Rysy te w większości powstały w wyniku działania sił rozciągających towarzyszących ekspansji obudowy żelbetowej filarów spowodowanej korozją zbrojenia.

Stwierdzone zawilgocenie ścian, filarów i sklepień jest efektem braku izolacji przeciwwilgo-

ciowej zarówno poziomej, jak i pionowej w budynku. Plamy i wykwyty w wyprawach gipsowych powstały w wyniku kapilarnego podciągania wody. Nadmienić należy, że odparowanie wody z filarów było utrudnione przez nieprzepuszczalną warstwę tynku mozaikowego. Największą wilgotność pomierzono w tynku gipsowym w bezpośrednim sąsiedztwie tynku mozaikowego. W miarę oddalania się od tynku mozaikowego wilgotność tynku gipsowego malała.

Przeprowadzone obliczenia statyczno-wytrzymałościowe wykazały, że nośność filarów ceglanych jest wystarczająca. Zapas nośności dla przyjętych klas elementu murowego i zaprawy wynosi około 67%.

Wyniki przeprowadzonych obliczeń nośności podłoża gruntowego są dyskusyjne. Dane dotyczące parametrów podłoża gruntowego i sposobu posadowienia filarów ceglanych przyjęto z istniejącej dokumentacji technicznej budynku ratusza. Na podstawie istniejącej dokumentacji nie można dokładnie określić poziomu i sposobu posadowienia filarów ceglanych. Przeprowadzone obliczenia wykazały, że nośność podłoża gruntowego jest wystarczająca dla przyjętych założeń tj. przy założeniu posadowienia filarów bezpośrednio na podłożu gruntowym na poziomie -2.00m poniżej poziomu terenu i przy założeniu posadowienia filarów z uwzględnieniem obudów żelbetowych na poziomie -1.0m poniżej poziomu terenu.

Podsumowując można stwierdzić, że podstawowe elementy konstrukcyjne pomieszczenia C1 nie są nadmiernie wyťažone.

## 6. WNIOSKI I UWAGI KOŃCOWE, ZALECENIA

Na podstawie przeprowadzonych analizy istniejącej dokumentacji technicznej obiektu, oględzin obiektu, przeprowadzonych badań stanu zarysowania i zawilgocenia elementów konstrukcyjnych, wykonanych obliczeń sprawdzających i badań laboratoryjnych można sformułować następujące uwagi i wnioski:

1. Głównym czynnikiem destrukcyjnym, który spowodował stwierdzone uszkodzenia elementów konstrukcyjnych i wykończeniowych w pomieszczeniu C1 jest woda podciągana kapilarnie z gruntu, a także woda z opadów atmosferycznych wnikająca w ściany zewnętrzne budynku. Jest to spowodowane brakiem izolacji przeciwwilgociowych części podziemnej budynku, sposobem odprowadzania wód opadowych po modernizacji nawierzchni rynku i ulic przyległych, a także uszkodzeniami lub zniszczeniem najprawdopodobniej istniejącego wcześniej drenażu wokół budynku.
2. Aktualny stan techniczny elementów murowanych ścian, filarów i sklepień pomieszczenia C1 nie zagraża bezpieczeństwu użytkowania pomieszczenia C1 i całego budynku.
3. Obudowy żelbetowe filarów ceglanych mogą być usunięte pod warunkiem spełnienia określonych wymagań i zaleceń. Usunięcie obudów filarów musi być poprzedzone wcześniejszym przeprowadzeniem dodatkowych badań geotechnicznych gruntu i określeniem sposobu podparcia filarów ceglanych i poziomu ich posadowienia.

Aby usunąć przyczyny powstania stwierdzonych uszkodzeń elementów konstrukcyjnych i wykończeniowych konieczne jest przeprowadzenie określonych robót budowlanych. Zaleca się wykonanie przeciwwilgociowej izolacji poziomej posadzek, filarów ceglanych i ścian w pomieszczeniu C1 i wykonanie drenażu wokół budynku albo alternatywnie wykonanie drenażu wokół budynku połączanego z wprowadzeniem szczelin zewnętrznych odprowadzających wilgoć z elementów murowych. W tym celu trzeba wykonać projekt budowlany uzgodniony z wojewódzkim konserwatorem zabytków.

Przed usunięciem żelbetowych obudów filarów w pomieszczeniu C1 zaleca się: wykonanie



badzeń geotechnicznych gruntu wewnątrz pomieszczenia do głębokości 3.0 m w dwóch punktach, wykonanie jednostronnej odkrywki podziemnej części filara np. w osiach B-3 w celu określenia głębokości posadowienia i sposobu oparcia filara oraz określenia wysokości niewidocznej części obudowy żelbetowej. Wyniki wykonanych odkrywek będą również uzupełnieniem istniejącej niekompletnej dokumentacji inwentaryzacyjnej budynku ratusza. Na podstawie uzyskanych wyników z przeprowadzonych badań należy wykonać projekt budowlany usunięcia obudów żelbetowych, reprofilacji przekroju filarów i ewentualnych wzmocnień części fundamentowej filarów. Projekt budowlany należy uzgodnić z wojewódzkim konserwatorem zabytków.

Roboty budowlane związane z wykonaniem izolacji przeciw wilgociowych w budynku należy skoordynować z usunięciem obudów żelbetowych filarów.

## **ZAŁĄCZNIK 1**

### **DOKUMENTACJA FOTOGRAFICZNA OBIEKTU**





Fot. 1. Elewacja frontowa Ratusza w Żarach  
Widok od strony zachodniej



Fot. 2. Elewacja południowa. Środkowa część  
parteru - ściana zewnętrzna pomieszczenia C3



Fot.3. Fragment wnętrza pomieszczenia C3. Nawa środkowa pomiędzy osiami B i C



Fot.4. Fragment wnętrza pomieszczenia C3. Nawa boczna pomiędzy osiami A i B



Fot. 5. Filary z żelbetową obudową



Fot. 6. Pomieszczenie na piętrze nad pomieszczeniem C3



Fot. 7. Konstrukcja żelbetowa obudowy filara obudowana płytami gipsowo-kartonowymi



Fot. 8. Poziom posadzki pomieszczenia C3 poniżej poziomu terenu

**ZAŁĄCZNIK 2**

**DOKUMENTACJA FOTOGRAFICZNA STANU ZARYSOWANIA  
I ZAWILGOCENIA FILARÓW I SKLEPIEŃ**

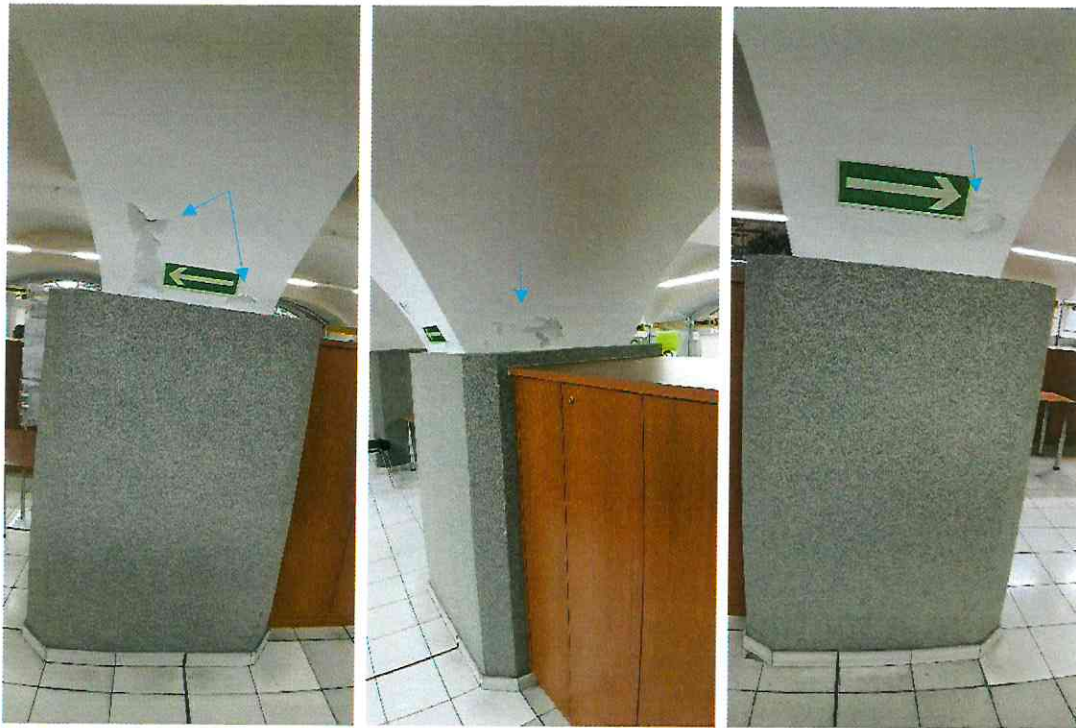




Fot. 1a, 1b, 1c. Słup w osiach B-2



Fot.2a, 2b. Słup w osiach B-3

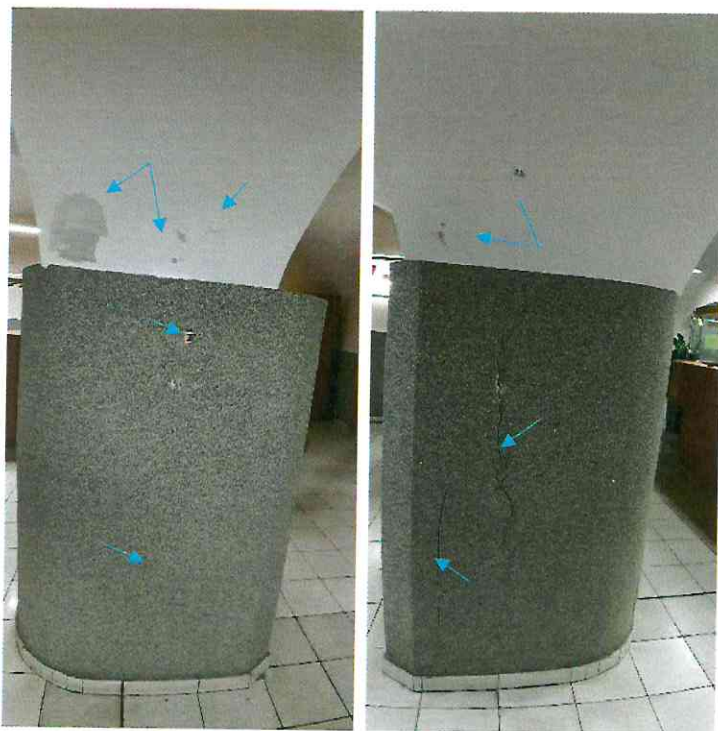


Fot. 3a, 3b, 3c. Słup w osiach B-4



Fot. 4a, 4b. Słup w osiach B-5





Fot. 5a, 5b. Słup w osiach B-5

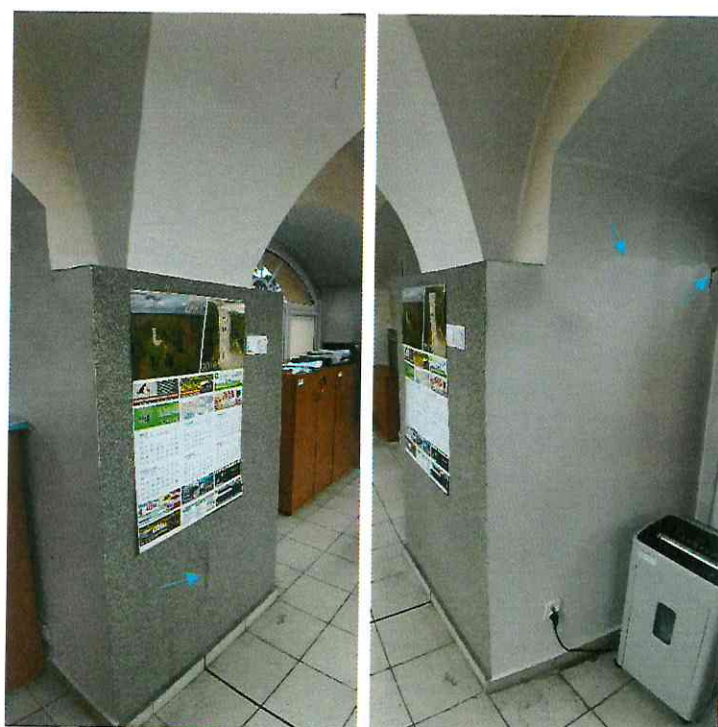


Fot. 6a, 6b, 6c. Słup w osiach B-6





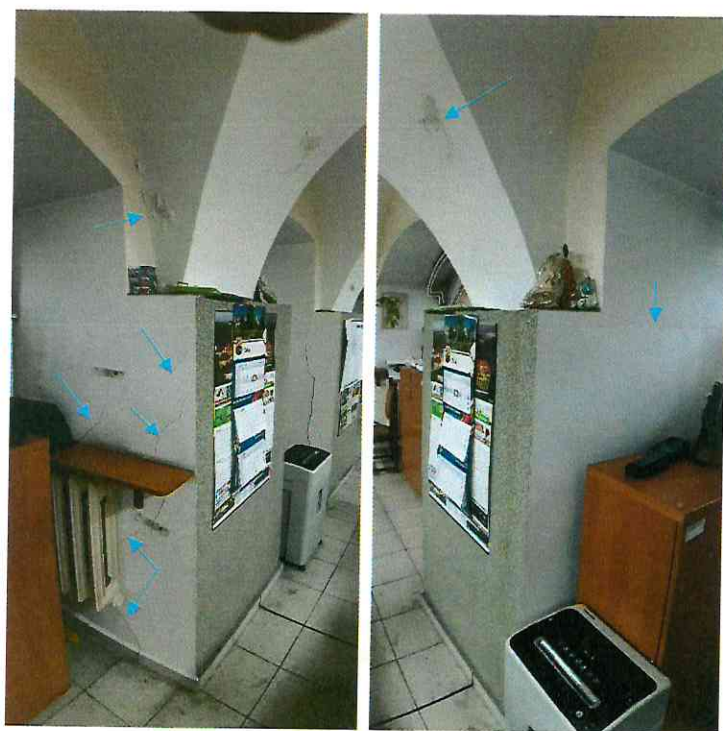
Fot. 7a, 7b. Słup w osiach A-6



Fot. 8a, 8b. Słup w osiach A-5



Fot. 9a, 9b. Słup w osiach A-4



Fot. 10a, 10b. Słup w osiach A-3

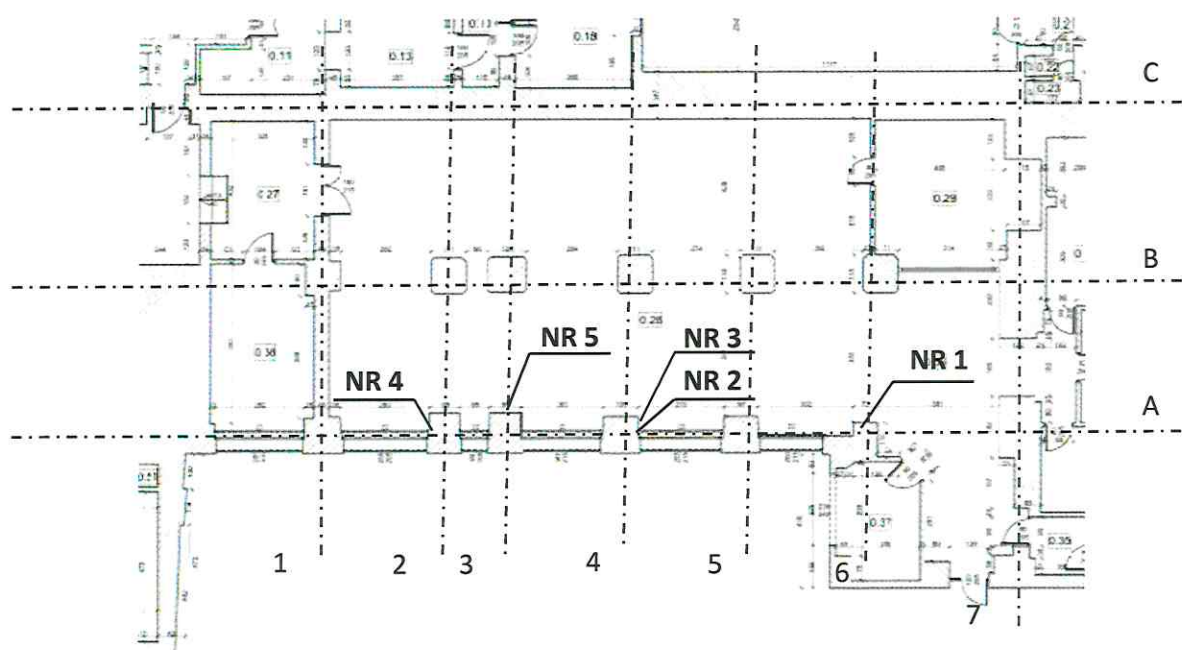


Fot. 11a, 11b. Słup w osiach A-2

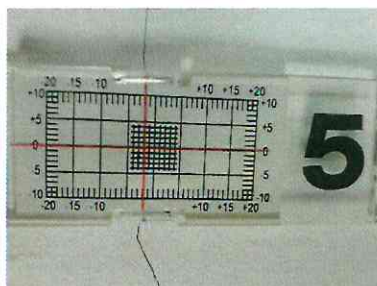
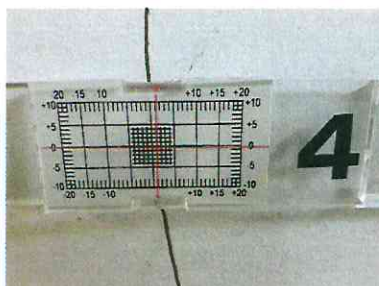
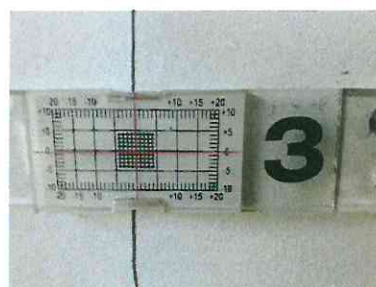
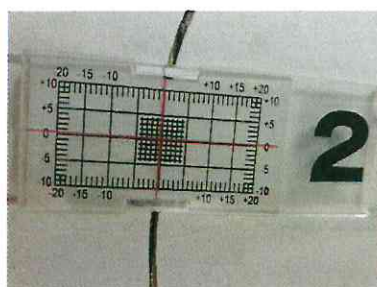
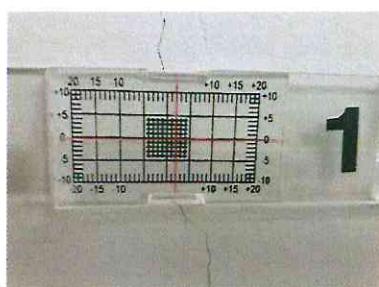


## **ZAŁĄCZNIK 3**

### **WYNIKI POMIARÓW ZMIAN SZEROKOŚCI RYS**



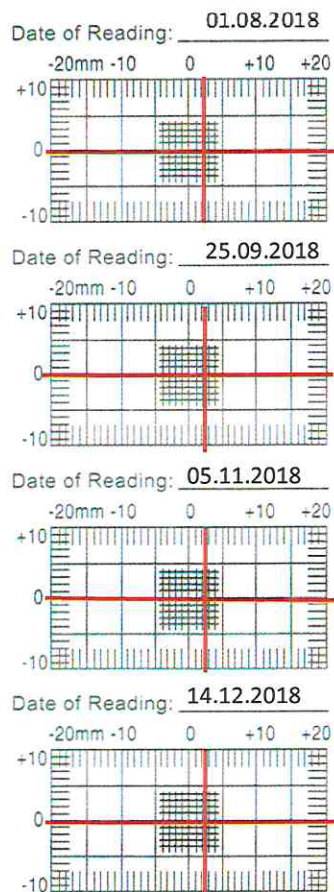
Rys. Z1. Rozmieszczenie plomb kontrolnych



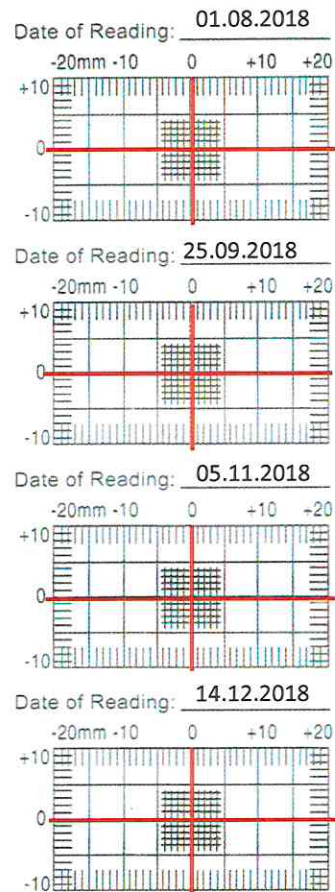
# DZIENNIK POMIARÓW ZMIAN SZEROKOŚCI RYS

ROZMIESZCZENIE PLOMB KONTROLNYCH WG RYS. Z1

PLOMBA KONTROLNA NR 1



PLOMBA KONTROLNA NR 2



WYNIKI ZMIAN SZEROKOŚCI SZCZELIN  
01.08.2018 – 14.12.2018

zmiana w kierunku x - 0 mm  
zmiana w kierunku y - 0 mm

WYNIKI ZMIAN SZEROKOŚCI SZCZELIN  
01.08.2018 – 14.12.2018

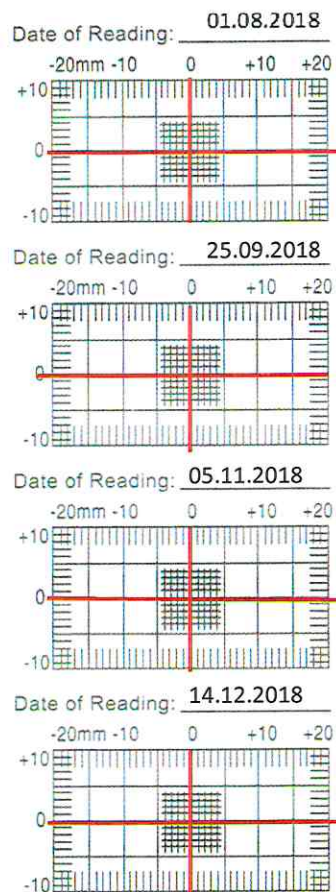
zmiana w kierunku x - 0 mm  
zmiana w kierunku y - 0 mm



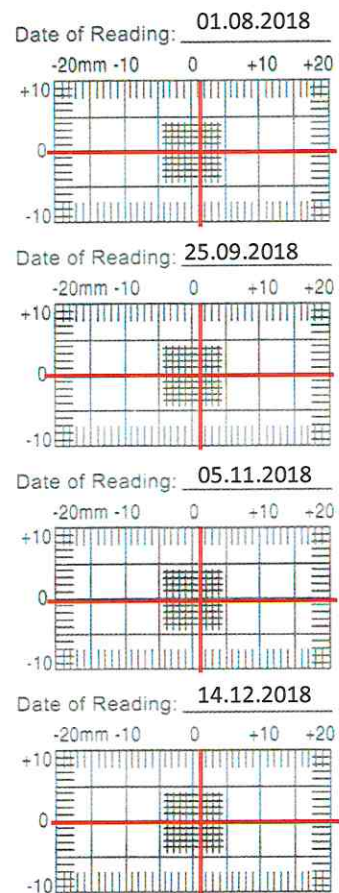
## DZIENNIK POMIARÓW ZMIAN SZEROKOŚCI RYS

ROZMIESZCZENIE PLOMB KONTROLNYCH WG RYS. Z1

PLOMBA KONTROLNA NR 3



PLOMBA KONTROLNA NR 4



WYNIKI ZMIAN SZEROKOŚCI SZCZELIN  
01.08.2018 – 14.12.2018

zmiana w kierunku x - 0 mm  
zmiana w kierunku y - 0 mm

WYNIKI ZMIAN SZEROKOŚCI SZCZELIN  
01.08.2018 – 14.12.2018

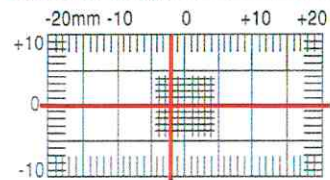
zmiana w kierunku x - 0 mm  
zmiana w kierunku y - 0 mm

## DZIENNIK POMIARÓW ZMIAN SZEROKOŚCI RYS

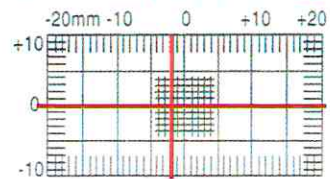
ROZMIESZCZENIE PLOMB KONTROLNYCH WG RYS. Z1

PLOMBA KONTROLNA NR 5

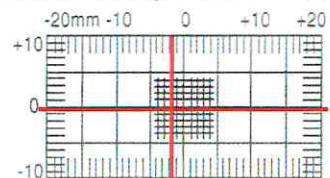
Date of Reading: 01.08.2018



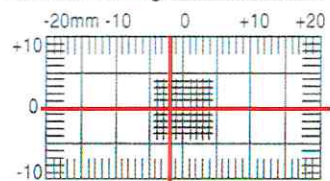
Date of Reading: 25.09.2018



Date of Reading: 05.11.2018



Date of Reading: 14.12.2018



### WYNIKI ZMIAN SZEROKOŚCI SZCELIN

01.08.2018 – 14.12.2018

zmiana w kierunku x - 0 mm

zmiana w kierunku y - 0 mm

## **ZAŁĄCZNIK 4**

### **WYNIKI POMIARÓW STANU ZAWILGOCENIA FILARÓW I SKLEPIEŃ**



Do badań stopnia zawilgocenia filarów, sklepień i ścian w pomieszczeniu C1 zastosowany został wilgotnościomierz VOLT CRAFT MF-100. Badania zostały wykonane kilkakrotnie w punktach pomiarowych na powierzchni tynku. Punkty pomiarowe zostały przyjęte w miejscach, gdzie filary, sklepienia i ściany pomieszczenia C1 są murowane z cegły. Przyjęto założenie, że stopień zawilgocenia tynku jest równy stopniowi zawilgocenia konstrukcji murowej.

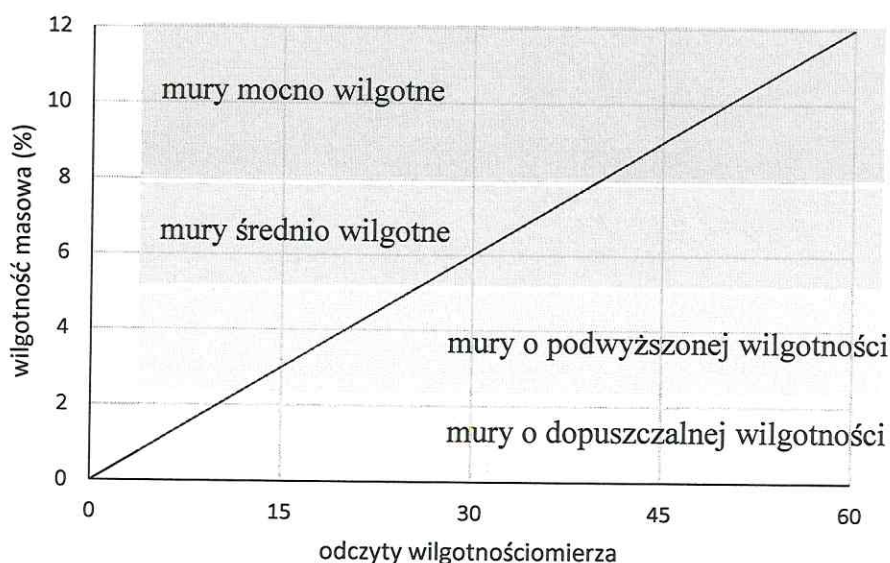
Odczyty wilgotnościomierza wskazują na stan zawilgocenia, wartości progowe wilgotnościomierza VOLT CRAFT MF-100 są następujące:

Status wilgotności		
Mniej niż 30 –	dry	suchy
30-60	risk	ryzyko
Powyżej 60	wet	mokry

W ocenie stopnia zawilgocenia w literaturze technicznej podawane są dopuszczalne wartości wilgotności masowej przegród w zależności od rodzaju materiałów. W przypadku murów ceglanych stopień zawilgocenia określa się następująco:

I	0-3 %	mury o dopuszczalnej wilgotności
II	3-5 %	mury o podwyższonej wilgotności
III	5-8 %	mury średnio wilgotne
IV	8-12%	mury mocno wilgotne
V	więcej niż 12 %	mury mokre

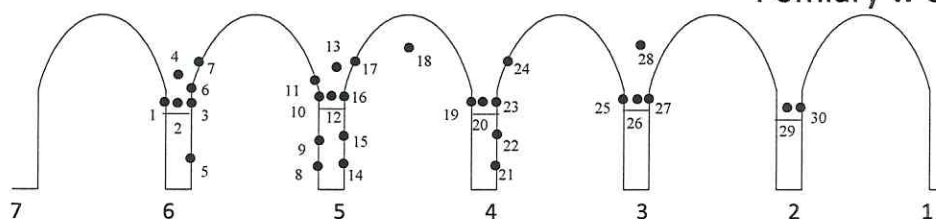
Odczyty wilgotnościomierza, uzyskane podczas badań w pomieszczeniu C3, zostały prze-  
liczone na wilgotności masowe w celu określenia stopnia zawilgocenia.



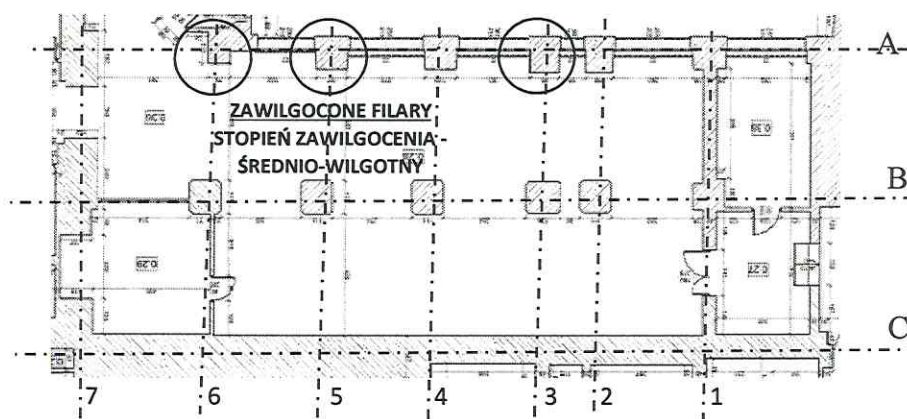
Rys. 1. Wykres przeliczeniowy do szacowania stopnia zawilgocenia murów w zależności od odczytów wilgotnościomierza

# DZIENNIK POMIARÓW WILGOTNOŚCI

Pomiary w osi A



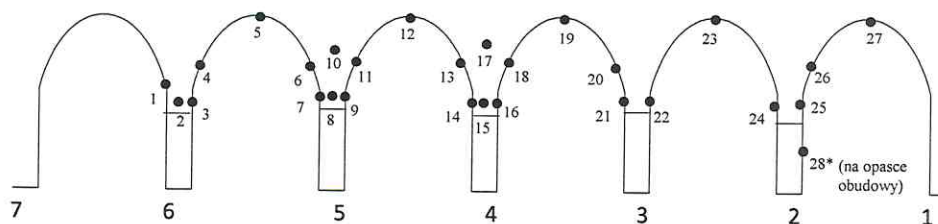
SCHEMAT ROZMIESZCZENIA PUNKTÓW POMIAROWYCH



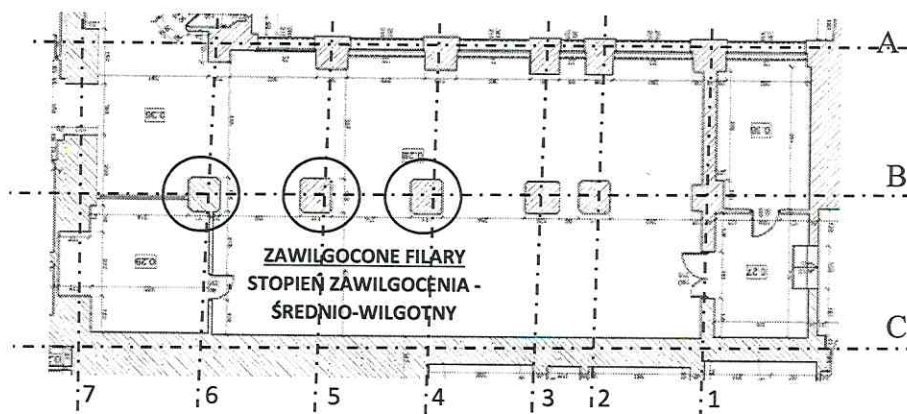
PUNKTY POMIAR.	DATY POMIARÓW WILGOTNOŚCI			
	01.08.2018	25.09.2018	05.11.2018	14.12.2018
1	33,8	36,3	36,7	30,3
2	30,5	12,2	32,0	31,0
3	25,5	29,1	25,9	26,0
4	26,2	19,6	15,0	7,0
5	24,2	24,7	14,0	12,0
6	23,3	19,0	25,0	12,0
7	24,2	27,1	25,0	7,0
8	33,5	34,4	35,0	32,0
9	29,0	27,0	25,2	26,8
10	26,0	30,0	23,8	24,8
11	22,2	24,7	18,0	12,8
12	24,2	28,4	23,2	22,4
13	10,2	11,6	19,6	13,0
14	2,8	2,6	4,2	2,8
15	8,8	2,8	10,0	8,6
16	22,4	20,0	22,8	22,4
17	8,4	4,0	12,6	0,4
18	1,7	0,8	1,2	0,8
19	23,7	27,6	25,0	22,0
20	28,0	24,8	20,0	16,5
21	10,0	12,0	14,0	15,0
22	12,0	13,9	9,0	10,0
23	20,0	22,0	16,8	20,9
24	4,8	2,8	4,6	10,0
25	35,3	27,7	33,0	20,1
26	20,2	16,8	16,0	13,0
27	20,3	23,0	24,0	20,0
28	21,5	11,6	19,6	11,2
29	7,0	7,6	2,6	6,0
30	21,2	15,3	18,1	10,0

# DZIENNIK POMIARÓW WILGOTNOŚCI

Pomiary w osi B



SCHEMAT ROZMIESZCZENIA PUNKTÓW POMIAROWYCH

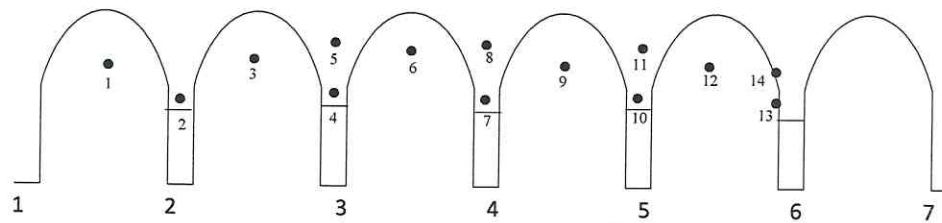


PUNKTY POMIAR.	DATY POMIARÓW WILGOTNOŚCI			
	01.08.2018	25.09.2018	05.11.2018	14.12.2018
1	30,6	38,5	30,8	36,0
2	32,8	31,6	28,4	22,4
3	30,1	30,7	28,5	47,0
4	16,6	15,6	14,4	12,0
5	4,4	4,6	4,8	5,9
6	8,6	8,4	8,2	8,8
7	30,7	33,0	35,0	34,0
8	35,9	33,7	31,8	31,7
9	37,0	27,2	36,4	38,6
10	17,6	17,6	18,8	18,7
11	25,4	21,5	18,1	20,5
12	5,3	6,8	6,4	6,2
13	28,7	24,0	24,5	28,0
14	33,1	32,0	27,0	42,5
15	30,5	30,7	29,9	45,0
16	30,7	29,0	29,2	35,0
17	25,3	24,2	24,5	26,0
18	17,5	19,5	14,0	15,0
19	8,9	6,5	9,2	7,7
20	12,2	11,0	13,4	9,1
21	16,8	11,2	14,3	11,2
22	14,2	13,2	11,7	7,0
23	4,8	4,0	3,8	4,7
24	20,0	17,8	15,0	11,5
25	19,4	14,0	13,0	11,8
26	8,5	9,0	6,3	5,9
27	5,3	9,0	4,8	7,3
28	45,0	32,0	32,0	30,8

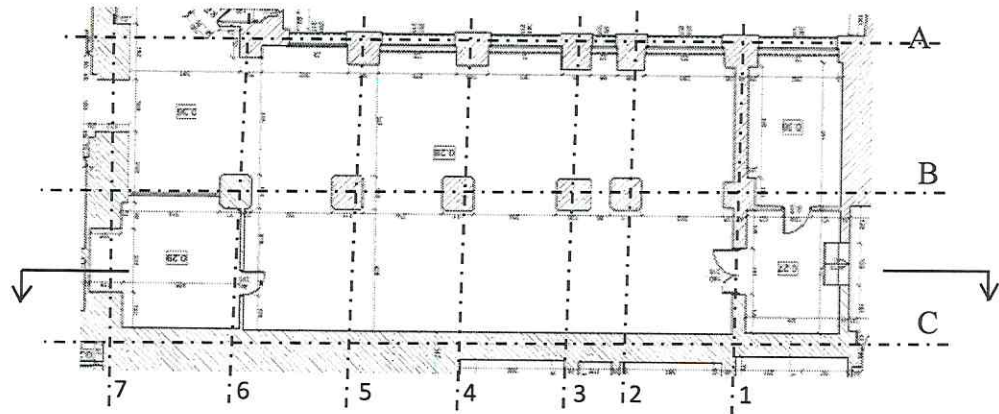


# DZIENNIK POMIARÓW WILGOTNOŚCI

Pomiary w osi C



SCHEMAT ROZMIESZCZENIA PUNKTÓW POMIAROWYCH



PUNKTY POMIAR.	DATY POMIARÓW WILGOTNOŚCI			
	01.08.2018	25.09.2018	05.11.2018	14.12.2018
1	12,1	8,8	8,6	4,8
2	14,8	9,9	8,4	6,8
3	17,2	17,7	14,1	13,2
4	6,5	6,8	6,4	6,8
5	16,1	27,0	24,0	12,0
6	14,4	24,0	13,1	3,2
7	16,9	16,8	13,0	8,0
8	24,8	24,0	16,0	14,0
9	8,8	6,8	7,9	7,5
10	9,3	8,8	8,6	8,0
11	16,8	14,0	15,7	14,4
12	17,4	12,4	16,9	16,2
13	7,3	6,8	6,8	6,2
14	7,4	7,2	7,8	7,0

## ZAŁĄCZNIK 5

### **WYNIKI BADAŃ LABORATORYJNYCH BETONU**

Celem wykonanych badań było określenie odczynu pH betonu, z którego wykonane są obudowy filarów, a także określenie zawartości szkodliwych soli budowlanych.

#### Badanie odczynu pH

Pomiar odczynu (pH) wykonano na dwóch próbkach betonu. Próbka oznaczona symbolem 1 pobrana została w strefie graniczącej z prętem zbrojeniowym, natomiast próbka oznaczona symbolem 2 została pozyskana w strefie oddalonej od pręta zbrojeniowego o około 5 cm.

Zastosowano następującą metodykę oznaczania PH. Próbki o masie 10g rozdrobniono do uziarnienia  $\phi \leq 0,1$  mm. Rozdrobniony materiał przemywano, mieszając co 30 min, w wodzie destylowanej o temperaturze  $t = + 70^{\circ}\text{C}$ . Odczyn roztworu zbadano pehametrem typu Chem Land 7011-01.

Wyniki oznaczenia:

1. W przypadku próbki nr 1 odczyn roztworu wynosił  $\text{pH} = 7,0$ .
2. W przypadku próbki nr 2 odczyn roztworu wynosił  $\text{pH} = 8,0$ .

#### Badanie zawartości szkodliwych soli budowlanych

Analizę chemiczną wykonano dla próbki nr 2. Wyniki badania zamieszczono w Tablicy 1.

Tablica 1. Skład chemiczny i stężenie wysoleń.

Symbol próbki	Zawartość szkodliwych soli budowlanych		
	Siarczany	Chlorki	Azotany
2	< 200 mg/l 0,02 %	250 mg/l 0,025 %	10 mg/l 0,001 %

Kryteria umownego szacowania wielkości zasolenia podano w Tablicy 2.

Tablica 2. Klasyfikacja wielkości zasolenia.

Stopień zasolenia	Siarczany %	Chlorki %	Azotany %
Wysoki	> 1,50	> 0,50	> 0,30
Średni	0,50 ÷ 1,50	0,20 ÷ 0,50	0,10 ÷ 0,30
Niski	< 0,50	< 0,20	< 0,10

Wnioski:

Stężenie szkodliwych soli budowlanych w zbadanej próbce jest w stopniu niskim. Udział azotanów jest na granicy oznaczalności.