

ANEKS nr 2
Karty wyników
pomiarów zawilgocenia
w badanych obiektach

Badania stopnia osuszenia murów obiektu

Nr 1



Opracowanie na zlecenie Narodowego Instytutu Dziedzictwa

Październik 2020

1. Cel wykonania dokumentacji

Badanie stopnia osuszenia murów na podstawie standardu określonego przez zamawiającego w załączniku nr 2 do umowy nr NID/U/123/20 z dnia 15.09.2020 r.

2. Krótki opis obiektu

Datowanie:

Obecny kościół powstał w latach 1675–1698. Prace wykończeniowe trwały do 1780 r.

Forma architektoniczna, konstrukcja, rodzaj budulca:

Bazylika jest budowlą na planie okręgu, z dominującą nad nią kopułą, zwieńczoną latarnią (10 m wysokości) i kulą z krzyżem. Wewnątrz znajduje się jedna ośmioboczna nawa z obejściem i kaplicami. Na kopule przykrywającej nawę cenne polichromie. Na chórze muzycznym organy z lat 1766–1768. Na lewo od prezbiterium ambona z 1756 r. W prezbiterium ołtarz główny z lat 1723–1726. W ołtarzu cudowny obraz Matki Bożej z Dzieciątkiem z 1540 r. Nawa otoczona obejściem z sześcioma kaplicami. W podziemiach świątyni znajdują się trumny fundatorów i zmarłych członków Kongregacji.

Obok kościoła zabudowania klasztorne z wirydarzem. Mury kościoła i klasztoru zbudowane z cegły ceramicznej czerwonej, fundament z kamienia.

Tynki na elewacjach kościoła odnowione w 2014 r., elewacja klasztoru w 2019 r. Wewnątrz kościoła tynk malowany do wysokości cokołu filarów monochromatyczną farbą olejną.

Wymiary, kubatura:

Według pomiaru, na podstawie Geoportalu¹, powierzchnia zabudowy badanego kompleksu budynków wynosi 4452 m², z czego na kościół przypada 1886 m², zabudowa klasztoru bez wirydarza wynosi 2425 m², łącznik pomiędzy klasztorem a kościołem 141 m². Wysokości w kościele podane na załączonym szkicu.

Otoczenie obiektu (rodzaj nawierzchni, spadki terenu itp.):

Kościół położony na pagórku. Do kościoła prowadzą potrójne schody. Posadzka nawy znajduje się znacznie ponad poziomem gruntu okalającego. Łącznik przejściowy do klasztoru ma posadzkę prawie równo z poziomem gruntu. Poziomy terenu wokół kościoła zaznaczone są na szkicu sytuacyjnym (rys. 1). Zarówno kościół, jak i klasztor otoczone są obecnie opaską żwirową, którą wykonano w trakcie robót ziemnych związanych z izolacją pionową w latach 2009–2014.

1 Dane przybliżone (z Geoportalu, <https://www.geoportal.gov.pl>).

3. Prace w celu osuszania w obiekcie

Tab. 1. Zakres prac w celu osuszenia w obiekcie

Zabieg	Nie	Tak, rok	Zastosowane metody i technologie, krótka charakterystyka rozwiązań
Izolacja pozioma	X		
Izolacja pionowa		2009	Kościół i klasztor — brak danych (informacje posiada jeden z księży związanych z parafią)
Wymiana zasolonych tynków (rodzaj założonych)		2014, 2019	Najpierw kościół, obecnie klasztor
Reprofilacja gruntu przylegającego	X		Brak danych
Zabezpieczenie przed wodą odpryskową	X		Brak danych
Usprawnienie systemu odprowadzania wód opadowych (rynny, rury spustowe)		2014	Dane z ustnej relacji księdza
Zabezpieczenia przed bezpośrednim zalewaniem wodą z opadów — opierzenia, hydrofobizacja itp.	X		Brak danych
Zabezpieczenie przed napływem wód gruntowych i rozproszonych (systemy drenarskie)	X		Brak danych
Usprawnienie systemu wentylacji	X		Brak danych
Wykonanie/usprawnienie systemu ogrzewania (typ obecnego ogrzewania)	X		Grzejniki rurowe z radiatorami w posadzce

4. Pomiary wilgotności murów obiektu i wysokości strefy zawilgocenia

4.1. Krótki opis przyrządu pomiarowego

Pomiary wykonywano za pomocą przyrządu GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50. Aktywne elektrody B 50 i B 60 to dielektryczny czujnik wilgoci ze zintegrowanym obwodem. Podstawą pomiaru jest metoda pomiaru stałej dielektrycznej. Między kulką-elektrodą i mierzonym materiałem, z którym się styka, jest pole pomiarowe w takiej konfiguracji, na którą ma wpływ gęstość mierzonego materiału budowlanego i jego wilgotność. Jeśli gęstość materiału jest stała, zmiany w polu pojemności można dopasować do zmiany wilgotności mierzonego materiału. Zakres pomiarowy rozciąga się od 0 do 199, tzn. wyświetlane wartości są wartościami względnymi. Wskazują one na rozróżnienie między suchym a wilgotnym materiałem budowlanym. Im wyższa zmierzona wartość, tym wyższa zawartość wilgoci w mierzonym materiale. Wyciąganie wniosków na temat rzeczywistej zawartości wilgoci w procentach względem zmierzonej wartości względnej jest dopuszczalna tylko w przypadku normalnego procesu suszenia, w nieobecności soli, wytwarzającej zawilgocenie higroskopijne. Czynnikiem mającym wpływ na pomiar jest gęstość materiału budowlanego, który ma być mierzony — należy wziąć ją pod uwagę. Wysokie gęstości prowadzą do wyższych wyświetlanych wartości, niezależnie od zawartości wilgoci.



Fot. 1. Przyrząd GANN Hydromette UNI 1

Tab. 2. Skala pomiarowa dla przyrządu GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50, uwzględniająca gęstość materiału

Gęstość materiału budowlanego w kg/m^3	Wartość na wyświetlaczu przyrządu GANN Hydromette UNI 1 elektroda B 50 lub B 60					
	BARDZO SUCHY	SUCHY	MNIEJ SUCHY	WILGOTNY	BARDZO WILGOTNY	MOKRY
Do 600	10–20	20–40	40–60	60–90	90–110	> 100
600–1200	20–30	30–50	50–70	70–100	100–120	> 120
1200–1800	20–40	40–60	60–80	80–110	110–130	> 130
Ponad 1800	30–50	50–70	70–90	90–120	120–140	> 140

Aneks nr 2. Karty wyników pomiarów zawilgocenia w badanych obiektach

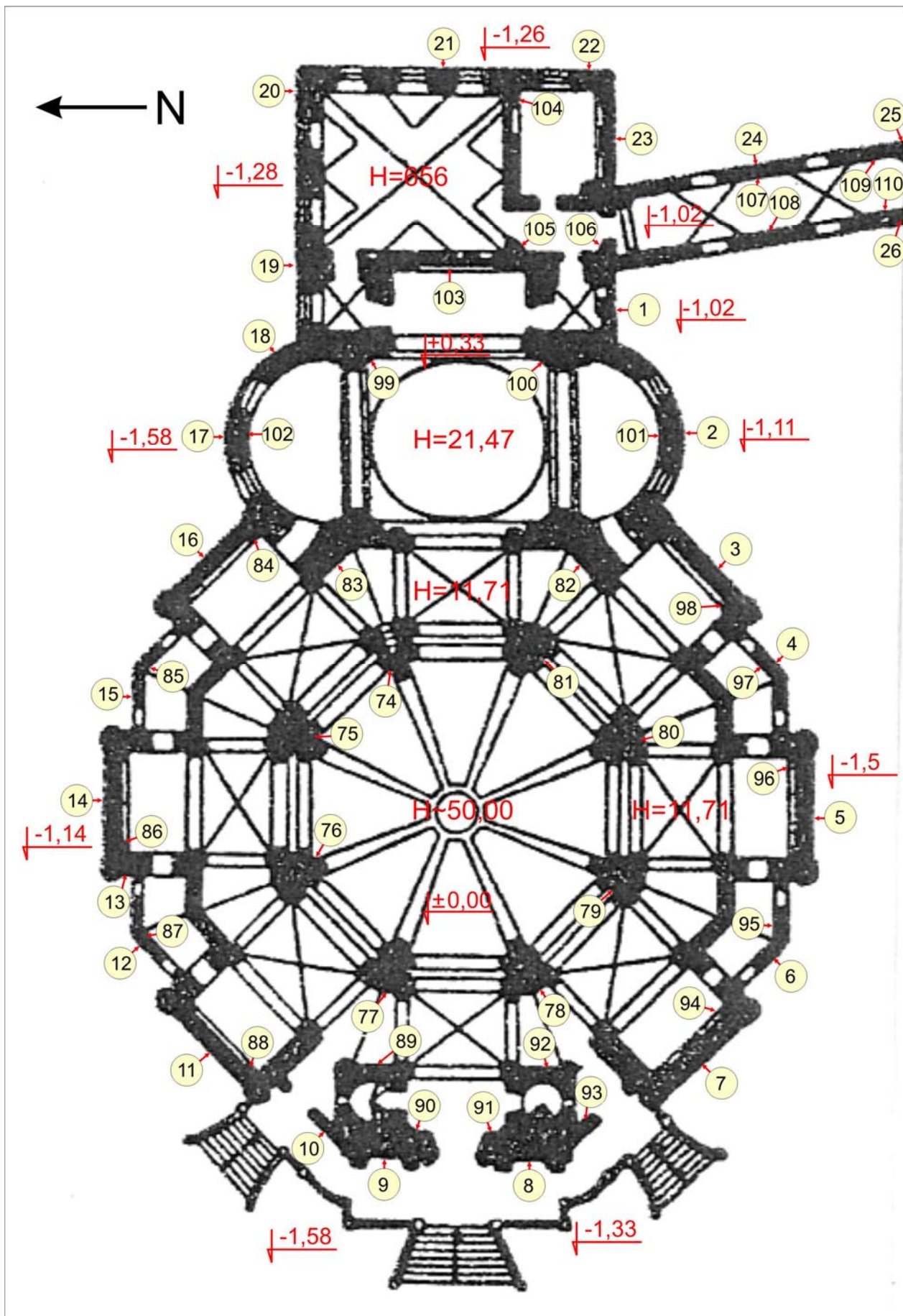
Dla potrzeb niniejszego opracowania przyjęto następującą skalę uśrednioną, przedstawioną w tabeli 2, zakładając, że gęstość badanych materiałów jest w zakresie 1200–1800 kg/m³ (tab. 4). Zakresom wartości przypisano odpowiednie kolory tła w tabelach pomiarowych. Pomiar w opracowaniu zaokrąglono do całości.

Tab. 3. Przyjęta do oceny zawilgocenia skala pomiarowa przyrządu GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50

Wartość na wyświetlaczu przyrządu GANN Hydromette UNI 1 elektroda B 50 lub B 60				
SUCHY	MNIEJ SUCHY	WILGOTNY	BARDZO WILGOTNY	MOKRY
0–60	60–80	80–110	110–130	> 130

Tab. 4. Zestawienie gęstości wybranych materiałów budowlanych, wg PN-EN ISO 12524:2003, PN-EN ISO 6946:1999 i PN-91/B-02020

L.p.	Grupa materiałowa / materiał	Gęstość w stanie suchym (średnia), kg/m ³
1.	Beton z kruszywa keramzytowego	1600
2.	Mur z betonu komórkowego na cienkowarstwowej zaprawie klejącej lub na zaprawie o przewodności cieplnej porównywalnej do przewodności cieplnej betonu komórkowego	700–800
3.	Beton z żużla paleniskowego	1800
4.	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie cementowo-wapiennej (bez tynku)	1800
5.	Mur z cegły dziurawki na zaprawie cementowo-wapiennej (bez tynku)	1400
6.	Beton zwykły z kruszywa kamiennego	2400
7.	Mur z cegły silikatowej drążonej i bloków drążonych	1600
8.	Mur z cegły klinkierowej	1900
9.	Mur z pustaków ceramicznych M-44	1070
10.	Mur z pustaków Porotherm 8 P+W na zaprawie zwykłej	800
11.	Płyty okładzinowe ceramiczne	2000
12.	Tynk gipsowy	1000–1300
13.	Tynk lub gładź cementowa	2000
14.	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	1850
15.	Tynk wapienny	1700
16.	Tynk wapienno-piaskowy	1600



Rys. 1. Szkic sytuacyjny dla pomiarów w kościele

4.2. Wyniki badań zawilgocenia murów wewnątrz i na zewnątrz, wysokość strefy zawilgocenia

Badania przeprowadzono w dniu 30.10.2020 r. w godzinach 8:30–15:30. Pogoda na zewnątrz: zachmurzenie całkowite, wiatr 3–5 m/s, początkowo mżawka, potem deszcz ciągły, intensywny. W tygodniu poprzedzającym były przelotne deszcze, zachmurzenie zmienne oraz dość chłodno, w granicach 8–12°C. W tabelach czerwoną czcionką numery punktów pomiarowych zaznaczone na szkicu.

Tab. 5. Wyniki badań wewnątrz kościoła. Przyrząd GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50

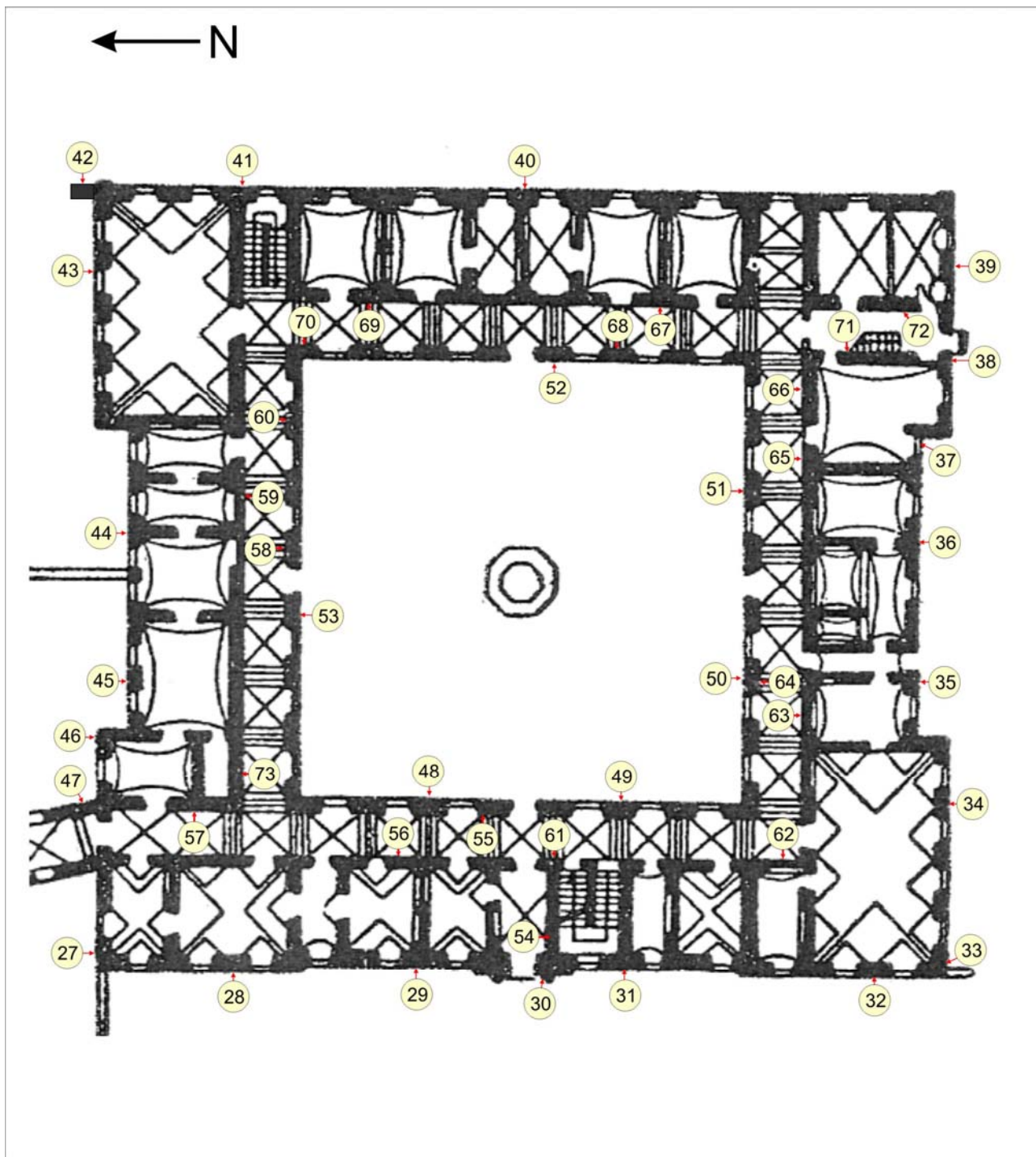
C wys. 1,5 m	47	48	48	43	49	
B wys. 1,0 m	58	54	54	58	50	
A wys. 0,3 m	47	90	51	51	55	
5.2. Zakrystia i przyległe korytarze						
Punkt pomiarowy	zakrystia	mała zakrystia 104	korytarz 105	korytarz 106		
C wys. 1,5 m	boazeria	41	49	38		
B wys. 1,0 m		53	48	38		
A wys. 0,3 m		52	46	68		
5.3. Filary i ściany wewnętrzne nawy						
Punkt pomiarowy	Filar 74	Filar 75	Filar 76	Filar 77	Filar 78	Filar 79
C wys. 1,5 m	46	45	49	45	49	48
B wys. 1,0 m	45	57	50	51	51	51
A wys. 0,3 m	54	50	52	60	49	61
5.3. Filary i ściany wewnętrzne nawy						
Punkt pomiarowy	Filar 80	Filar 81	Ściana 82	Ściana 83	Ściana 89	Ściana 92
C wys. 1,5 m	46	46	50	46	44	40
B wys. 1,0 m	49	50	59	51	51	75
A wys. 0,3 m	60	58	63	52	51	91
5.5 Ściany nawy północne						
Punkt pomiarowy	84	85	86	87	88	
C wys. 1,5 m	49	40	49	57	47	
B wys. 1,0 m	46	47	47	43	60	
A wys. 0,3 m	67	49	63	57	57	
5.6 Ściany nawy południowe						
Punkt pomiarowy	93	94	95	96	97	98
C wys. 1,5 m	64	49	46	45	47	44
B wys. 1,0 m	54	51	66	45	44	43
A wys. 0,3 m	90	56	58	61	62	52
5.7. Kruchta						
Punkt pomiarowy	Kruchta od str. Południowej 91	Kruchta od strony północnej 90				
D wys. 2,0 m	58	54				
C wys. 1,5 m	72	79				
B wys. 1,0 m	76	78				
A wys. 0,3 m	73	88				

Tab. 6. Wyniki badań zawilgocenia murów na zewnątrz kościoła. Przyrząd GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50

6.1. Prezbiterium od strony zewnętrznej					
Punkt pomiarowy	Ściana południowa 1	Ściana południowa 2	Ściana północna 17	Ściana północna 18	Ściana północna 19
D wys. 2,0 m	-	-	55	59	-
C wys. 1,5 m	74	44	79	80	55
B wys. 1,0 m	56	72	74	56	62
A wys. 0,3 m	53	47	74	65	63
6.2. Zakrycia od strony zewnętrznej					
Punkt pomiarowy	Ściana północna 20	Ściana wschodnia 21	Ściana wschodnia 22	Ściana południowa 23	
C wys. 1,5 m	53	48	49	49	
B wys. 1,0 m	52	47	49	41	
A wys. 0,3 m	83	57	57	63	
6.3. Ściany nawy południowe					
Punkt pomiarowy	3	4	5	6	7
D wys. 2,0 m	100	95	65	82	77
C wys. 1,5 m	94	97	80	77	65
B wys. 1,0 m	48	66	60	60	45
A wys. 0,3 m	54	60	46	70	57
6.4. Ściany nawy południowe, zachodnie i północno – zachodnie					
Punkt pomiarowy	8	9	10	11	
D wys. 2,0 m	-	-	-	54	
C wys. 1,5 m	48	49	52	100	
B wys. 1,0 m	61	57	62	42	
A wys. 0,3 m	90	85	50	61	
6.5. Ściany nawy północne					
Punkt pomiarowy	12	13	14	15	16
D wys. 2,0 m	90	82	97	81	68
C wys. 1,5 m	79	78	97	80	62
B wys. 1,0 m	62	62	57	74	69
A wys. 0,3 m	54	90	56	56	72

Tab. 7. Wyniki badań zawilgocenia murów łącznika kościoł— klasztor. Przyrząd GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50

7.1. Łącznik odzewnątrz				
Punkt pomiarowy	Ściana wschodnia 107	Ściana wschodnia 109	Ściana zachodnia 108	Ściana zachodnia 110
E wys. 2,5 m	142	64	139	134
D wys. 2,0 m	144	108	133	144
C wys. 1,5 m	134	106	126	138
B wys. 1,0 m	50	52	93	109
A wys. 0,3 m	61	60	144	132
7.1. Łącznik odzewnątrz				
Punkt pomiarowy	Ściana wschodnia 24	Ściana wschodnia 25	Ściana wschodnia 47	Ściana zachodnia 26
D wys. 2,0 m	82	100	120	104
C wys. 1,5 m	70	58	98	57
B wys. 1,0 m	67	58	45	68
A wys. 0,3 m	107	90	85	60



Rys. 2. Szkic sytuacyjny dla pomiarów w klasztorze

Tab. 8. Wyniki badań zawilgocenia murów wewnątrz klasztoru. Przyrząd GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50

8.1. Klasztor – ściany zewnętrzne od wewnątrz						
Punkt pomiarowy	55	58	60	64	68	70
D wys. 2,0 m	76	98	-	-	41	-
C wys. 1,5 m	79	100	48	48	70	48
B wys. 1,0 m	46	64	61	56	69	57
A wys. 0,3 m	69	65	73	61	62	80
8.2. Klasztor – ściany wewnętrzne						
Punkt pomiarowy	54	56	57	73	59	61
E wys. 2,5 m	-	-	-	61	-	-
D wys. 2,0 m	121	-	-	116	66	-
C wys. 1,5 m	143	40	86	136	140	39
B wys. 1,0 m	150	130	120	130	143	134
A wys. 0,3 m	149	64	51	139	147	59
Punkt pomiarowy	62	63	65	66	67	69
C wys. 1,5 m	39	46	39	45	38	34
B wys. 1,0 m	39	53	37	50	51	36
A wys. 0,3 m	49	50	50	120	42	58
Punkt pomiarowy	71	72				
D wys. 2,0 m	-	71				
C wys. 1,5 m	43	90				
B wys. 1,0 m	50	84				
A wys. 0,3 m	135	64				

Tab. 9. Wyniki badań zawilgocenia murów na zewnątrz klasztoru. Przyrząd GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50

9.1. Klasztor – pomiary od zewnątrz w elewacji – strona północna						
Punkt pomiarowy	43	44	45	46	27	
D wys. 2,0 m	-	-	-	80	101	
C wys. 1,5 m	43	50	55	80	122	
B wys. 1,0 m	46	70	61	70	129	
A wys. 0,3 m	86	88	73	119	81	
9.2. Klasztor – pomiary od zewnątrz w elewacji – strona zachodnia						
Punkt pomiarowy	28	29	30	31	32	
E wys. 2,5 m	-	-	66	-	-	
D wys. 2,0 m	-	45	73	47	-	
C wys. 1,5 m	56	61	135	101	45	
B wys. 1,0 m	49	90	105	93	74	
A wys. 0,3 m	70	84	72	77	55	
9.3. Klasztor – pomiary od zewnątrz w elewacji – strona południowa						
Punkt pomiarowy	33	34	35	36	37	38
C wys. 1,5 m	37	46	53	50	85	52
B wys. 1,0 m	52	49	65	48	48	86
A wys. 0,3 m	53	75	62	52	44	78
Punkt pomiarowy	39					
C wys. 1,5 m	40					
B wys. 1,0 m	42					
A wys. 0,3 m	46					
9.4. Klasztor – pomiary od zewnątrz w elewacji, strona wschodnia						
Punkt pomiarowy	40	41	Przypora 42			
C wys. 1,5 m	49	67	88			
B wys. 1,0 m	49	68	78			

5. Wizualna ocena zasolenia murów obiektu

Uszkodzenia tynku związane z zawilgoceniem i prawdopodobnym zasoleniem występują głównie w klasztorze, w miejscach, gdzie nastąpiły zawilgocenia z przyczyn technicznych. Są to: miejsce nr 54, gdzie ściana zalana została z powodu awarii rynny na zewnątrz, co odbija się także w wynikach pomiarów w miejscu 30 na zewnątrz przy wejściu (fot. 2). Zawilgocenie i związane z tym uszkodzenie tynku w miejscu nr 59 wewnątrz klasztoru powstało wskutek awarii rury wodnej (fot. 3, informacja od księdza). Wewnątrz klasztoru, na wysokości ok. 1–1,3 m od posadzki, można wyróżnić strefę większego zasolenia, co odzwierciedla się we wskazaniach przyrządu GANN (miejsca nr 56, 57, 58, 61, 72). Podobnie w miejscu 27 na elewacji (tab. 9.1)

Wewnątrz kościoła większych uszkodzeń związanych z zasoleniem i zawilgoceniem nie stwierdzono. Elewacja zewnętrzna w trakcie deszczu ma wyraźne zacieki (fot. 4 i 5), co świadczy, że użyta farba nie ma dostatecznych właściwości hydrofobowych. Powoduje to zawilgocenie w górnej strefie cokołu i powyżej niego, które widać na wskazaniach w tabelach nr 6.3, 6.4, 6.5.

Mury łącznika pomiędzy kościołem a klasztorem są zawilgocone z powodu zalewnia z dachu (wg księdza usterka jest już usunięta — tab. 7.1 i 7.2). Na ścianach wewnątrz łącznika tynk się odpaja i znaleziono drobne wysolenia w miejscu nr 101.



Fot. 2. Uszkodzenia tynku przy wejściu do klasztoru. Wg relacji księdza nastąpiła awaria rynny



Fot. 3. Uszkodzenia tynku wewnątrz klasztoru. Tu nastąpiła awaria rury wodnej



Fot. 4. Tynk elewacji kościoła zwilża woda deszczowa



Fot. 5. Zawilgocenie tynku z powodu odprysku wody od twardej nawierzchni. Zielony ślad pochodzi z miedzi, która pokrywa dach i gzymsy

6. Pomiary wysokości poziomego gruntu w stosunku do wysokości posadzki

Poziomy odniesienia gruntu w stosunku do poziomu posadzki w kościele zaznaczono na załączonym szkicu (rys. 1). Jako odniesienie do pomiarów użyto poziomu cokołu kościoła.

Posadzka klasztoru leży wyżej niż grunt otaczający średnio od 40 cm (wejście od zachodu) do 60 cm (wejście od południa). Ok. 20–30 cm wyżej od wschodu i północy (pomiar od parapetów okien).

Posadzka łącznika ma poziom równy z gruntem na zewnątrz (rys. 1).

7. Pomiary parametrów powietrza (temperatura i wilgotność względna) we wnętrzu i na zewnątrz

7.1. Krótki opis przyrządu pomiarowego

Pomiary klimatu, temperatury ściany i punktu rosy wykonywano za pomocą miernika TROTEC T 250. Jest to urządzenie wielofunkcyjne — łączy w sobie termometr, higrometr, pirometr laserowy i miernik punktu rosy. Urządzenie pracuje w trzech trybach i ma różne funkcje pomiarów, wszystko to sterowane jest jednym przyciskiem.

W trybie TH urządzenie pracuje jako higrometr i termometr.

W trybie IR urządzenie T 250 używane jest jako pirometr laserowy do mierzenia temperatury powierzchni, gdzie promień lasera wskazuje miejsce pomiaru.

Tryb DP wyświetla jednocześnie punkt rosy i temperaturę powierzchni.

Jeśli temperatura ściany spadnie poniżej punktu rosy, urządzenie T 250 powiadamia o tym za pomocą sygnału laserowego i alarmu dźwiękowego. Funkcja alarmu służy do ostrzegania o wystąpieniu niedopuszczalnych wartości. Wartości graniczne alarmu można skonfigurować według własnych potrzeb.

Dane techniczne T 250:

Zakres pomiaru temperatury powietrza: od -20°C do $+50^{\circ}\text{C}$

Rozdzielczość wskazań temperatury powietrza: $0,1^{\circ}\text{C}$

Zakres pomiaru wilgotności powietrza: 5–95% RH

Rozdzielczość wskazań wilgotności powietrza: $0,1\%$ RH

Zakres pomiaru temperatury powierzchni: od -20°C do $+60^{\circ}\text{C}$

Rozdzielczość wskazań temperatury powierzchni: $0,1^{\circ}\text{C}$.

7.2. Pomiary warunków klimatycznych w obiekcie i na zewnątrz

Zestawienie wyników pomiarów wykonano na podstawie badań przeprowadzonych jednorazowo, w piątek dn. 30.10.2020 r. o godz. 13:15–15:15. Nie zbierano danych w dłuższym czasie, stąd brak obliczeń dotyczących amplitud dobowych (ΔT , ΔRH). Pogoda na zewnątrz: zachmurzenie całkowite, wiatr 3–5 m/s, ciągłe opady deszczu. W tygodniu poprzedzającym były przelotne deszcze, zachmurzenie zmienne oraz dość chłodno, w granicach $8-12^{\circ}\text{C}$.

W trakcie badań kościoł był nieogrzewany, ogrzewana była tylko zakrystia. Podczas pomiarów dodatkowo trwały prace porządkowe — ścierana na mokro była posadzka kościoła. Jak wynika z relacji osób sprzątających, takie prace porządkowe odbywają się raz w tygodniu.



Fot. 6. Przyrząd TROTEC T 250.

Tab. 10. Ogólne warunki klimatyczne wewnątrz i na zewnątrz obiektu. Miernik TROTEC T 250 na wysokości 1 m nad podłożem, w cieniu

Data	Na zewnątrz		Nawa wewnątrz		Zakrycia wewnątrz		Prezbiterium wewnątrz		Krypta wewnątrz	
	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]
30.10.2020	15:00		13:28		14:30		14:20		15:15	
Klimat	10,0	100,0	64,8	15,7	69,0	18,0	69,2	15,0	84,8	13,2

7.3. Pomiary prawdopodobieństwa kondensacji pary wodnej

Tab. 11. Pomiary prawdopodobieństwa kondensacji pary wodnej. Miernik TROTEC T 250

Miejsce pomiaru (30 cm nad posadzką)	nr punktu pomiaro wego wg szkicu	Godzina	RH [%] powietrza	T [°C] powietrza	T [°C] punktu rosy	T [°C] Muru	Grubość Muru w miejscu Pomiaru [cm]	Prawdopodo- bieństwo kondensacji pary wodnej – różnica od punktu rosy [°C]
Prezbiterium – ściana południowa	101	14:21	70,4	14,9	9,5	14,4	90	4,9
Prezbiterium – ściana północna	102	14:22	70,4	14,8	9,4	13,5	90	4,1
Nawa - ściana południowa pod oknem wschodnim	98	13:30	69,9	14,6	9,1	13,5	90	4,4
Nawa - ściana południowa	97	13:31	71,1	14,5	9,3	12,7	50	3,4
Nawa - ściana południowa	96	13:32	71,5	14,5	9,4	13,8	90	4,4
Nawa - ściana południowa pod oknem zachodnim	94	13:33	70,3	14,5	9,1	13,5	90	4,4
Nawa – ściana zach. od str. południowej	91	13:34	71,9	14,2	9,2	13,4	120	4,2
Nawa – ściana zach. od str. północnej	90	13:35	71,9	14,2	9,2	13,2	120	4,0
Nawa - ściana północna pod oknem zachodnim	88	13:36	70,7	14,4	9,1	13,5	90	4,4
Nawa - ściana północna	87	13:37	71,4	14,2	9,1	12,2	50	3,1
Nawa - ściana północna	86	13:40	71,1	14,4	9,2	12,5	90	3,3
Nawa - ściana północna pod oknem wschodnim	84	13:42	69,9	14,4	8,9	13,0	90	4,1
Krypta – filar wewnętrzny		15:15	86,1	12,9	10,6	12,0	100	1,4

Pomiary wykonano bezpośrednio przy ścianach zewnętrznych od strony wewnętrznej w kilku miejscach, na wysokości ok. 30 cm od posadzki, oraz w narożnikach, wg podanego przez zamawiającego w wytycznych schematu. Najmniejszy odstęp temperatury ściany od temperatury punktu rosy, wynoszący 1,4°C, stwierdzono w krypcie. Wewnątrz kościoła najmniejszy odstęp od punktu rosy, wynoszący 3,1°C, stwierdzono na północnej ścianie nawy (miejsce 87, rys. 1).

7.4. Pomiary prawdopodobieństwa kondensacji pary wodnej po nabożeństwie

W trakcie badań nie odbywało się nabożeństwo.

7.5. Pomiar gradientu pionowego temperatury

Nie wykonywano.

8. Pomiary prędkości przepływów powietrza

Pomiary pozwalają ocenić ruch powietrza w obiekcie, także na tle sytuacji na zewnątrz, jego cyrkulację w różnych punktach wnętrza, równomierność rozkładu temperatury, komfort wentylacyjny lub jego brak.

Tab. 12. Pomiary prędkości przepływów powietrza. Urządzenie pomiarowe — termoanemometr CEM DT-8894

Lokalizacja nr 1	Data — 30.10.2020 r.		
	Prędkość przepływu powietrza [m/s]	Temperatura powietrza [°C]	
Pomiar na zewnątrz kościoła			
Przed wejściem do kościoła	do 3 m/s	10,0°C	
Pomiary we wnętrzu przy drzwiach zamkniętych			
Wysokość punktu pomiarowego	30 cm	100 cm	150 cm
Przed ołtarzem	0	0	0
Na środku nawy głównej	0	0	0
Przy głównych drzwiach wejściowych	0	0	0
Przy drzwiach do kruchty	0	0	0
Przy drzwiach do zakrystii	0	0	0
Przy drzwiach na klatkę schodową empory organowej	brak pomiaru	brak pomiaru	brak pomiaru
Na emporze organowej	brak pomiaru	brak pomiaru	brak pomiaru
Przy drzwiach na poddasze kościoła	brak pomiaru	brak pomiaru	brak pomiaru
Na strychu przy otworze wentylacyjnym w sklepieniu	brak pomiaru	brak pomiaru	brak pomiaru
Pomiary we wnętrzu przy drzwiach otwartych			
Przed ołtarzem	0	0	0
Pośrodku nawy głównej	0	0	0
Przy głównych drzwiach wejściowych	stale zamknięte	stale zamknięte	stale zamknięte
Przy drzwiach do kruchty (wejście z boku)	0,5	0	0
Przy drzwiach do zakrystii	0	0	0
Przy drzwiach na klatkę schodową empory organowej	brak pomiaru	brak pomiaru	brak pomiaru
Na emporze organowej	brak pomiaru	brak pomiaru	brak pomiaru
Przy drzwiach na poddasze kościoła	brak pomiaru	brak pomiaru	brak pomiaru
Na strychu w otworze wentylacyjnym w sklepieniu	brak pomiaru	brak pomiaru	brak pomiaru

Istnieje przepływ powietrza przez kryptę, wymuszony różnicą ciśnień, gdyż po obu stronach elewacji krypta ma otwarte okienka. W okienku od strony zawiętrznej (płd.) ok. 0,8 m/s.

9. Spostrzeżenia i wnioski autora opracowania

9.1. Spostrzeżenia dotyczące zawilgocenia murów obiektu

Mury wewnątrz kościoła w większości są w stanie suchym, brak też uszkodzeń typowych dla zawilgocenia. Wynika to ze sporego wyniesienia parteru kościoła ponad grunt (1–1,5 m).

Elewacja zewnętrzna w trakcie deszczu ma wyraźne zacieki (fot. 4 i 5), co świadczy, że użyta farba nie ma własności hydrofobowych. Powoduje to zawilgocenie, które widać na wskazaniach w tabeli nr 6.3, 6.4, 6.5.

Wskazania przyrządu pomiarowego GANN pokazują wyraźną strefę zasolenia na wysokości 1–1,3 m na ścianach wewnątrz klasztoru (miejsca nr 56, 57, 58, 61, 72). Podobnie w miejscu 27 na elewacji (tab. 9.1). Wilgoć w miejscach 54 i 59 wynika z uszkodzeń technicznych. Miejsca 57 i 73 sąsiadują z WC, więc zawilgocenie może mieć również przyczynę techniczną.

Ewentualne pomiary inwazyjne (wagosuszarkowe) zawilgocenia i zasolenia murów wskazane wewnątrz klasztoru w miejscach: 56, 57, 58, 59, 61, 66, 71, 72 i 73 oraz w miejscu 27 na elewacji.

Zawilgocone są mury łącznika z powodu usuniętej już obecnie szczelności dachu.

9.2. Spostrzeżenia dotyczące klimatu i zagrożenia kondensacją w obiekcie

Sytuację wilgotności powietrza, temperatury i związanej z tym relacji temperatury punktu rosy do temperatury muru określić można jako zadowalającą, zwłaszcza że podczas pomiarów odbywało się zmywanie posadzki w kościele (jak co tydzień). Przyczynia się do tego duża kubatura i wysokość kościoła. Brak jest w kościele zapachu stęchlizny, który świadczyłby o zagrożeniach mykoorganizmami. Wyraźnie niższą temperaturę mają ściany północne o mniejszej grubości, jak wynika z tabeli nr 11, tam zagrożenie kondensacją jest większe.

W klasztorze miejscowo jest wyczuwalny zapach stęchlizny w korytarzu, przy wejściu zachodnim na dziedziniec.

Badania stopnia osuszenia murów obiektu

Nr 2



Opracowanie na zlecenie Narodowego Instytutu Dziedzictwa

Październik 2020

1. Cel wykonania dokumentacji

Badanie stopnia osuszenia murów na podstawie standardu określonego przez zamawiającego w załączniku nr 2 do umowy nr NID/U/123/20 z dnia 15.09.2020 r.

2. Krótki opis obiektu

Datowanie:

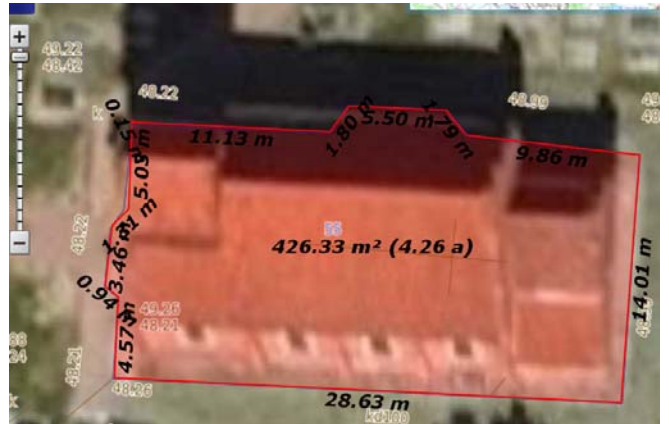
Kościół wzniesiony w latach 1719–1721, w latach 1922–1925 przeszedł generalny remont i został rozbudowany.

Forma architektoniczna, konstrukcja, rodzaj budulca:

Kościół jednonawowy na fundamencie kamiennym, wyżej cokołu ściany z cegły. Wysokość kamienno-ceglanego cokołu (liczona od poziomu terenu) nierównomierna: 127 cm przy wejściu głównym, 82–84 cm po bokach prezbiterium i 67 cm od strony wschodniej. Elewacja bez tynku, miejscami naprawy górnej powierzchni kamiennego cokołu za pomocą zaprawy cementowej. Tynki wewnątrz miejscami wapienne, w dolnej strefie prawdopodobnie cementowo-wapienne. Chór drewniany, wsparty na czterech filarach. Sklepienie nad nawą drewniane, kolebkowe, nad prezbiterium murowane, krzyżowe.

Wymiary, kubatura, grubość murów:

Kościół od kruchty do prezbiterium ma długość zewnętrzną 28,63 m (Geoportal), wymiary wewnętrzne zmierzone podczas badań: 25,18 m (nawa + prezbiterium), szerokość kościoła 14,01 m (dane obliczone na podstawie rzutu w Geoportalu¹ — rys. 1), szerokość nawy zmierzona wewnątrz wynosiła 10,06 m. Powierzchnia zabudowy wynosi 426 m² (dane z Geoportalu). Zmierzona wysokość nawy 7,09 m, strop drewniany. Nad prezbiterium sklepienie krzyżowe o wysokości 6,6 m nad poziomem posadzki prezbiterium, która jest wyżej 12 cm od posadzki nawy. Prezbiterium zabudowane od strony północnej i południowej dwiema zakrystiami o wymiarach zewnętrznych 2,9 × 5,1 m i grubości murów 79 cm. Grubość murów nawy mierzona w kruchcie 90 cm, w wejściu do bocznego przedsionka 85 cm. Przedśionek z bocznym wejściem znajduje się w połowie północnej ściany kościoła i ma wymiary wewnętrzne 3,8 × 1,75 m.

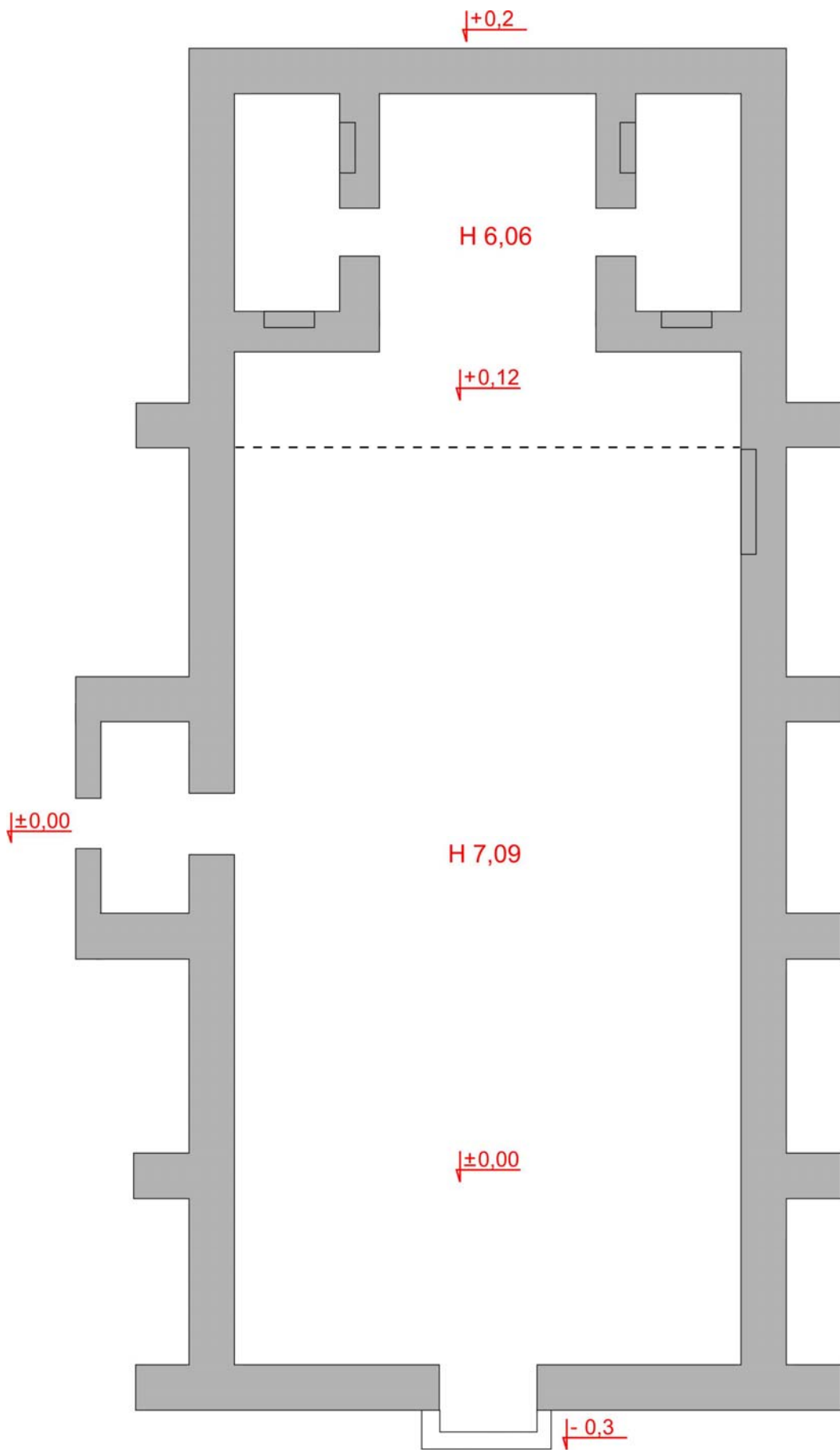


Rys. 1. Wymiary i położenie kościoła w Geoportalu.

Otoczenie obiektu (rodzaj nawierzchni, spadki terenu itp.):

Kościół, otoczony cmentarzem, leży na niewielkim wzniesieniu, które opada od strony wschodniej ku zachodowi. Położony w centralnym miejscu wsi, po stronie wschodniej droga główna, po zachodniej droga lokalna, przy której znajduje się plebania. Przy murze kościoła kostka brukowa, od strony północnej teren świeżo naruszony.

1 Dane przybliżone (z Geoportalu) nie mogą być podstawą oficjalnych obliczeń.



Rys. 2. Poglądowy rzut poziomy kościoła z zaznaczonymi poziomami odniesienia. Proporcje grubości murów i wymiarów na podstawie pomiarów własnych autora opracowania.

3. Prace w celu osuszania w obiekcie

Tab. 1. Zakres prac w celu osuszenia w obiekcie

Zabieg	Nie	Tak, rok	Zastosowane metody i technologie, krótka charakterystyka rozwiązań
Izolacja pozioma	?		Brak danych i brak śladów na ścianach
Izolacja pionowa		?2005	Prawdopodobnie (wg relacji księdza) wykonana 15 lat temu
Wymiana zasolonych tynków (rodzaj założonych)		?	Wewnątrz tynki wyglądające na naprawy cementowo-wapienne w dolnej strefie, wapienno-piaskowe w górnej strefie
Reprofilacja gruntu przylegającego	X		Brak danych
Zabezpieczenie przed wodą odpryskową	X		Brak danych
Usprawnienie systemu odprowadzania wód opadowych (rynny, rury spustowe)		Tak ?	Orynowanie nowe, rury spustowe wpuszczone prawdopodobnie do instalacji podziemnej
Zabezpieczenia przed bezpośrednim zalewaniem wodą z opadów — opierzenia, hydrofobizacja itp.	X		Brak danych
Zabezpieczenie przed napływem wód gruntowych i rozproszonych (systemy drenarskie)		? 2005	Prawdopodobnie (wg relacji księdza) prace wykonane 15 lat temu (przy wykonywaniu izolacji)
Usprawnienie systemu wentylacji	X		Brak danych
Wykonanie/usprawnienie systemu ogrzewania (typ obecnego ogrzewania)	X		Brak ogrzewania

Załączniki: Brak dokumentów.

(Ksiądz nie orientuje się w wykonanych pracach, gdyż proboszczem jest dopiero cztery lata).

4. Pomiary wilgotności murów obiektu i wysokości strefy zawilgocenia

4.1. Krótki opis przyrządu pomiarowego

Pomiary wykonywano za pomocą przyrządu GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50. Aktywne elektrody B 50 i B 60 to dielektryczny czujnik wilgoci ze zintegrowanym obwodem. Podstawą pomiaru jest metoda pomiaru stałej dielektrycznej. Między kulką-elektrodą i mierzonym materiałem, z którym się styka, jest pole pomiarowe w takiej konfiguracji, na którą ma wpływ gęstość mierzonego materiału budowlanego i jego wilgotność. Jeśli gęstość materiału jest stała, zmiany w polu pojemności można dopasować do zmiany wilgotności mierzonego materiału. Zakres pomiarowy rozciąga się od 0 do 199, tzn. wyświetlane wartości są wartościami względnymi. Wskazują one na rozróżnienie między suchym a wilgotnym materiałem budowlanym. Im wyższa zmierzona wartość, tym wyższa zawartość wilgoci w mierzonym materiale. Wyciąganie wniosków na temat rzeczywistej zawartości wilgoci w procentach względem zmierzonej wartości względnej jest dopuszczalna tylko w przypadku normalnego procesu suszenia, w nieobecności soli, wytwarzającej zawilgocenie higroskopijne. Czynnikiem mającym wpływ na pomiar jest gęstość materiału budowlanego, który ma być mierzony — należy wziąć ją pod uwagę. Wysokie gęstości prowadzą do wyższych wyświetlanych wartości, niezależnie od zawartości wilgoci.



Tab. 2. Skala pomiarowa dla przyrządu GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50, uwzględniająca gęstość materiału

Gęstość materiału budowlanego w kg/m^3	Wartość na wyświetlaczu przyrządu GANN Hydromette UNI 1 elektroda B 50 lub B 60					
	BARDZO SUCHY	SUCHY	MNIEJ SUCHY	WILGOTNY	BARDZO WILGOTNY	MOKRY
Do 600	10–20	20–40	40–60	60–90	90–110	> 100
600–1200	20–30	30–50	50–70	70–100	100–120	> 120
1200–1800	20–40	40–60	60–80	80–110	110–130	> 130
Ponad 1800	30–50	50–70	70–90	90–120	120–140	> 140

Dla potrzeb niniejszego opracowania przyjęto następującą skalę uśrednioną, przedstawioną w tabeli 3, zakładając, że gęstość badanych materiałów jest w zakresie 1200–1800 kg/m^3 (tab. 4). Zakresom wartości przypisano odpowiednie kolory tła w tabelach pomiarowych. Wskazania zaokrąglono do całości.

Tab. 3. Przyjęta do oceny zawilgocenia skala pomiarowa przyrządu GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50

Wartość na wyświetlaczu przyrządu GANN Hydromette UNI 1 elektroda B 50 lub B 60				
SUCHY	MNIEJ SUCHY	WILGOTNY	BARDZO WILGOTNY	MOKRY
0–60	60–80	80–110	110–130	> 130

Tab. 4. Zestawienie gęstości wybranych materiałów budowlanych, wg PN-EN ISO 12524:2003, PN-EN ISO 6946:1999 i PN-91/B-02020

L.p.	Grupa materiałowa / materiał	Gęstość w stanie suchym (średnia), kg/m ³
1.	Beton z kruszywa keramzytowego	1600
2.	Mur z betonu komórkowego na cienkowarstwowej zaprawie klejącej lub na zaprawie o przewodności cieplnej porównywalnej do przewodności cieplnej betonu komórkowego	700–800
3.	Beton z żużla paleniskowego	1800
4.	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie cementowo-wapiennej (bez tynku)	1800
5.	Mur z cegły dziurawki na zaprawie cementowo-wapiennej (bez tynku)	1400
6.	Beton zwykły z kruszywa kamiennego	2400
7.	Mur z cegły silikatowej drążonej i bloków drążonych	1600
8.	Mur z cegły klinkierowej	1900
9.	Mur z pustaków ceramicznych M-44	1070
10.	Mur z pustaków Porotherm 8 P+W na zaprawie zwykłej	800
11.	Płyty okładzinowe ceramiczne	2000
12.	Tynk gipsowy	1000–1300
13.	Tynk lub gładź cementowa	2000
14.	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	1850
15.	Tynk wapienny	1700
16.	Tynk wapienno-piaskowy	1600

4.2. Wyniki badań zawilgocenia murów wewnątrz i na zewnątrz, wysokość strefy zawilgocenia

Badania przeprowadzono w dniu 9.10.2020 r. w godzinach 11:00–15:00. Pogoda na zewnątrz: zachmurzenie zmienne 80%, wiatr do 3 m/s, zanikające opady przelotne, w noc poprzedzającą badania — mgła, potem rano opady ciągłe. W tygodniu poprzedzającym było przeważnie pogodnie, po poniedziałkowym froncie atmosferycznym z ulewnym deszczem, temperatura w zakresie 8–15°C.

Tab. 5. Wyniki badań wewnątrz. Przyrząd GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50

5.1. Prezbiterium			
Punkt pomiarowy	Ściana wschodnia	Ściana południowa	Ściana północna
E wys. 1,5 m	82	73	62
D wys. 1,2 m	69	129	80
C wys. 0,9 m	70	125	116
B wys. 0,6 m	73	130	98
A wys. 0,3 m	126	136	132
5.2. Ściana wewnętrzna pomiędzy prezbiterium a zakrystią			
Punkt pomiarowy	Zakrystia Północna	Zakrystia Południowa	
C wys. 1,5 m	57	60	
B wys. 1,0 m	98	87	
A wys. 0,3 m	102	108	
5.3. Ściany nawy południowe (przęsła licząc od wschodu ku zachodowi)			
Punkt pomiarowy	Ściana pierwszego przęsła	Ściana drugiego przęsła	Ściana trzeciego przęsła
C wys. 1,5 m	65	59	62
B wys. 1,0 m	76	77	80
A wys. 0,3 m	104	100	90
5.4. Ściany nawy północnej (przęsła licząc od wschodu ku zachodowi)			
Punkt pomiarowy	Ściana pierwszego przęsła	Ściana drugiego przęsła	Ściana trzeciego przęsła
C wys. 1,5 m	88	88	58
B wys. 1,0 m	97	75	82
A wys. 0,3 m	99	98	122
5.5. Ściana zachodnia			
Punkt pomiarowy	Ściana zachodnia od str. Południowej	Ściana zachodnia od strony północnej	
C wys. 1,5 m	63	56	
B wys. 1,0 m	75	92	
A wys. 0,3 m	115	121	

Tab. 6. Wyniki badań na zewnątrz. Przyrząd GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50

6.1. Prezbiterium			
Punkt pomiarowy	Ściana wschodnia	Ściana południowa	Ściana północna
C wys. 1,5 m	50	43	37
B wys. 1,0 m	97	56	44
A wys. 0,3 m	92	52	61
6.2. Ściany nawy			
Punkt pomiarowy	Ściana południowa	Ściana zachodnia	Ściana północna
C wys. 1,5 m	93	40	77
B wys. 1,0 m	51	59	106
A wys. 0,3 m	120	61	58

5. Wizualna ocena zasolenia murów obiektu

Wysolenia widoczne są za ołtarzem, na ścianie wschodniej prezbiterium, oraz na ścianach obu zakrystii, bardziej intensywnie w zakrystii od strony południowej (fot. 2). W miejscach tych złuszczenia oraz widoczny żółtawy tynk wapienny, wyraźnie odspojony. Uszkodzenia do wysokości 1–1,20 m. Wzdłuż ścian bocznych nawy uszkodzenia niewielkie w granicach od 10 cm do 20 cm ponad posadzką. Niektóre cegły w ścianach zewnętrznych prezbiterium były wymieniane — wyraźnie widać nowsze cegły pomiędzy starymi. Uszkodzenia widoczne są również w obrębie dolnej części ościeży wejścia głównego.



Fot. 2. Uszkodzenia tynku w zakrystii



Fot. 3. Ślady zawilgocenia w pobliżu krawędzi desek na stropie



Fot. 4. Różnice we wskazaniach przyrządu GANN. Na cegle po lewej stronie wskazania w zakresie suchym



Fot. 5. Różnice we wskazaniach przyrządu GANN. Na cegle po prawej stronie wskazania w zakresie wilgotnym

6. Pomiary wysokości poziomu gruntu w stosunku do wysokości posadzki

Pomiaru poziomów gruntu w stosunku do poziomu nawy kościoła do nawy dokonano na podstawie poziomów przy wejściu bocznym i głównym oraz oceny nachylenia terenu i wysokości kamiennego cokołu ponad gruntem. Wyniki są przedstawione na załączonym na rys. 2 szkicu sytuacyjnym. Grunt okalający jest nieco wyżej niż posadzka (8 cm) w obrębie prezbiterium.

7. Pomiary parametrów powietrza (temperatura i wilgotność względna) we wnętrzu i na zewnątrz

7.1. Krótki opis przyrządu pomiarowego

Pomiary klimatu, temperatury ściany i punktu rosy wykonywano za pomocą miernika TROTEC T 250. Jest to urządzenie wielofunkcyjne — łączy w sobie termometr, higrometr, pirometr laserowy i miernik punktu rosy. Urządzenie pracuje w trzech trybach i ma różne funkcje pomiarów, wszystko to sterowane jest jednym przyciskiem.

W trybie TH urządzenie pracuje jako higrometr i termometr.

W trybie IR urządzenie T 250 używane jest jako pirometr laserowy do pomiaru temperatury powierzchni, gdzie promień lasera wskazuje miejsce pomiaru.

Tryb DP wyświetla jednocześnie punkt rosy i temperaturę powierzchni.

Jeśli temperatura ściany spadnie poniżej punktu rosy, urządzenie T 250 powiadamia o tym za pomocą sygnału laserowego i alarmu dźwiękowego. Funkcja alarmu służy do ostrzegania o wystąpieniu niedopuszczalnych wartości. Wartości graniczne alarmu można skonfigurować według własnych potrzeb.

Dane techniczne T 250:

Zakres pomiaru temperatury powietrza: od -20°C do $+50^{\circ}\text{C}$

Rozdzielczość wskazań temperatury powietrza: $0,1^{\circ}\text{C}$

Zakres pomiaru wilgotności powietrza: 5–95% RH

Rozdzielczość wskazań wilgotności powietrza: $0,1\%$ RH

Zakres pomiaru temperatury powierzchni: od -20°C do $+60^{\circ}\text{C}$

Rozdzielczość wskazań temperatury powierzchni: $0,1^{\circ}\text{C}$.



Fot. 6. Przyrząd TROTEC T 250

7.2. Pomiary warunków klimatycznych w obiekcie i na zewnątrz

Zestawienie pomiarów wykonano na podstawie badań przeprowadzonych jednorazowo, w piątek dn. 9.10.2020 r. o godz. 13:30–14:45. Nie zbierano danych w dłuższym czasie, stąd brak obliczeń dotyczących amplitud dobowych (ΔT , ΔRH). Pogoda na zewnątrz: zachmurzenie zmienne 80%, wiatr do 3 m/s, zanikające opady przelotne, w noc poprzedzającą badania — mgła, potem rano opady ciągłe. W tygodniu poprzedzającym było przeważnie pogodnie, po poniedziałkowym froncie atmosferycznym z ulewnym deszczem, temperatura w zakresie 8–15°C.

Tab. 7. Ogólne warunki klimatyczne wewnątrz i na zewnątrz obiektu. Miernik TROTEC T 250 na wysokości 1 m nad podłożem, w cieniu

Data	Na zewnątrz		Nawa wewnątrz		Zakrycia płn. wewnątrz		Prezbiterium wewnątrz		Zakrycia pld. wewnątrz	
	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]
9.10.2020	14:45		13:30		13:33		13:35		13:40	
Klimat	84,7	14,5	82,0	15,9	88,0	15,4	86,2	15,5	87,4	15,6

7.3. Pomiary prawdopodobieństwa kondensacji pary wodnej

Tab. 8. Pomiary prawdopodobieństwa kondensacji pary wodnej. Miernik TROTEC T 250

Miejsce pomiaru (30 cm nad posadzką)	Godzina	RH [%] powietrza	T [°C] powietrza	T [°C] punktu rosy	T [°C] Muru	Grubość Muru w miejscu Pomiaru [cm]	Prawdopodobieństwo kondensacji pary wodnej – różnica od punktu rosy [°C]
Prezbiterium – ściana wschodnia	13:35	86,8	15,4	13,2	14,6	90	1,4
Prezbiterium – ściana południowa – zakrycia	13:40	87,6	15,4	13,3	14,1	90	0,8
Prezbiterium – ściana północna – zakrycia	13:33	89,0	15,3	13,5	13,9	90	0,4
Nawa - ściana południowa pod oknem wschodnim	13:45	84,5	15,8	13,2	15,1	90	1,9
Nawa - ściana południowa pod oknem zachodnim	13:43	83,8	15,8	13,0	15,3	90	2,3
Nawa – ściana zach. od str. południowej	13:47	83,0	15,9	13,0	15,1	90	2,1
Nawa – ściana zach. od str. północnej	13:49	82,9	15,9	13,0	14,8	90	1,8
Nawa - ściana północna pod oknem zachodnim	13:50	82,4	15,9	12,9	14,6	90	1,7
Nawa - ściana północna pod oknem wschodnim	13:,52	83,0	15,9	13,0	14,6	90	1,6

Pomiary wykonano bezpośrednio przy ścianach zewnętrznych od strony wewnętrznej w kilku miejscach, na wysokości ok. 30 cm od posadzki, oraz w narożnikach, wg podanego przez zamawiającego w wytycznych schematu. Najmniejszy odstęp temperatury ściany od temperatury punktu rosy, wynoszący od 0,4°C do 0,8°C, stwierdzono w obu zakryściach. Im dalej od wejścia głównego, tym mniejszy odstęp temperatury ściany od punktu rosy.

7.4. Pomiary prawdopodobieństwa kondensacji pary wodnej po nabożeństwie

W dniu pomiarów nie odbywało się nabożeństwo.

7.5. Pomiar gradientu pionowego temperatury

Tab. 9. Pomiary klimatu na chórze, wysokość 4,03 m nad poziomem posadzki nawy. Wykonano również pomiar ryzyka kondensacji

Miejsce pomiaru	Godzina	RH [%] powietrza	T [°C] powietrza	T [°C] punktu rosy	T [°C] Muru	Grubość Muru w miejscu Pomiaru [cm]	Prawdopodo- bieństwo kondensacji pary wodnej – różnica od punktu rosy [°C]
CHÓR POŚRODKU	14:35	81,5	15,8	12,6	-	-	
CHÓR przy ścianie Południowej	14:36	81,2	15,9	12,7	15,1	90	2,4
CHÓR przy ścianie Północnej	14:37	79,0	15,8	12,1	14,8	90	2,7

Tab. 10. Pomiary klimatu na ambonie, wysokość 2,57 m nad poziomem posadzki nawy. Wykonano również pomiar ryzyka kondensacji

Miejsce pomiaru	Godzina	RH [%] powietrza	T [°C] powietrza	T [°C] punktu rosy	T [°C] Muru	Grubość Muru w miejscu Pomiaru [cm]	Prawdopodo- bieństwo kondensacji pary wodnej – różnica od punktu rosy [°C]
AMBONA, przy ścianie północnej	14:25	81,2	16,0	12,8	15,3	90	2,5

8. Pomiary prędkości przepływów powietrza

Pomiary pozwalają ocenić ruch powietrza w obiekcie, także na tle sytuacji na zewnątrz, jego cyrkulację w różnych punktach wnętrza, równomierność rozkładu temperatury, komfort wentylacyjny lub jego brak.

Tab. 11. Pomiary prędkości przepływów powietrza. Urządzenie pomiarowe — termoanemometr CEM DT-8894

Lokalizacja nr 2	Data — 9.10.2020 r.		
	Prędkość przepływu powietrza [m/s]	Temperatura powietrza [°C]	
Pomiar na zewnątrz kościoła			
Przed wejściem do kościoła	2 m/s	14,5°C	
Pomiary we wnętrzu przy drzwiach zamkniętych			
Wysokość punktu pomiarowego	30 cm	100 cm	150 cm
Przed ołtarzem	0	0	0
Na środku nawy głównej	0	0	0
Przy głównych drzwiach wejściowych	0	0	0
Przy drzwiach do kruchty	brak kruchty	brak kruchty	brak kruchty
Przy drzwiach do zakrystii	0	0	0
Przy drzwiach na klatkę schodową empory organowej	0	0	0
Na emporze organowej	0	0	0
Otwór nad chórem na poddasze kościoła	0,2	0,2	-
Na strychu przy otworze wentylacyjnym w sklepieniu	brak dostępu	brak dostępu	brak dostępu
Pomiary we wnętrzu przy drzwiach otwartych			
Przed ołtarzem	0	0	0
Pośrodku nawy głównej	0	0	0
Przy głównych drzwiach wejściowych	1,2	0,75	0,5
Przy drzwiach do kruchty	brak kruchty	brak kruchty	brak kruchty
Przy drzwiach do zakrystii	0	0	0
Przy drzwiach na klatkę schodową empory organowej	0,1		
Na emporze organowej	0	0	0
Otwór nad chórem na poddasze kościoła	0,75	1,00	-
Na strychu w otworze wentylacyjnym w sklepieniu	brak dostępu	brak dostępu	brak dostępu

9. Spostrzeżenia i wnioski autora opracowania

9.1. Spostrzeżenia dotyczące zawilgocenia murów obiektu

Na cokole od strony północnej mech, na krawędzi dachu zakrystii zacieki od rynny. Ściany zewnętrzne zbudowane z bardzo różnorodnych cegieł, które dają różne wskazania wartości zawilgocenia na przyrządzie GANN (fot. 4 i 5). Najbardziej zawilgocone od strony wewnętrznej są ściany wschodnia i południowa prezbiterium — również w obrębie obu zakrystii, ze wskazaniem na część południowo-wschodnią. Zaleca się wykonanie badań inwazyjnych zawilgocenia w obu zakrystiach (badania wagosuszarkowe) i zasolenia tynku w celu określenia, czy mur jest naprawdę zawilgocony, czy jest to zawilgocenie z powodu higroskopijności tynku zawierającego sole. Dużą rolę we wzmacnianiu zawilgocenia odgrywa, w obu zakrystiach, kondensacja, która może pojawiać się intensywniej w innych, niż podczas badań, warunkach klimatu zewnętrznego.

9.2. Spostrzeżenia dotyczące klimatu i zagrożenia kondensacją w obiekcie

Na deskach sufitowych widoczne ślady przebarwień spowodowane prawdopodobnie kondensacją, przy przepływie powietrza między nawą i strychem (fot. 3). Przebarwienia w dolnej strefie ścian wewnątrz kościoła mogą być spowodowane mikroorganizmami, ze względu na warunki sprzyjające kondensacji. Największe ryzyko zawilgocenia kondensacyjnego panuje w obu zakrystiach ze względu na małą kubaturę, prawdopodobne zawilgocenie muru i brak przepływu powietrza. Ryzyko to maleje w miarę zbliżania się do wejścia głównego, a najmniejsze jest na wysokości ambony i chóru (tab. 8, 9 i 10). Jest to konsekwencją faktu, że główna wymiana powietrza następuje pomiędzy wejściem głównym a wjazdem na strych nad chórem. Strefa prezbiterium i obu zakrystii jest w obiegu powietrza pomijana.

W północnym przedsionku wejściowym, jak i w obu zakrystiach czuć wyraźny zapach stęchlizny, co potwierdza ryzyko kondensacji zmierzone tamże.

Badania stopnia osuszenia murów kościoła i klasztoru Nr 3



Opracowanie na zlecenie Narodowego Instytutu Dziedzictwa

Październik 2020

1. Cel wykonania dokumentacji

Badanie stopnia osuszenia murów na podstawie standardu określonego przez zamawiającego w załączniku nr 2 do umowy nr NID/U/123/20 z dnia 15.09.2020 r.

2. Krótki opis obiektu

Datowanie:

Budynek klasztorny, z prostokątnym wirydarzem, powstawał w latach 1752–1759. W 1776 r. rozpoczęto budowę nowego kościoła klasztorного. Trzynawowa świątynia z podziemną kryptą grzebalną została ukończona w roku 1779. Kościół konsekrowano 9 lipca 1780 r.

Forma architektoniczna, konstrukcja, rodzaj budulca:

Kościół stanowi południowy bok czworoboku zespołu klasztorного. Posadzka w kościele z płyt kamiennych. Za ołtarzem posadzka drewniana. W kruchcie posadzka z płytek ceramicznych. Nawy i prezbiterium zamknięte sklepieniami żaglastymi na gurtach, które między przęsłami nawy głównej są zdwojone. Pod kościołem krypta. Na elewacji kościoła widać okna wentylacyjne prowadzące do krypty. Część klasztorна jest podpiwniczona w całości, okienka piwniczne widoczne są zarówno na dziedzińcu, jak i na obwodzie klasztoru. Fundamenty z kamienia, część nadziemna z cegły, tynki na zewnątrz odnowione, prawdopodobnie w systemie WTA, wewnątrz częściowo odnowione, w kruchcie wyglądające na cementowo-wapienne, w kościele wapienne i WTA.

Wymiary, kubatura:

Zespół klasztorny założony na planie zbliżonym do prostokąta, składającego się z bryły kościoła i trzech skrzydeł klasztoru z wewnętrznym wirydarzem. Długość kompleksu wynosi ok. 39 m w kierunku osi kościoła, szerokość 33,7 m w kierunku prostopadłym. Wysokość nawy głównej kościoła wynosi 13,29 m, sklepienia nad prezbiterium 12,24 m (pomiary własne).

Otoczenie obiektu (rodzaj nawierzchni, spadki terenu itp.):

Kościół i klasztor położone na wzniesieniu. Od strony południowej szosa, od strony wschodniej cmentarz, odgródzony murem od dalszej części ściany wschodniej klasztoru, za którym to murem poziom terenu opada prawie o metr. W stronę północno-wschodnią teren stromo opada. Od strony zachodniej teren płaski. Wokół murów kościoła i klasztoru opaska żwirowa, widoczna jest przypięta do muru, za pomocą listwy zabezpieczającej, folia kubełkowa. Wirydarz klasztorny płaski i wyrównany, pośrodku trawnik, ściany otoczone szeroką opaską żwirową o szerokości 80–90 cm.

3. Prace w celu osuszania w obiekcie

Tab. 1. Zakres prac w celu osuszenia w obiekcie. Informacje zaczerpnięte z Internetu oraz od jednego z zakonników

Zabieg	Nie	Tak, rok	Zastosowane metody i technologie, krótka charakterystyka rozwiązań
Izolacja pozioma			
Izolacja pionowa		2010	Izolacja ścian fundamentowych od strony zach. i pñ. oraz wirydarza
Wymiana zasolonych tynków (rodzaj założonych)		2010	Konserwacja i restauracja XVIII-wiecznego ołtarza bocznego pw. św. Jana Nepomucena, restauracja tynków wokół ołtarza w systemie WTA, odnowienie elewacji kościoła i klasztoru
Reprofilacja gruntu przylegającego	X		Brak danych
Zabezpieczenie przed wodą odpryskową	X		Brak danych
Usprawnienie systemu odprowadzania wód opadowych (rynny, rury spustowe)		2017	Remont dachu z naprawą odprowadzenia wód opadowych z kościoła
Zabezpieczenia przed bezpośrednim zalewaniem wodą z opadów — opierzenia, hydrofobizacja itp.			Brak danych
Zabezpieczenie przed napływem wód gruntowych i rozproszonych (systemy drenarskie)			Brak danych
Usprawnienie systemu wentylacji		2016	Wykonano wymianę deskowania na poddaszu kościoła, w związku z czym przepływy powietrza się polepszyły (wg relacji księdza)
Wykonanie/usprawnienie systemu ogrzewania (typ obecnego ogrzewania)	X		W kościele brak ogrzewania

4. Pomiary wilgotności murów obiektu i wysokości strefy zawilgocenia

4.1. Krótki opis przyrządu pomiarowego

Pomiary wykonywano za pomocą przyrządu GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50. Aktywne elektrody B 50 i B 60 to dielektryczny czujnik wilgoci ze zintegrowanym obwodem. Podstawą pomiaru jest metoda pomiaru stałej dielektrycznej. Między kulką-elektrodą i mierzonym materiałem, z którym się styka, jest pole pomiarowe w takiej konfiguracji, na którą ma wpływ gęstość mierzonego materiału budowlanego i jego wilgotność. Jeśli gęstość materiału jest stała, zmiany w polu pojemności można dopasować do zmiany wilgotności mierzonego materiału. Zakres pomiarowy rozciąga się od 0 do 199, tzn. wyświetlane wartości są wartościami względnymi. Wskazują one na rozróżnienie między suchym a wilgotnym materiałem budowlanym. Im wyższa zmierzona wartość, tym wyższa zawartość wilgoci w mierzonym materiale. Wyciąganie wniosków na temat rzeczywistej zawartości wilgoci w procentach względem zmierzonej wartości względnej jest dopuszczalne tylko w przypadku normalnego procesu suszenia, w nieobecności soli, wytwarzającej zawilgocenie higroskopijne. Czynnikiem mającym wpływ na pomiar jest gęstość materiału budowlanego, który ma być mierzony — należy wziąć ją pod uwagę. Wysokie gęstości prowadzą do wyższych wyświetlanych wartości, niezależnie od zawartości wilgoci.



Fot. 1. Przyrząd GANN Hydromette UNI 1

Tab. 2. Skala pomiarowa dla przyrządu GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50, uwzględniająca gęstość materiału

Gęstość materiału budowlanego w kg/m^3	Wartość na wyświetlaczu przyrządu GANN Hydromette UNI 1 elektroda B 50 lub B 60					
	BARDZO SUCHY	SUCHY	MNIEJ SUCHY	WILGOTNY	BARDZO WILGOTNY	MOKRY
Do 600	10–20	20–40	40–60	60–90	90–110	> 100
600–1200	20–30	30–50	50–70	70–100	100–120	> 120
1200–1800	20–40	40–60	60–80	80–110	110–130	> 130
Ponad 1800	30–50	50–70	70–90	90–120	120–140	> 140

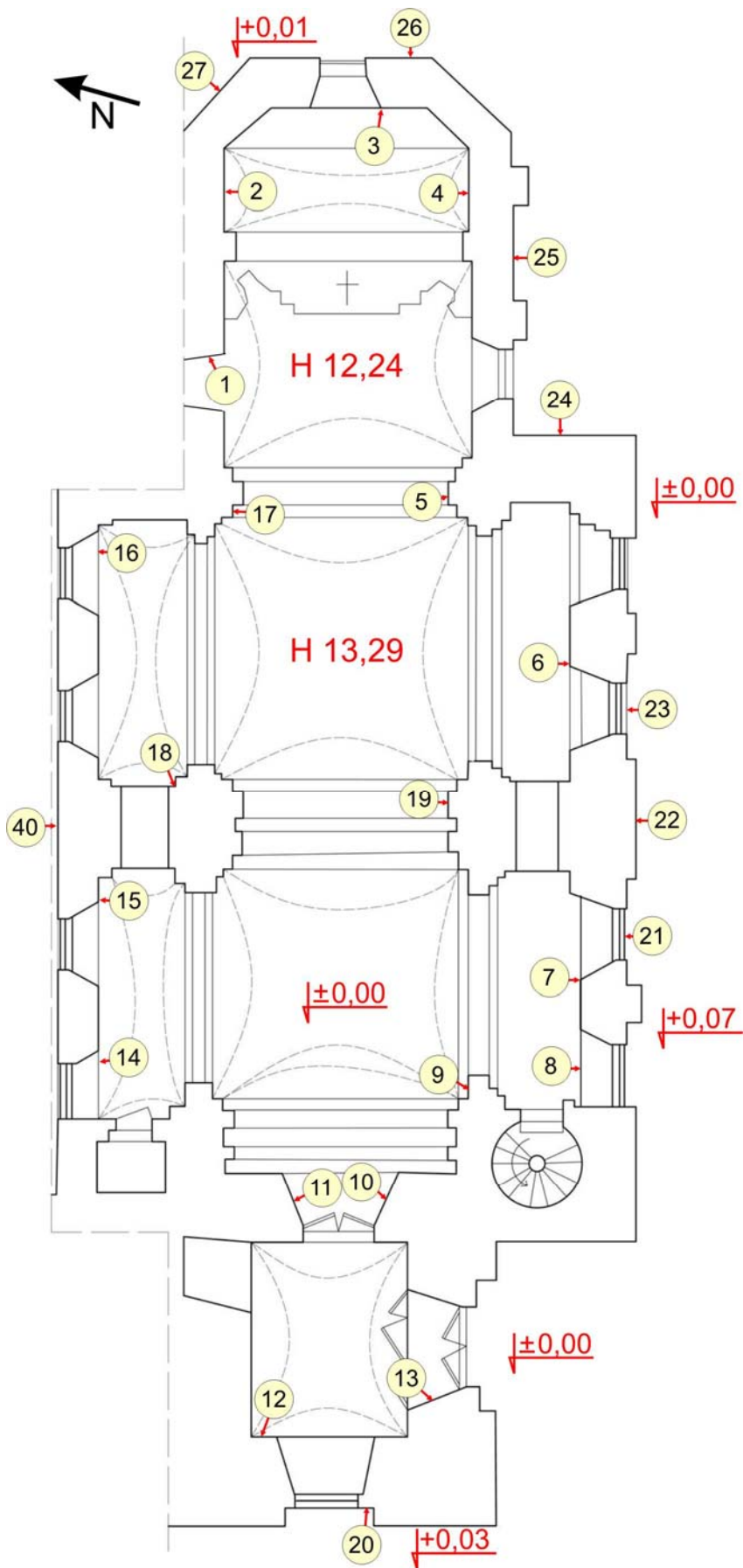
Dla potrzeb niniejszego opracowania przyjęto następującą skalę uśrednioną, przedstawioną w tabeli 2, zakładając, że gęstość badanych materiałów jest w zakresie $1200\text{--}1800 \text{ kg/m}^3$ (tab. 4). Zakresom wartości przypisano odpowiednie kolory tła w tabelach pomiarowych. Pomiary w opracowaniu zaokrąglono do całości.

Tab. 3. Przyjęta do oceny zawilgocenia skala pomiarowa przyrządu GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50

Wartość na wyświetlaczu przyrządu GANN Hydromette UNI 1 elektroda B 50 lub B 60				
SUCHY	MNIEJ SUCHY	WILGOTNY	BARDZO WILGOTNY	MOKRY
0–60	60–80	80–110	110–130	> 130

Tab. 4. Zestawienie gęstości wybranych materiałów budowlanych, wg PN-EN ISO 12524:2003, PN-EN ISO 6946:1999 i PN-91/B-02020

L.p.	Grupa materiałowa / materiał	Gęstość w stanie suchym (średnia), kg/m ³
1.	Beton z kruszywa keramzytowego	1600
2.	Mur z betonu komórkowego na cienkowarstwowej zaprawie klejącej lub na zaprawie o przewodności cieplnej porównywalnej do przewodności cieplnej betonu komórkowego	700–800
3.	Beton z żużla paleniskowego	1800
4.	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie cementowo-wapiennej (bez tynku)	1800
5.	Mur z cegły dziurawki na zaprawie cementowo-wapiennej (bez tynku)	1400
6.	Beton zwykły z kruszywa kamiennego	2400
7.	Mur z cegły silikatowej drążonej i bloków drążonych	1600
8.	Mur z cegły klinkierowej	1900
9.	Mur z pustaków ceramicznych M-44	1070
10.	Mur z pustaków Porotherm 8 P+W na zaprawie zwykłej	800
11.	Płyty okładzinowe ceramiczne	2000
12.	Tynk gipsowy	1000–1300
13.	Tynk lub gładź cementowa	2000
14.	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	1850
15.	Tynk wapienny	1700
16.	Tynk wapienno-piaskowy	1600



Rys. 1. Szkic sytuacyjny dla pomiarów w kościele

4.2. Wyniki badań zawilgocenia murów wewnątrz i na zewnątrz, wysokość strefy zawilgocenia

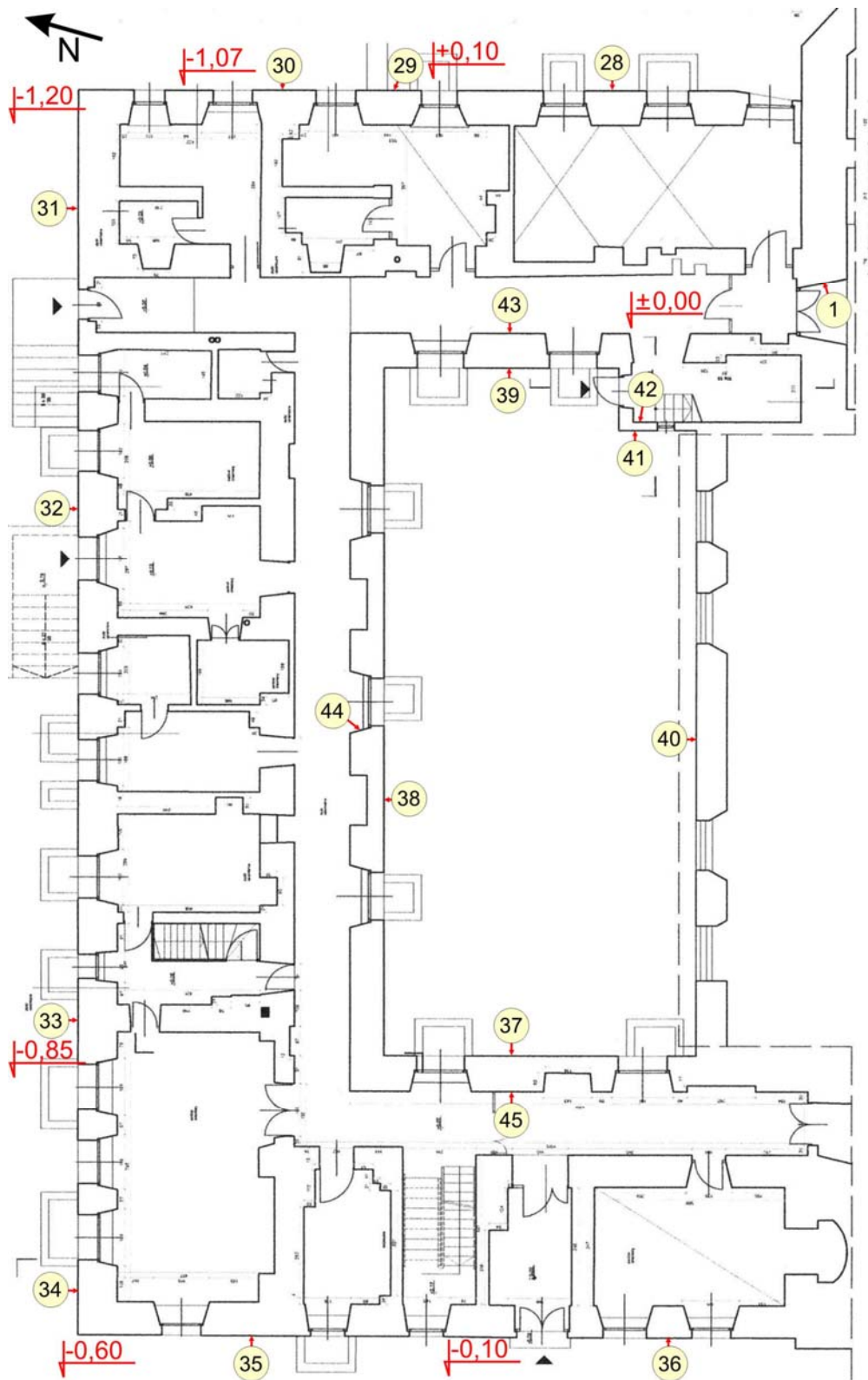
Badania przeprowadzono w dniu 28.10.2020 r. w godzinach 12:00–16:00. Pogoda na zewnątrz: zachmurzenie całkowite, wiatr 1–3 m/s, bez opadów. W tygodniu poprzedzającym były przelotne deszcze, zachmurzenie zmienne oraz dość chłodno, w granicach 8–12°C. W tabelach czerwoną czcionką numery punktów pomiarowych zaznaczone na szkicu.

Tab. 5. Wyniki badań wewnątrz kościoła. Przyrząd GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50

5.1. Prezbiterium					
Punkt pomiarowy	Ściana północna 1	Ściana północna 2	Ściana wschodnia 3	Ściana południowa 4	
C wys. 1,5 m	40	57	54	87	
B wys. 1,0 m	47	80	109	107	
A wys. 0,3 m	69	94	114	126	
5.2. Pilaster łuku tęczowego					
Punkt pomiarowy	Północny 17	Południowy 5			
C wys. 1,5 m	57	45			
B wys. 1,0 m	51	107			
A wys. 0,3 m	62	138			
5.3. Filary nawy					
Punkt pomiarowy	Filar 18	Filar 19			
C wys. 1,5 m	46	41			
B wys. 1,0 m	48	49			
A wys. 0,3 m	68	59			
5.4. Ściany nawy południowe					
Punkt pomiarowy	6	7	8	9	10
D wys. 2,0 m	-	-	54	-	-
C wys. 1,5 m	91	68	96	42	56
B wys. 1,0 m	53	81	80	45	58
A wys. 0,3 m	63	59	87	74	93
5.5. Ściany nawy północne					
Punkt pomiarowy	11	14	15	16	
D wys. 2,0 m	-	68	66	59	
C wys. 1,5 m	51	78	88	66	
B wys. 1,0 m	50	100	83	119	
A wys. 0,3 m	82	123	114	126	
5.6. Kruchta					
Punkt pomiarowy	12	13			
D wys. 2,0 m	45	-			
C wys. 1,5 m	41	75			
B wys. 1,0 m	82	79			
A wys. 0,3 m	114	116			

Tab. 6. Wyniki badań zawilgocenia murów na zewnątrz kościoła. Przyrząd GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50

6.1. Prezbiterium od strony zewnętrznej				
Punkt pomiarowy	Ściana południowa 25	Ściana wschodnia 26	Ściana północna 27	
C wys. 1,5 m	69	52	52	
B wys. 1,0 m	76	80	64	
A wys. 0,3 m	75	78	84	
6.2. Ściany nawy południowe od strony zewnętrznej				
Punkt pomiarowy	24	23	22	21
C wys. 1,5 m	78	48	53	71
B wys. 1,0 m	84	45	55	49
A wys. 0,3 m	92	69	75	75
6.3. Ściany zachodnie kruchty od strony zewnętrznej				
Punkt pomiarowy	20			
C wys. 1,5 m	66			
B wys. 1,0 m	65			
A wys. 0,3 m	69			
6.4. Ściany nawy północne od strony zewnętrznej				
Punkt pomiarowy	40			
C wys. 1,5 m	66			
B wys. 1,0 m	53			
A wys. 0,3 m	82			



Rys. 2. Szkic sytuacyjny dla pomiarów w klasztorze

Tab. 7. Wyniki badań zawilgocenia murów wewnątrz klasztoru. Przyrząd GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50

Klasztor – ściany zewnętrzne od wewnątrz				
Punkt pomiarowy	42	43	44	45
C wys. 1,5 m	43	50	41	103
B wys. 1,0 m	54	98	114	88
A wys. 0,3 m	84	86	75	67

Tab. 8. Wyniki badań zawilgocenia murów na zewnątrz klasztoru. Przyrząd GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50

8.1. Klasztor – pomiary od zewnątrz w elewacji – strona wschodnia				
Punkt pomiarowy	28	29	30	
C wys. 1,5 m	48	50	55	
B wys. 1,0 m	52	47	53	
A wys. 0,3 m	50	48	81	
8.2. Klasztor – pomiary od zewnątrz w elewacji – strona północna				
Punkt pomiarowy	31	32	33	34
D wys. 2,0 m	67	-	-	
C wys. 1,5 m	92	66	94	61
B wys. 1,0 m	88	73	49	80
A wys. 0,3 m	101	84	102	63
8.3. Klasztor – pomiary od zewnątrz w elewacji – strona zachodnia				
Punkt pomiarowy	35	36		
C wys. 1,5 m	53	52		
B wys. 1,0 m	58	83		
A wys. 0,3 m	52	111		
8.4. Klasztor – pomiary od zewnątrz w elewacji, dziedziniec				
Punkt pomiarowy	37	38	39	41
C wys. 1,5 m	47	45	82	45
B wys. 1,0 m	58	45	62	48
A wys. 0,3 m	74	76	94	92

Tab. 9. Wyniki badań zawilgocenia murów w podpiwniczeniu i krypcie. Przyrząd GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50

9.1. Klasztor – pomiary w piwnicy		
Punkt pomiarowy	ściana zewn. Od strony dziedzińca	ściana wewnętrzna
C wys. 1,5 m	127	90
B wys. 1,0 m	89	98
A wys. 0,3 m	118	148
9.2. Krypta		
Punkt pomiarowy	ściana i strop krypty	
C strop	56	
B wys. 1,5 m	120	
A wys. 1,0 m	144	

5. Wizualna ocena zasolenia murów obiektu

Uszkodzenia tynku związane z zawilgoceniem i prawdopodobnym zasoleniem występują głównie w kruchcie kościoła (gdzie został prawdopodobnie położony tynk z wysoką zawartością cementu) i w prezbiterium za ołtarzem. Większość tynków dolnej strefy ścian wewnątrz kościoła ma uszkodzenia związane z dawnym zawilgoceniem tynku lub ślady mykoorganizmów (fot. 2). Tynki na elewacji odnowione, w stanie dobrym, ta sama ocena dotyczy tynku wewnątrz klasztoru.



Fot. 2. Uszkodzenia powierzchni tynku za ołtarzem związane są ze wzrostem mykoorganizmów



Fot. 3. Uszkodzenia tynku na wschodniej ścianie prezbiterium, pod oknem, za ołtarzem (punkt pomiarowy nr 3)



Fot. 4. Uszkodzenia związane z zawilgoceniem na ościeżu drzwi zewnętrznych do kruchty (punkt pomiarowy nr 13)



Fot. 5. Uszkodzenia związane z zawilgoceniem i zasoleniem na tynku kruchty (punkt pomiarowy nr 13)

6. Pomiary wysokości poziomu gruntu w stosunku do wysokości posadzki

Poziomy odniesienia gruntu w stosunku do poziomu posadzki w kościele zaznaczono na załączonym szkicu (rys. 1 i 2). Jako odniesienie do pomiarów użyto poziomu cokołu kościoła i klasztoru oraz mierzono różnicę poziomów posadzki i gruntu po obu stronach okien klasztoru.

7. Pomiary parametrów powietrza (temperatura i wilgotność względna) we wnętrzu i na zewnątrz

7.1. Krótki opis przyrządu pomiarowego

Pomiary klimatu, temperatury ściany i punktu rosy wykonywano za pomocą miernika TROTEC T 250. Jest to urządzenie wielofunkcyjne — łączy w sobie termometr, higrometr, pirometr laserowy i miernik punktu rosy. Urządzenie pracuje w trzech trybach i ma różne funkcje pomiarów, wszystko to sterowane jest jednym przyciskiem.

W trybie TH urządzenie pracuje jako higrometr i termometr.

W trybie IR urządzenie T 250 używane jest jako pirometr laserowy do mierzenia temperatury powierzchni, gdzie promień lasera wskazuje miejsce pomiaru.

Tryb DP wyświetla jednocześnie punkt rosy i temperaturę powierzchni.

Jeśli temperatura ściany spadnie poniżej punktu rosy, urządzenie T 250 powiadamia o tym za pomocą sygnału laserowego i alarmu dźwiękowego. Funkcja alarmu służy do ostrzegania o wystąpieniu niedopuszczalnych wartości. Wartości graniczne alarmu można skonfigurować według własnych potrzeb.

Dane techniczne T 250:

Zakres pomiaru temperatury powietrza: od -20°C do $+50^{\circ}\text{C}$

Rozdzielczość wskazań temperatury powietrza: $0,1^{\circ}\text{C}$

Zakres pomiaru wilgotności powietrza: 5–95% RH

Rozdzielczość wskazań wilgotności powietrza: $0,1\%$ RH

Zakres pomiaru temperatury powierzchni: od -20°C do $+60^{\circ}\text{C}$

Rozdzielczość wskazań temperatury powierzchni: $0,1^{\circ}\text{C}$.



Fot. 6. Przyrząd TROTEC T 250

7.2. Pomiary warunków klimatycznych w obiekcie i na zewnątrz

Zestawienie pomiarów wykonano na podstawie badań przeprowadzonych jednorazowo, w środę dn. 28.10.2020 r. o godz. 14:05–15:40. Nie zbierano danych w dłuższym czasie, stąd brak obliczeń dotyczących amplitud dobowych (ΔT , ΔRH). Pogoda na zewnątrz: zachmurzenie całkowite, wiatr 1–3 m/s, bez opadów. W tygodniu poprzedzającym przelotne deszcze, zachmurzenie zmienne oraz dość chłodno, w granicach $8-12^{\circ}\text{C}$.

W trakcie badań kościoł był nieogrzewany, ogrzewany był klasztor.

Tab. 10. Ogólne warunki klimatyczne wewnątrz i na zewnątrz obiektu. Miernik TROTEC T 250 na wysokości 1 m nad podłożem, w cieniu

Data	Na zewnątrz		Nawa wewnątrz		Kruchta wewnątrz		Prezbiterium wewnątrz		Krypta		Chór H=8 m	
	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]
28.10.2020	15:40		14:05		15:25		15:10		14:15		14:07	
Klimat	85,2	9,8	72,0	12,8	73,8	11,9	72,9	13,7	76,4	11,5	70,5	13,2

7.3. Pomiary prawdopodobieństwa kondensacji pary wodnej

Tab. 11. Pomiary prawdopodobieństwa kondensacji pary wodnej. Miernik TROTEC T 250

Miejsce pomiaru (30 cm nad posadzką)	Godzina	RH [%] powietrza	T [°C] powietrza	T [°C] punktu rosy	T [°C] Muru	Grubość Muru w miejscu Pomiaru [cm]	Prawdopodo- bieństwo kondensacji pary wodnej – różnica od punktu rosy [°C]
Prezbiterium – ściana wschodnia	15:12	72,9	13,3	8,5	11,5	110	3,0
Prezbiterium – ściana południowa	15:13	75,0	13,4	9,0	11,5	100	2,5
Prezbiterium – ściana północna	15:11	73,3	13,6	8,9	12,8	100	3,9
Nawa - ściana południowa pod oknem wschodnim	15:13	72,5	13,3	8,4	11,7	80	3,3
Nawa - ściana południowa pod oknem zachodnim	15:14	71,2	13,3	8,1	12,2	80	4,1
Nawa – ściana zach. od str. południowej	15:16	70,8	13,2	8,0	12,8	100	4,8
Nawa – ściana zach. od str. północnej	15:22	71,6	12,7	7,7	12,0	100	4,3
Nawa - ściana północna pod oknem zachodnim	15:23	71,7	13,2	8,2	11,8	80	3,6
Nawa - ściana północna pod oknem wschodnim	15:24	73,2	13,1	8,4	11,9	80	3,5
Kruchta – ściana północna	15:17	72,7	12,5	7,7	12,0	120	4,3
Kruchta – ściana zachodnia	15:18	72,3	12,4	7,5	10,7	120	3,2
Kruchta – ściana południowa	15:19	71,5	12,5	7,4	11,7	120	4,3
Klasztor – korytarz, ściana zewnętrzna południowa od strony dziedzińca	15:30	66,1	15,9	9,5	15,6	94	6,1

Pomiary wykonano bezpośrednio przy ścianach zewnętrznych od strony wewnętrznej w kilku miejscach, na wysokości ok. 30 cm od posadzki, oraz w narożnikach, wg podanego przez zamawiającego w wytycznych schematu. Najmniejszy odstęp temperatury ściany od temperatury punktu rosy, wynoszący 2,5°C, stwierdzono w prezbiterium od strony południowej, za ołtarzem.

7.4. Pomiary prawdopodobieństwa kondensacji pary wodnej po nabożeństwie

W trakcie badań nie odbywało się nabożeństwo.

7.5. Pomiar gradientu pionowego temperatury

Wykonano jedynie pomiar na chórze, na wysokości 8 m. Wyniki w tabeli ogólnej nr 10.

8. Pomiary prędkości przepływów powietrza

Pomiary pozwalają ocenić ruch powietrza w obiekcie, także na tle sytuacji na zewnątrz, jego cyrkulację w różnych punktach wnętrza, równomierność rozkładu temperatury, komfort wentylacyjny lub jego brak.

Tab. 12. Pomiary prędkości przepływów powietrza. Urządzenie pomiarowe — termoanemometr CEM DT-8894

Lokalizacja nr 3	Data — 28.10.2020 r.		
	Prędkość przepływu powietrza [m/s]	Temperatura powietrza [°C]	
Pomiar na zewnątrz kościoła			
Przed wejściem do kościoła	3 m/s	9,8°C	
Pomiary we wnętrzu przy drzwiach zamkniętych			
Wysokość punktu pomiarowego	30 cm	100 cm	150 cm
Przed ołtarzem	0	0	0
Na środku nawy głównej	0	0	0
Przy głównych drzwiach wejściowych	0,3	0,3	0
Przy drzwiach do kruchty	0,3	0	0
Przy drzwiach do zakrystii	0	0	0
Przy drzwiach na klatkę schodową empory organowej	brak pomiaru	brak pomiaru	brak pomiaru
Na emporze organowej	brak pomiaru	brak pomiaru	brak pomiaru
Przy drzwiach na poddasze kościoła	brak pomiaru	brak pomiaru	brak pomiaru
Na strychu przy otworze wentylacyjnym w sklepieniu	brak pomiaru	brak pomiaru	brak pomiaru
Pomiary we wnętrzu przy drzwiach otwartych			
Przed ołtarzem	0	0	0
Pośrodku nawy głównej	0	0	0
Przy głównych drzwiach wejściowych	1,2	1	1
Przy drzwiach do kruchty	1,2	1,5	1
Przy drzwiach do zakrystii	0	0	0
Przy drzwiach na klatkę schodową empory organowej	brak pomiaru	brak pomiaru	brak pomiaru
Na emporze organowej	brak pomiaru	brak pomiaru	brak pomiaru
Przy drzwiach na poddasze kościoła	brak pomiaru	brak pomiaru	brak pomiaru
Na strychu w otworze wentylacyjnym w sklepieniu	brak pomiaru	brak pomiaru	brak pomiaru

Istnieje przepływ powietrza przez kryptę, wymuszony różnicą ciśnień, gdyż po obu stronach elewacji krypta posiada otwarte okienka. Pomiar przepływu w okienku od strony zewnętrznej (północnej, na wirydarzu) ok. 1,32–1,5 m/s.

9. Spostrzeżenia i wnioski autora opracowania

9.1. Spostrzeżenia dotyczące zawilgocenia murów obiektu

Stan wilgotnościowy obiektu na podstawie badań elektronicznych określić można jako zadowalający.

Do badań dokładnych inwazyjnych (wagosuszarkowych) oraz zasolenia zakwalifikować należy południową i wschodnią część prezbiterium od strony wewnętrznej za ołtarzem, południowy pilaster łuku tęczowego, ściany wewnątrz kruchty oraz północne ściany nawy w miejscach 14, 15 i 16. W klasztorze sprawdzić należy, czy podwyższone elektroniczne wskazania w miejscach 44 i 45 są faktycznym zawilgoceniem muru, maskowanym przez tynki WTA, czy wynikają z wysycenia solami tych tynków. Do sprawdzenia są również miejsca 31 i 33 w elewacji północnej oraz 36 w zachodniej elewacji klasztoru.

9.2. Spostrzeżenia dotyczące klimatu i zagrożenia kondensacją w obiekcie

Najbardziej newralgiczna pod względem zagrożenia kondensacją i wzrostem mykoorganizmów jest przestrzeń za ołtarzem w prezbiterium. Wynika to z braku cyrkulacji powietrza w tym miejscu. Sugeruje się rozszczelnienie okna, które znajduje się we wschodniej ścianie prezbiterium za ołtarzem. Sposób rozszczelnienia (mikrouchył lub szczelina nawiewna) należy uzgodnić z konserwatorem zabytków.

Badania stopnia osuszenia murów obiektu

Nr 4



Opracowanie na zlecenie Narodowego Instytutu Dziedzictwa

Listopad 2020

1. Cel wykonania dokumentacji

Badanie stopnia osuszenia murów na podstawie standardu określonego przez zamawiającego w załączniku nr 2 do umowy nr NID/U/123/20 z dnia 15.09.2020 r.

2. Krótki opis obiektu

Datowanie:

Kościół po raz pierwszy wzmiankowany w 1335 r. Obecny kościół murowany wzniesiony został w pierwszej połowie XV w. w stylu gotyckim. W 1593 r. została dobudowana gotycko-renesansowa wieża. Remontowany w 1960 r., potem w 1999 r. odnowiono wieżę i pokryto dach blachą miedzianą.

Forma architektoniczna, konstrukcja, rodzaj budulca:

Kościół jednonawowy, zbudowany w całości z kamienia ciosanego, w odsłoniętych częściach widać zarówno piaskowiec, jak i granit. Od strony zachodniej wąska kruchta, nad którą wieża. Posadzka nawy z płytek ceramicznych, podwyższenie prezbiterium wykonano z płyt OSB — wg relacji proboszcza jest to prowizoryczne, przed odtworzeniem posadzki. Nad nawą strop drewniany z czterema otworami wentylacyjnymi. Od południowej strony nawy boczne wejście do kościoła. Nad prezbiterium dwuprzęsłowe sklepienie gotyckie o konstrukcji krzyżowo-żebrowej. Wschodnia ściana prezbiterium trójbocznie zakończona. Od północnej strony prezbiterium wejście do zakrystii. Zakrystia zbudowana jest z cegły. Strop nad zakrystią drewniany, posadzka z płytek ceramicznych. Chór drewniany, podparty drewnianymi filarami.

Wymiary, kubatura, grubość murów:

Szacunkowa powierzchnia zabudowy kościoła to ok. 285 m². Długość budowli to ok. 25 m, szerokość w najszerszym miejscu wraz z zakrystią wynosi ok. 14,9 m¹. Grubość murów uwidocznioma jest na załączonym szkicu (rys. 1).

Otoczenie obiektu (rodzaj nawierzchni, spadki terenu itp.):

Kościół na niewielkim wyniesieniu, otoczony opaską żwirową i wybrukowaną dookólną drogą. Przy wejściu południowym utwardzenie z większych, nieregularnych kamieni.

1 Dane przybliżone (z Geoportalu).

3. Prace w celu osuszania w obiekcie

Tab. 1. Zakres prac w celu osuszenia w obiekcie

Zabieg	Nie	Tak, rok	Zastosowane metody i technologie, krótka charakterystyka rozwiązań
Izolacja pozioma	X		
Izolacja pionowa		2010 ?	Po odkopaniu i wyrównaniu mury pod ziemią pokryto tynkiem uszczelniającym Keim Porosan Dich-tungschlamme na obrzutce Keim Porosan Trass Zementputz i warstwą tynku podkładowego KEIM Porosan Ausgleichsputz NP oraz zagruntowano środkiem hydrofobizującym Keim Silangrund (opis wg projektu). Tak wykonaną przeponę pionową zabezpieczono folią kubełkową. Folia (widoczna jest ponad opaską żwirową) przy-mocowana do muru listwą
Wymiana zasolonych tynków (rodzaj założonych)		2010, 2014	Usunięcie zasolonych tynków w 2010 r. Położenie nowych w 2014. Partię cokołową elewacji tynkowano wg projektu tynkami renowacyjnymi KEIM Porosan Trass Sanierputz NP na obrzutce Keim Porosan Trass Zementputz i warstwie tynku podkładowego KEIM Porosan Ausgleichsputz NP
Reprofilacja gruntu przylegającego		?	Prawdopodobnie wykonywano (wg relacji proboszcza)
Zabezpieczenie przed wodą odpryskową		2014	Wykonanie opaski żwirowej
Usprawnienie systemu odprowadzania wód opadowych (rynny, rury spustowe)		2002	Tak wg danych przekazanych przez inż. prowadzącego prace
Zabezpieczenia przed bezpośrednim zalewaniem wodą z opadów — opierzenia, hydrofobizacja itp.	?		Brak danych
Zabezpieczenie przed napływem wód gruntowych i rozproszonych (systemy drenarskie)		2014	Wg opisu w projekcie: drenaż, jako sieć rur karbowanych z PVC-U dzll3 z otworami 2,5×5 mm i filtrem z włókna syntetycznego np. firmy Wavin. Odprowadzenie wód drenażowych odbywać się będzie do studni S 158.26/156.26 istniejącej wiejskiej sieci kanalizacji deszczowej. Średnia głębokość posadowienia ok.70–90 cm jednak zawsze powyżej poziomu łąw fundamentowych. W obiekcie widać, że wokół murów wykonano opaskę żwirową szer. ok. 60 cm ograniczoną obrzeżem chodnikowym. Wg informacji proboszcza drenaż wykonano 1 m od ściany kościoła (obecnie całość powierzchni, od murów kościoła do owalnej brukowanej alejki, wysypana żwirem)
Usprawnienie systemu wentylacji	X		
Wykonanie/usprawnienie systemu ogrzewania (typ obecnego ogrzewania)	X		Brak ogrzewania w kościele

Załączniki: Dokumentacja projektu remontu otrzymana mailem od inżyniera. prowadzącego prace

4. Pomiary wilgotności murów obiektu i wysokości strefy zawilgocenia

4.1. Krótki opis przyrządu pomiarowego

Pomiary wykonywano za pomocą przyrządu GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50. Aktywne elektrody B 50 i B 60 to dielektryczny czujnik wilgoci ze zintegrowanym obwodem. Podstawą pomiaru jest metoda pomiaru stałej dielektrycznej. Między kulką-elektrodą i mierzonym materiałem, z którym się styka, jest pole pomiarowe w takiej konfiguracji, na którą ma wpływ gęstość mierzonego materiału budowlanego i jego wilgotność. Jeśli gęstość materiału jest stała, zmiany w polu pojemności można dopasować do zmiany wilgotności mierzonego materiału. Zakres pomiarowy rozciąga się od 0 do 199, tzn. wyświetlane wartości są wartościami względnymi. Wskazują one na rozróżnienie między suchym a wilgotnym materiałem budowlanym. Im wyższa zmierzona wartość, tym wyższa zawartość wilgoci w mierzonym materiale. Wyciąganie wniosków na temat rzeczywistej zawartości wilgoci w procentach względem zmierzonej wartości względnej jest dopuszczalna tylko w przypadku normalnego procesu suszenia, w nieobecności soli, wytwarzającej zawilgocenie higroskopijne. Czynnikiem mającym wpływ na pomiar jest gęstość materiału budowlanego, który ma być mierzony — należy wziąć ją pod uwagę. Wysokie gęstości prowadzą do wyższych wyświetlanych wartości, niezależnie od zawartości wilgoci.



Fot. 1. Przyrząd GANN Hydromette UNI 1

Tab. 2. Skala pomiarowa dla przyrządu GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50, uwzględniająca gęstość materiału

Gęstość materiału budowlanego w kg/m^3	Wartość na wyświetlaczu przyrządu GANN Hydromette UNI 1 elektroda B 50 lub B 60					
	BARDZO SUCHY	SUCHY	MNIEJ SUCHY	WILGOTNY	BARDZO WILGOTNY	MOKRY
Do 600	10–20	20–40	40–60	60–90	90–110	> 100
600–1200	20–30	30–50	50–70	70–100	100–120	> 120
1200–1800	20–40	40–60	60–80	80–110	110–130	> 130
Ponad 1800	30–50	50–70	70–90	90–120	120–140	> 140

Dla potrzeb niniejszego opracowania przyjęto następującą skalę uśrednioną, przedstawioną w tabeli 3, zakładając, że gęstość badanych materiałów jest w zakresie 1200–1800 kg/m^3 (tab. 4). Zakresom wartości przypisano odpowiednie kolory tła w tabelach pomiarowych. Wskazania zaokrąglono do całości.

Tab. 3. Przyjęta do oceny zawilgocenia skala pomiarowa przyrządu GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50

Wartość na wyświetlaczu przyrządu GANN Hydromette UNI 1 elektroda B 50 lub B 60				
SUCHY	MNIEJ SUCHY	WILGOTNY	BARDZO WILGOTNY	MOKRY
0–60	60–80	80–110	110–130	> 130

Tab. 4. Zestawienie gęstości wybranych materiałów budowlanych, wg PN-EN ISO 12524:2003, PN-EN ISO 6946:1999 i PN-91/B-02020

L.p.	Grupa materiałowa / materiał	Gęstość w stanie suchym (średnia), kg/m ³
1.	Beton z kruszywa keramzytowego	1600
2.	Mur z betonu komórkowego na cienkowarstwowej zaprawie klejącej lub na zaprawie o przewodności cieplnej porównywalnej do przewodności cieplnej betonu komórkowego	700–800
3.	Beton z żużla paleniskowego	1800
4.	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie cementowo-wapiennej (bez tynku)	1800
5.	Mur z cegły dziurawki na zaprawie cementowo-wapiennej (bez tynku)	1400
6.	Beton zwykły z kruszywa kamiennego	2400
7.	Mur z cegły silikatowej drążonej i bloków drążonych	1600
8.	Mur z cegły klinkierowej	1900
9.	Mur z pustaków ceramicznych M-44	1070
10.	Mur z pustaków Porotherm 8 P+W na zaprawie zwykłej	800
11.	Płyty okładzinowe ceramiczne	2000
12.	Tynk gipsowy	1000–1300
13.	Tynk lub gładź cementowa	2000
14.	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	1850
15.	Tynk wapienny	1700
16.	Tynk wapienno-piaskowy	1600

4.2. Wyniki badań zawilgocenia murów wewnątrz i na zewnątrz, wysokość strefy zawilgocenia

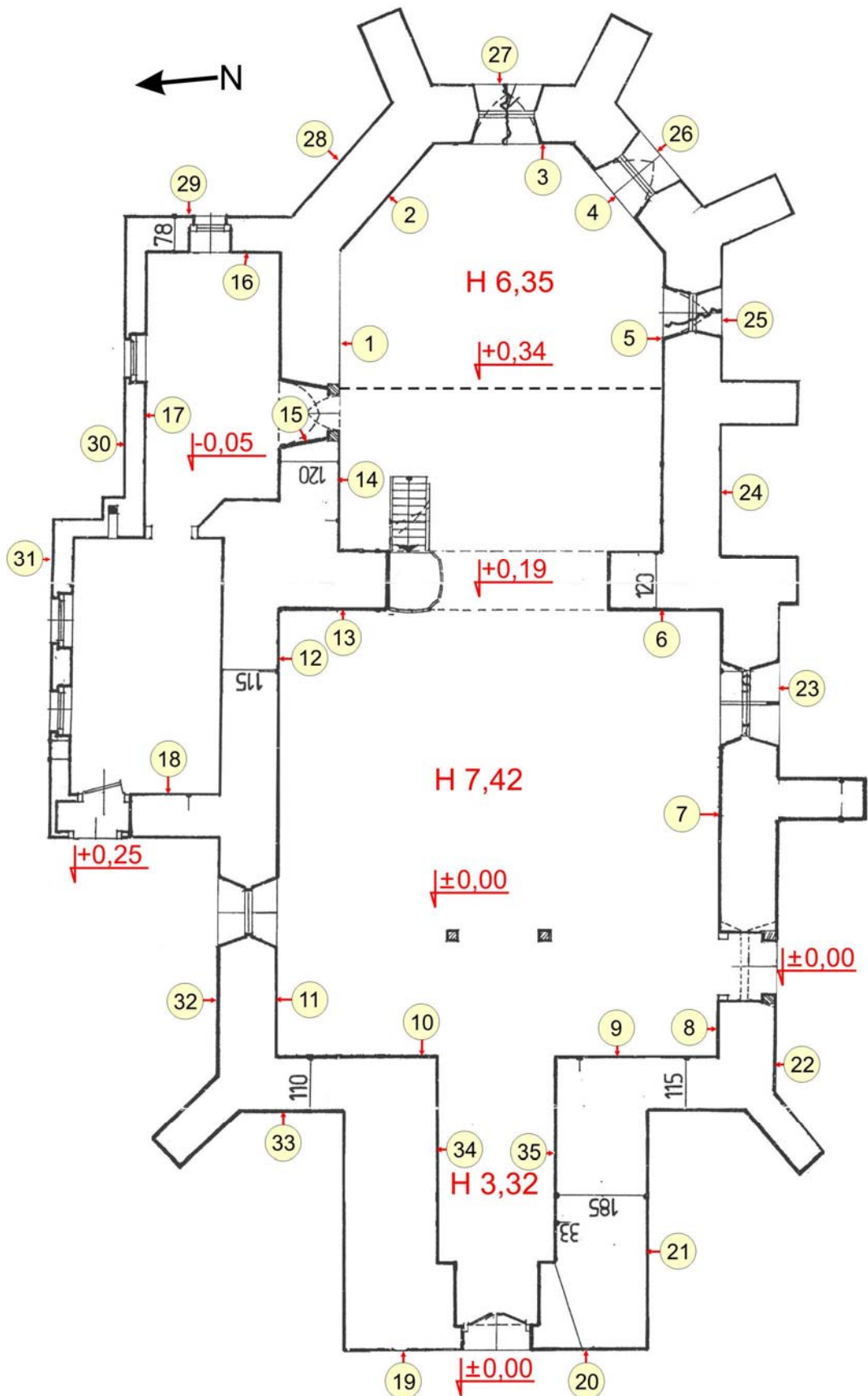
Badania przeprowadzono w poniedziałek 2.11.2020 r. w godzinach 10:00–14:30. Pogoda na zewnątrz: pochmurno, bezwietrznie, lekkie przelotne opady. Po chłodnym poprzednim tygodniu ociepiło się i temperatura osiągnęła 16°C, przy dużej wilgotności względnej powietrza, co przyniosło w skutkach wzmożenie zagrożenia kondensacją w chłodniejszych, po poprzednim okresie, wnętrzach kościołów. W tygodniu poprzedzającym było początkowo pogodnie, następnie przelotne deszcze przeszły w piątek i weekend w opady ciągłe, temperatura w weekend była w zakresie 8–10°C.

Tab. 5. Wyniki badań wewnątrz. Przyrząd GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50

5.1. Prezbiterium						
Punkt pomiarowy	Ściana północna 14	Ściana północna 1	Ściana północn.-wsch 2	Ściana wschodnia 3	Ściana połudn.-wsch. 4	Ściana południowa 5
E wys. 2,5 m	136	140	145	143	138	-
D wys. 2,0 m	142	145	145	145	125	-
C wys. 1,5 m	101	135	135	135	129	49
B wys. 1,0 m	90	86	139	140	53	48
A wys. 0,3 m	98	86	81	130	134	64
5.2. Pilaster łuku tęczowego						
Punkt pomiarowy	Północny 13	Południowy 6				
E wys. 2,5 m	132	-				
D wys. 2,0 m	147	-				
C wys. 1,5 m	143	60				
B wys. 1,0 m	148	77				
A wys. 0,3 m	113	121				
5.3. Ściany nawy południowe			5.4. Ściany nawy zachodnie			
Punkt pomiarowy	7	8	9	10		
E wys. 2,5 m	-	-	132	69		
D wys. 2,0 m	53	-	133	125		
C wys. 1,5 m	52	56	139	146		
B wys. 1,0 m	62	57	92	103		
A wys. 0,3 m	129	51	104	144		
5.5. Kruchta			5.6. Ściany nawy północne			
Punkt pomiarowy	Ściana półn. 34	Ściana połudn. 35	11	12		
E wys. 2,5 m	146	137	-	-		
D wys. 2,0 m	132	143	47	71		
C wys. 1,5 m	144	146	83	62		
B wys. 1,0 m	boazeria	boazeria	93	132		
A wys. 0,3 m	boazeria	boazeria	85	138		
5.7. Zakrystia						
Punkt pomiarowy	Wejście 15	ściana wsch. 16	ściana półn. 17	ściana zach. 18		
E wys. 2,5 m	-	122	-	-		
D wys. 2,0 m	134	141	48	59		
C wys. 1,5 m	137	131	64	65		
B wys. 1,0 m	110	119	121	74		
A wys. 0,3 m	129	133	124	141		

Tab. 6. Wyniki badań na zewnątrz. Przyrząd GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50

6.1. Prezbiterium od zewnątrz					
Punkt pomiarowy	Ściana północn.-wsch. 28	Ściana wschodnia 27	Ściana połudn.-wsch. 26	Ściana południowa 25	Ściana południowa 24
E wys. 2,5 m	141	132	122	-	-
D wys. 2,0 m	144	130	130	-	-
C wys. 1,5 m	146	149	118	60	56
B wys. 1,0 m	150	145	73	53	70
A wys. 0,3 m	143	114	73	65	74
6.2. Ściany nawy południowe od zewn.			6.3. Ściany nawy północne		
Punkt pomiarowy	23	22	Ściana pn-zach. 33	32	
E wys. 2,5 m	-	-	82	116	
D wys. 2,0 m	-	-	126	125	
C wys. 1,5 m	60	65	90	72	
B wys. 1,0 m	65	107	116	128	
A wys. 0,3 m	68	84	101	101	
6.4. Kruchta od strony zewnętrznej					
Punkt pomiarowy	Ściana połudn. 21	Ściana zach. 20	Ściana zach. 19		
E wys. 2,5 m	143	83	89		
D wys. 2,0 m	145	130	102		
C wys. 1,5 m	145	130	145		
B wys. 1,0 m	150	105	136		
A wys. 0,3 m	142	136	105		
6.5. Zakrystia od strony zewnętrznej					
Punkt pomiarowy	ściana półn. 31	ściana półn. 30	ściana wsch. 29		
E wys. 2,5 m	-	-	62		
D wys. 2,0 m	-	56	69		
C wys. 1,5 m	56	64	132		
B wys. 1,0 m	46	90	118		
A wys. 0,3 m	106	98	105		



Rys. 1. Rzut poziomy kościoła z zaznaczonymi poziomami odniesienia, grubościami murów i miejscami pomiarów

5. Wizualna ocena zasolenia murów obiektu

Uszkodzenia związane z zawilgoceniem lub pękaniem ścian czy niewłaściwym tynkiem występują w wielu miejscach. Te najbardziej wyraźne pokazane są na poniższych fotografiach.



Fot. 2. Uszkodzenia tynku na zewnątrz wschodniej ściany zakrystii odsłaniają kamienie w murze



Fot. 3. Miejsce odspojenia tynku na południowej ścianie nawy ujawnia kamienne bloki muru



Fot. 4. Uszkodzenia tynku w dolnej strefie naprawiane były wyraźnie innym rodzajem tynku



Fot. 5. Naprawy spękań muru. Problem pęknięć występuje w kościele od dawna, wymieniany był w projekcie z 2007r.



Fot. 6. Złuszczenie się i marszczenie lamperii olejnej przy schodach na chór



Fot. 7. Uszkodzenia tynku w dolnej strefie ściany nawy (miejsce pomiaru 13)

6. Pomiary wysokości poziomu gruntu w stosunku do wysokości posadzki

Pomiaru poziomów gruntu w stosunku do poziomu nawy kościoła dokonano na podstawie poziomów przy wejściu bocznym i głównym oraz oceny nachylenia terenu. Wyniki są przedstawione na załączonym na rys. 1 szkicu sytuacyjnym. Grunt okalający jest na większości obwodu kościoła na poziomie równym z jego posadzką. Niewielkie przewyższenie jest w okolicy prezbiterium (dwa schodki, każdy wysokości kilkunastu cm). W zakrystii poziom posadzki poniżej poziomu gruntu.

7. Pomiary parametrów powietrza (temperatura i wilgotność względna) we wnętrzu i na zewnątrz

7.1. Krótki opis przyrządu pomiarowego

Pomiary klimatu, temperatury ściany i punktu rosy wykonywano za pomocą miernika TROTEC T 250. Jest to urządzenie wielofunkcyjne — łączy w sobie termometr, higrometr, pirometr laserowy i miernik punktu rosy. Urządzenie pracuje w trzech trybach i ma różne funkcje pomiarów, wszystko to sterowane jest jednym przyciskiem.

W trybie TH urządzenie pracuje jako higrometr i termometr.

W trybie IR urządzenie T 250 używane jest jako pirometr laserowy do mierzenia temperatury powierzchni, gdzie promień lasera wskazuje miejsce pomiaru.

Tryb DP wyświetla jednocześnie punkt rosy i temperaturę powierzchni.

Jeśli temperatura ściany spadnie poniżej punktu rosy, urządzenie T 250 powiadamia o tym za pomocą sygnału laserowego i alarmu dźwiękowego. Funkcja alarmu służy do ostrzegania o wystąpieniu niedopuszczalnych wartości. Wartości graniczne alarmu można skonfigurować według własnych potrzeb.

Dane techniczne T 250:

Zakres pomiaru temperatury powietrza: od -20°C do $+50^{\circ}\text{C}$

Rozdzielczość wskazań temperatury powietrza: $0,1^{\circ}\text{C}$

Zakres pomiaru wilgotności powietrza: 5–95% RH

Rozdzielczość wskazań wilgotności powietrza: $0,1\%$ RH

Zakres pomiaru temperatury powierzchni: od -20°C do $+60^{\circ}\text{C}$

Rozdzielczość wskazań temperatury powierzchni: $0,1^{\circ}\text{C}$.



Fot.
8. Przyrząd TROTEC T 250

7.2. Pomiary warunków klimatycznych w obiekcie i na zewnątrz

Zestawienie pomiarów wykonano na podstawie badań przeprowadzonych jednorazowo, w poniedziałek dn. 2.11.2020 r. o godz. 12:30–14:00. Nie zbierano danych w dłuższym czasie, stąd brak obliczeń dotyczących amplitud dobowych (ΔT , ΔRH). Pogoda na zewnątrz: pochmurno, bezwietrznie, lekkie przelotne opady. Po chłodnym poprzednim tygodniu ociepliło się i temperatura osiągnęła 16°C, przy dużej wilgotności względnej powietrza, co przyniosło w skutkach wzmożenie zagrożenia kondensacją w chłodniejszych, po poprzednim okresie, wnętrzach kościołów. W tygodniu poprzedzającym było początkowo pogodnie, następnie przelotne deszcze przeszły w piątek 30 października i w weekend w opady ciągłe, temperatura w weekend była w zakresie 8–10°C.

Tab. 7. Ogólne warunki klimatyczne wewnątrz i na zewnątrz obiektu. Miernik TROTEC T 250 na wysokości 1 m nad podłożem, w cieniu

Data	Na zewnątrz		Nawa wewnątrz		Zakrystia wewnątrz		Prezbiterium wewnątrz		Ambona H=2,8 m		Chór H=4,23 m	
	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]
2.11.2020	14:00		12:38		13:07		12:45		13:30		13:33	
Klimat	100,0	16,1	90,6	13,1	95,6	12,5	90,1	12,0	92,4	12,8	93,5	13,1

7.3. Pomiary prawdopodobieństwa kondensacji pary wodnej

Tab. 8. Pomiary prawdopodobieństwa kondensacji pary wodnej. Miernik TROTEC T 250

Miejsce pomiaru (30 cm nad posadzką)	nr punktu pomiarowego wg szkicu	Godzina	RH [%] powietrza	T [°C] powietrza	T [°C] punktu rosy	T [°C] Muru	Grubość Muru w miejscu Pomiaru [cm]	Prawdopodobieństwo kondensacji pary wodnej – różnica od punktu rosy [°C]
Prezbiterium – ściana północna	2	12:40	92,4	12,9	11,7	11,7	115	0,0
Prezbiterium – ściana wschodnia	3	12:41	90,2	13,0	11,4	11,8	120	0,4
Prezbiterium – ściana południowa	5	12:43	90,6	13,1	11,6	12,2	120	0,6
Nawa - ściana południowa pod oknem wschodnim	7	12:45	90,7	13,2	11,7	12,4	115	0,7
Nawa - ściana południowa pod oknem zachodnim	8	12:46	90,6	13,1	11,6	12,5	115	0,9
Nawa – ściana zach. od str. południowej	9	12:47	90,6	13,1	11,6	12,2	>200	0,6
Nawa – ściana zach. od str. północnej	10	12:50	89,8	13,1	11,4	12,0	>200	0,6
Nawa - ściana północna pod oknem zachodnim	11	12:52	93,5	13,1	12,1	11,6	115	-0,5
Nawa - ściana północna pod oknem wschodnim	12	12:53	91,2	13,2	11,8	12,2	115	0,4
Zakrystia – ściana wchodnia	16	13:10	97,0	12,5	12,0	11,0	78	-1,0
Zakrystia – ściana północna	17	13:11	98,1	12,6	12,3	10,7	40	-1,6
Zakrystia – ściana zachodnia	18	13:12	97,1	12,5	12,0	10,8	80	-1,2

Pomiary wykonano bezpośrednio przy ścianach obwodowych od strony wewnętrznej w kilku miejscach, na wysokości ok. 30 cm od posadzki, oraz w narożnikach, wg podanego przez zamawiającego w wytycznych schematu. Wskutek wzrostu temperatury i wilgotności na zewnątrz przy niższej temperaturze wewnątrz kościoła, nastąpiły warunki sprzyjające występowaniu kondensacji. Temperatura ściany poniżej temperatury punktu rosy wystąpiła na ścianie północnej nawy, pod oknem zachodnim, oraz na wszystkich ścianach zakrystii. W pozostałych pomiarach odstęp temperatury ściany od temperatury punktu rosy był mniejszy od 1°C. Oznacza to zagrożenie rozwojem mykoorganizmów i w rzeczywistości na ścianach zakrystii i przejścia do zakrystii wyraźnie widoczne są kolonie pleśni (fot. 9 i 10).



Fot. 9. Kolonie mykoorganizmów na ścianie zakrystii



Fot. 10. Kolonie mykoorganizmów (u góry) i uszkodzenia z powodu zawilgocenia (niżej) na powierzchni ściany wejścia z prezbiterium do zakrystii

7.4. Pomiary prawdopodobieństwa kondensacji pary wodnej po nabożeństwie

W dniu badań nie odbywało się nabożeństwo.

7.5. Pomiar gradientu pionowego temperatury

Nie wykonywano pomiarów gradientu pionowego (brak nabożeństwa). Jednakże zmierzono parametry klimatu na ambonie i chórze w trakcie pomiarów ogólnych (tab. 7).

8. Pomiary prędkości przepływów powietrza

Pomiary pozwalają ocenić ruch powietrza w obiekcie, także na tle sytuacji na zewnątrz, jego cyrkulację w różnych punktach wnętrza, równomierność rozkładu temperatury, komfort wentylacyjny lub jego brak.

Tab. 9. Pomiary prędkości przepływów powietrza. Urządzenie pomiarowe — termoanemometr CEM DT-8894

Lokalizacja nr 4	Data — 2.11.2020 r.		
	Prędkość przepływu powietrza [m/s]	Temperatura powietrza [°C]	
Pomiar na zewnątrz kościoła			
Przed wejściem do kościoła	0 m/s	16,1°C	
Pomiary we wnętrzu przy drzwiach zamkniętych			
Wysokość punktu pomiarowego	30 cm	100 cm	150 cm
Przed ołtarzem	0	0	0
Na środku nawy głównej	0	0	0
Przy głównych drzwiach wejściowych	0	0	0
Przy drzwiach do kruchty	0	0	0
Przy drzwiach do zakrystii	0	0	0
Przy drzwiach na klatkę schodową empory organowej	0	0	0
Na emporze organowej	0	0	0
Przy drzwiach na poddasze kościoła	-	-	-
Na strychu przy otworze wentylacyjnym w sklepieniu	brak dostępu	brak dostępu	brak dostępu
Pomiary we wnętrzu przy drzwiach otwartych			
Przed ołtarzem	0	0	0
Pośrodku nawy głównej	0	0	0
Przy głównych drzwiach wejściowych	0	0	0
Przy drzwiach do kruchty	0	0	0
Przy drzwiach do zakrystii	0	0	0
Przy drzwiach na klatkę schodową empory organowej	0	0	0
Na emporze organowej	0	0	0
Przy drzwiach na poddasze kościoła	brak dostępu	brak dostępu	brak dostępu
Na strychu w otworze wentylacyjnym w sklepieniu	brak dostępu	brak dostępu	brak dostępu

W kościele i na zewnątrz w dniu badania brak było ruchu powietrza. Ruchom konwekcyjnym nie sprzyjała niższa niż na zewnątrz temperatura w kościele.

9. Spostrzeżenia i wnioski autora pomiarów

9.1. Spostrzeżenia dotyczące zawilgocenia murów obiektu

Pomiary elektroniczne wskazują, że kościół jest zawilgocony. Takie wyniki otrzymano zarówno przy pomiarach od zewnętrznej, jak i od wewnętrznej strony murów. W zakrystii występuje wilgoć kondensacyjna, o czym świadczy silny zapach stęchlizny. Pionowy zasięg zawilgocenia jest bardzo wysoki — powyżej 2,5 m. Niewątpliwie do sprawdzenia jest stan zasolenia i zawilgocenia tynków na cokole i ponad nim (na cokole wymieniano zasolone tynki w 2014 r.). Zawilgocenie wyższej strefy może być spowodowane higroskopijnością soli, którą zawierają tynki, lub zalewaniem elewacji. Mury kościoła są kamienne, w większości z granitu, który nie jest nasiąkliwy, więc ewentualne podciąganie kapilarne wilgoci może zachodzić spoinami. Należy więc sprawdzić metodą wagosuszkową zawilgocenie spoin w głębi muru. Takie sprawdzenie proponuje się w miejscach 1, 3, 9, 10, 13, 14, 19, 21, 28, 26, 34.

9.2. Spostrzeżenia dotyczące klimatu i zagrożenia kondensacją w obiekcie

W zakrystii niewątpliwie występuje wilgoć kondensacyjna, o czym świadczy silny zapach stęchlizny oraz wyniki pomiarów. W dniu badań warunki klimatu zewnętrznego oraz różnica temperatur na zewnątrz i wewnątrz kościoła były bardzo sprzyjające dla kondensacji.

Należy rozważyć wymuszenie obiegu powietrza w zakrystii (zwłaszcza że znajduje się tam komin) i ewentualne dogrzewanie tylko zakrystii, w celu podniesienia temperatury murów. Obiekt wymaga dalszych badań i szczególnej uwagi.

Badania stopnia osuszenia murów obiektu

Nr 5



Opracowanie na zlecenie Narodowego Instytutu Dziedzictwa

Listopad 2020

1. Cel wykonania dokumentacji

Badanie stopnia osuszenia murów na podstawie standardu określonego przez zamawiającego w załączniku nr 2 do umowy nr NID/U/123/20 z dnia 15.09.2020 r.

2. Krótki opis obiektu

Datowanie:

Świątynia wzmiankowana w 1318 r. Obecna budowla powstała w XV w., następnie została przebudowana w 1534 r. (m.in. przedłużone prezbiterium), odbudowana po pożarze w 1809 r., restaurowana w 1867 i 1963 r.

Forma architektoniczna, konstrukcja, rodzaj budulca, grubość murów:

Kościół zbudowany w całości z kamienia (łupki widoczne w klatce schodowej wieży), orientowany, ma jedną nawę oraz węższe, zakończone trójbocznie i oskarpowane prezbiterium, nakryte dwuprzęsłowym sklepieniem krzyżowo-żebrowym. Po obu stronach prezbiterium zakrystie — stara zakrystia od strony południowej, nowa od strony północnej. Nad zakrystiami kolatoria, które łączyły się kiedyś z drewnianymi balkonami po obu stronach nawy. Balkony z powodu fatalnego stanu technicznego zostały rozebrane, jako element nieoryginalny. Nawa na planie prostokąta przykryta płaskim stropem drewnianym. W stropie nawy dwa otwory wentylacyjne, obecnie odkryte, przymykane na zimę. Posadzka w nawie i kruchcie z płytek kamiennych, podwyższenie prezbiterium z czerwonego piaskowca. W zakrystii również na posadzce płyty kamienne oraz płytki ceramiczne. W nowej zakrystii ściany wyłożone płytą kartonowo-gipsową. Ściany wewnątrz kościoła tynkowane tynkiem WTA. Na zewnątrz starsze tynki prawdopodobnie cementowo-wapienne z licznymi śladami degradacji i odspojeń, szczególnie w rejonie wieży. Chór drewniany wsparty na dwóch metalowych okrągłych kolumnach, za organami wejście na wieżę otwarte i kłapy na poszczególnych piętrach wieży też otwarte. Posadzka nawy wznosi się lekko w stronę prezbiterium — różnica poziomów wynosi ok. 20 cm. Grubość murów (pomiar własny) wynosi:

W drzwiach wejściowych do kruchty: 188 cm.

Pomiędzy kruchtą a nawą: 146 cm.

Ściany zewnętrzne nawy: ok. 150 cm.

Ściana pomiędzy nawą a prezbiterium: 156 cm.

Ściana prezbiterium przy wejściu do zakrystii północnej: 139 cm.

Ściany prezbiterium przy wejściu do zakrystii południowej: 147 cm.

Wymiary, kubatura:

Szacunkowa powierzchnia kościoła ok. 460 m². Długość budowli — ok. 37 m, szerokość w najszerszym miejscu wraz z zakrystiami wynosi ok. 17,1 m¹. Wysokości podane są na szkicu (rys. 1).

Otoczenie obiektu (rodzaj nawierzchni, spadki terenu itp.):

Kościół na niewielkim wyniesieniu, otoczony jest opaską żwirową zakończoną krawężnikiem, za którym trawnik i ozdobne krzewy. Nawierzchnia przy wejściach z kostki brukowej.

1 Dane przybliżone (z Geoportalu).

3. Prace w celu osuszania w obiekcie

Tab. 1. Zakres prac w celu osuszenia w obiekcie

Zabieg	Nie	Tak, rok	Zastosowane metody i technologie, krótka charakterystyka rozwiązań
Izolacja pozioma	X		Brak informacji, w projekcie jest zalecana
Izolacja pionowa		2010	Dwie warstwy izolacji pionowej SUPERFLEX 10 na wyrównane i oczyszczone podłoże
Wymiana zasolonych tynków (rodzaj założonych)		?	Podobno tynki WTA, ostatnie malowanie w nawie było w 2015 r., a tynki wg relacji proboszcza odnawiane były wcześniej
Reprofilacja gruntu przylegającego	?		Brak danych
Zabezpieczenie przed wodą odpryskową	X		
Usprawnienie systemu odprowadzania wód opadowych (rynny, rury spustowe)		?	Rynny z PVC, „udające” miedziane, uchodzą do podziemnych odpływów pod opaską żwirową
Zabezpieczenia przed bezpośrednim zalewaniem wodą z opadów — opierzenia, hydrofobizacja itp.	X		
Wymiana dachu		1998	Wg relacji proboszcza wykonana za poprzedniego proboszcza
Zabezpieczenie przed napływem wód gruntowych i rozproszonych (systemy drenarskie)		2010	Podwójny drenaż opaskowy ze studzienkami rewizyjnymi, odprowadzony do kanalizacji burzowej na niżej położonej ulicy
Usprawnienie systemu wentylacji	X		Otwarte otwory stropowe. Przymykane na zimę
Wykonanie/usprawnienie systemu ogrzewania (typ obecnego ogrzewania)	X		Brak ogrzewania w kościele. W nowej zakrystii grzejnik olejowy

Załączniki: Fotokopie dokumentów udostępnionych przez proboszcza.

4. Pomiary wilgotności murów obiektu i wysokości strefy zawilgocenia

4.1. Krótki opis przyrządu pomiarowego

Pomiary wykonywano za pomocą przyrządu GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50. Aktywne elektrody B 50 i B 60 to dielektryczny czujnik wilgoci ze zintegrowanym obwodem. Podstawą pomiaru jest metoda pomiaru stałej dielektrycznej. Między kulką-elektrodą i mierzonym materiałem, z którym się styka, jest pole pomiarowe w takiej konfiguracji, na którą ma wpływ gęstość mierzonego materiału budowlanego i jego wilgotność. Jeśli gęstość materiału jest stała, zmiany w polu pojemności można dopasować do zmiany wilgotności mierzonego materiału. Zakres pomiarowy rozciąga się od 0 do 199, tzn. wyświetlane wartości są wartościami względnymi. Wskazują one na rozróżnienie między suchym a wilgotnym materiałem budowlanym. Im wyższa zmierzona wartość, tym wyższa zawartość wilgoci w mierzonym materiale. Wyciąganie wniosków na temat rzeczywistej zawartości wilgoci w procentach względem zmierzonej wartości względnej jest dopuszczalna tylko w przypadku normalnego procesu suszenia, w nieobecności soli, wytwarzającej zawilgocenie higroskopijne. Czynnikiem mającym wpływ na pomiar jest gęstość materiału budowlanego, który ma być mierzony — należy wziąć ją pod uwagę. Wysokie gęstości prowadzą do wyższych wyświetlanych wartości, niezależnie od zawartości wilgoci.



Fot. 1. Przyrząd GANN Hydromette UNI 1

Tab. 2. Skala pomiarowa dla przyrządu GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50, uwzględniająca gęstość materiału

Gęstość materiału budowlanego w kg/m^3	Wartość na wyświetlaczu przyrządu GANN Hydromette UNI 1 elektrody B 50 lub B 60					
	BARDZO SUCHY	SUCHY	MNIEJ SUCHY	WILGOTNY	BARDZO WILGOTNY	MOKRY
Do 600	10–20	20–40	40–60	60–90	90–110	> 100
600–1200	20–30	30–50	50–70	70–100	100–120	> 120
1200–1800	20–40	40–60	60–80	80–110	110–130	> 130
Ponad 1800	30–50	50–70	70–90	90–120	120–140	> 140

Tab. 3. Zestawienie gęstości wybranych materiałów budowlanych, wg PN-EN ISO 12524:2003, PN-EN ISO 6946:1999 i PN-91/B-02020

L.p.	Grupa materiałowa / materiał	Gęstość w stanie suchym (średnia), kg/m ³
1.	Beton z kruszywa keramzytowego	1600
2.	Mur z betonu komórkowego na cienkowarstwowej zaprawie klejącej lub na zaprawie o przewodności cieplnej porównywalnej do przewodności cieplnej betonu komórkowego	700–800
3.	Beton z żużla paleniskowego	1800
4.	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie cementowo-wapiennej (bez tynku)	1800
5.	Mur z cegły dziurawki na zaprawie cementowo-wapiennej (bez tynku)	1400
6.	Beton zwykły z kruszywa kamiennego	2400
7.	Mur z cegły silikatowej drążonej i bloków drążonych	1600
8.	Mur z cegły klinkierowej	1900
9.	Mur z pustaków ceramicznych M-44	1070
10.	Mur z pustaków Porotherm 8 P+W na zaprawie zwykłej	800
11.	Płyty okładzinowe ceramiczne	2000
12.	Tynk gipsowy	1000–1300
13.	Tynk lub gładź cementowa	2000
14.	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	1850
15.	Tynk wapienny	1700
16.	Tynk wapienno-piaskowy	1600

Dla potrzeb niniejszego opracowania przyjęto następującą skalę uśrednioną, przedstawioną w tabeli 4, zakładając, że gęstość badanych materiałów jest w zakresie 1200–1800 kg/m³ (tab. 4). Zakresom wartości przypisano odpowiednie kolory tła w tabelach pomiarowych. Wskazania zaokrąglono do całości.

Tab. 4. Przyjęta do oceny zawilgocenia skala pomiarowa przyrządu GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50

Wartość na wyświetlaczu przyrządu GANN Hydromette UNI 1 elektroda B 50 lub B 60				
SUCHY	MNIEJ SUCHY	WILGOTNY	BARDZO WILGOTNY	MOKRY
0–60	60–80	80–110	110–130	> 130

4.2. Wyniki badań zawilgocenia murów wewnątrz i na zewnątrz, wysokość strefy zawilgocenia

Badania przeprowadzono we wtorek 3.11.2020 r. w godzinach 8:00–13:30. Pogoda na zewnątrz: pochmurno, bezwietrznie, rano lekka mżawka. Po chłodnym poprzednim tygodniu w poniedziałek ociepliło się i temperatura osiągnęła 16°C, przy dużej wilgotności względnej powietrza, co przyniosło w skutkach wzmożenie zagrożenia kondensacją w chłodniejszych, po poprzednim okresie, wnętrzach kościołów. W dniu pomiarów temperatura spadła do 13°C. W tygodniu poprzedzającym było początkowo pogodnie, następnie przelotne deszcze przeszły w piątek i weekend w opady ciągłe, temperatura w weekend była w zakresie 8–10°C.

Tab. 5. Wyniki badań wewnątrz. Przyrząd GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50

5.1. Prezbiterium					
Punkt pomiarowy	Ściana północna 1	Ściana półn.- wsch. 2	Ściana wschodnia 3	Ściana półd.- wsch. 4	Ściana południowa 5
C wys. 1,5 m	73	63	57	58	57
B wys. 1,0 m	59	62	58	79	77
A wys. 0,3 m	107	103	117	86	110
5.2. Zakrystia stara					
Punkt pomiarowy	Wejście 6	Ściana północna 7	Ściana wschodnia 8	Ściana południowa 9	
D wys. 2,0 m		44	68		
C wys. 1,5 m	63	103	76	68	
B wys. 1,0 m	89	124	79	86	
A wys. 0,3 m	130	131	69	72	
5.3. Ściany nawy południowe					
Punkt pomiarowy	10	11	12	13	
E wys. 2,5 m	-	-	-	115	
D wys. 2,0 m	-	-	-	107	
C wys. 1,5 m	65	50	50	81	
B wys. 1,0 m	42	67	74	66	
A wys. 0,3 m	72	68	54	66	
5.4. Ściany nawy zachodnie					
Punkt pomiarowy	14	19			
E wys. 2,5 m	122	119			
D wys. 2,0 m	177	92			
C wys. 1,5 m	98	87			
B wys. 1,0 m	92	82			
A wys. 0,3 m	99	96			

Aneks nr 2. Karty wyników pomiarów zawilgocenia w badanych obiektach

5.5. Kruchta				
Punkt pomiarowy	Ściana południowa 15	Ściana zachodnia 16	Ściana zachodnia 17	Ściana północna 18
E wys. 2,5 m	140	139	138	145
D wys. 2,0 m	140	142	142	144
C wys. 1,5 m	133	141	145	144
B wys. 1,0 m	107	115	94	123
A wys. 0,3 m	89	130	136	134
5.6. Ściany nawy północne				
Punkt pomiarowy	20	21	22	23
E wys. 2,5 m	-	-	-	-
D wys. 2,0 m	92	69	-	73
C wys. 1,5 m	85	67	50	66
B wys. 1,0 m	55	75	57	69
A wys. 0,3 m	85	74	63	71
5.7. Pilaster łuku tęczowego				
Punkt pomiarowy	Północny 24			
E wys. 2,5 m	-			
D wys. 2,0 m	48			
C wys. 1,5 m	74			
B wys. 1,0 m	85			
A wys. 0,3 m	112			
5.8. Zakrycia nowa				
Punkt pomiarowy	Wejście 25	Ściana zachodnia 26	Ściana północna 27	Ściana południowa 28
C wys. 1,5 m	65	54	płyta kartonowo- -gipsowa	płyta kartonowo- -gipsowa
B wys. 1,0 m	80	47		
A wys. 0,3 m	105	73		

Tab. 6. Wyniki badań na zewnątrz. Przyrząd GANN Hudromette UNI 1 z elektrodą B 50

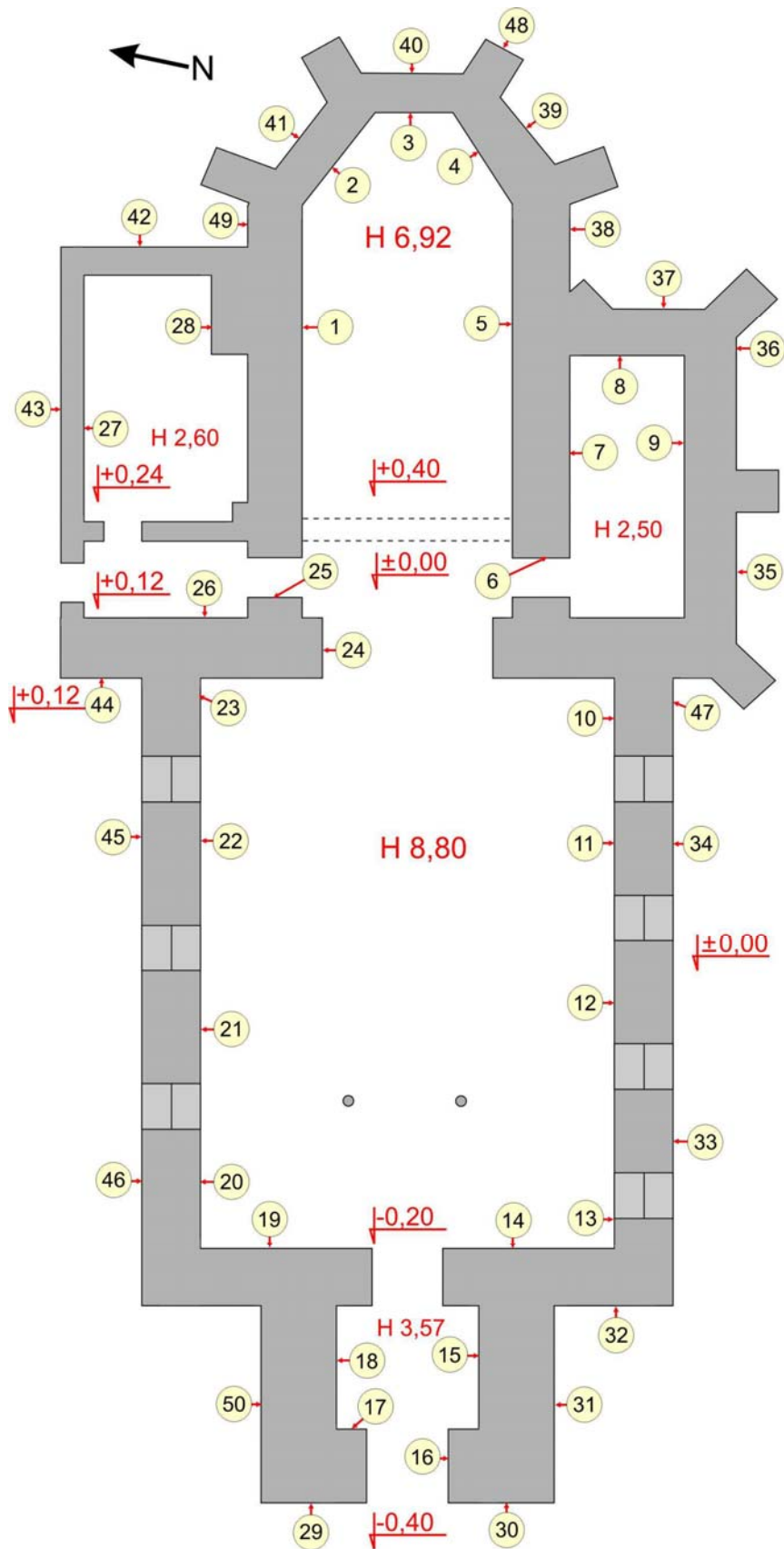
6.1. Prezbiterium od strony zewnętrznej						
Punkt pomiarowy	Ściana północna 49	Ściana półn.- wsch. 41	Ściana wschodni a 40	Ściana półd.- wsch. 39	Ściana południowa 38	Przypora 48
E wys. 2,5 m	75	-	-	-	-	-
D wys. 2,0 m	71	65	65	65	59	55
C wys. 1,5 m	71	71	61	64	64	59
B wys. 1,0 m	90	126	87	69	76	128
A wys. 0,3 m	75	88	103	86	77	72
6.2. Zakrycia stara od strony zewnętrznej						
Punkt pomiarowy	Ściana wschodnia 37	Ściana południowa 36	Ściana południowa 35			
D wys. 2,0 m	-	58	144			
C wys. 1,5 m	57	65	139			
B wys. 1,0 m	60	120	139			
A wys. 0,3 m	63	135	74			
6.3. Ściany nawy południowe od zewnątrz						
Punkt pomiarowy	47	34	33			
E wys. 2,5 m	144	-	-			
D wys. 2,0 m	142	64	64			
C wys. 1,5 m	134	64	127			
B wys. 1,0 m	136	61	102			
A wys. 0,3 m	61	61	61			
6.4. Ściany nawy zachodnie						
Punkt pomiarowy	32					
E wys. 2,5 m	138					
D wys. 2,0 m	142					
C wys. 1,5 m	147					
B wys. 1,0 m	140					
A wys. 0,3 m	140					
6.5. Kruchta od strony zewnętrznej						
Punkt pomiarowy	Ściana południowa 31	Ściana zachodnia 30	Ściana zachodnia 29	Ściana północna 50		
E wys. 2,5 m	143	138	130	-		
D wys. 2,0 m	136	126	146	70		
C wys. 1,5 m	140	78	83	102		
B wys. 1,0 m	87	89	94	97		
A wys. 0,3 m	85	81	112	85		

6.6. Ściany nawy północne od strony zewnętrznej

Punkt pomiarowy	46	45
E wys. 2,5 m	-	83
D wys. 2,0 m	66	79
C wys. 1,5 m	63	83
B wys. 1,0 m	62	86
A wys. 0,3 m	104	72

6.7. Zakrystia nowa od zewnątrz

Punkt pomiarowy	Ściana zachodnia 44	Ściana północna 43	Ściana wschodnia 42
E wys. 2,5 m	69	-	70
D wys. 2,0 m	101	59	110
C wys. 1,5 m	143	53	140
B wys. 1,0 m	145	79	120
A wys. 0,3 m	84	82	96



Rys. 1. Rzut poziomy kościoła z zaznaczonymi poziomami odniesienia, wysokościami i miejscami pomiarów

5. Wizualna ocena zasolenia murów obiektu

Uszkodzenia związane z zawilgoceniem i zalewaniem występują głównie na elewacji. Wewnątrz kościoła zauważono wysolenia jedynie w obrębie starej zakrystii. Są one niewielkie.



Fot. 2. Uszkodzenia i zacieki na tynku na północnej ścianie wieży



Fot. 3. Uszkodzenia i zacieki na tynku na południowej ścianie wieży



Fot. 4. Uszkodzenia i zacieki na tynku pod gzymsem dachowym nad miejscem pomiaru 47



Fot. 5. Uszkodzenia tynku na elewacji - prawdopodobnie z powodu zasolenia - miejsce pomiaru 34



Fot. 6. Wysolenie nad cokółkiem w przejściu do zakrystii - miejsce pomiaru nr 6

6. Pomiary wysokości poziomu gruntu w stosunku do wysokości posadzki

Pomiaru poziomów gruntu w stosunku do poziomu nawy kościoła dokonano na podstawie poziomów przy wejściu do zakrystii i głównym oraz oceny nachylenia terenu. Wyniki są przedstawione na załączonym na rys. 1 szkicu sytuacyjnym. Grunt okalający jest na większości obwodu kościoła na poziomie niższym z jego posadzką. Niewielkie przewyższenie jest w okolicy południowo-wschodniej (stara zakrystia) i prezbiterium.

7. Pomiary parametrów powietrza (temperatura i wilgotność względna) we wnętrzu i na zewnątrz

7.1. Krótki opis przyrządu pomiarowego

Pomiary klimatu, temperatury ściany i punktu rosy wykonywano za pomocą miernika TROTEC T 250. Jest to urządzenie wielofunkcyjne — łączy w sobie termometr, higrometr, pirometr laserowy i miernik punktu rosy. Urządzenie pracuje w trzech trybach i ma różne funkcje pomiarów, wszystko to sterowane jest jednym przyciskiem.

W trybie TH urządzenie pracuje jako higrometr i termometr.

W trybie IR urządzenie T 250 używane jest jako pirometr laserowy do pomiaru temperatury powierzchni, gdzie promień lasera wskazuje miejsce pomiaru.

Tryb DP wyświetla jednocześnie punkt rosy i temperaturę powierzchni.

Jeśli temperatura ściany spadnie poniżej punktu rosy, urządzenie T 250 powiadamia o tym za pomocą sygnału laserowego i alarmu dźwiękowego. Funkcja alarmu służy do ostrzegania o wystąpieniu niedopuszczalnych wartości. Wartości graniczne alarmu można skonfigurować według własnych potrzeb.

Dane techniczne T 250:

Zakres pomiaru temperatury powietrza: od -20°C do $+50^{\circ}\text{C}$

Rozdzielczość wskazań temperatury powietrza: $0,1^{\circ}\text{C}$

Zakres pomiaru wilgotności powietrza: 5–95% RH

Rozdzielczość wskazań wilgotności powietrza: $0,1\%$ RH

Zakres pomiaru temperatury powierzchni: od -20°C do $+60^{\circ}\text{C}$

Rozdzielczość wskazań temperatury powierzchni: $0,1^{\circ}\text{C}$.



Fot. 7. Przyrząd TROTEC T250

7.2. Pomiary warunków klimatycznych w obiekcie i na zewnątrz

Zestawienie pomiarów wykonano na podstawie badań przeprowadzonych jednorazowo, we wtorek dn. 3.11.2020 r. o godz. 11:00–12:35. Nie zbierano danych w dłuższym czasie, stąd brak obliczeń dotyczących amplitud dobowych (ΔT , ΔRH). Pogoda na zewnątrz: pochmurno, bezwietrznie, rano lekka mżawka. Po chłodnym poprzednim tygodniu w poniedziałek ociepliło się i temperatura osiągnęła 16°C, przy dużej wilgotności względnej powietrza, co przyniosło w skutkach wzmożenie zagrożenia kondensacją w chłodniejszych, po poprzednim okresie, wnętrzach kościołów. W dniu pomiarów temperatura spadła do 13,3°C. W tygodniu poprzedzającym było początkowo pogodnie, następnie przelotne deszcze przeszły w piątek i weekend w opady ciągłe, temperatura w weekend była w zakresie 8–10°C.

Tab. 7. Ogólne warunki klimatyczne wewnątrz i na zewnątrz obiektu. Miernik TROTEC T 250 na wysokości 1 m nad podłożem, w cieniu

Data	Na zewnątrz		Nawa wewnątrz		Ambona H=2,64 m		Chór H=3,95 m		Strych H=9,9 m	
	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]
3.11.2020	12:35		12:00		11:58		12:01		12:10	
Klimat	93,0	13,3	95,7	12,9	95,3	12,9	94,3	12,9	100,0	13,7

Data	Prezbiterium wewnątrz		Zakrystia stara		Zakrystia nowa	
	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]
3.11.2020	11:10		12:15		12:20	
Klimat	98,1	12,7	93,0	13,2	95,8	13,1

7.3. Pomiary prawdopodobieństwa kondensacji pary wodnej

Pomiary wykonano bezpośrednio przy ścianach zewnętrznych od strony wewnętrznej w kilku miejscach, na wysokości ok. 30 cm od posadzki, oraz w narożnikach, wg podanego przez zamawiającego w wytycznych schematu. Wskutek wzrostu temperatury i wilgotności na zewnątrz przy niższej temperaturze wewnątrz kościoła, nastąpiły warunki sprzyjające występowaniu kondensacji. Temperatura ściany poniżej temperatury punktu rosy wystąpiła we wszystkich pomiarach. Największe zagrożenie kondensacją panowało na ścianie północno-wschodniej prezbiterium i wewnątrz kruchty.

Tab. 8. Pomiary prawdopodobieństwa kondensacji pary wodnej. Miernik TROTEC T 250

Miejsce pomiaru (30 cm nad posadzką)	Nr punktu pomiarowego wg szkicu	Godzina	RH [%] powietrza	T [°C] powietrza	T [°C] punktu rosy	T [°C] muru	Grubość muru w miejscu pomiaru [cm]	Prawdopodobieństwo kondensacji pary wodnej — różnica od punktu rosy [°C]
Prezbiterium — ściana północno-wschodnia	2	11:15	100,0	12,4	12,4	11,0	140	-1,4

Aneks nr 2. Karty wyników pomiarów zawilgocenia w badanych obiektach

Prezbiterium — ściana wschodnia	3	11:17	98,5	12,5	12,3	11,2	140	-1,1
Prezbiterium — ściana wschodnio-południowa	4	11:21	98,5	12,5	12,3	11,5	140	-0,8
Prezbiterium — ściana południowa	5	11:30	98,1	12,7	12,4	11,7	140	-0,7
Nawa — ściana południowa pod oknem wschodnim	10	11:40	97,2	12,8	12,4	11,9	150	-0,5
Nawa — ściana południowa pod oknem zachodnim	13	11:42	97,1	12,5	12,0	11,5	150	-0,5
Nawa — ściana zachodnia od strony południowej	14	11:45	96,7	12,9	12,4	12,0	146	-0,4
Nawa — ściana zachodnia od strony północnej	19	11:48	96,2	12,9	12,3	11,8	146	-0,5
Nawa — ściana północna pod oknem zachodnim	20	11:50	96,2	12,9	12,3	11,6	150	-0,7
Nawa — ściana północna pod oknem wschodnim	23	11:54	97,2	12,8	12,4	11,4	150	-1,0
Zakrystia stara — ściana wschodnia	8	12:15	94,3	13,1	12,2	11,8	140	-0,4
Zakrystia stara — ściana południowa	9	12:17	94,3	13,1	12,2	11,6	140	-0,6
Zakrystia nowa — ściana zachodnia	26	12:20	96,3	13,1	12,5	11,5	156	-1,0
Kruczta — ściana południowa	15	12:24	99,1	13,1	13,0	11,8	188	-1,2
Kruczta — ściana zachodnia	17	12:25	99,6	13,1	13,0	11,5	188	-1,5
Kruczta — ściana zachodnia	18	12:27	98,3	13,1	12,8	11,5	188	-1,3

7.4. Pomiary prawdopodobieństwa kondensacji pary wodnej po nabożeństwie

W czasie badań nie odbywało się nabożeństwo.

7.5. Pomiar gradientu pionowego temperatury

Nie wykonywano pomiarów gradientu pionowego (brak nabożeństwa). Jednakże zmierzono parametry klimatu na ambonie, chórze i na strychu w trakcie pomiarów ogólnych (tab. 7).

8. Pomiary prędkości przepływów powietrza

Pomiary pozwalają ocenić ruch powietrza w obiekcie, także na tle sytuacji na zewnątrz, jego cyrkulację w różnych punktach wnętrza, równomierność rozkładu temperatury, komfort wentylacyjny lub jego brak.

Tab. 9. Pomiary prędkości przepływów powietrza. Urządzenie pomiarowe — termoanemometr CEM DT-8894

Lokalizacja nr 5	Data — 3.11.2020 r.		
	Prędkość przepływu powietrza [m/s]	Temperatura powietrza [°C]	
Pomiar na zewnątrz kościoła			
Przed wejściem do kościoła	0 m/s	13,3°C	
Pomiary we wnętrzu przy drzwiach zamkniętych			
Wysokość punktu pomiarowego	30 cm	100 cm	150 cm
Przed ołtarzem	0	0	0
Na środku nawy głównej	0	0	0
Przy głównych drzwiach wejściowych	0	0	0
Przy drzwiach do kruchty	0	0	0
Przy drzwiach do zakrystii	0	0	0
Przy drzwiach na klatkę schodową empory organowej	0	0	0
Na emporze organowej	0	0	0
Przy drzwiach na poddasze kościoła	0	0	0
Na strychu przy otworze wentylacyjnym w sklepieniu	0	0	0
Pomiary we wnętrzu przy drzwiach otwartych			
Przed ołtarzem	0	0	0
Pośrodku nawy głównej	0	0	0
Przy głównych drzwiach wejściowych	0	0	0
Przy drzwiach do kruchty	0	0	0
Przy drzwiach do zakrystii	0	0	0
Przy drzwiach na klatkę schodową empory organowej	0	0	0
Na emporze organowej	0	0	0
Przy drzwiach na poddasze kościoła	0	0	0
Na strychu w otworze wentylacyjnym w sklepieniu	0	0	0

W kościele i na zewnątrz w dniu badania brak było ruchu powietrza. Ruchom konwekcyjnym nie sprzyjała niższa niż na zewnątrz temperatura w kościele. Na strychu było cieplej niż na zewnątrz i w nawie, dlatego nie odnotowano żadnego ruchu w otworach stropu — zimniejsze, a tym samym cięższe powietrze w nawie „zaległo” jak woda.

9. Spostrzeżenia i wnioski autora pomiarów

9.1. Spostrzeżenia dotyczące zawilgocenia murów obiektu

Pomiary elektroniczne wskazują, że kościół jest zawilgocony nierównomiernie. Wydaje się, że na zawilgocenie elewacji największy wpływ ma zalewanie z góry — dotyczy to zwłaszcza wieży i kruchty. Czy jest tylko zawilgocenie powierzchni, warto byłoby potwierdzić badaniami wagosuszarkowymi i badaniami zasolenia w rejonie ściany zachodniej nawy oraz kruchty.

Kamienne łupki, z których zbudowany jest kościół, nie są materiałem porowatym, podatnym na podciąganie kapilarne wilgoci z gruntu i jeśli takie zachodzi, następuje to spoinami lub ceglanyimi fragmentami muru. Tynk dolnej strefy elewacji ma wyraźną strefę zasolenia na wysokości ok. 1–2 m, przykładowo pomiary w miejscach 44 i 42 (elewacja nowej zakrystii). Przebieg zawilgocenia wskazujący na zachodzenie podciągania kapilarnego wykryto w miejscu nr 7 w starej zakrystii. Należałoby to potwierdzić badaniami inwazyjnymi.

9.2. Spostrzeżenia dotyczące klimatu i zagrożenia kondensacją w obiekcie

W kościele i na zewnątrz w dniu badania brak było ruchu powietrza. Ruchom konwekcyjnym nie sprzyjała niższa niż na zewnątrz temperatura w kościele. Na strychu było cieplej niż na zewnątrz i w nawie, dlatego nie odnotowano żadnego ruchu w otworach stropu — zimniejsze, a tym samym cięższe powietrze w nawie „zaległo” jak woda.

Wskutek wzrostu temperatury i wilgotności na zewnątrz przy niższej temperaturze wewnątrz kościoła, nastąpiły warunki sprzyjające występowaniu kondensacji. Temperatura ściany poniżej temperatury punktu rosy wystąpiła we wszystkich pomiarach. Największe zagrożenie kondensacją panowało na ścianie północno-wschodniej prezbiterium i wewnątrz kruchty.

Badania stopnia osuszenia murów obiektu

Nr 6



Opracowanie na zlecenie Narodowego Instytutu Dziedzictwa

Październik 2020

1. Cel wykonania dokumentacji

Badanie stopnia osuszenia murów na podstawie standardu określonego przez zamawiającego w załączniku nr 2 do umowy nr NID/U/123/20 z dnia 15.09.2020 r.

2. Krótki opis obiektu

Datowanie:

Pierwsza świątynia, która stanowi prezbiterium obecnego kościoła, powstała we wsi w 1348 r. z inicjatywy krzyżackiej. Rozbudowana w drugiej połowie XIV w. o halowy korpus nawowy. W XV w. budowa wieży zachodniej. W połowie XVIII w. dobudowano dwie kaplice barokowe: Matki Bożej Szkaplerznej i św. Józefa.

Forma architektoniczna, konstrukcja, rodzaj budulca:

Kościół usytuowany w centrum wsi, na wzgórzu, przy głównej drodze wiejskiej. Orientowany, otoczony cmentarzem przykościelnym z murem ogrodzeniowym i starodrzewem. Kościół gotycki z barokowymi kaplicami i górnymi kondygnacjami wieży. Kościół halowy, trójnawowy, czteroprzęsłowy z węższym, dwuprzęsłowym prezbiterium zamkniętym wielobocznie. Od zachodu kwadratowa wieża, od północy przy prezbiterium prostokątna zakrystia. Barokowe kaplice św. Józefa i Matki Bożej Szkaplerznej (na nieregularnych rzutach zbliżonych do czworoboku) usytuowane po obu stronach nawy. Bryła rozczłonkowana, złożona z wysokiej, trzykondygnacyjnej wieży z hełmem, korpusu nawowego nakrytego wysokim dwuspadowym dachem, trójbocznie zamkniętego prezbiterium o niższym od korpusu, dwuspadowym dachu od wschodu, i dwóch wysokich kaplic z dachami prostopadłymi do kalenicy nawy. Świątynia wzniesiona z cegły na kamiennej podmurówce, elewacje licowane cegłą (wętek gotycki), w obrębie kaplic elewacje tynkowane. W nawie głównej i prezbiterium sklepienia gwiaździste, w nawach bocznych sklepienia krzyżowo-żebrowe, w zakrystii kolebkowe, w kruchcie pod wieżą kryształowe. Dachy o więźbie drewnianej, kryte dachówką ceramiczną, hełm kryty blachą. Ceglane elewacje korpusu i prezbiterium z wyodrębnioną częścią cokołową, rzędem wysokich ostrołukowych okien w tynkowanych, rozglifionych ościeżach i płaskim fryzem pod gzymsem wieńczącym. W obrębie prezbiterium fryz ceramiczny z inskrypcją (gotycka minuskuła). Szczyty korpusu nawowego schodkowe, z ostrołukowymi blendami, lizenami przechodzącymi w sterczyny i ażurowymi wimpergami. Gotyckie partie wieży dekorowane gzymсами i blendami, w elewacji zachodniej ostrołukowy portal. W elewacjach kaplic naroża podkreślone płaskimi lizenami, szczyty — spływami wolutowymi. Wnętrze korpusu nawowego dzielone dwoma rzędami ośmiobocznych, tynkowanych filarów wspierających ostrołukowe arkady¹.

Posadzka w kościele z płyt kamiennych. Kaplica południowa ma na parterze przejście, nad którym jest pięterko. Kaplica od strony północnej jest mniejsza, ma boczne wyjście.

Wymiary, kubatura, grubość murów:

Szacunkowa powierzchnia² zabudowy kościoła to ok. 730 m². Długość budowli to ok. 36 m, szerokość w najszerszym miejscu wraz z zakrystiami wynosi ok. 36 m. Szacunkowa grubość murów nawy wynosi 85–90 cm (pomiar przy wejściach do kaplic), prezbiterium 70 cm (pomiar przy wejściu do zakrystii). Wysokości podane są na szkicu (rys. 1).

Otoczenie obiektu (rodzaj nawierzchni, spadki terenu itp.):

Kościół położony na wzgórzu, otoczony cmentarzem. Nawierzchnia wokół została przez poprzedniego proboszcza zmieniona z opaski (prawdopodobnie betonowej) na bruk kamienny. Poprzedni proboszcz wiązał zawilgocenie kościoła z zasypaniem kamiennego fundamentu, więc podjęto się obniżenia terenu pomiędzy kaplicą Matki Bożej Szkaplerznej a nawą kościoła. Obecny proboszcz jest od 2006 r.

1 <https://zabytek.pl/pl/obiekty/>.

2 Dane przybliżone (z Geoportalu).

3. Prace w celu osuszania w obiekcie

Tab. 1. Zakres prac w celu osuszenia w obiekcie

Zabieg	Nie	Tak, rok	Zastosowane metody i technologie, krótka charakterystyka rozwiązań
Izolacja pozioma		2010	Wykonano w kościele iniekcję preparatami Remmers. Iniekcja ponad poziomem kamiennej podmurówki. Użyto preparatu Aida Kiesol (ściany pod wieżą) oraz Injektionscrem
Izolacja pionowa	X		
Wymiana zasolonych tynków (rodzaj założonych)	X		
Reprofilacja gruntu przylegającego		przed 2006	Obniżono teren pomiędzy kaplicą Matki Bożej Szkaplerznej a nawą kościoła
Zabezpieczenie przed wodą odpryskową	X		
Usprawnienie systemu odprowadzania wód opadowych (rynny, rury spustowe)	X		Rury spustowe wylewają wodę na bruk przy murze bądź do betonowych korytek
Zabezpieczenia przed bezpośrednim zalewaniem wodą z opadów — opierzenia, hydrofobizacja itp.	X		
Zabezpieczenie przed napływem wód gruntowych i rozproszonych (systemy drenarskie)	X		
Usprawnienie systemu wentylacji	X		
Wykonanie/usprawnienie systemu ogrzewania (typ obecnego ogrzewania)	X		Brak ogrzewania

Załączniki: Fotokopie dokumentów udostępnionych przez proboszcza.

4. Pomiary wilgotności murów obiektu i wysokości strefy zawilgocenia

4.1. Krótki opis przyrządu pomiarowego

Pomiary wykonywano za pomocą przyrządu GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50. Aktywne elektrody B 50 i B 60 to dielektryczny czujnik wilgoci ze zintegrowanym obwodem. Podstawą pomiaru jest metoda pomiaru stałej dielektrycznej. Między kulką-elektrodą i mierzonym materiałem, z którym się styka, jest pole pomiarowe w takiej konfiguracji, na którą ma wpływ gęstość mierzonego materiału budowlanego i jego wilgotność. Jeśli gęstość materiału jest stała, zmiany w polu pojemności można dopasować do zmiany wilgotności mierzonego materiału. Zakres pomiarowy rozciąga się od 0 do 199, tzn. wyświetlane wartości są wartościami względnymi. Wskazują one na rozróżnienie między suchym a wilgotnym materiałem budowlanym. Im wyższa zmierzona wartość, tym wyższa zawartość wilgoci w mierzonym materiale. Wyciąganie wniosków na temat rzeczywistej zawartości wilgoci w procentach względem zmierzonej wartości względnej jest dopuszczalna tylko w przypadku normalnego procesu suszenia, w nieobecności soli, wytwarzającej zawilgocenie higroskopijne. Czynnikiem mającym wpływ na pomiar jest gęstość materiału budowlanego, który ma być mierzony — należy wziąć ją pod uwagę. Wysokie gęstości prowadzą do wyższych wyświetlanych wartości, niezależnie od zawartości wilgoci.



Fot. 1. Przyrząd GANN Hydromette UNI 1

Tab. 2. Skala pomiarowa dla przyrządu GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50, uwzględniająca gęstość materiału

Gęstość materiału budowlanego w kg/m^3	Wartość na wyświetlaczu przyrządu GANN Hydromette UNI 1 elektrody B 50 lub B 60					
	BARDZO SUCHY	SUCHY	MNIEJ SUCHY	WILGOTNY	BARDZO WILGOTNY	MOKRY
Do 600	10–20	20–40	40–60	60–90	90–110	> 100
600–1200	20–30	30–50	50–70	70–100	100–120	> 120
1200–1800	20–40	40–60	60–80	80–110	110–130	> 130
Ponad 1800	30–50	50–70	70–90	90–120	120–140	> 140

Tab. 3. Zestawienie gęstości wybranych materiałów budowlanych, wg PN-EN ISO 12524:2003, PN-EN ISO 6946:1999 i PN-91/B-02020

L.p.	Grupa materiałowa / materiał	Gęstość w stanie suchym (średnia), kg/m ³
1.	Beton z kruszywa keramzytowego	1600
2.	Mur z betonu komórkowego na cienkowarstwowej zaprawie klejącej lub na zaprawie o przewodności cieplnej porównywalnej do przewodności cieplnej betonu komórkowego	700–800
3.	Beton z żużla paleniskowego	1800
4.	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie cementowo-wapiennej (bez tynku)	1800
5.	Mur z cegły dziurawki na zaprawie cementowo-wapiennej (bez tynku)	1400
6.	Beton zwykły z kruszywa kamiennego	2400
7.	Mur z cegły silikatowej drążonej i bloków drążonych	1600
8.	Mur z cegły klinkierowej	1900
9.	Mur z pustaków ceramicznych M-44	1070
10.	Mur z pustaków Porotherm 8 P+W na zaprawie zwykłej	800
11.	Płyty okładzinowe ceramiczne	2000
12.	Tynk gipsowy	1000–1300
13.	Tynk lub gładź cementowa	2000
14.	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	1850
15.	Tynk wapienny	1700
16.	Tynk wapienno-piaskowy	1600

Dla potrzeb niniejszego opracowania przyjęto następującą skalę uśrednioną, przedstawioną w tabeli 4, zakładając, że gęstość badanych materiałów jest w zakresie 1200–1800 kg/m³ (tab. 4). Zakresom wartości przypisano odpowiednie kolory tła w tabelach pomiarowych. Wskazania zaokrąglono do całości.

Tab. 4. Przyjęta do oceny zawilgocenia skala pomiarowa przyrządu GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50

Wartość na wyświetlaczu przyrządu GANN Hydromette UNI 1 elektroda B 50 lub B 60				
SUCHY	MNIEJ SUCHY	WILGOTNY	BARDZO WILGOTNY	MOKRY
0–60	60–80	80–110	110–130	> 130

4.2. Wyniki badań zawilgocenia murów wewnątrz i na zewnątrz, wysokość strefy zawilgocenia

Badania przeprowadzono w sobotę 10.10.2020 r. w godzinach 9:00–15:00. Pogoda na zewnątrz: zachmurzenie zmienne, przelotne opady deszczu, które przeszły po południu w opady bardziej intensywne. Wiatr początkowo słaby, potem silniejszy z kierunku północno-zachodniego 0–1,5 m/s. W tygodniu poprzedzającym było przeważnie pogodnie, po poniedziałkowym froncie atmosferycznym z ulewnym deszczem, temperatura w zakresie 8–15°C.

Tab. 5. Wyniki badań wewnątrz. Przyrząd GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50

5.1. Prezbiterium				
Punkt pomiarowy	Ściana wschodnia	Ściana południowa	Ściana północna	
E wys. 2,0 m	60	-	94	
D wys. 1,5 m	88	61	137	
C wys. 1,0 m	83	106	136	
B wys. 0,6 m	105	117	128	
A wys. 0,3 m	123	124	126	
5.2. Zakrystia				
Punkt pomiarowy	Ściana Wchodnia	Ściana Północna	Ściana Zachodnia	
C wys. 1,5 m	140	104	niedostępna	
B wys. 1,0 m	128	74		
A wys. 0,3 m	118	128		
5.3. Ściany nawy południowe (przęsła licząc od wschodu ku zachodowi)				
Punkt pomiarowy	Ściana pierwszego przęsła	Ściana drugiego przęsła	Korytarz ściana zachodnia	Korytarz ściana wchodnia
D wys. 2,0 m	67		137	-
C wys. 1,5 m	100	72	128	73
B wys. 1,0 m	77	68	110	94
A wys. 0,3 m	130	61	113	93
5.4. Ściany nawy północne (przęsła licząc od wschodu ku zachodowi)				
Punkt pomiarowy	Ściana pierwszego przęsła	Ściana drugiego przęsła	Ściana trzeciego przęsła	
C wys. 1,5 m	55	57	120	
B wys. 1,0 m	60	58	89	
A wys. 0,3 m	77	102	129	
5.5. Kaplica północna (Św. Józefa)				
Punkt pomiarowy	Ściana Wchodnia	Ściana Północna	Ściana Zachodnia	
C wys. 1,5 m	77	55	81	
B wys. 1,0 m	63	101	91	
A wys. 0,3 m	108	131	137	

5.6. Kaplica południowa (MB Szkaplerznej)

Punkt pomiarowy	Ściana Wchodnia	Ściana Południowa	Ściana Zachodnia
C wys. 1,5 m	102	85	64
B wys. 1,0 m	70	53	54
A wys. 0,3 m	78	117	99

5.7. Filary od strony północnej (licząc od wschodu ku zachodowi)

Punkt pomiarowy	Filar 1	Filar 2	Filar 3
D wys. 2,2 m	80	129	-
C wys. 1,5 m	100	129	50
B wys. 1,0 m	114	58	43
A wys. 0,3 m	62	58	57

5.8. Filary od strony południowej (licząc od wschodu ku zachodowi)

Punkt pomiarowy	Filar 1	Filar 2	Filar 3
D wys. 2,2 m	-	64	50
C wys. 1,5 m	55	118	128
B wys. 1,0 m	124	114	121
A wys. 0,3 m	66	100	94

Tab. 6. Wyniki badań na zewnątrz. Przyrząd GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50

6.1. Prezbiterium					
Punkt pomiarowy	Zakrystia ściana północna	Ściana wschodnia	Ściana południowa		
C wys. 1,5 m	40	82	45		
B wys. 1,0 m	38	84	55		
A wys. 0,3 m	122	112	98		
6.2. Ściany nawy					
Punkt pomiarowy	Ściana południowa	Ściana zachodnia/pd	Wieża	Ściana zachodnia/pn	Ściana północna
C wys. 1,5 m	80	68	84	94	58
B wys. 1,0 m	124	88	74	60	67
A wys. 0,3 m	113	54	60	82	87
6.3. Kaplica północna (Św. Józefa)					
Punkt pomiarowy	Ściana wschodnia	Ściana północna	Ściana zachodnia		
C wys. 1,5 m	95	131	132		
B wys. 1,0 m	88	127	126		
A wys. 0,3 m	109	88	110		
6.4. Kaplica południowa (MB Szkaplerznej)					
Punkt pomiarowy	Ściana wschodnia	Ściana południowa	Ściana zachodnia		
C wys. 1,5 m	87	128	84		
B wys. 1,0 m	57	110	74		
A wys. 0,3 m	70	66	104		

5. Wizualna ocena zasolenia murów obiektu

Wnętrze kościoła otynkowane tynkiem wyglądającym jak tynk cementowo-wapienny. Na ścianach nawy tynk usunięty od czasu wykonania iniekcji do wysokości 65 cm od posadzki, wyżej widoczne liczne objawy wysoleń. Na ścianie południowej nawy widać wyżej złuszczącą się farbę i gładź, oraz przebarwienia. Mała złuszcząca się plama przy wejściu do kaplicy Matki Bożej Szkaplerznej po lewej stronie. Lekkie złuszczenia gładzi i wymalowania na wschodniej ścianie tejże kaplicy. W korytarzu wejściowym tynk usunięty do podobnej wysokości jak w nawie. Na południowej ścianie wewnątrz prezbiterium higroskopijne plamy do wysokości 90 cm. Pomiary elektroniczne wykazały, że ściana pomiędzy zakrystią a prezbiterium jest zawilgocena, być może od góry (miejsce to leży na styku dachu zakrystii z elewacją prezbiterium). Zawilgocenie powyżej 2 m, wskazana jest tu diagnostyka pomiarami inwazyjnymi. Ściana ta pokryta jest bardzo twardym tynkiem. W zakrystii widoczne złuszczące się wymalowania.



Fot. 2. Uszkodzenia tynku na zewnętrznych ścianach kaplicy św. Józefa



Fot. 3. Na ścianach nawy tynk usunięty od czasu wykonania iniekcji do wysokości 65 cm od posadzki, wyżej widoczne liczne objawy wysoleń



Fot. 4. Na ścianach nawy tynk usunięty od czasu wykonania iniekcji do wysokości 65 cm od posadzki, wyżej widoczne liczne objawy wysoleń



Fot. 5. W zakrystii widoczne złuszczone się wymalowania



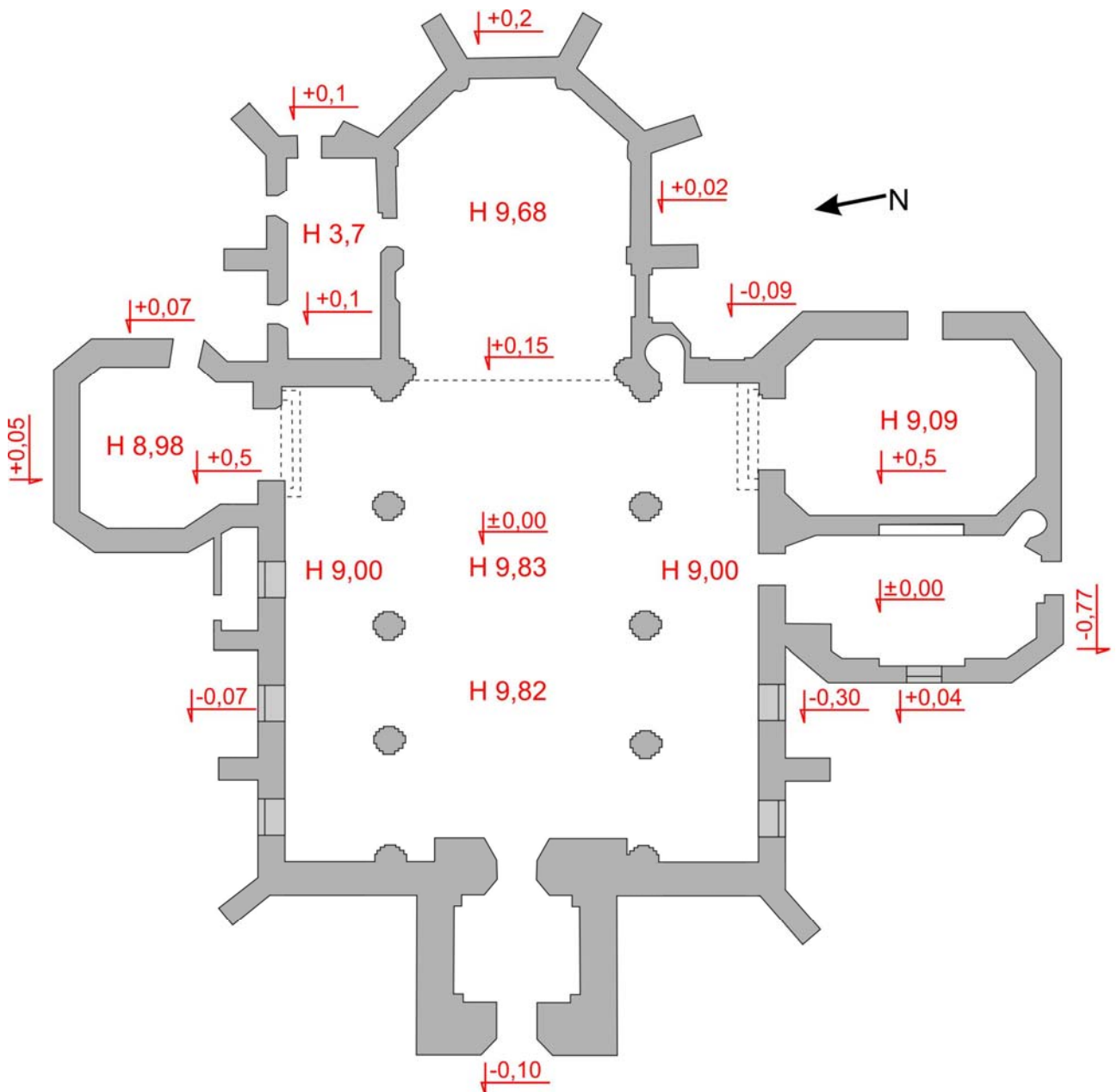
Fot. 6. Wysolenia na ceglach pilastra i tynku na południowej ścianie wewnątrz prezbiterium



Fot. 7. Na południowej ścianie wewnątrz prezbiterium higroskopijne plamy do wysokości 90 cm

6. Pomiary wysokości poziomu gruntu w stosunku do wysokości posadzki

Pomiaru poziomów gruntu w stosunku do poziomu nawy kościoła dokonano na podstawie poziomów przy wejściach do kościoła, mając za punkt odniesienia wysokość cokołu kościoła i kaplic. Wyniki są przedstawione na załączonym (rys. 1) szkicu sytuacyjnym. Grunt okalający jest na większości obwodu kościoła na poziomie niższym niż jego posadzka. Niewielkie przewyższenie jest przy wschodniej ścianie prezbiterium.



Rys. 1. Rzut poziomy kościoła z zaznaczonymi poziomami odniesienia i wysokościami

7. Pomiary parametrów powietrza (temperatura i wilgotność względna) we wnętrzu i na zewnątrz

7.1. Krótki opis przyrządu pomiarowego

Pomiary klimatu, temperatury ściany i punktu rosy wykonywano za pomocą miernika TROTEC T 250. Jest to urządzenie wielofunkcyjne — łączy w sobie termometr, higrometr, pirometr laserowy i miernik punktu rosy. Urządzenie pracuje w trzech trybach i ma różne funkcje pomiarów, wszystko to sterowane jest jednym przyciskiem.

W trybie TH urządzenie pracuje jako higrometr i termometr.

W trybie IR urządzenie T 250 używane jest jako pirometr laserowy do pomiaru temperatury powierzchni, gdzie promień lasera wskazuje miejsce pomiaru.

Tryb DP wyświetla jednocześnie punkt rosy i temperaturę powierzchni.

Jeśli temperatura ściany spadnie poniżej punktu rosy, urządzenie T 250 powiadamia o tym za pomocą sygnału laserowego i alarmu dźwiękowego. Funkcja alarmu służy do ostrzegania o wystąpieniu niedopuszczalnych wartości. Wartości graniczne alarmu można skonfigurować według własnych potrzeb.

Dane techniczne T 250:

Zakres pomiaru temperatury powietrza: od -20°C do $+50^{\circ}\text{C}$

Rozdzielczość wskazań temperatury powietrza: $0,1^{\circ}\text{C}$

Zakres pomiaru wilgotności powietrza: 5–95% RH

Rozdzielczość wskazań wilgotności powietrza: $0,1\%$ RH

Zakres pomiaru temperatury powierzchni: od -20°C do $+60^{\circ}\text{C}$

Rozdzielczość wskazań temperatury powierzchni: $0,1^{\circ}\text{C}$.



Fot. 8. Przyrząd TROTEC T 250

7.2. Pomiary warunków klimatycznych w obiekcie i na zewnątrz

Zestawienie pomiarów wykonano na podstawie badań przeprowadzonych jednorazowo, w sobotę dn. 10.10.2020 r. o godz. 12:00–13:10. Nie zbierano danych w dłuższym czasie, stąd brak obliczeń dotyczących amplitud dobowych (ΔT , ΔRH). Pogoda na zewnątrz: zachmurzenie zmienne, przelotne opady deszczu, które przeszły po południu w opady bardziej intensywne. Wiatr początkowo słaby, potem silniejszy z kierunku północno-zachodniego 0–1,5 m/s. W tygodniu poprzedzającym było przeważnie pogodnie, po poniedziałkowym froncie atmosferycznym z ulewnym deszczem, temperatura w zakresie 8–15°C.

W czasie badań nie odbywało się nabożeństwo. Nie wykonywano więc pomiarów gradientu pionowego. Jednakże zmierzono parametry klimatu na ambonie i chórze w trakcie pomiarów ogólnych (tab. 7).

Na zewnątrz w dniu badania była wysoka wilgotność powietrza (96%). Napływ powietrza zewnętrznego podwyższał wilgotność powietrza w korytarzu wejściowym (do kościoła wchodzi się obecnie od strony południowej przez korytarz obok kaplicy Matki Bożej Szkaplerznej) oraz na środku nawy. Widoczne jest to w wynikach pomiarów w różnych miejscach.

Tab. 7. Ogólne warunki klimatyczne wewnątrz i na zewnątrz obiektu. Miernik TROTEC T 250 na wysokości 1 m nad podłożem, w cieniu

Data	Na zewnątrz		Nawa wewnątrz		Ambona H=2,65 m		Chór H=4,83 m		Kruchta	
	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]
10.10.2020	13:15		12:00		12:55		13:00		13:05	
Klimat	96,0	15,7	94,0	15,2	86,4	15,7	83,4	15,5	87,7	15,6

Data	Prezbiterium wewnątrz		Zakrystia		Kaplica płn. (św. Józefa)		Kaplica pld. (MB Szkaplerznej)	
	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]
10.10.2020	12:10		12:45		12:42		13:10	
Klimat	89,0	15,5	84,2	15,7	83,3	15,6	88,0	15,8

7.3. Pomiary prawdopodobieństwa kondensacji pary wodnej

Pomiary wykonano bezpośrednio przy ścianach zewnętrznych od strony wewnętrznej w kilku miejscach, na wysokości ok. 30 cm od posadzki, oraz w narożnikach, wg podanego przez zamawiającego w wytycznych schematu.

Tab. 8. Pomiary prawdopodobieństwa kondensacji pary wodnej. Miernik TROTEC T 250

Miejsce pomiaru (30 cm nad posadzką)	Godzina	RH [%] powietrza	T [°C] powietrza	T [°C] punktu rosy	T [°C] Muru	Grubość Muru w miejscu Pomiaru [cm]	Prawdopodo- bieństwo kondensacji pary wodnej – różnica od punktu rosy [°C]
Prezbiterium – ściana wschodnia	12:12	85,5	15,8	13,4	13,8	70	0,4
Prezbiterium – ściana południowa	12:13	88,7	15,5	13,6	14,5	70	0,9
korytarz wejściowy – od strony zachodniej (drzwi otwarte)	12:14	99,3	15,2	15,1	14,4	70	-0,7
Nawa - ściana południowa pod oknem zachodnim	12:20	90,5	15,6	14,0	15,0	90	1,0
Nawa – ściana zach. od str. południowej	12:22	92,7	15,5	14,3	14,6	90	0,3
Nawa – ściana zach. od str. północnej	12:24	91,3	15,4	14,0	14,5	90	0,5
Nawa - ściana północna pod oknem zachodnim	12:26	91,3	15,4	14,0	14,0	90	0,0
Nawa - ściana północna pod oknem wschodnim	12:27	93,1	15,3	14,2	13,8	90	-0,4
Kaplica północna – ściana wchodnia	12:29	82,3	15,4	12,4	14,3	90	1,9
Kaplica północna – ściana północna	12:32	82,4	15,5	12,5	14,0	90	1,5
Kaplica północna – ściana zachodnia	12:34	82,4	15,8	12,8	14,2	90	1,4
Kaplica południowa – ściana wchodnia	13:12	89,0	15,4	13,6	14,3	90	0,7
Kaplica południowa – ściana południowa	13:14	86,0	15,8	13,4	14,4	90	1,0
Zakrystia – ściana wschodnia	12:38	85,5	15,6	13,2	14,0	70	0,8
Zakrystia – ściana północna	12:40	84,0	15,7	13,0	14,1	70	1,1
Zakrystia – ściana zachodnia	brak dostępu						

8. Pomiary prędkości przepływów powietrza

U szczytu środkowego łuku stropu nawy jeden otwór wywiewny na strych. Drzwi na wieżę, za organami na chórze, otwierane są nieregularnie. W dniu pomiarów był napływ powietrza, wskutek różnicy ciśnień (wiatr), przez korytarz przy kaplicy Matki Bożej Szkaplerznej do nawy. Zachodnie drzwi do kruchty (obecnie zamknięte), według osoby związanej z kościołem, otwierane są w lecie i wtedy przepływ powietrza się zwiększa.

Tab. 9. Pomiary prędkości przepływów powietrza. Urządzenie pomiarowe — termoanemometr CEM DT-8894

Lokalizacja nr 6	Data — 10.10.2020 r.		
	Prędkość przepływu powietrza [m/s]	Temperatura powietrza [°C]	
Pomiar na zewnątrz kościoła			
Przed wejściem do kościoła	1,5 m/s	15,7°C	
Pomiary we wnętrzu przy drzwiach zamkniętych			
Wysokość punktu pomiarowego	30 cm	100 cm	150 cm
Przed ołtarzem	0	0	0
Na środku nawy głównej	0	0	0
Przy głównych drzwiach wejściowych (korytarz od południa)	0	0	0
Przy drzwiach do kruchty	0	0	0
Przy drzwiach do zakrystii	0	0,	0
Przy drzwiach na klatkę schodową empory organowej	0	0	0
Na emporze organowej	0	0	0
Przy drzwiach na poddasze kościoła	0,3	0,5	0,3
Na strychu przy otworze wentylacyjnym w sklepieniu	0	0	0
Pomiary we wnętrzu przy drzwiach otwartych			
Przed ołtarzem	0	0	0
Pośrodku nawy głównej	0	0	0
Przy głównych drzwiach wejściowych (korytarz od południa)	1,2	1	0,5
Przy drzwiach do kruchty	0	0	0
Przy drzwiach do zakrystii	0	0	0
Przy drzwiach na klatkę schodową empory organowej	0	0	0
Na emporze organowej	0	0	0
Przy drzwiach na poddasze kościoła	0,5	1	0,5
Na strychu w otworze wentylacyjnym w sklepieniu	brak pomiaru	brak pomiaru	brak pomiaru

9. Spostrzeżenia i wnioski autora opracowania

9.1. Spostrzeżenia dotyczące zawilgocenia murów obiektu

Pomiary elektroniczne wskazują, że kościół jest zawilgocony nierównomiernie. Zgodność pomiarów od zewnątrz i od wewnątrz świadczy o tym, że zawilgocona jest północna i zachodnia ściana kaplicy św. Józefa oraz wschodnia ściana zakrystii. Również wysokie wskazania (o zasięgu powyżej 2 m) są na ścianie pomiędzy prezbiterium a zakrystią oraz na południowej ścianie wewnątrz prezbiterium, gdzie widoczny jest zasolony tynk (fot. 6 i 7). Zwracają uwagę pomiary na wschodniej ścianie prezbiterium oraz w korytarzu wejściowym obok kaplicy Matki Bożej Szkaplerznej. Wskazania przyrządu GANN na filarach oraz na większych wysokościach wewnątrz nawy świadczą o zasoleniu tynku i związanym z tym zawilgoceniem typu higroskopijnego.

Pierwszy poziom pomiaru na zewnątrz był z reguły na kamiennym cokole kościoła. Wyżej należy zwrócić uwagę, że poszczególne cegły elewacji wykazują różnice w odczytach na tych samym poziomie, co wskazuje na różny stopień ich sorpcyjności.

Ewentualne badania inwazyjne wagosuszarkowe zawilgocenia muru zalecane są w ścianach prezbiterium, zakrystii, kaplicy św. Józefa i w korytarzu przejściowym obok kaplicy Matki Bożej Szkaplerznej, w innych miejscach wyrywkowo, dla kontroli skuteczności iniekcji.

9.2. Spostrzeżenia dotyczące klimatu i zagrożenia kondensacją w obiekcie

Najsilniejszy zapach stęchlizny i całkowity brak ruchu powietrza panuje w zakrystii, pomimo że możliwe jest przejście powietrza przez szpary w drzwiach zewnętrznych zakrystii pod wpływem różnicy ciśnień.

Na zewnątrz w dniu badania była wysoka wilgotność powietrza (96%). Napływ powietrza zewnętrznego podwyższał wilgotność powietrza w korytarzu wejściowym (do kościoła wchodzi się obecnie od strony południowej, przez korytarz obok kaplicy Matki Bożej Szkaplerznej) oraz na środku nawy. Widoczne jest to w wynikach pomiarów w różnych miejscach. Z tej przyczyny największe zagrożenie kondensacją (temperatura ściany poniżej temperatury punktu rosy) panowało w korytarzu oraz naprzeciwko wejścia z tego korytarza po przeciwnej stronie nawy, na ścianie północnej pod oknem wschodnim. Najlepsze parametry miał klimat w kaplicach, paradoksalnie, ze względu na brak dościa powietrza wchodzącego z zewnątrz.

Badania stopnia osuszenia murów obiektu

Nr 6



Opracowanie na zlecenie Narodowego Instytutu Dziedzictwa

Październik 2020

1. Cel wykonania dokumentacji

Badanie stopnia osuszenia murów na podstawie standardu określonego przez zamawiającego w załączniku nr 2 do umowy nr NID/U/123/20 z dnia 15.09.2020 r.

2. Krótki opis obiektu

Datowanie:

W XII w. kościół został wzniesiony jako trzynawowa bazylika romańska. W XIII w. rozbudowano go, dodając transept i wydłużając prezbiterium. W połowie XIV i w XV w. świątynia otrzymała formę gotycką (w XV w. dodano m.in. gotycką fasadę zachodnią). W drugiej połowie XVIII w. dokonano gruntownej przebudowy kościoła w stylu barokowym. W czasie II wojny światowej okradziony przez Niemców z wszystkich cennych przedmiotów i zamieniony na magazyn wojskowy. Spalony 21 stycznia 1945 r. podczas opuszczania miasta przez żołnierzy Wehrmachtu, odbudowany w latach 50. i 60. XX w. wraz z dokładną rekonstrukcją elementów wyposażenia wnętrza.

Forma architektoniczna, konstrukcja, rodzaj budulca:

Obecnie kościół jest budowlą barokową, trójnawową, na planie krzyża, z kopułą, nawą obiegającą część centralną i wieńcem ośmiu kaplic. Fragmenty budowli romańskie oraz gotyckie. Wyposażenie i polichromie barokowe Franciszka Smuglewicza, zrekonstruowane (1955–1956). W zachodniej części kościoła zachowane XII-wieczne kolumny romańskie z piaskowca. Zewnętrzne kamienne wieże zachodnie kościoła z przyporami są również zachowanym elementem romańskim. W wieży południowej w części fasady zachodniej widoczny jest fragment romańskiego muru z ciosów granitowych. Między wieżami duże ostrołukowe okno, nad nim skromny szczyt barokowy. Pozostałość gotyckiej przebudowy kościoła jest widoczna w konstrukcji zachowanego sklepienia gwiaździstego. Murowane ołtarze barokowe — zrekonstruowane. Posadzka nawy wykonana z lastryko w czasach współczesnych. Do niedawna dolne strefy ścian również wykończone były okładziną z lastryko (usuniętą w 2012 r.). Kościół zbudowany z cegły (część barokowa), pokryty dachem z blachy miedzianej.

Podziemia bazyliki kryją kamienne pozostałości romańskie. Strop podziemi podparty żelbetowymi słupami. W północnej, bocznej nawie gablota z fragmentem muru z cegłą nadtopioną od żaru w 1945 r.

Wymiary, kubatura, grubość murów:

Szacunkowa powierzchnia¹ zabudowy kościoła to ok. 1680 m². Długość budowli — ok. 62 m, szerokość w najszerszym miejscu wraz z zakrystiami wynosi ok. 36 m. Szacunkowa grubość murów jest zmienna, od 75 cm do 2 m. Wysokości podane są na szkicu (rys. 1).

Otoczenie obiektu (rodzaj nawierzchni, spadki terenu itp.):

Wejście do kościoła znajduje się od strony południowo-wschodniej na poziomie równym z kostką brukową. Wokół kościoła przy murze opaska żwirowa szerokości 0,5 m ograniczona krawężnikiem, dalej kostka betonowa. Drobny żwir tylko przykrywa cienką warstwą piaszczysto-gliniasty grunt przy kościele. Widoczna wystająca przy murze folia kubełkowa bez zabezpieczenia listwą. Rynny i rury spustowe miedziane, w partiach niższych i w odprowadzeniach pod ziemię rurą z PVC. W wyczystce rury spustowej w południowo-wschodnim narożniku transeptu stwierdzono brak sitka filtracyjnego. Teren prawie płaski z lekkim spadkiem z południowego-wschodu na północny-zachód. Obniżenie o 0,8 m do 1 m następuje od strony wschodniej przy prezbiterium. Tamże przy opasce żwirowej trawnik. Poziomy odniesienia zaznaczono na rys. 1.

1 Dane przybliżone (z Geoportalu).

3. Prace w celu osuszania w obiekcie

Tab. 1. Zakres prac w celu osuszenia w obiekcie

Zabieg	Nie	Tak, rok	Zastosowane metody i technologie, krótka charakterystyka rozwiązań
Izolacja pozioma	X		
Izolacja pionowa		2015	Mikrozaprawa uszczelniająca Optostop Duralith lub elastyczna AquaFlex 1K lub 2K. Brak informacji, jakiej faktycznie użyto
Wymiana zasolonych tynków (rodzaj założonych)		2015	Tynki Optosan i farby krzemianowe Optomal Silisan na elewacji. Wewnątrz kościoła tynków nie wymieniano, w 2012 r odkuto tynki w dolnej strefie murów i usunięto okładzinę z lastryko
Reprofilacja gruntu przylegającego	X		
Zabezpieczenie przed wodą odpryskową		2015	Opaska żwirowa. Tynki i pokrycia malarskie hydrofobowe
Usprawnienie systemu odprowadzania wód opadowych (rynny, rury spustowe)		2015	Wraz z robotami ziemnymi przy elewacji
Zabezpieczenia przed bezpośrednim zalewaniem wodą z opadów — opierzenia, hydrofobizacja itp.	?	?	Brak informacji, rynny i rury spustowe w dobrym stanie
Zabezpieczenie przed napływem wód gruntowych i rozproszonych (systemy drenarskie)		2015	Drenaż
Usprawnienie systemu wentylacji		2011	Wentylacja mechaniczna w podziemiu
Wykonanie/usprawnienie systemu ogrzewania (typ obecnego ogrzewania)	X		Brak ogrzewania

Załączniki: Skany dokumentów udostępnionych przez proboszcza.

4. Pomiary wilgotności murów obiektu i wysokości strefy zawilgocenia

4.1. Krótki opis przyrządu pomiarowego

Pomiary wykonywano za pomocą przyrządu GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50. Aktywne elektrody B 50 i B 60 to dielektryczny czujnik wilgoci ze zintegrowanym obwodem. Podstawą pomiaru jest metoda pomiaru stałej dielektrycznej. Między kulką-elektrodą i mierzonym materiałem, z którym się styka, jest pole pomiarowe w takiej konfiguracji, na którą ma wpływ gęstość mierzonego materiału budowlanego i jego wilgotność. Jeśli gęstość materiału jest stała, zmiany w polu pojemności można dopasować do zmiany wilgotności mierzonego materiału. Zakres pomiarowy rozciąga się od 0 do 199, tzn. wyświetlane wartości są wartościami względnymi. Wskazują one na rozróżnienie między suchym a wilgotnym materiałem budowlanym. Im wyższa zmierzona wartość, tym wyższa zawartość wilgoci w mierzonym materiale. Wyciąganie wniosków na temat rzeczywistej zawartości wilgoci w procentach względem zmierzonej wartości względnej jest dopuszczalne tylko w przypadku normalnego procesu suszenia, w nieobecności soli, wytwarzającej zawilgocenie higroskopijne. Czynnikiem mającym wpływ na pomiar jest gęstość materiału budowlanego, który ma być mierzony — należy wziąć ją pod uwagę. Wysokie gęstości prowadzą do wyższych wyświetlanych wartości, niezależnie od zawartości wilgoci.



Fot. 1. Przyrząd GANN Hydromette UNI 1

Tab. 2. Skala pomiarowa dla przyrządu GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50, uwzględniająca gęstość materiału

Gęstość materiału budowlanego w kg/m^3	Wartość na wyświetlaczu przyrządu GANN Hydromette UNI 1 elektroda B 50 lub B 60					
	BARDZO SUCHY	SUCHY	MNIEJ SUCHY	WILGOTNY	BARDZO WILGOTNY	MOKRY
Do 600	10–20	20–40	40–60	60–90	90–110	> 100
600–1200	20–30	30–50	50–70	70–100	100–120	> 120
1200–1800	20–40	40–60	60–80	80–110	110–130	> 130
Ponad 1800	30–50	50–70	70–90	90–120	120–140	> 140

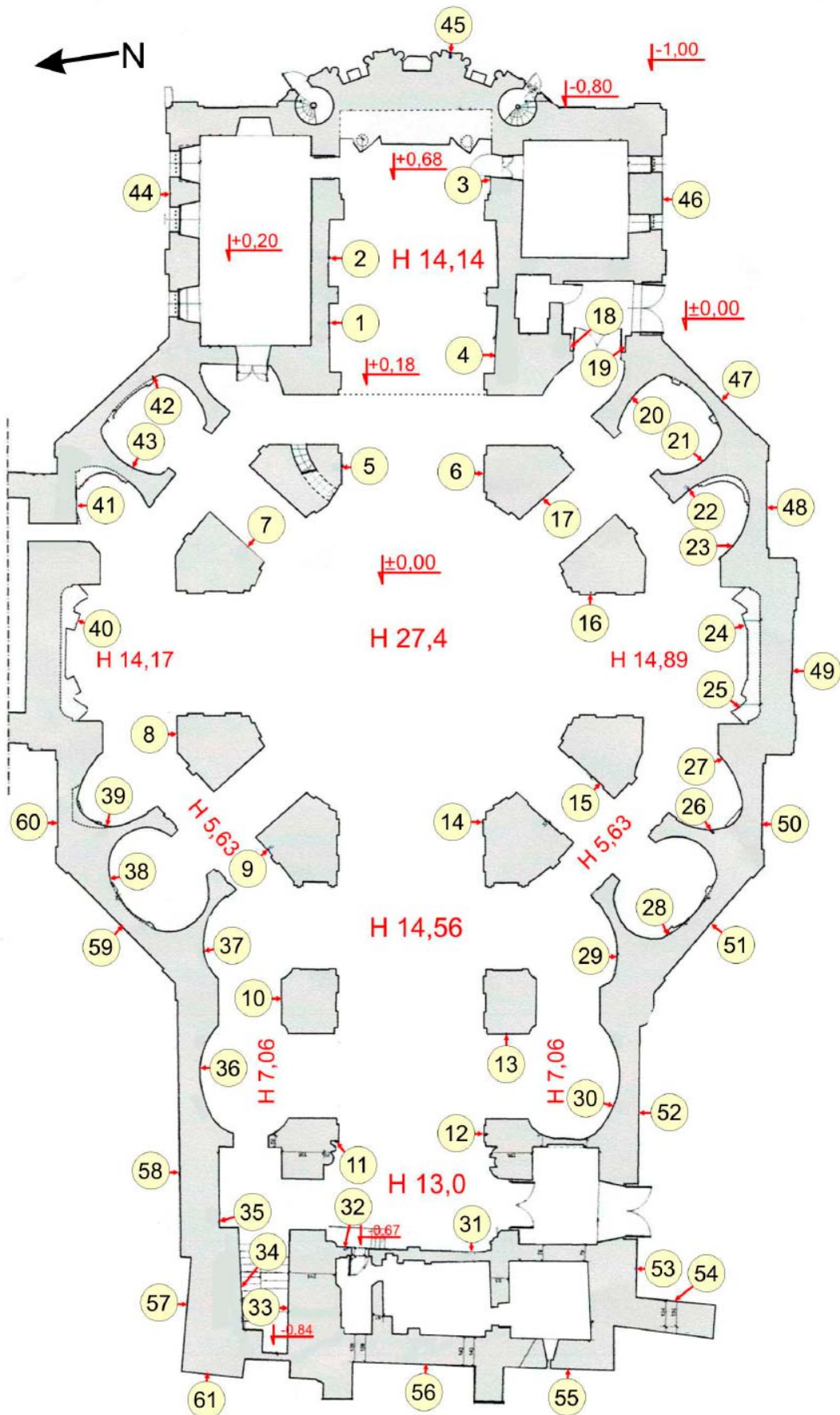
Tab. 3. Zestawienie gęstości wybranych materiałów budowlanych, wg PN-EN ISO 12524:2003, PN-EN ISO 6946:1999 i PN-91/B-02020

L.p.	Grupa materiałowa / materiał	Gęstość w stanie suchym (średnia), kg/m ³
1.	Beton z kruszywa keramzytowego	1600
2.	Mur z betonu komórkowego na cienkowarstwowej zaprawie klejącej lub na zaprawie o przewodności cieplnej porównywalnej do przewodności cieplnej betonu komórkowego	700–800
3.	Beton z żużla paleniskowego	1800
4.	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie cementowo-wapiennej (bez tynku)	1800
5.	Mur z cegły dziurawki na zaprawie cementowo-wapiennej (bez tynku)	1400
6.	Beton zwykły z kruszywa kamiennego	2400
7.	Mur z cegły silikatowej drążonej i bloków drążonych	1600
8.	Mur z cegły klinkierowej	1900
9.	Mur z pustaków ceramicznych M-44	1070
10.	Mur z pustaków Porotherm 8 P+W na zaprawie zwykłej	800
11.	Płyty okładzinowe ceramiczne	2000
12.	Tynk gipsowy	1000–1300
13.	Tynk lub gładź cementowa	2000
14.	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	1850
15.	Tynk wapienny	1700
16.	Tynk wapienno-piaskowy	1600

Dla potrzeb niniejszego opracowania przyjęto następującą skalę uśrednioną, przedstawioną w tabeli 4, zakładając, że gęstość badanych materiałów jest w zakresie 1200–1800 kg/m³ (tab. 4). Zakresom wartości przypisano odpowiednie kolory tła w tabelach pomiarowych. Wskazania zaokrąglono do całości.

Tab. 4. Przyjęta do oceny zawilgocenia skala pomiarowa przyrządu GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50

Wartość na wyświetlaczu przyrządu GANN Hydromette UNI 1 elektroda B 50 lub B 60				
SUCHY	MNIEJ SUCHY	WILGOTNY	BARDZO WILGOTNY	MOKRY
0–60	60–80	80–110	110–130	> 130



Rys. 1. Rzut poziomy kościoła z zaznaczonymi poziomymi odniesieniami i wysokościami oraz miejscami pomiarów

4.2. Wyniki badań zawilgocenia murów wewnątrz i na zewnątrz, wysokość strefy zawilgocenia

Badania przeprowadzono w czwartek 15.10.2020 r. w godzinach 10:20–17:20. Pogoda na zewnątrz: pochmurno, bez deszczu, po porannym roz pogodzeniu. Wiatr lekki, północno-zachodni do 2 m/s. W tygodniu poprzedzającym były przelotne deszcze, z reguły pochmurno oraz temperatura w zakresie 8–12°C.

Tab. 5. Wyniki badań wewnątrz. Przyrząd GANN Hudromette UNI 1 z elektrodą B 50

5.1. Prezbiterium						
Punkt pomiarowy	Ściana północna 1	Ściana północna 2	Ściana południowa 3	Ściana południowa 4		
C wys. 1,5 m	94	103	82	116		
B wys. 1,0 m	84	65	82	104		
A wys. 0,3 m	83	132	78	80		
5.2. Przejście z kruchty do nawy						
Punkt pomiarowy	18	19				
C wys. 1,5 m	107	82				
B wys. 1,0 m	115	81				
A wys. 0,3 m	74	134				
5.3. Filary i ściany wewnętrzne nawy						
Punkt pomiarowy	Filar 5	Filar 6	Filar 7	Filar 8	Filar 9	Filar 10
C wys. 1,5 m	80	84	84	84	59	54
B wys. 1,0 m	114	74	63	75	98	71
A wys. 0,3 m	64	64	73	45	57	48
5.3. Filary i ściany wewnętrzne nawy						
Punkt pomiarowy	Filar 11	Filar 12	Filar 13	Filar 14	Filar 15	Filar 16
C wys. 1,5 m	120	92	68	51	65	61
B wys. 1,0 m	133	116	70	100	77	71
A wys. 0,3 m	90	94	67	45	49	54
5.3. Filary i ściany wewnętrzne nawy						
Punkt pomiarowy	Filar 17	Ściana 31	Ściana 32			
C wys. 1,5 m	85	53	68			
B wys. 1,0 m	88	36	58			
A wys. 0,3 m	101	83	137			

Aneks nr 2. Karty wyników pomiarów zawilgocenia w badanych obiektach

5.4. Ściany nawy południowej

Punkt pomiarowy	20	21	22	23	24
C wys. 1,5 m	81	83	80	118	123
B wys. 1,0 m	70	96	92	110	126
A wys. 0,3 m	130	136	139	62	140

5.4. Ściany nawy południowej

Punkt pomiarowy	25	26	27	28	29	30
C wys. 1,5 m	115	110	76	113	123	63
B wys. 1,0 m	134	102	97	97	82	120
A wys. 0,3 m	125	86	79	137	131	129

5.5. Ściany nawy północnej

Punkt pomiarowy	Obniżenie 33	Półpiętro 34	35	36	37
E wys. 2,5 m	-	134	132	80	-
D wys. 2,0 m	130	132	143	124	73
C wys. 1,5 m	147	132	143	117	94
B wys. 1,0 m	130	137	132	85	64
A wys. 0,3 m	142	135	140	93	115

5.5. Ściany nawy północnej

Punkt pomiarowy	38	39	40	41 (nowy tynk)	42	43
C wys. 1,5 m	113	107	49	58	86	98
B wys. 1,0 m	103	134	75	52	95	127
A wys. 0,3 m	100	104	115	64	88	93

Tab. 6. Wyniki badań na zewnątrz. Przyrząd GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50

6.1. Prezbiterium i zakrystia od strony zewnętrznej					
Punkt pomiarowy	Ściana północna	Ściana wschodnia	Ściana południowa		
	44	45	46		
C wys. 1,5 m	71	73	47		
B wys. 1,0 m	78	79	53		
A wys. 0,3 m	90	56	81		
6.2. Ściany nawy południowe					
Punkt pomiarowy	47	48	49	50	51
C wys. 1,5 m	57	46	68	50	74
B wys. 1,0 m	72	49	68	73	76
A wys. 0,3 m	75	68	65	53	120
6.3. Ściany nawy południowe i zachodnie					
Punkt pomiarowy	52	53	54 (przypora)	55	56
C wys. 1,5 m	59	77	117	109	63
B wys. 1,0 m	71	72	134	81	102
A wys. 0,3 m	74	57	128	72	87
6.4. Ściany nawy północne					
Punkt pomiarowy	61 (przypora)	57	58	59	60
C wys. 1,5 m	86	127	89	90	83
B wys. 1,0 m	62	92	100	87	90
A wys. 0,3 m	90	87	88	86	98

5. Wizualna ocena zasolenia murów obiektu

W przejściu z kruchty do nawy, pomiędzy drzwiami wahadłowymi a kotarą, uszkodzenia malatury, tynk odspojony, powyżej oczyszczonego do cegły cokołu. Strefa uszkodzeń najbardziej intensywna ponad cokół od 1,2 m do 1,4 m, ślad po renowacji tynku do wysokości 1,75 m. Prawa strona przejścia — tynk jest usunięty do wysokości 1,22 m, jednakże powyżej tej wysokości tynk jest odspojony do wysokości 2,05 m. W kaplicach od strony południowej uszkodzenia na tynku do wysokości 1 m, w niektórych kaplicach tynk usunięty do tej wysokości. W nawie od strony południowo-zachodniej tynk usunięty do wysokości 2,30–2,6 m. Pod schodami na chór obniżenie zakończone zamurowanym przejściem. Tam ściany pokryte starym tynkiem, widoczne uszkodzenia wilgotnościowe od strony chóru, wysokość uszkodzeń od 1,4 m do 1,60 m. Obok schodów na chór, od strony północno-zachodniej, widoczne, na półpiętrze w narożniku, uszkodzenia wilgotnościowe na tynku. Ich wysokie położenie wskazywałoby na zalewanie z zewnątrz wodą deszczową. Cały narożnik północno-zachodni ma ślady uszkodzeń na tynku do wysokości wyższej niż 2 m ponad posadzkę nawy, na półpiętrze w narożniku, również powyżej 2 m od poziomu półpiętra. W kaplicach od strony północnej uszkodzenia tynku do wysokości cokołu, to znaczy 70 cm do posadzki kaplic. Filary od strony północnej odkute z tynku do wysokości cokołu, tam widoczne uszkodzenia wilgotnościowe ok. 20 cm ponad cokół. Ściana transeptu od strony północnej — niewielkie uszkodzenia 10–20 cm od posadzki. W kaplicy, po prawej stronie północnego skrzydła transeptu (czyli od strony wschodniej), pęcherze na farbie, po lewej stronie do wysokości 1,50 m, po prawej stronie do wysokości 1,20 m. We wnęce przy drzwiach do zakrystii tynk usunięty wyżej niż cokół do 1,4 m po lewej stronie oraz do 1,05 m po prawej stronie wejścia. W tym miejscu uszkodzenia wymalowania i odspojenie tynku sięgają do wysokości 1,50 m. Ściany prezbiterium odnowione, brak uszkodzeń. W kaplicy bocznej pomiędzy transeptem a wejściem do kościoła również uszkodzenia: odspojenia tynku, łuszcząca się farba, odpadający tynk. Pod spodem widoczny jest tynk wapienny, uszkodzenia są do wysokości 1,24 m, widoczna linia odnawiania ściany także do tej wysokości. Tynk opada również z podmurówki ołtarza oraz z bocznych pilastrów ołtarza w kaplicy.



Fot. 2. Uszkodzenia tynku w północno-zachodnim narożniku nawy



Fot. 3. Na ścianach kaplic tynk usunięty w 2012 r. do wysokości 1 m od posadzki, wyżej widoczne wysolenia



Fot. 4. W przejściu z kruchty do nawy, pomiędzy drzwiami wahadłowymi a kotarą, uszkodzenia powłoki malarskiej, tynk odspojony



Fot. 5. W nawie od strony południowo-zachodniej tynk usunięty do wysokości 2,30–2,6 m

6. Pomiary wysokości poziomu gruntu w stosunku do wysokości posadzki

Pomiaru poziomów gruntu w stosunku do poziomu nawy kościoła dokonano na podstawie poziomów przy wejściach do kościoła, mając za punkt odniesienia wysokość cokołu kościoła. Wyniki są przedstawione na załączonym (rys. 1) szkicu sytuacyjnym. Grunt okalający jest na całym obwodzie murów kościoła na poziomie niższym niż jego posadzka.

7. Pomiary parametrów powietrza (temperatura i wilgotność względna) we wnętrzu i na zewnątrz

7.1. Krótki opis przyrządu pomiarowego

Pomiary klimatu, temperatury ściany i punktu rosy wykonywano za pomocą miernika TROTEC T 250. Jest to urządzenie wielofunkcyjne — łączy w sobie termometr, higrometr, pirometr laserowy i miernik punktu rosy. Urządzenie pracuje w trzech trybach i ma różne funkcje pomiarów, wszystko to sterowane jest jednym przyciskiem.

W trybie TH urządzenie pracuje jako higrometr i termometr.

W trybie IR urządzenie T 250 używane jest jako pirometr laserowy do mierzenia temperatury powierzchni, gdzie promień lasera wskazuje miejsce pomiaru.

Tryb DP wyświetla jednocześnie punkt rosy i temperaturę powierzchni.

Jeśli temperatura ściany spadnie poniżej punktu rosy, urządzenie T 250 powiadamia o tym za pomocą sygnału laserowego i alarmu dźwiękowego. Funkcja alarmu służy do ostrzegania o wystąpieniu niedopuszczalnych wartości. Wartości graniczne alarmu można skonfigurować według własnych potrzeb.

Dane techniczne T 250:

Zakres pomiaru temperatury powietrza: od -20°C do $+50^{\circ}\text{C}$

Rozdzielczość wskazań temperatury powietrza: $0,1^{\circ}\text{C}$

Zakres pomiaru wilgotności powietrza: 5–95% RH

Rozdzielczość wskazań wilgotności powietrza: $0,1\%$ RH

Zakres pomiaru temperatury powierzchni: od -20°C do $+60^{\circ}\text{C}$

Rozdzielczość wskazań temperatury powierzchni: $0,1^{\circ}\text{C}$.



Fot. 8. Przyrząd TROTEC T 250

7.2. Pomiary warunków klimatycznych w obiekcie i na zewnątrz

Zestawienie pomiarów wykonano na podstawie badań przeprowadzonych jednorazowo, w czwartek dn. 15.10.2020 r. o godz. 15:10–15:45. Nie zbierano danych w dłuższym czasie, stąd brak obliczeń dotyczących amplitud dobowych (ΔT , ΔRH). Pogoda na zewnątrz: pochmurno, bez deszczu, po porannym roz pogodzeniu. Wiatr lekki, północno-zachodni do 2 m/s. W tygodniu poprzedzającym były przelotne deszcze, z reguły pochmurno oraz temperatura w zakresie 8–12°C.

W czasie badań nie odbywało się nabożeństwo. Nie wykonywano więc pomiarów gradientu pionowego.

Tab. 7. Ogólne warunki klimatyczne wewnątrz i na zewnątrz obiektu. Miernik TROTEC T 250 na wysokości 1 m nad podłożem, w cieniu

Data	Na zewnątrz		Nawa wewnątrz		Prezbiterium wewnątrz		Krypta	
	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]
15.10.2020	15:45		15:10		15:36		15:38	
Klimat	69,1	10,8	68,0	15,5	68,0	15,2	75,0	15,4

7.3. Pomiary prawdopodobieństwa kondensacji pary wodnej

Pomiary wykonano bezpośrednio przy ścianach zewnętrznych od strony wewnętrznej w kilku miejscach, na wysokości ok. 30 cm od posadzki, oraz w narożnikach, wg podanego przez zamawiającego w wytycznych schematu.

Tab. 8. Pomiary prawdopodobieństwa kondensacji pary wodnej. Miernik TROTEC T 250

Miejsce pomiaru (30 cm nad posadzką)	nr punktu pomiarowego wg szkicu	Godzina	RH [%] powietrza	T [°C] powietrza	T [°C] punktu rosy	T [°C] Muru	Grubość Muru w miejscu Pomiaru [cm]	Prawdopodobieństwo kondensacji pary wodnej – różnica od punktu rosy [°C]
Prezbiterium – ściana północna	2	15:32	66,0	15,4	9,0	14,0	90	5,0
Prezbiterium – ściana południowa	4	15:33	65,0	15,4	8,8	13,6	90	4,8
Nawa - ściana południowa pod oknem wschodnim	21	15:20	69,0	15,6	9,9	14,0	70	4,1
Nawa - ściana południowa pod oknem zachodnim	30	15:18	78,0	15,6	11,7	13,5	70	1,8
Nawa – ściana zach. od str. Północnej w obniżeniu pod schodami na chór	33	15:16	78,0	15,1	11,3	11,8	?	0,5
Nawa - ściana północna pod oknem zachodnim	35	15:14	70,5	15,4	10,0	14,4	70	4,4
Nawa - ściana północna pod oknem wschodnim	42	15:12	70,2	15,2	9,8	13,5	70	3,7
Krypta – ściana w miejscu wentylowanym	-	15:38	80,0	15,4	11,9	14,1	?	2,2
Krypta – w bocznym korytarzu po północnej stronie	-	15:41	99,4	15,6	15,5	14,1	?	-1,4

8. Pomiary prędkości przepływów powietrza

Tab. 9. Pomiary prędkości przepływów powietrza. Urządzenie pomiarowe — termoanemometr CEM DT-8894

Lokalizacja nr 7	Data — 15.10.2020 r.		
	Prędkość przepływu powietrza [m/s]	Temperatura powietrza [°C]	
Pomiar na zewnątrz kościoła			
Przed wejściem do kościoła	2 m/s	10,8°C	
Pomiary we wnętrzu przy drzwiach zamkniętych			
Wysokość punktu pomiarowego	30 cm	100 cm	150 cm
Przed ołtarzem	0	0	0
Na środku nawy głównej	0	0	0
Przy głównych drzwiach wejściowych od południowego wschodu	0	0	0
Przy drzwiach do kruchty	0	0	0
Przy drzwiach do zakrystii	0	0	0
Przy drzwiach na klatkę schodową empory organowej	0	0	0
Na emporze organowej	nie mierzono	nie mierzono	nie mierzono
Przy drzwiach na poddasze kościoła	nie mierzono	nie mierzono	nie mierzono
Na strychu przy otworze wentylacyjnym w sklepieniu	nie mierzono	nie mierzono	nie mierzono
Pomiary we wnętrzu przy drzwiach otwartych			
Przed ołtarzem	0	0	0
Pośrodku nawy głównej	0	0	0
Przy głównych drzwiach wejściowych (korytarz od południa)	0,5	0,2	0
Przy drzwiach do kruchty	0,5	0,2	0
Przy drzwiach do zakrystii	0	0	0
Przy drzwiach na klatkę schodową empory organowej	0	0	0
Na emporze organowej	nie mierzono	nie mierzono	nie mierzono
Przy drzwiach na poddasze kościoła	nie mierzono	nie mierzono	nie mierzono
Na strychu w otworze wentylacyjnym w sklepieniu	nie mierzono	nie mierzono	nie mierzono
Wentylacja mechaniczna w krypcie — kratki nawiewne	0		
Wentylacja mechaniczna w krypcie — kratka wywiewna 1	2,41		
Wentylacja mechaniczna w krypcie — kratka wywiewna 2	2,11		
Wentylacja mechaniczna w krypcie — kratka wywiewna 3	1,12		
Wentylacja mechaniczna w krypcie — kratka wywiewna 4	0,57		

9. Spostrzeżenia i wnioski autora opracowania

9.1. Spostrzeżenia dotyczące zawilgocenia murów obiektu

Mury kościoła zawilgocone są w różnym stopniu. Elewacja, która została poddana renowacji w 2015 r., od strony południowej nie wykazuje większego zawilgocenia, strona północna i zachodnia jest lekko zawilgocona. Najbardziej zawilgocony jest północno-zachodni narożnik (miejsca pomiaru 34 i 35), prawdopodobnie w wyniku zalewania z zewnątrz wodą deszczową. Na wskazania przyrządu GANN wewnątrz kościoła ma niewątpliwie wpływ zasolenie tynku. Jednakże są miejsca, gdzie na wysokości 30 cm przyrząd GANN pokazuje zdecydowanie wysokie wskazania (miejsca 2, 19, 21, 22, 24, 28, 29, 30, 39), w których należałoby sprawdzić metodą wagosuszarkową zawilgocenie wewnątrz muru, zwłaszcza że mury te zbudowane są z cegły.

Niektóre punkty pomiarowe wewnątrz znajdują się w miejscach, które od zewnątrz mają styczność z gruntem, więc mogą mieć boczny dopływ wilgoci, np. 33.

W podziemiach, dokąd schodzi się po metalowych schodach, na centralnym betonowym obmurowaniu zawilgocenie 120 jednostek GANN. Strop nad kryptą betonowy, podparty betonowymi filarami. Kamienne mury w większości suche. Na ceglanych murach przyrząd GANN wskazuje 149 jednostek, mają one kontakt bezpośredni z gruntem, nowe podmurówki są suche.

9.2. Spostrzeżenia dotyczące klimatu i zagrożenia kondensacją w obiekcie

Wystąpiły nieliczne miejsca, w których jest zagrożenie wilgocią kondensacyjną. Np. miejsce pod oknem zachodnim nawy południowej (nr 30), w obniżeniu pod schodami na chór (nr 33) oraz w podziemiach, szczególnie w miejscu, gdzie nie zachodzi wymiana powietrza, natomiast zachodzi odparowanie z gruntu (północny korytarz krypty — tab. 8).

W północnym cokole pod zakrystią widoczne są trzy otwory wentylacyjne przykryte kratkami, Jedyny otwór w stropie, mogący służyć jako wentylacyjny, widoczny jest w okolicy organów w ostatnim sklepieniu w zachodniej części nawy. Południowo-zachodnie drzwi do kruchty są zamknięte. Drzwi pomiędzy kruchtą wejściową od południowego wschodu a nawą są wahadłowe, z kotarą. Pomimo kotary występuje wyraźny przepływ powietrza (tab. 9).

Środek krypty ma wentylację nawiewno-wywiewną, z czego w trakcie badań działał tylko wywiew (tab. 9). Nawiew realizował się więc przez otwór wejściowy z nawy kościoła. W korytarzach bocznych podziemia jest silne odparowanie wilgoci z podłoża i brak obiegu powietrza, ponieważ dostaje się ono od wejścia i jest wywiewane z centralnej części przez wentylację mechaniczną.

Badania stopnia osuszenia murów obiektu Nr 8



Opracowanie na zlecenie Narodowego Instytutu Dziedzictwa

Październik 2020

1. Cel wykonania dokumentacji

Badanie stopnia osuszenia murów na podstawie standardu określonego przez zamawiającego w załączniku nr 2 do umowy nr NID/U/123/20 z dnia 15.09.2020 r.

2. Krótki opis obiektu

Datowanie:

Pierwsza wzmianka o kościele zawarta jest w dokumencie z 1263 r.

Forma architektoniczna, konstrukcja, rodzaj budulca:

Kościół łączy w sobie cechy architektury romańskiej i gotyckiej. Jest trójnawowy z prostokątnym, wydłużonym chórem, transeptem nieznacznie wystającym poza nawy boczne, dwuprzęsłowym korpusem nawowym oraz prostokątną wieżą z przejazdem w przyziemiu. Od północy do prezbiterium przylegała zakrystia (zachowane resztki murów), do południowej elewacji transeptu przylega wieloboczna kaplica (obecna zakrystia). Bryła wymurowana jest w całości z kwadr granitowych o zróżnicowanym stopniu obróbki w poszczególnych partiach murów. Najstaranniej opracowano kwadry w ścianach prezbiterium i transeptu, ułożone w równe warstwy.

Z zewnątrz kościół nieotynkowany, widoczne kamienne mury. Wewnątrz kamień widoczny jedynie na filarach, które są częściowo otynkowane, mury wewnątrz otynkowane i pobielone. W kościele są historyczne wapienne tynki. Posadzka w nawie i w części prezbiterium wyłożona płytkami. Posadzka zakrystii z płytek ceramicznych, współczesna. W skrajnej wschodniej części prezbiterium odkrywka, ukazująca pierwotną posadzkę z kamienia. Prezbiterium i nawa główna nakryte drewnianym, belkowym stropem. Nad bocznymi nawami strop ukośny, drewniany.

Elewacje prezbiterium rozczłonkowane są trzema oknami, wschodnia zwieńczona trójkątnym szczytem zdobionym blendami. W południowej ścianie znajduje się boczny portal o dwuuskokowych ościeżach. Elewacje transeptu zamknięte trójkątnymi szczytami rozczłonkowanymi wąskimi blendami w układzie dwurzędowym (w południowym ramieniu — dodatkowo z okrągłą blendą w wierzchołku). W północnej ścianie transeptu osiowo umieszczony portal (obecnie zamurowany) ujęty wyższą blendą, o ościeżach obramowanych ciosami granitu. Ponad nim umieszczony okulus o uskokowych ościeżach, flankowany dwoma wąskimi rozglifionymi oknami. W chórze i transepcie otwory okienne, portale i blendy o zachowanym pierwotnym, ostrołukowym kształcie. W obu elewacjach naw bocznych po cztery rytmicznie rozmieszczone okna, o wtórnym przesklepieniu (w połowie XVIII w.) łukiem odcinkowym, z użyciem cegły.

Wymiary, kubatura, grubość murów:

Szacunkowa powierzchnia¹ zabudowy kościoła to ok. 800 m². Długość budowli to ok. 47,5 m, szerokość w najszerszym miejscu wynosi ok. 27 m. Szacunkowa grubość murów wynosi od ok. 70 cm w zakrystii do 95 cm w nawie i 130 cm w transepcie i prezbiterium (pomiar na podstawie szkicu otrzymanego od proboszcza). Wysokości podane są na szkicu (rys. 1).

Otoczenie obiektu (rodzaj nawierzchni, spadki terenu itp.):

Kościół położony na wzgórzu. Teren wokół kościoła został obniżony w 2019 r. w celu odsłonięcia kamiennego fundamentu. Wokół kościoła opaska z bruku i trawnik. Poziomy odniesienia zaznaczono na rys. 1.

¹ Dane przybliżone (z Geoportalu).

3. Prace w celu osuszania w obiekcie

Tab. 1. Zakres prac w celu osuszenia w obiekcie

Zabieg	Nie	Tak, rok	Zastosowane metody i technologie, krótka charakterystyka rozwiązań
Izolacja pozioma	X		
Izolacja pionowa	X		
Wymiana zasolonych tynków (rodzaj założonych)	X		
Reprofilacja gruntu przylegającego		2019	Według księdza proboszcza teren wokół kościoła został obniżony w celu odsłonięcia kamiennego fundamentu
Zabezpieczenie przed wodą odpryskową	X		
Usprawnienie systemu odprowadzania wód opadowych (rynny, rury spustowe)	X		Brak orywnowania i rur spustowych
Zabezpieczenia przed bezpośrednim zalewaniem wodą z opadów — opierzenia, hydrofobizacja itp.	X		
Zabezpieczenie przed napływem wód gruntowych i rozproszonych (systemy drenarskie)	X		
Usprawnienie systemu wentylacji	X		
Wykonanie/usprawnienie systemu ogrzewania (typ obecnego ogrzewania)	X		Brak ogrzewania

Załączniki: Fotokopia szkicu dotyczącego reprofilacji terenu.

4. Pomiary wilgotności murów obiektu i wysokości strefy zawilgocenia

4.1. Krótki opis przyrządu pomiarowego

Pomiary wykonywano za pomocą przyrządu GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50. Aktywne elektrody B 50 i B 60 to dielektryczny czujnik wilgoci ze zintegrowanym obwodem. Podstawą pomiaru jest metoda pomiaru stałej dielektrycznej. Między kulką-elektrodą i mierzonym materiałem, z którym się styka, jest pole pomiarowe w takiej konfiguracji, na którą ma wpływ gęstość mierzonego materiału budowlanego i jego wilgotność. Jeśli gęstość materiału jest stała, zmiany w polu pojemności można dopasować do zmiany wilgotności mierzonego materiału. Zakres pomiarowy rozciąga się od 0 do 199, tzn. wyświetlane wartości są wartościami względnymi. Wskazują one na rozróżnienie między suchym a wilgotnym materiałem budowlanym. Im wyższa zmierzona wartość, tym wyższa zawartość wilgoci w mierzonym materiale. Wyciąganie wniosków na temat rzeczywistej zawartości wilgoci w procentach względem zmierzonej wartości względnej jest dopuszczalna tylko w przypadku normalnego procesu suszenia, w nieobecności soli, wytwarzającej zawilgocenie higroskopijne. Czynnikiem mającym wpływ na pomiar jest gęstość materiału budowlanego, który ma być mierzony – należy wziąć ją pod uwagę. Wysokie gęstości prowadzą do wyższych wyświetlanych wartości, niezależnie od zawartości wilgoci.



Fot. 1. Przyrząd GANN Hydromette UNI 1

Tab. 2. Skala pomiarowa dla przyrządu GANN Hydromette z elektrodą B 50, uwzględniająca gęstość materiału

Gęstość materiału budowlanego w kg/m^3	Wartość na wyświetlaczu przyrządu GANN Hydromette UNI 1 elektroda B 50 lub B 60					
	BARDZO SUCHY	SUCHY	MNIEJ SUCHY	WILGOTNY	BARDZO WILGOTNY	MOKRY
Do 600	10–20	20–40	40–60	60–90	90–110	> 100
600–1200	20–30	30–50	50–70	70–100	100–120	> 120
1200–1800	20–40	40–60	60–80	80–110	110–130	> 130
Ponad 1800	30–50	50–70	70–90	90–120	120–140	> 140

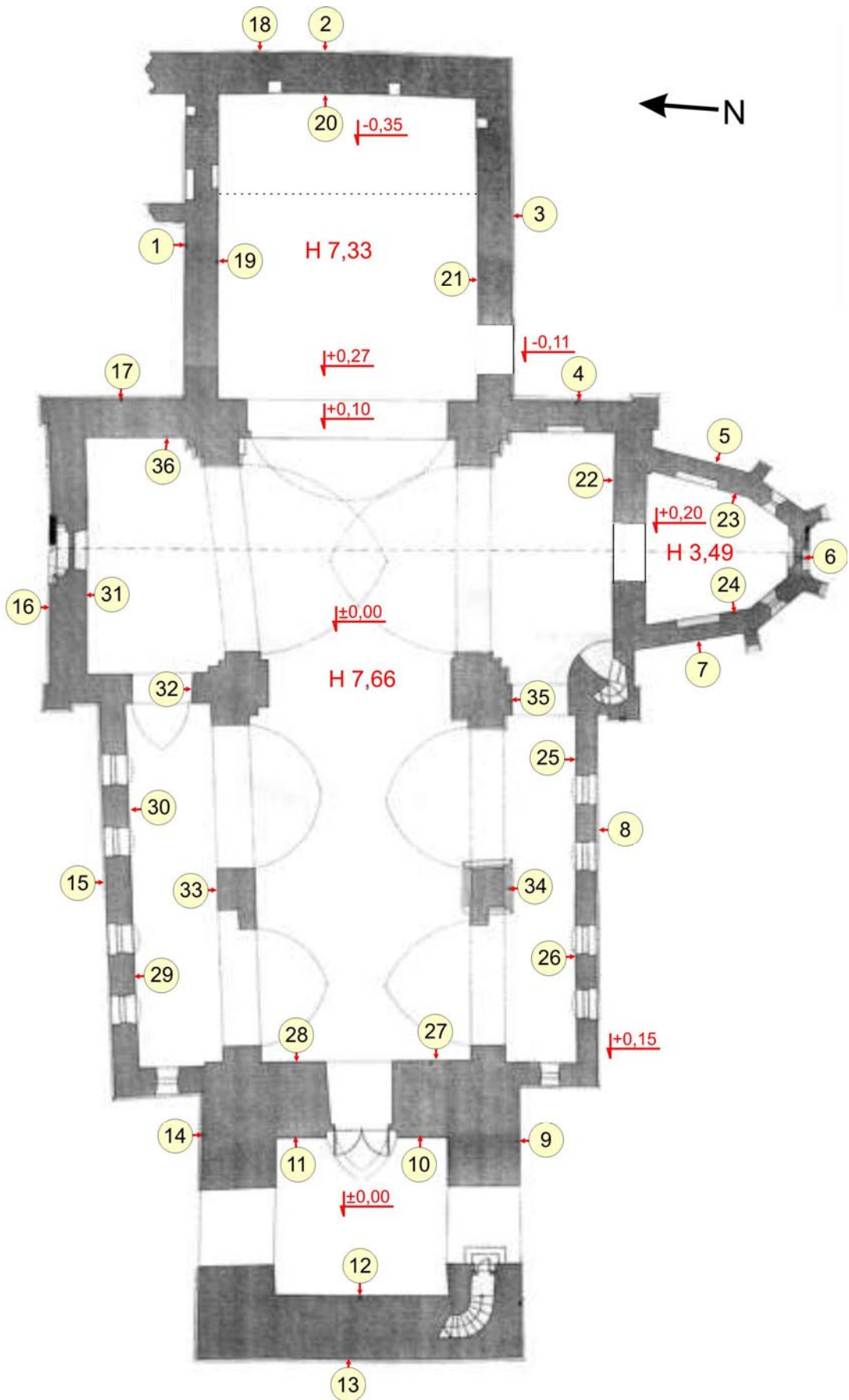
Tab. 3. Zestawienie gęstości wybranych materiałów budowlanych, wg PN-EN ISO 12524:2003, PN-EN ISO 6946:1999 i PN-91/B-02020

L.p.	Grupa materiałowa / materiał	Gęstość w stanie suchym (średnia), kg/m ³
1.	Beton z kruszywa keramzytowego	1600
2.	Mur z betonu komórkowego na cienkowarstwowej zaprawie klejącej lub na zaprawie o przewodności cieplnej porównywalnej do przewodności cieplnej betonu komórkowego	700–800
3.	Beton z żużla paleniskowego	1800
4.	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie cementowo-wapiennej (bez tynku)	1800
5.	Mur z cegły dziurawki na zaprawie cementowo-wapiennej (bez tynku)	1400
6.	Beton zwykły z kruszywa kamiennego	2400
7.	Mur z cegły silikatowej drążonej i bloków drążonych	1600
8.	Mur z cegły klinkierowej	1900
9.	Mur z pustaków ceramicznych M-44	1070
10.	Mur z pustaków Porotherm 8 P+W na zaprawie zwykłej	800
11.	Płyty okładzinowe ceramiczne	2000
12.	Tynk gipsowy	1000–1300
13.	Tynk lub gładź cementowa	2000
14.	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	1850
15.	Tynk wapienny	1700
16.	Tynk wapienno-piaskowy	1600

Dla potrzeb niniejszego opracowania przyjęto następującą skalę uśrednioną, przedstawioną w tabeli 4, zakładając, że gęstość badanych materiałów jest w zakresie 1200–1800 kg/m³ (tab. 4). Zakresom wartości przypisano odpowiednie kolory tła w tabelach pomiarowych. Wskazania zaokrąglono do całości.

Tab. 4. Przyjęta do oceny zawilgocenia skala pomiarowa przyrządu GANN z elektrodą B 50

Wartość na wyświetlaczu przyrządu GANN Hydromette UNI 1 elektroda B 50 lub B 60				
SUCHY	MNIEJ SUCHY	WILGOTNY	BARDZO WILGOTNY	MOKRY
0–60	60–80	80–110	110–130	> 130



Rys. 1. Rzut poziomy kościoła z zaznaczonymi poziomami odniesienia i wysokościami oraz miejscami pomiarów

4.2. Wyniki badań zawilgocenia murów wewnątrz i na zewnątrz, wysokość strefy zawilgocenia

Badania przeprowadzono we wtorek 27.10.2020 r. w godzinach 13:00–16:30. Pogoda na zewnątrz: pochmurno, bezdeszczowo, bezwietrznie. W tygodniu poprzedzającym były przelotne deszcze, zachmurzenie zmienne oraz dość chłodno, w granicach 8–12°C. W tabelach czerwoną czcionką numery punktów pomiarowych zaznaczone na szkicu.

Tab. 5. Wyniki badań wewnątrz. Przyrząd GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50

5.1. Prezbiterium				
Punkt pomiarowy	Ściana północna 19	Ściana wschodnia 20	Ściana południowa 21	
D wys. 2,0 m	148	52	56	
C wys. 1,5 m	146	117	51	
B wys. 1,0 m	144	144	132	
A wys. 0,3 m	148	144	140	
5.2. Transept				
Punkt pomiarowy	Południowy Ściana południowa 22	Północny Ściana północna 31	Północny Ściana wschodnia 36	
D wys. 2,0 m	59	52	68	
C wys. 1,5 m	97	90	78	
B wys. 1,0 m	123	121	125	
A wys. 0,3 m	143	139	129	
5.3. Ściany nawy południowe			5.4. Ściany nawy zachodnie	
Punkt pomiarowy	25	26	27	28
D wys. 2,0 m	77	142	124	138
C wys. 1,5 m	92	133	120	134
B wys. 1,0 m	95	84	112	139
A wys. 0,3 m	103	124	109	100
5.5. Ściany nawy północne		5.6. Zakrystia		
Punkt pomiarowy	29	30	23	24
D wys. 2,0 m	-	76	140	132
C wys. 1,5 m	77	108	156	139
B wys. 1,0 m	102	118	145	145
A wys. 0,3 m	119	120	154	83
5.7. Filary				
Punkt pomiarowy	32	33	34	35
D wys. 2,0 m	70	-	-	-
C wys. 1,5 m	103	60	51	80
B wys. 1,0 m	120	78	68	70
A wys. 0,3 m	120	82	93	101

Tab. 6. Wyniki badań na zewnątrz. Przyrząd GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50. Ze względu na różnicowanie pomiarów na kamieniu i w spoinie przedstawiono oba pomiary

6.1. Prezbiterium od zewnątrz						
Punkt pomiarowy	Ściana Północna 1		Ściana wschodnia 2		Ściana południowa 3	
	Kamień	Spoina	Kamień	Spoina	Kamień	Spoina
C wys. 1,5 m	61	92	67	97	46	50
B wys. 1,0 m	63	97	97	92	56	105
A wys. 0,3 m	54	103	63	120	63	110
6.2. Transept od zewnątrz						
Punkt pomiarowy	Południowy Ściana wschodnia 4		Północny Ściana północna 16		Północny Ściana wschodnia 17	
	Kamień	Spoina	Kamień	Spoina	Kamień	Spoina
C wys. 1,5 m	63	112	57	94	128	75
B wys. 1,0 m	62	112	59	84	48	89
A wys. 0,3 m	62	104	60	70	23	132
6.3. Zakrycia od strony zewnętrznej						
Punkt pomiarowy	ściana wschodnia 5		ściana południowa 6	ściana zachodnia 7		
	Kamień	Spoina	Cegła	Kamień	Spoina	
D wys. 2,0 m	-	-	138	-	-	
C wys. 1,5 m	82	66	143	59	60	
B wys. 1,0 m	56	106	109	50	86	
A wys. 0,3 m	66	83	142	83	94	
6.4. Nawa od strony zewnętrznej						
Punkt pomiarowy	ściana południowa 8		ściana północna 15			
	Kamień	Spoina	Kamień	Spoina		
C wys. 1,5 m	49	68	48	46		
B wys. 1,0 m	57	84	58	66		
A wys. 0,3 m	69	70	58	67		
6.5. Wieża od strony zewnętrznej						
Punkt pomiarowy	Ściana południowa 9		Ściana zachodnia 13		Ściana północna 14	
	Kamień	Spoina	Kamień	Spoina	Kamień	Spoina
D wys. 2,0 m	-	-	-	-	-	125
C wys. 1,5 m	51	80	56	59	92	138
B wys. 1,0 m	85	126	49	101	64	102
A wys. 0,3 m	65	99	59	100	61	145
6.6. Wieża od strony wewnętrznego przejazdu						
Punkt pomiarowy	10		11		12	
	Kamień	Spoina	Kamień	Spoina	Kamień	Spoina
C wys. 1,5 m	54	108	72	140	tablica	
B wys. 1,0 m	58	131	85	109	113	77
A wys. 0,3 m	77	105	85	134	108	105

5. Wizualna ocena zasolenia murów obiektu

Historyczne wapienne tynki wewnątrz kościoła, gdziekolwiek odspojone, są zachowane w dobrym stanie. Największe uszkodzenia tynków i zawilgocenie w wielobocznej kaplicy od strony południowej, która obecnie służy jako zakrystia. Widoczne są tam też spękania sklepień. Bardzo wyraźna plama na tynku na północnej i częściowo na wschodniej ścianie prezbiterium, plama ma zakres taki sam jak dawna zakrystia, która była kiedyś z tej strony dobudowana.



Fot. 2. Uszkodzenia tynku w nowej zakrystii



Fot. 3. Zacieki na murze są związane z uszkodzeniami dachówek na krawędzi dachu



Fot. 4. Bardzo wyraźna plama na tynku jest na północnej i częściowo na wschodniej ścianie prezbiterium, plama ma zakres pokrywający się z dawną zakrystią



Fot. 5. Na tynku, w zamurowanym portalu, który dawniej prowadził do zakrystii, wyraźne zawilgocenia

6. Pomiary wysokości poziomu gruntu w stosunku do wysokości posadzki

Pomiaru poziomów gruntu w stosunku do poziomu nawy kościoła dokonano na podstawie poziomów przy wejściach do kościoła, mając za punkt odniesienia wysokość cokołu kościoła. Wyniki są przedstawione na załączonym (rys. 1) szkicu sytuacyjnym. Grunt okalający jest na całym obwodzie murów kościoła na poziomie niższym niż jego posadzka, z wyjątkiem południowo-zachodniej części nawy.

7. Pomiary parametrów powietrza (temperatura i wilgotność względna) we wnętrzu i na zewnątrz

7.1. Krótki opis przyrządu pomiarowego

Pomiary klimatu, temperatury ściany i punktu rosy wykonywano za pomocą miernika TROTEC T 250. Jest to urządzenie wielofunkcyjne — łączy w sobie termometr, higrometr, pirometr laserowy i miernik punktu rosy. Urządzenie pracuje w trzech trybach i ma różne funkcje pomiarów, wszystko to sterowane jest jednym przyciskiem.

W trybie TH urządzenie pracuje jako higrometr i termometr.

W trybie IR urządzenie T 250 używane jest jako pirometr laserowy do pomiaru temperatury powierzchni, gdzie promień lasera wskazuje miejsce pomiaru.

Tryb DP wyświetla jednocześnie punkt rosy i temperaturę powierzchni.

Jeśli temperatura ściany spadnie poniżej punktu rosy, urządzenie T 250 powiadamia o tym za pomocą sygnału laserowego i alarmu dźwiękowego. Funkcja alarmu służy do ostrzegania o wystąpieniu niedopuszczalnych wartości. Wartości graniczne alarmu można skonfigurować według własnych potrzeb.

Dane techniczne T 250:

Zakres pomiaru temperatury powietrza: od -20°C do $+50^{\circ}\text{C}$

Rozdzielczość wskazań temperatury powietrza: $0,1^{\circ}\text{C}$

Zakres pomiaru wilgotności powietrza: 5–95% RH

Rozdzielczość wskazań wilgotności powietrza: $0,1\%$ RH

Zakres pomiaru temperatury powierzchni: od -20°C do $+60^{\circ}\text{C}$

Rozdzielczość wskazań temperatury powierzchni: $0,1^{\circ}\text{C}$.



Fot. 6. Przyrząd TROTEC T 250

7.2. Pomiary warunków klimatycznych w obiekcie i na zewnątrz

Zestawienie pomiarów wykonano na podstawie badań przeprowadzonych jednorazowo, we wtorek dn. 27.10.2020 r. o godz. 15:00–15:30. Nie zbierano danych w dłuższym czasie, stąd brak obliczeń dotyczących amplitud dobowych (ΔT , ΔRH). Pogoda na zewnątrz: pochmurno, bezdeszczowo, bezwietrznie. W tygodniu poprzedzającym były przelotne deszcze, zachmurzenie zmienne oraz dość chłodno, w granicach 8–12°C. W tabelach czerwoną czcionką numery punktów pomiarowych zaznaczone na szkicu.

W czasie badań nie odbywało się nabożeństwo. Nie wykonywano więc pomiarów gradientu pionowego.

Tab. 7. Ogólne warunki klimatyczne wewnątrz i na zewnątrz obiektu. Miernik TROTEC T 250 na wysokości 1 m nad podłożem, w cieniu

Data	Na zewnątrz		Nawa wewnątrz		Zakrystia wewnątrz		Prezbiterium wewnątrz	
	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]
27.10.2020	15:30		15:22		15:01		15:23	
Klimat	80,0	11,4	77,1	13,1	75,6	13,8	77,4	13,2

7.3. Pomiary prawdopodobieństwa kondensacji pary wodnej

Pomiary wykonano bezpośrednio przy ścianach zewnętrznych od strony wewnętrznej w kilku miejscach, na wysokości ok. 30 cm od posadzki, oraz w narożnikach, wg podanego przez zamawiającego w wytycznych schematu.

Tab. 8. Pomiary prawdopodobieństwa kondensacji pary wodnej. Miernik TROTEC T 250

Miejsce pomiaru (30 cm nad posadzką)	nr punktu pomiarowego wg szkicu	Godzina	RH [%] powietrza	T [°C] powietrza	T [°C] punktu rosy	T [°C] Muru	Grubość Muru w miejscu Pomiaru [cm]	Prawdopodobieństwo kondensacji pary wodnej – różnica od punktu rosy [°C]
Prezbiterium – ściana północna	19	15:24	79,3	13,3	9,8	11,9	130	2,1
Prezbiterium – ściana wschodnia	20	15:26	79,3	13,4	9,9	12,2	140	2,3
Prezbiterium – ściana południowa	21	15:28	77,5	13,4	9,5	12,5	130	3,0
Nawa - ściana południowa pod oknem wschodnim	25	15:10	76,1	13,4	9,2	12,5	95	3,3
Nawa - ściana południowa pod oknem zachodnim	-	15:12	76,6	13,6	9,5	12,5	95	3,0
Nawa – ściana zach. od str. południowej	27	15:14	75,8	13,7	9,5	13,0	270	3,5
Nawa – ściana zach. od str. północnej	28	15:15	76,3	13,7	9,6	12,6	270	3,0
Nawa - ściana północna pod oknem zachodnim	29	15:16	78,0	13,2	9,4	11,4	95	2,0
Nawa - ściana północna pod oknem wschodnim	30	15:17	77,5	13,5	9,6	11,3	95	1,7
Transept – ściana północna	31	15:19	77,4	13,3	9,4	11,2	130	1,8
Transept – ściana wschodnia	36	15:20	80,0	13,1	9,7	11,5	130	1,8
Zakrystia – ściana wchodnia	23	15:03	78,0	13,5	9,7	12,4	80	2,7
Zakrystia – ściana zachodnia	24	15:07	76,8	13,7	9,7	12,0	80	2,3

8. Pomiary prędkości przepływów powietrza

Tab. 9. Pomiary prędkości przepływów powietrza. Urządzenie pomiarowe — termoanemometr CEM DT-8894

Lokalizacja nr 8	Data — 27.10.2020 r.		
	Prędkość przepływu powietrza [m/s]	Temperatura powietrza [°C]	
Pomiar na zewnątrz kościoła			
Przed wejściem do kościoła	0 m/s	11,4°C	
Pomiary we wnętrzu przy drzwiach zamkniętych			
Wysokość punktu pomiarowego	30 cm	100 cm	150 cm
Przed ołtarzem	0	0	0
Na środku nawy głównej	0	0	0
Przy głównych drzwiach wejściowych od południowego wschodu	0	0	0
Przy drzwiach do kruchty	0	0	0
Przy drzwiach do zakrystii	0	0	0
Przy drzwiach na klatkę schodową empory organowej	0	0	0
Na emporze organowej	0	0	0
Przy drzwiach na poddasze kościoła	brak dostępu	brak dostępu	brak dostępu
Na strychu przy otworze wentylacyjnym w sklepieniu	brak	brak	brak
Pomiary we wnętrzu przy drzwiach otwartych			
Przed ołtarzem	0	0	0
Pośrodku nawy głównej	0	0	0
Przy głównych drzwiach wejściowych (do prezbiterium)	0	0	0
Przy drzwiach do kruchty	zamknięte	zamknięte	zamknięte
Przy drzwiach do zakrystii	0	0	0
Przy drzwiach na klatkę schodową empory organowej	0	0	0
Na emporze organowej	0	0	0
Przy drzwiach na poddasze kościoła	brak dostępu	brak dostępu	brak dostępu
Na strychu w otworze wentylacyjnym w sklepieniu	brak	brak	brak

9. Spostrzeżenia i wnioski autora pomiarów

9.1. Spostrzeżenia dotyczące zawilgocenia murów obiektu

Kościół zbudowany jest z kamienia. Przeważająca większość pomiarów na zewnątrz wskazuje na suchy stan tego zasadniczego budulca kościoła. Spoiny okazują się nieco bardziej wilgotne. Niektóre miejsca mogą być zalewane wodą deszczową, zwłaszcza że kościół nie ma orywnowania. Chodzi o takie miejsca, jak np. obecna zakrystia, gdzie widoczne są zacieki od wody deszczowej z zewnątrz, ściekającej z krawędzi dachu na gzyms dachowy (fot. 3), jak i uszkodzenia wilgotnościowe tynku wewnątrz (fot. 2). W sklepieniu zakrystii widoczne są spękania, którymi woda deszczowa może przenikać w mury. Południowa ściana zakrystii jest częściowo ceglana i możliwe jest również podciąganie kapilarne wody gruntowej (miejsce pomiaru nr 6). Zjawisko to może również zachodzić spoinami. Otwarte pozostaje pytanie, czy kamienne mury są wypełnione gruzem czy ziemią, co może być też przyczyną kumulowania i wydostawania się wilgoci spoinami.

Wyższe wskazania zawilgocenia otrzymano wewnątrz kościoła, zwłaszcza w północnej i wschodniej ścianie prezbiterium oraz w ścianach nawy i transeptu. Związane jest to z wiekiem zabytkowego tynku, który miał czas wchłonać sole, jak również wilgocią zawartą w spoinach.

Do sprawdzenia inwazyjnego pozostaje północna i wschodnia ściana prezbiterium (miejsca 19 i 20), zarówno pod względem pomiarów wagosuszkowych (w spoinach), jak i analiz zasolenia, w celu wyjaśnienia genezy plamy na ścianie (fot. 4). Badania takie sugeruje się również w zakrystii (miejsca 23 i 24) oraz nawie (miejsca 26 i 28). Jest to najbardziej ograniczony program badań inwazyjnych ze względu na cenność zabytku.

9.2. Spostrzeżenia dotyczące klimatu i zagrożenia kondensacją w obiekcie

Zapach stęchlizny panuje w zakrystii, najmniejszy jednak odstęp temperatury ściany od punktu rosy zmierzono w miejscach 30, 31 i 36, czyli w kamiennych północnych i wschodnich ścianach nawy i transeptu. W kościele brak zauważalnych ruchów powietrza.

Badania stopnia osuszenia murów obiektu Nr 9



Opracowanie na zlecenie Narodowego Instytutu Dziedzictwa

Październik 2020

1. Cel wykonania dokumentacji

Badanie stopnia osuszenia murów na podstawie standardu określonego przez zamawiającego w załączniku nr 2 do umowy nr NID/U/123/20 z dnia 15.09.2020 r.

2. Krótki opis obiektu

Datowanie:

Kościół wzniesiony około roku 1792. Około 1830 r. popadł w ruinę wskutek zawalenia się dachu. W latach 1950–1952 odbudowywany. Obecnie nieużytkowany.

Forma architektoniczna, konstrukcja, rodzaj budulca, grubość murów:

Kościół jednonawowy w stylu klasycystycznym. Dach przykryty blachą miedzianą, zakryt gontem. Mury ceglane, fundament kamienny, spojony zaprawą wapienną. **Kościół zorientowany nietypowo, w osi południowy wschód — północny zachód.** Od strony południowej nad kruchtą wieża. Grubość murów nawy mierzona w drzwiach do zakrystii wynosi 65 cm, w przęsłach 56 cm. Na ścianach zewnętrznych widoczne ślady po iniekcji. Rury spustowe na dole z PVC, wyżej miedziane, woda z nich odprowadzona betonowymi korytami. Posadzka w zakrystii zachodniej wyłożona kostką ceramiczną, w zakrystii wschodniej parkiet drewniany. Posadzka w nawie — płytki ceramiczne, kostka ułożona w mozaikę na wylewce betonowej, pod którą piasek (widoczny w odkrywce). Stopnie ołtarza z lastryko. W pierwszym pas około metrowej szerokości wyłożony kostką ceramiczną (taką jak w nawie).

Wymiary, kubatura:

Kościół od kruchty do prezbiterium ma długość zewnętrzną 22,6 m, w najszerszym miejscu, od zachodniej ściany zakrystii do wschodniej ściany zakrystii kościół ma szerokość 18,45 m (dane obliczone na podstawie rzutu w Geoportalu¹ — rys. 1). Powierzchnia zabudowy wynosi 257 m², kubatura 1979 m³ (dane z projektu remontu). Zmierzona wysokość nawy 6,85 m, strop płaski drewniany.

Otoczenie obiektu (rodzaj nawierzchni, spadki terenu itp.):

Kościół położony na pagórku. Teren pomiędzy plebanią od południowej strony a kościołem prawie poziomy, z lekkim spadkiem w stronę plebanii. Lekki spadek na wschód, w stronę cmentarza. Większy spadek terenu w stronę północną i zachodnią, przy prezbiterium. Nawierzchnia przy murze to opaska z płyt betonowych (ze spadkiem od muru) luźno ułożonych na podłożu piaskowym. Do zakrystii zachodniej oraz wejścia głównego prowadzą dwa stopnie betonowe (w obu przypadkach pierwszy stopień na poziomie opaski z płyt). Przy wejściu głównym od południa kostka brukowa (typu fala). Za kostką/opaską z płyt, trawnik.



Rys. 1. Wymiary kościoła w Geoportalu.

¹ Dane z Geoportalu mają charakter przybliżony i poglądowy i nie mogą być podstawą oficjalnych obliczeń.

3. Prace w celu osuszania w obiekcie

Tab. 1. Zakres prac w celu osuszenia w obiekcie

Zabieg	Nie	Tak, rok	Zastosowane metody i technologie, krótka charakterystyka rozwiązań
Izolacja pozioma		2011	Iniekcja preparatem Izomur, otwory o średnicy 25 mm na 3/4 grubości murów, co 20 cm
Izolacja pionowa		2011	Odkopanie fundamentów, zagruntowanie zaprawą cementowo-wapienną ściany fundamentowej i nałożenie mikrozaprawy uszczelniającej typu Superflex 10 lub równoważnej
Wymiana zasolonych tynków (rodzaj założonych)	X		W kościele na zewnątrz i wewnątrz tynki, przynajmniej w strefach dawnych napraw, prawdopodobnie cementowo-wapienne
Reprofilacja gruntu przylegającego	X		Brak danych
Zabezpieczenie przed wodą odpryskową	X		Brak danych
Usprawnienie systemu odprowadzania wód opadowych (rynny, rury spustowe)	X		Brak danych
Zabezpieczenia przed bezpośrednim zalewaniem wodą z opadów — opierzenia, hydrofobizacja itp.	X		Brak danych
Zabezpieczenie przed napływem wód gruntowych i rozproszonych (systemy drenarskie)	X		Brak danych
Usprawnienie systemu wentylacji	X		Brak danych
Wykonanie/usprawnienie systemu ogrzewania (typ obecnego ogrzewania)	X		Brak ogrzewania

Załączniki: Fotokopie dokumentów udostępnionych przez księdza proboszcza w postaci elektronicznej.

4. Pomiary wilgotności murów obiektu i wysokości strefy zawilgocenia

4.1. Krótki opis przyrządu pomiarowego

Pomiary wykonywano za pomocą przyrządu GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50. Aktywne elektrody B 50 i B 60 to dielektryczny czujnik wilgoci ze zintegrowanym obwodem. Podstawą pomiaru jest metoda pomiaru stałej dielektrycznej. Między kulką-elektrodą i mierzonym materiałem, z którym się styka, jest pole pomiarowe w takiej konfiguracji, na którą ma wpływ gęstość mierzonego materiału budowlanego i jego wilgotność. Jeśli gęstość materiału jest stała, zmiany w polu pojemności można dopasować do zmiany wilgotności mierzonego materiału. Zakres pomiarowy rozciąga się od 0 do 199, tzn. wyświetlane wartości są wartościami względnymi. Wskazują one na rozróżnienie między suchym a wilgotnym materiałem budowlanym. Im wyższa zmierzona wartość, tym wyższa zawartość wilgoci w mierzonym materiale. Wyciąganie wniosków na temat rzeczywistej zawartości wilgoci w procentach względem zmierzonej wartości względnej jest dopuszczalna tylko w przypadku normalnego procesu suszenia, w nieobecności soli, wytwarzającej zawilgocenie higroskopijne. Czynnikiem mającym wpływ na pomiar jest gęstość materiału budowlanego, który ma być mierzony – należy wziąć ją pod uwagę. Wysokie gęstości prowadzą do wyższych wyświetlanych wartości, niezależnie od zawartości wilgoci.



Fot. 1. Przyrząd GANN Hydromette UNI 1

Tab. 2. Skala pomiarowa dla przyrządu GANN Hydromette z elektrodą B 50, uwzględniająca gęstość materiału

Gęstość materiału budowlanego w kg/m^3	Wartość na wyświetlaczu przyrządu GANN Hydromette UNI 1 elektroda B 50 lub B 60					
	BARDZO SUCHY	SUCHY	MNIEJ SUCHY	WILGOTNY	BARDZO WILGOTNY	MOKRY
Do 600	10–20	20–40	40–60	60–90	90–110	> 100
600–1200	20–30	30–50	50–70	70–100	100–120	> 120
1200–1800	20–40	40–60	60–80	80–110	110–130	> 130
Ponad 1800	30–50	50–70	70–90	90–120	120–140	> 140

Dla potrzeb niniejszego opracowania przyjęto następującą skalę uśrednioną, przedstawioną w tabeli 3, zakładając, że gęstość badanych materiałów jest w zakresie 1200–1800 kg/m³ (tab. 4). Zakresom wartości przypisano odpowiednie kolory tła w tabelach pomiarowych. Wartości pomiarów zaokrąglono do całości.

Tab. 3. Przyjęta do oceny zawilgocenia skala pomiarowa przyrządu GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50

Wartość na wyświetlaczu przyrządu GANN Hydromette UNI 1 elektroda B 50 lub B 60				
SUCHY	MNIEJ SUCHY	WILGOTNY	BARDZO WILGOTNY	MOKRY
0–60	60–80	80–110	110–130	> 130

Tab. 4. Zestawienie gęstości wybranych materiałów budowlanych, wg PN-EN ISO 12524:2003, PN-EN ISO 6946:1999 i PN-91/B-02020

L.p.	Grupa materiałowa / materiał	Gęstość w stanie suchym (średnia), kg/m ³
1.	Beton z kruszywa keramzytowego	1600
2.	Mur z betonu komórkowego na cienkowarstwowej zaprawie klejącej lub na zaprawie o przewodności cieplnej porównywalnej do przewodności cieplnej betonu komórkowego	700–800
3.	Beton z żużla paleniskowego	1800
4.	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie cementowo-wapiennej (bez tynku)	1800
5.	Mur z cegły dziurawki na zaprawie cementowo-wapiennej (bez tynku)	1400
6.	Beton zwykły z kruszywa kamiennego	2400
7.	Mur z cegły silikatowej drążonej i bloków drążonych	1600
8.	Mur z cegły klinkierowej	1900
9.	Mur z pustaków ceramicznych M-44	1070
10.	Mur z pustaków Porotherm 8 P+W na zaprawie zwykłej	800
11.	Płyty okładzinowe ceramiczne	2000
12.	Tynk gipsowy	1000–1300
13.	Tynk lub gładź cementowa	2000
14.	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	1850
15.	Tynk wapienny	1700
16.	Tynk wapienno-piaskowy	1600

4.2. Wyniki badań zawilgocenia murów wewnątrz i na zewnątrz, wysokość strefy zawilgocenia

Badania przeprowadzono w dniu 19.10.2020 r. w godzinach 11:00–13:30. Pogoda na zewnątrz: zachmurzenie średnie 50%, wiatr 3–5 m/s, bez opadów. W tygodniu poprzedzającym były przelotne deszcze, z reguły pochmurno oraz dość chłodno, w granicach 8–10°C.

Tab. 5. Wyniki badań wewnątrz. Przyrząd GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50

5.1. Prezbiterium			
Punkt pomiarowy	Ściana północno zachodnia	Ściana północna	Ściana północno wschodnia
C wys. 1,5 m	39	zastawiona ołtarzem	40
B wys. 1,0 m	41		44
A wys. 0,3 m	42		46
5.2. Zakrystia po stronie zachodniej			
Punkt pomiarowy	Ściana północna	Ściana zachodnia	Ściana południowa
C wys. 1,5 m	44	44	45
B wys. 1,0 m	41	46	43
A wys. 0,3 m	51	36	39
5.3. Zakrystia po stronie wschodniej			
Punkt pomiarowy	Ściana północna	Ściana wschodnia	Ściana południowa
C wys. 1,5 m	45	43	79
B wys. 1,0 m	70	40	47
A wys. 0,3 m	41	50	53
5.4. Ściany nawy wschodnia (przesła licząc od północy ku południu)			
Punkt pomiarowy	Ściana przy wejściu do zakrystii	Ściana pośrodku	Ściana pod oknem połudn-wsch
C wys. 1,5 m	46	57	53
B wys. 1,0 m	60	51	51
A wys. 0,3 m	48	49	117
5.5. Ściany nawy zachodnia (przesła licząc od północy ku południu)			
Punkt pomiarowy	Ściana przy wejściu do zakrystii	Ściana pośrodku	Ściana pod oknem połudn-zach.
C wys. 1,5 m	42	54	53
B wys. 1,0 m	53	58	53
A wys. 0,3 m	91	41	82
5.6. Ściana południowa			
Punkt pomiarowy	Ściana południowa od strony wschodniej	Ściana południowa od strony zachodniej	
C wys. 1,5 m	49	45	
B wys. 1,0 m	43	46	
A wys. 0,3 m	58	53	
5.7. Kruchta			
Punkt pomiarowy	ściana wschodnia	ściana południowa po stronie wschodniej	ściana południowa po stronie zachodniej
C wys. 1,5 m	52	56	66
B wys. 1,0 m	44	85	137
A wys. 0,3 m	46	140	140

Tab. 6. Wyniki badań na zewnątrz. Przyrząd GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50

6.1. Prezbiterium			
Punkt pomiarowy	Ściana zachodnia	Ściana północna	Ściana wschodnia
D wys. 1,5 m	51	85	53
C wys. 1 m	53	102	81
B wys. 0,6 m	74	115	92
A wys. 0,3 m	112	138	112
6.2. Zakrycia po stronie zachodniej			
Punkt pomiarowy	Ściana północna	Ściana zachodnia	Ściana południowa
D wys. 1,5 m	54	47	60
C wys. 1,0 m	55	52	66
B wys. 0,6 m	82	80	75
A wys. 0,3 m	114	103	98
6.3. Zakrycia po stronie wschodniej			
Punkt pomiarowy	Ściana północna	Ściana wschodnia	Ściana południowa
D wys. 1,5 m	58	54	58
C wys. 1,0 m	63	58	63
B wys. 0,6 m	71	75	66
A wys. 0,3 m	95	116	95
6.4. Ściana nawy wschodnia (prześła licząc od północy ku południu)			
Punkt pomiarowy	Ściana przy zakryciu	Ściana drugiego prześła	Ściana trzeciego prześła
C wys. 1,5 m	82	75	82
B wys. 1,0 m	106	110	134
A wys. 0,3 m	65	104	90
6.5. Ściana nawy zachodnia (prześła licząc od północy ku południu)			
Punkt pomiarowy	Ściana przy zakryciu	Ściana drugiego prześła	Ściana trzeciego prześła
C wys. 1,5 m	59	49	59
B wys. 1,0 m	57	59	84
A wys. 0,3 m	47	54	77
6.6. Ściana południowa			
Punkt pomiarowy	Ściana południowa od strony wschodniej	Ściana południowa od strony zachodniej	
C wys. 1,5 m	89	50	
B wys. 1,0 m	127	130	
A wys. 0,3 m	100	122	

5. Wizualna ocena zasolenia murów obiektu

Uszkodzenia tynku związane z zawilgoceniem i prawdopodobnym zasoleniem występują na elewacji kościoła w strefie cokołu i miejscowo powyżej cokołu (fot. 2, 3, 4). Wewnątrz kościoła występują uszkodzenia na powierzchni tynku w postaci łuszczenia się powłoki malarskiej, ale jest to związane raczej z długim okresem nieodnawiania ścian. W niektórych miejscach w dolnej strefie ścian wewnątrz kościoła tynk jest usunięty. Poniżej fotografie uszkodzeń tynków.



Fot. 2. Uszkodzenia tynku na elewacji prezbiterium



Fot. 3. Uszkodzenia tynku w strefie cokołu



Fot. 4. Uszkodzenia tynku w strefie cokołu



Fot. 5. Tynk wewnątrz jest usunięty miejscami do wysokości ok. 50 cm

6. Pomiary wysokości poziomu gruntu w stosunku do wysokości posadzki

Nie było możliwe zmierzenie różnic wysokości od dolnych krawędzi okien. Oględziny wskazują, że grunt jest wszędzie poniżej poziomu posadzki wewnątrz kościoła.

Przy wejściu głównym od południa betonowy stopień, popękany, wyrównujący poziom do poziomu posadzki (fot. 7). Poziom terenu jest tu ok. 22 cm niżej niż poziom nawy.

Wejście boczne do zakrystii zachodniej 30 cm ponad grunt okalający. Z tej zakrystii wejście dwoma stopniami na drugi stopień prezbiterium 36 cm wyżej. Oznacza to, że poziom posadzki zakrystii wschodniej jest 3 cm niżej niż poziom posadzki nawy.

Pierwszy stopień prezbiterium 17 cm wyżej niż nawa, drugi stopień prezbiterium 16 cm wyżej od pierwszego, trzeci stopień prezbiterium 15 cm wyżej, czwarty stopień 17 cm wyżej.

Ogólnie podwyższenie pod ołtarzem wyżej niż posadzka w nawie o 64 cm (fot. 6).

Zakrystia zachodnia ma poziom posadzki dwa stopnie niżej niż pierwszy stopień prezbiterium. Obniżenie zakrystii to 24 cm w stosunku do pierwszego stopnia, co oznacza, że poziom posadzki zakrystii wschodniej jest 7 cm niżej niż poziom nawy.



Fot. 6. Stopnie prezbiterium



Fot. 7. Stopień przy wejściu głównym

7. Pomiary parametrów powietrza (temperatura i wilgotność względna) we wnętrzu i na zewnątrz

7.1. Krótki opis przyrządu pomiarowego

Pomiary klimatu, temperatury ściany i punktu rosy wykonywano za pomocą miernika TROTEC T 250. Jest to urządzenie wielofunkcyjne — łączy w sobie termometr, higrometr, pirometr laserowy i miernik punktu rosy. Urządzenie pracuje w trzech trybach i ma różne funkcje pomiarów, wszystko to sterowane jest jednym przyciskiem.

W trybie TH urządzenie pracuje jako higrometr i termometr.

W trybie IR urządzenie T 250 używane jest jako pirometr laserowy do mierzenia temperatury powierzchni, gdzie promień lasera wskazuje miejsce pomiaru.

Tryb DP wyświetla jednocześnie punkt rosy i temperaturę powierzchni.

Jeśli temperatura ściany spadnie poniżej punktu rosy, urządzenie T 250 powiadamia o tym za pomocą sygnału laserowego i alarmu dźwiękowego. Funkcja alarmu służy do ostrzegania o wystąpieniu niedopuszczalnych wartości. Wartości graniczne alarmu można skonfigurować według własnych potrzeb.

Dane techniczne T 250:

Zakres pomiaru temperatury powietrza: od -20°C do $+50^{\circ}\text{C}$

Rozdzielczość wskazań temperatury powietrza: $0,1^{\circ}\text{C}$

Zakres pomiaru wilgotności powietrza: 5–95% RH

Rozdzielczość wskazań wilgotności powietrza: $0,1\%$ RH

Zakres pomiaru temperatury powierzchni: od -20°C do $+60^{\circ}\text{C}$

Rozdzielczość wskazań temperatury powierzchni: $0,1^{\circ}\text{C}$.



Fot. 8. Przyrząd TROTEC T 250

7.2. Pomiary warunków klimatycznych w obiekcie i na zewnątrz

Zestawienie pomiarów wykonano na podstawie badań przeprowadzonych jednorazowo, w poniedziałek dn. 19.10.2020 r. o godz. 12:11–12:44. Nie zbierano danych w dłuższym czasie, stąd brak obliczeń dotyczących amplitud dobowych (ΔT , ΔRH). Pogoda na zewnątrz: zachmurzenie średnie 50%, wiatr 3–5 m/s, bez opadów. W tygodniu poprzedzającym były przelotne deszcze, z reguły pochmurno oraz dość chłodno, w granicach 10–15°C.

Tab. 7. Ogólne warunki klimatyczne wewnątrz i na zewnątrz obiektu. Miernik TROTEC T 250 na wysokości 1 m nad podłożem, w cieniu

Data	Na zewnątrz		Nawa wewnątrz		Zakrystia wewnątrz		Prezbiterium wewnątrz		Kruchta wewnątrz	
	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]
19.10.2020	12:44		12:11		12:34		12:30		12:20	
Klimat	84,0	8,3	80,7	9,2	78,4	9,6	77,9	9,8	78,2	9,8

7.3. Pomiary prawdopodobieństwa kondensacji pary wodnej

Tab. 8. Pomiary prawdopodobieństwa kondensacji pary wodnej. Miernik TROTEC T 250

Miejsce pomiaru (30 cm nad posadzką)	Godzina	RH [%] powietrza	T [°C] powietrza	T [°C] punktu rosy	T [°C] Muru	Grubość Muru w miejscu Pomiaru [cm]	Prawdopodobieństwo kondensacji pary wodnej – różnica od punktu rosy [°C]
Prezbiterium – ściana północno – zachodnia	12:30	77,5	9,9	6,1	9,0	80	2,9
Prezbiterium – ściana północno – wschodnia	12:31	77,1	9,9	6,0	8,8	80	2,8
Zakrystia 1 – ściana zachodnia	12:35	77,4	9,5	5,7	8,3	55	2,6
Zakrystia 2 – ściana wschodnia	12:34	79,6	9,6	6,2	8,1	55	1,9
Nawa - ściana wschodnia pod oknem północnym	12:36	80,0	9,6	6,3	8,6	56	2,3
Nawa - ściana wschodnia pod oknem południowym	12:37	79,6	9,6	6,2	8,7	56	2,5
Nawa – ściana południowa. od str. Wschodniej	12:38	79,1	9,6	6,1	9,0	70	2,9
Nawa – ściana południowa. od str. Zachodniej	12:39	77,9	9,8	6,1	9,5	70	3,4
Nawa - ściana zachodnia pod oknem południowym	12:40	78,7	9,7	6,1	8,9	56	2,8
Nawa - ściana zachodnia pod oknem północnym	12:41	77,7	9,8	6,0	8,5	56	2,5
Kruchta wejściowa	12:42	77,9	9,9	6,2	9,2	90	3,0

Pomiary wykonano bezpośrednio przy ścianach zewnętrznych od strony wewnętrznej w kilku miejscach, na wysokości ok. 30 cm od posadzki, oraz w narożnikach, wg podanego przez zamawiającego w wytycznych schematu. Najmniejszy odstęp temperatury ściany od temperatury punktu rosy, wynoszący $1,9^{\circ}\text{C}$, stwierdzono w nieprzewietrzanej zakrystii wschodniej (zamknięte okna, brak drzwi na zewnątrz, relatywnie niska grubość muru, wskazanie elektroniczne dotyczące zawilgocenia tej strefy).

7.4. Pomiary prawdopodobieństwa kondensacji pary wodnej po nabożeństwie

Kościół jest nieużytkowany, w związku z czym nabożeństwa się nie odbywają.

7.5. Pomiar gradientu pionowego temperatury

Nie wykonywano. Brak ambony.

8. Pomiary prędkości przepływów powietrza

Pomiary pozwalają ocenić ruch powietrza w obiekcie, także na tle sytuacji na zewnątrz, jego cyrkulację w różnych punktach wnętrza, równomierność rozkładu temperatury, komfort wentylacyjny lub jego brak.

Tab. 9. Pomiary prędkości przepływów powietrza. Urządzenie pomiarowe — termoanemometr CEM DT-8894

Lokalizacja nr 9	Data - 19.10.2020 r.		
	Prędkość przepływu powietrza [m/s]	Temperatura powietrza [°C]	
Pomiar na zewnątrz kościoła			
Przed wejściem do kościoła	1,5 m/s	8,3°C	
Pomiary we wnętrzu przy drzwiach zamkniętych			
Wysokość punktu pomiarowego	30 cm	100 cm	150 cm
Przed ołtarzem	0	0	0
Na środku nawy głównej	0	0	0
Przy głównych drzwiach wejściowych	0	0	0
Przy drzwiach do kruchty	0	0	0
Przy drzwiach do zakrystii	0	0	0
Przy drzwiach na klatkę schodową empory organowej	brak dostępu	brak dostępu	brak dostępu
Na emporze organowej	brak dostępu	brak dostępu	brak dostępu
Przy drzwiach na poddasze kościoła	brak dostępu	brak dostępu	brak dostępu
Na strychu przy otworze wentylacyjnym w sklepieniu	brak dostępu	brak dostępu	brak dostępu
Pomiary we wnętrzu przy drzwiach otwartych			
Przed ołtarzem	0	0	0
Pośrodku nawy głównej	0	0	0
Przy głównych drzwiach wejściowych	0,5	0,2	0
Przy drzwiach do kruchty	0,5	0	0
Przy drzwiach do zakrystii	0,7	0,3	0
Przy drzwiach na klatkę schodową empory organowej	brak dostępu	brak dostępu	brak dostępu
Na emporze organowej	brak dostępu	brak dostępu	brak dostępu
Przy drzwiach na poddasze kościoła	brak dostępu	brak dostępu	brak dostępu
Na strychu w otworze wentylacyjnym w sklepieniu	brak dostępu	brak dostępu	brak dostępu

Wschodnia zakrystia — brak wejścia zewnętrznego, jedno okno drewniane podwójne, brak przepływu w drzwiach do nawy. Ruch powietrza wywołany raczej różnicą ciśnień (wiatr zachodni) niż konwekcją. Strop jest dziurawy, nie widać otworów wentylacyjnych, ale jest bardzo „przewiewny”.

9. Spostrzeżenia i wnioski autora opracowania

9.1. Spostrzeżenia dotyczące zawilgocenia murów obiektu

Wewnątrz kościoła ściany w przewadze suche, z wyjątkiem okolic wejścia głównego, pod wieżą, przy wejściu na wieżę (tab. 5.7). Ta część elewacji jest zawilgocona również od strony zewnętrznej (tab. 6.6). Zawilgoceniu ulega też elewacja północna i wschodnia prezbiterium (tab. 6.6) oraz południowa część wschodniej elewacji nawy i zachodniej zakrystii od strony północnej (tab. 6.4 i 6.2). Miejsca te należałoby sprawdzić metodą inwazyjną, wagosuszarkową. Również wskazane jest sprawdzenie wagosuszarkowe zawilgocenia pod i nad poziomem iniekcji, dla sprawdzenia, czy iniekcja działa.

9.2. Spostrzeżenia dotyczące klimatu i zagrożenia kondensacją w obiekcie

Kościół nieogrzewany i nieużytkowany. Strop nieuszczelny z powodu uszkodzeń. Najmniejszy odstęp temperatury ściany od temperatury punktu rosy, wynoszący $1,9^{\circ}\text{C}$, stwierdzono w nieprzewietrzanej zakrystii wschodniej (zamknięte okna, brak drzwi na zewnątrz, relatywnie niska grubość muru, możliwość zawilgocenia muru zmierzona elektronicznie).

Badania stopnia osuszenia murów obiektu

Nr 10



Opracowanie na zlecenie Narodowego Instytutu Dziedzictwa

Październik 2020

1. Cel wykonania dokumentacji

Badanie stopnia osuszenia murów na podstawie standardu określonego przez zamawiającego w załączniku nr 2 do umowy nr NID/U/124/20 z dnia 15.09.2020 r.

2. Krótki opis obiektu

Datowanie:

Świątynia została wzniesiona ok. 1530 r. (powstało wtedy prezbiterium), ufundowana przez ówczesnych właścicieli — Górków, w latach 1570–1595 została zamieniona na zbór kalwiński. W latach 1620–1623 została przebudowana przez muratora Jana Wolffa, zapewne według projektu Jana Jaroszewicza, w stylu tzw. renesansu lubelskiego.

Forma architektoniczna, konstrukcja, rodzaj budulca:

Kościół w stylu późnorenesansowym, z elementami późnogotyckimi w murach prezbiterium. Orientowany, murowany z kamienia i cegły, otynkowany, jednonawowy. Nawa trójprzęsłowa. Po bokach przeszła wschodniego dwie, symetryczne, kwadratowe kaplice — północna pod wezwaniem św. Anny i południowa pod wezwaniem Matki Boskiej. Do kaplic przylegają dwie kruchty. Prezbiterium trójprzęsłowe, węższe i nieco niższe od nawy, zamknięte trójbocznie. Przy nim od północy prostokątna zakrystia z przedsionkiem oraz z neorenesansowym skarbcem na piętrze, nadbudowanym w 1953 r. (proj. Jana Ogórkiewicza).

Na zewnątrz ściany prezbiterium opięte bezuskokowymi skarpami, a narożniki kaplic i ściany nawy opilastrowane. Naroża fasady wzmocnione masywnymi, skośnymi przyporami dodanymi w XVIII w. Fasada pięcioosiowa, rozczłonkowana pilastrami. W przyziemiu na osi znajduje się portal, zamknięty łukiem odcinkowym. Szczyt fasady trójdzielny (rozdzielony pilastrami), dwukondygnacyjny na cokole. W dolnej kondygnacji ujęty w czworoboczne wieżyczki, w górnej w wolutowe, bogate spływy. Zwieńczony przerwanym naczółkiem z wieżyczką. Wieżyczki opilastrowane, zwieńczone hełmami z 1953 r.

Dachy nad nawą i prezbiterium dwuspadowe (z sygnaturką na ich granicy), nad kruchtami pulpitarne, nad zakrystią i skarbcem dach pogrążony, dwuspadowy, wszystkie kryte blachą. Dachy nad kaplicami namiotowe, z czworobocznymi latarniami o silnie ściętych narożach.

Nawa i prezbiterium przykryte sklepieniami kolebkowymi z lunetami, spływającymi na pilastry. W kaplicach kopuły zwieńczone latarniami. Tęcza ma wykrój półkolisty. Nawa jest otwarta do kaplic arkadami zamkniętymi półkoliście. Ściany nawy i prezbiterium rozczłonkowane pilastrami o stylizowanych kapitelach kompozytowych, dźwigającymi odcinki gzymsu. Pilastry w nawie parzyste, na wspólnych cokołach, a w prezbiterium pojedyncze, kanelowane. Chór muzyczny (w zachodnim przęśle nawy) wspiera się na trzech półkolistych arkadach z czworobocznymi słupami o ściętych narożnikach. Podchórze sklepione jest kolebkowo-krzyżowo. Po jego obu stronach, w narożnikach nawy, dwie niewielkie przestrzenie mieszczące schody na chór i strych kościelny¹.

Posadzka w bocznej kruchcie i nawie wykonana jest z kwadratowych płyt lastryko, widnieje na nich data 2008 r. Podwyższenie prezbiterium jest z płyt kamiennych (marmur). Posadzki kaplic z płyt kamiennych.

1 Opis kościoła pochodzi ze strony internetowej *Lubelskie klimaty* (<https://lubelskieklimaty.pl/atracje-turystyczne/koscioly-klasztery-kaplice/>).

Wymiary, kubatura, grubość murów:

Szacunkowa powierzchnia² zabudowy kościoła to ok. 840 m². Długość budowli ok. 44 m, szerokość w najszerszym miejscu (kaplice) wynosi ok. 29 m. Grubości murów: prezbiterium, mierzona w drzwiach do zakrystii, 126 cm. Nawa (w wejściach do kaplic i wejściach bocznych) 106 cm. Fasada zachodnia bez przypór ma grubość ściany 162 cm, mierzona przy wejściu głównym kościoła. Wysokości podane na szkicu (rys. 1).

Otoczenie obiektu (rodzaj nawierzchni, spadki terenu itp.):

Kościół położony na względnie równym terenie. Otoczony jest częściowo betonową szeroką opaską, przykrywającą wykonany wzdłuż murów kanał. W miejscach, gdzie takiego kanału nie ma, do muru przylega kostka betonowa. Od strony północno-zachodniej poziom gruntu znajduje się wyżej niż posadzka w nawie i zakrystii. Poziomy odniesienia zaznaczono na rys. 1.

3. Prace w celu osuszania w obiekcie

Tab. 1. Zakres prac w celu osuszenia w obiekcie

Zabieg	Nie	Tak, rok	Zastosowane metody i technologie, krótka charakterystyka rozwiązań
Izolacja pozioma		2001–2003	Ślady iniekcji widoczne w dwóch rzędach wokół elewacji kościoła. Data ustalona na podstawie informacji od parafian
Izolacja pionowa	?		Kanał przy ścianie spełnia częściowo tę funkcję
Wymiana zasolonych tynków (rodzaj założonych)	?		Na elewacji ślady iniekcji nie są zatynkowane, tak więc tynk musi być starszy niż iniekcja
Reprofilacja gruntu przylegającego	X		
Zabezpieczenie przed wodą odpryskową	X		
Usprawnienie systemu odprowadzania wód opadowych (rynny, rury spustowe)	X		
Zabezpieczenia przed bezpośrednim zalewaniem wodą z opadów — opierzenia, hydrofobizacja itp.	X		
Zabezpieczenie przed napływem wód gruntowych i rozproszonych (systemy drenarskie)		~1990 ?	Przy ścianie prezbiterium i zakrystii kanał osuszający z wywietrznikami w ścianie. Podobno wykonany 30 lat temu
Usprawnienie systemu wentylacji	X		
Wykonanie/usprawnienie systemu ogrzewania (typ obecnego ogrzewania)	X		Kościół ogrzewany grzejnikami elektrycznymi włączanymi sporadycznie, przy niższej temperaturze

Załączniki: Proboszcz był nieobecny, brak było możliwości dotarcia do dokumentacji. Informacje uzyskano od osoby z otoczenia parafii.

² Dane przybliżone (z Geoportalu).

4. Pomiary wilgotności murów obiektu i wysokości strefy zawilgocenia

4.1. Krótki opis przyrządu pomiarowego

Pomiary wykonywano za pomocą przyrządu GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50. Aktywne elektrody B 50 i B 60 to dielektryczny czujnik wilgoci ze zintegrowanym obwodem. Podstawą pomiaru jest metoda pomiaru stałej dielektrycznej. Między kulką-elektrodą i mierzonym materiałem, z którym się styka, jest pole pomiarowe w takiej konfiguracji, na którą ma wpływ gęstość mierzonego materiału budowlanego i jego wilgotność. Jeśli gęstość materiału jest stała, zmiany w polu pojemności można dopasować do zmiany wilgotności mierzonego materiału. Zakres pomiarowy rozciąga się od 0 do 199, tzn. wyświetlane wartości są wartościami względnymi. Wskazują one na rozróżnienie między suchym a wilgotnym materiałem budowlanym. Im wyższa zmierzona wartość, tym wyższa zawartość wilgoci w mierzonym materiale. Wyciąganie wniosków na temat rzeczywistej zawartości wilgoci w procentach względem zmierzonej wartości względnej jest dopuszczalna tylko w przypadku normalnego procesu suszenia, w nieobecności soli, wytwarzającej zawilgocenie higroskopijne. Czynnikiem mającym wpływ na pomiar jest gęstość materiału budowlanego, który ma być mierzony — należy wziąć ją pod uwagę. Wysokie gęstości prowadzą do wyższych wyświetlanych wartości, niezależnie od zawartości wilgoci.



Fot. 1. Przyrząd GANN Hydromette UNI 1

Tab. 2. Skala pomiarowa dla przyrządu GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50, uwzględniająca gęstość materiału

Gęstość materiału budowlanego w kg/m^3	Wartość na wyświetlaczu przyrządu GANN Hydromette UNI 1 elektrody B 50 lub B 60					
	BARDZO SUCHY	SUCHY	MNIEJ SUCHY	WILGOTNY	BARDZO WILGOTNY	MOKRY
Do 600	10–20	20–40	40–60	60–90	90–110	> 100
600–1200	20–30	30–50	50–70	70–100	100–120	> 120
1200–1800	20–40	40–60	60–80	80–110	110–130	> 130
Ponad 1800	30–50	50–70	70–90	90–120	120–140	> 140

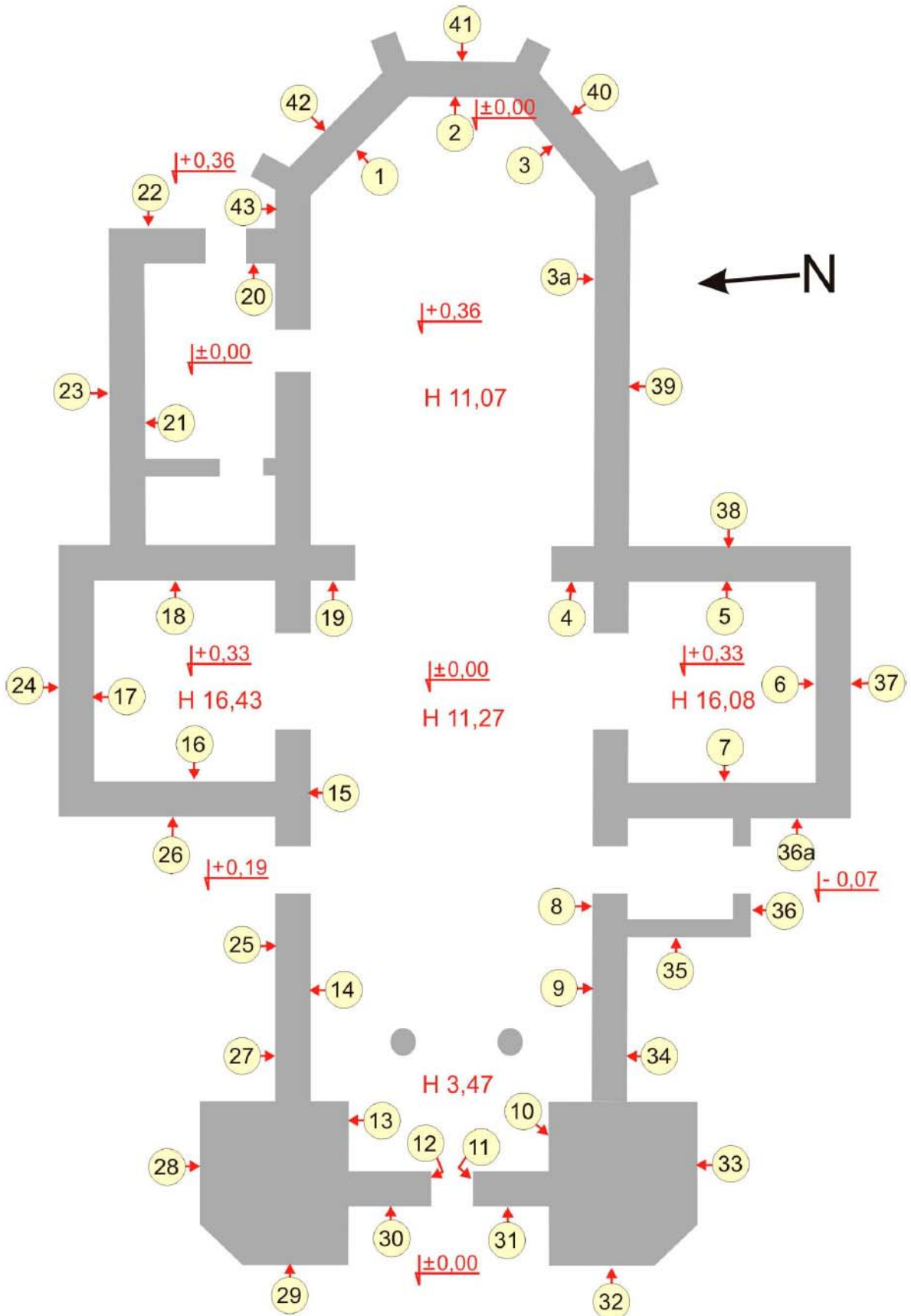
Tab. 3. Zestawienie gęstości wybranych materiałów budowlanych, wg PN-EN ISO 12524:2003, PN-EN ISO 6946:1999 i PN-91/B-02020

L.p.	Grupa materiałowa / materiał	Gęstość w stanie suchym (średnia), kg/m ³
1.	Beton z kruszywa keramzytowego	1600
2.	Mur z betonu komórkowego na cienkowarstwowej zaprawie klejącej lub na zaprawie o przewodności cieplnej porównywalnej do przewodności cieplnej betonu komórkowego	700–800
3.	Beton z żużla paleniskowego	1800
4.	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie cementowo-wapiennej (bez tynku)	1800
5.	Mur z cegły dziurawki na zaprawie cementowo-wapiennej (bez tynku)	1400
6.	Beton zwykły z kruszywa kamiennego	2400
7.	Mur z cegły silikatowej drążonej i bloków drążonych	1600
8.	Mur z cegły klinkierowej	1900
9.	Mur z pustaków ceramicznych M-44	1070
10.	Mur z pustaków Porotherm 8 P+W na zaprawie zwykłej	800
11.	Płyty okładzinowe ceramiczne	2000
12.	Tynk gipsowy	1000–1300
13.	Tynk lub gładź cementowa	2000
14.	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	1850
15.	Tynk wapienny	1700
16.	Tynk wapienno-piaskowy	1600

Dla potrzeb niniejszego opracowania przyjęto następującą skalę uśrednioną, przedstawioną w tabeli 4, zakładając, że gęstość badanych materiałów jest w zakresie 1200–1800 kg/m³ (tab. 4). Zakresom wartości przypisano odpowiednie kolory tła w tabelach pomiarowych. Wskazania zaokrąglono do całości.

Tab. 4. Przyjęta do oceny zawilgocenia skala pomiarowa przyrządu GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50

Wartość na wyświetlaczu przyrządu GANN Hydromette UNI 1 elektroda B 50 lub B 60				
SUCHY	MNIEJ SUCHY	WILGOTNY	BARDZO WILGOTNY	MOKRY
0–60	60–80	80–110	110–130	> 130



Rys. 1. Rzut poziomy kościoła z zaznaczonymi poziomami odniesienia i wysokościami oraz miejscami pomiarów

4.2. Wyniki badań zawilgocenia murów wewnątrz i na zewnątrz, wysokość strefy zawilgocenia

Badania przeprowadzono w środę 21.10.2020 r. w godzinach 15:00–19:00. Pogoda na zewnątrz: pochmurno, z dość silnym wiatrem, który wznagał się w porze wieczornej. W tygodniu poprzedzającym były przelotne niewielkie deszcze, zachmurzenie zmienne, temperatura 8–15°C. W tabelach czerwoną czcionką numery punktów pomiarowych, które są zaznaczone na szkicu.

Tab. 5. Wyniki badań wewnątrz. Przyrząd GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50

5.1. Prezbiterium				
Punkt pomiarowy	Ściana półn.-wsch. 1	Ściana wschodnia 2	Ściana połudn.-wsch. 3	Ściana południowa 3a
C wys. 1,5 m	60	86	65	83
B wys. 1,0 m	62	75	71	70
A wys. 0,3 m	95	96	123	96
5.2. Pilaster łuku tęczowego				
Punkt pomiarowy	Północny 19	Południowy 4		
C wys. 1,5 m	64	73		
B wys. 1,0 m	92	71		
A wys. 0,3 m	104	99		
5.3. Kaplica pw. Św. Anny (północna)				
Punkt pomiarowy	Ściana południowa 16	Ściana północna 17	Ściana wschodnia 18	
C wys. 1,5 m	45	94	100	
B wys. 1,0 m	54	48	108	
A wys. 0,3 m	77	45	125	
5.4. Kaplica pw. Matki Bożej (południowa)				
Punkt pomiarowy	Ściana wschodnia 5	Ściana południowa 6	Ściana zachodnia 7	
C wys. 1,5 m	ołtarz	61	60	
B wys. 1,0 m		59	63	
A wys. 0,3 m		62	70	
5.5. Ściany nawy południowe				
Punkt pomiarowy	8	9	10	
C wys. 1,5 m	61	56	50	
B wys. 1,0 m	71	54	58	
A wys. 0,3 m	75	107	57	
5.6. Ściany nawy zachodnie			5.7. Zakrystia	
Punkt pomiarowy	11	12	20	21
C wys. 1,5 m	61	51	92	64
B wys. 1,0 m	65	53	37	32
A wys. 0,3 m	64	132	132	62
5.8. Ściany nawy północne				
Punkt pomiarowy	13	14	15	
C wys. 1,5 m	59	67	99	
B wys. 1,0 m	69	75	62	
A wys. 0,3 m	90	76	70	

Tab. 6. Wyniki badań na zewnątrz. Przyrząd GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50

6.1. Prezbiterium od strony zewnętrznej					
Punkt pomiarowy	Ściana północna 43	Ściana półn.-wsch. 42	Ściana wschodnia 41	Ściana połudn.-wsch. 40	Ściana południowa 39
C wys. 1,5 m	75	80	70	92	73
B wys. 1,0 m	62	80	83	66	54
A wys. 0,3 m	78	107	70	87	90
6.2. Kaplica pw. Matki Bożej (południowa) i kruchta od zewnątrz					
Punkt pomiarowy	Ściana wschodnia 38	Ściana południowa 37	Ściana zachodnia 36a	Kruchta 36	Kruchta 35
C wys. 1,5 m	48	90	105	52	47
B wys. 1,0 m	52	64	125	88	52
A wys. 0,3 m	90	89	107	64	47
6.3. Kaplica pw. Św. Anny (północna)			6.4. Zakrystia		
Punkt pomiarowy	Ściana północna 24	Ściana zachodnia 26	Ściana wschodnia 22	Ściana północna 23	
C wys. 1,5 m	82	118	63	52	
B wys. 1,0 m	54	125	46	53	
A wys. 0,3 m	90	82	120	58	
6.5. Ściany nawy połudn.		6.6. Ściany nawy północne			
Punkt pomiarowy	34	25	27		
C wys. 1,5 m	65	59	81		
B wys. 1,0 m	46	52	65		
A wys. 0,3 m	46	71	65		
6.7. Ściany nawy zachodnie od zewn.					
Punkt pomiarowy	30	31			
C wys. 1,5 m	102	61			
B wys. 1,0 m	61	59			
A wys. 0,3 m	74	91			
6.8. Przypory fasady zachodniej					
Punkt pomiarowy	28	29	32	33	
C wys. 1,5 m	61	58	58	50	
B wys. 1,0 m	62	54	81	46	
A wys. 0,3 m	64	78	68	64	

5. Wizualna ocena zasolenia murów obiektu

Uszkodzenia i przebarwienia tynku elewacji pochodzą głównie od zalewania wodą deszczową z uszkodzonych rynien i parapetów, jak to jest widoczne na zdjęciach poniżej. Miejsce z przesolonym tynkiem przedstawia fot. 5. Uszkodzenia od zalewania są również w dolnej strefie pochyłych przypór zachodniej fasady. Wewnątrz kościoła nie stwierdzono uszkodzeń związanych z wysoleniami.



Fot. 2. Zacieki z rury spustowej. Jest to główna przyczyna zawilgocenia miejsca nr 26



Fot. 3. Widoczna na ścianie plama od rozpryskiwania się wody deszczowej na twardej powierzchni. Zielone ślady na bruku wskazują na wady miedzianych rynien



Fot. 4. Zielone ślady na bruku i cokole wskazują na wady miedzianych rynien



Fot. 5. Miejsce pomiaru 36a z uszkodzeniami na tynku, gdzie były wskazania zawilgocenia do 1,5 m od podłoża

6. Pomiary wysokości poziomego gruntu w stosunku do wysokości posadzki

Pomiaru poziomów gruntu w stosunku do poziomu nawy kościoła dokonano na podstawie poziomów przy wejściach do kościoła, mając za punkt odniesienia wysokość cokołu kościoła. Wyniki są przedstawione na załączonym (rys. 1) szkicu sytuacyjnym. Grunt okalający jest wyżej niż posadzka kościoła od północy i wschodu (północna część nawy i zakrystia).

7. Pomiary parametrów powietrza (temperatura i wilgotność względna) we wnętrzu i na zewnątrz

7.1. Krótki opis przyrządu pomiarowego

Pomiary klimatu, temperatury ściany i punktu rosy wykonywano za pomocą miernika TROTEC T 250. Jest to urządzenie wielofunkcyjne — łączy w sobie termometr, higrometr, pirometr laserowy i miernik punktu rosy. Urządzenie pracuje w trzech trybach i ma różne funkcje pomiarów, wszystko to sterowane jest jednym przyciskiem.

W trybie TH urządzenie pracuje jako higrometr i termometr.

W trybie IR urządzenie T 250 używane jest jako pirometr laserowy do pomiaru temperatury powierzchni, gdzie promień lasera wskazuje miejsce pomiaru.

Tryb DP wyświetla jednocześnie punkt rosy i temperaturę powierzchni.

Jeśli temperatura ściany spadnie poniżej punktu rosy, urządzenie T 250 powiadamia o tym za pomocą sygnału laserowego i alarmu dźwiękowego. Funkcja alarmu służy do ostrzegania o wystąpieniu niedopuszczalnych wartości. Wartości graniczne alarmu można skonfigurować według własnych potrzeb.

Dane techniczne T 250:

Zakres pomiaru temperatury powietrza: od -20°C do $+50^{\circ}\text{C}$

Rozdzielczość wskazań temperatury powietrza: $0,1^{\circ}\text{C}$

Zakres pomiaru wilgotności powietrza: 5–95% RH

Rozdzielczość wskazań wilgotności powietrza: $0,1\%$ RH

Zakres pomiaru temperatury powierzchni: od -20°C do $+60^{\circ}\text{C}$

Rozdzielczość wskazań temperatury powierzchni: $0,1^{\circ}\text{C}$.



Fot. 6. Przyrząd TROTEC T 250

7.2. Pomiary warunków klimatycznych w obiekcie i na zewnątrz

Zestawienie pomiarów wykonano na podstawie badań przeprowadzonych jednorazowo, w środę dn. 21.10.2020 r. o godz. 16:30–18:30. Nie zbierano danych w dłuższym czasie, stąd brak obliczeń dotyczących amplitud dobowych (ΔT , ΔRH). Pogoda na zewnątrz: pochmurno, bezdeszczowo, bezwietrznie. W tygodniu poprzedzającym były przelotne deszcze, zachmurzenie zmienne oraz dość chłodno, w granicach 8–15°C. W tabelach czerwoną czcionką numery punktów pomiarowych zaznaczone na szkicu.

Tab. 7. Ogólne warunki klimatyczne wewnątrz i na zewnątrz obiektu. Miernik TROTEC T 250 na wysokości 1 m nad podłożem, w cieniu

Data	Na zewnątrz		Nawa wewnątrz		Zakrystia wewnątrz		Prezbiterium wewnątrz	
	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]
21.10.2020	16:46		16:50		18:30		16:32	
Klimat	64,8	13,2	70,7	14,4	68,2	14,4	72,7	14,2

7.3. Pomiar gradientu pionowego temperatury

Tab. 8. Pomiar gradientu pionowego temperatury

Data	Przed nabożeństwem		Po nabożeństwie			
	nawa wewnątrz		nawa wewnątrz		chór H=5,09 m	
	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]
21.10.2020	16:50		17:57		18:00	
Klimat	70,7	14,4	74,3	14,1	72,7	14,7

Grzejniki elektryczne w czasie pomiarów działały jedynie w zakrystii. Nawa nie była ogrzewana. Spadek temperatury po nabożeństwie wynikał z przepływu powietrza, jaki wygenerowali wierni wychodzący z kościoła, ponieważ otwierane były zarówno drzwi boczne, jak główne i do zakrystii, a na zewnątrz wiał dość silny wiatr. Ciepłe powietrze zostało wypchnięte do góry przez zimne wchodzące drzwiami, co jest widoczne w pomiarach klimatu na chórze w tym samym czasie, co w nawie.

7.4. Pomiary prawdopodobieństwa kondensacji pary wodnej po nabożeństwie

Nie zdołano wykonać pomiarów przed nabożeństwem, tabela nr 9 przedstawia ryzyko kondensacji po nabożeństwie, w którym wzięło udział ok. 20 osób. Pomiary wykonano bezpośrednio przy ścianach zewnętrznych od strony wewnętrznej w kilku miejscach, na wysokości ok. 30 cm od posadzki, oraz w narożnikach, wg podanego przez zamawiającego w wytycznych schematu.

Tab. 9. Pomiary prawdopodobieństwa kondensacji pary wodnej. Miernik TROTEC T 250

Miejsce pomiaru (30 cm nad posadzką)	nr punktu pomiarowego wg szkicu	Godzina	RH [%] powietrza	T [°C] powietrza	T [°C] punktu rosy	T [°C] Muru	Grubość Muru w miejscu Pomiaru [cm]	Prawdopodobieństwo kondensacji pary wodnej – różnica od punktu rosy [°C]
Prezbiterium – ściana północna	1	18:03	73,1	14,4	9,6	12,7	126	3,1
Prezbiterium – ściana wschodnia	2	18:04	74,4	14,3	9,8	12,7	126	2,9
Prezbiterium – ściana południowa	3a	18:06	72,8	14,6	9,7	13,5	126	3,8
Nawa - ściana południowa pod oknem wschodnim	8	18:12	75,5	13,7	9,4	12,5	106	3,1
Nawa - ściana południowa pod oknem zachodnim	-	18:14	74,7	14,1	9,6	12,5	106	2,9
Nawa – ściana zach. od str. południowej	-	18:16	75,1	14,0	9,6	11,9	126	2,3
Nawa – ściana zach. od str. północnej	-	18:17	74,4	14,2	9,7	13,0	126	3,3
Nawa - ściana północna pod oknem zachodnim	14	18:19	74,3	14,2	9,7	12,7	106	3,0
Nawa - ściana północna pod oknem wschodnim	15	18:21	74,3	14,0	9,5	12,7	106	3,2
Kaplica Św. Anny Ściana wschodnia	18	18:26	76,0	14,0	9,8	13,5	106	3,7
Kaplica Św. Anny Ściana północna	17	18:24	75,1	14,0	9,6	12,2	106	2,6
Kaplica Św. Anny Ściana zachodnia	16	18:23	75,6	13,8	9,5	12,0	106	2,5
Kaplica Matki Bożej Ściana południowa	6	18:08	74,3	14,0	9,5	12,2	106	2,7
Kaplica Matki Bożej Ściana zachodnia	7	18:10	74,7	13,9	9,4	11,9	106	2,5
Zakrycia – ściana wchodnia	-	18:31	65,4	14,4	7,9	13,5	93	5,6
Zakrycia – ściana północna	21	18:32	65,4	14,4	7,9	14,1	93	6,2

8. Pomiary prędkości przepływów powietrza

Tab. 10. Pomiary prędkości przepływów powietrza. Urządzenie pomiarowe — termoanemometr CEM DT-8894

Lokalizacja nr 10	Data — 21.10.2020 r.		
	Prędkość przepływu powietrza [m/s]	Temperatura powietrza [°C]	
Pomiar na zewnątrz kościoła			
Przed wejściem do kościoła	3 m/s	13,2°C	
Pomiary we wnętrzu przy drzwiach zamkniętych			
Wysokość punktu pomiarowego	30 cm	100 cm	150 cm
Przed ołtarzem	0	0	0
Na środku nawy głównej	0	0	0
Przy głównych drzwiach wejściowych	0	0	0
Przy drzwiach do kruchty	0	0	0
Przy drzwiach do zakrystii	0	0	0
Przy drzwiach na klatkę schodową empory organowej	0	0	0
Na emporze organowej	0	0	0
Przy drzwiach na poddasze kościoła	niedostępne	niedostępne	niedostępne
Na strychu przy otworze wentylacyjnym w sklepieniu	niedostępne	niedostępne	niedostępne
Pomiary we wnętrzu przy drzwiach otwartych			
Przed ołtarzem	0	0	0
Pośrodku nawy głównej	0	0	0
Przy głównych drzwiach wejściowych	1,5	1	0,5
Przy drzwiach do kruchty	0,5	0	0
Przy drzwiach do zakrystii	0,6	0,3	0
Przy drzwiach na klatkę schodową empory organowej	0	0	0
Na emporze organowej	0	0	0
Przy drzwiach na poddasze kościoła	niedostępne	niedostępne	niedostępne
Na strychu w otworze wentylacyjnym w sklepieniu	niedostępne	niedostępne	niedostępne

9. Spostrzeżenia i wnioski autora opracowania

9.1. Spostrzeżenia dotyczące zawilgocenia murów obiektu

Większość badań wykazywała niskie zawilgocenie lub jego brak. Wskazania na wyższych wysokościach są głównie wynikiem zawartości soli w tynku, choć większych uszkodzeń spowodowanych zasoleniem na tynkach nie zaobserwowano.

Miejsca wewnątrz kościoła z większym zawilgoceniem to: prezbiterium — punkt pomiaru nr 3, przy wejściu głównym (miejsce nr 12), ściana oddzielająca kaplicę św. Anny od zakrystii (miejsce nr 18 — wskazane jest sprawdzenie szczelności styku dachu zakrystii z elewacją kaplicy). Najniższy poziom miejsca 20 w zakrystii znajduje się poniżej poziomu gruntu.

Na zewnątrz zwraca uwagę miejsce nr 36, gdzie występuje zasolony tynk — możliwe podciąganie kapilarne wilgoci w narożniku (fot. 5), oraz miejsce 26, gdzie ewidentnie widoczne są ślady zalewania z nieszczelności rury spustowej (fot. 2).

Obecnie nie ma konieczności przeprowadzania badań inwazyjnych. Najważniejsze są bieżące naprawy tynków na elewacji i przyporach, które mimo pochyłości są zaskakująco suche, sprawdzenie obróbek gzymsów i parapetów oraz rynien i rur spustowych, czyli głównie czynności zmierzające do zabezpieczenia murów przed zalewaniem opadami atmosferycznymi.

9.2. Spostrzeżenia dotyczące klimatu i zagrożenia kondensacją w obiekcie

W sklepieniu widoczne są otwory prowadzące na strych w łukach bocznych, zarówno w nawie, jak i prezbiterium. Wg osoby z otoczenia kościoła zamykane są one podczas zimy. Kościół ogrzewany grzejnikami elektrycznymi zlokalizowanymi przy ścianach nawy, podczas badań były one wyłączone, działał jeden grzejnik w zakrystii (w miejscu nr 21, stąd najmniejsze zagrożenie kondensacją tamże). Grzejniki te są częściej włączane, gdy zimą panują mrozy, ale okazjonalnie, przed rozpoczęciem i podczas nabożeństw. Przy wchodzeniu i wychodzeniu wiernych, ponieważ wejścia są dostępne z trzech stron nawy i również poprzez zakrystie, powstają przeciągi, zwłaszcza przy wietrznej pogodzie.

Wszystkie te czynniki złożyły się na to, że pomimo pomiaru ryzyka kondensacji po nabożeństwie odstęp temperatury ściany od temperatury punktu rosy był na poziomie powyżej 3°C, oprócz niektórych miejsc, jak nr 12 przy wejściu głównym, oraz w mało „przewiewanych” kaplicach.

Badania stopnia osuszenia murów obiektu

Nr 11



Opracowanie na zlecenie Narodowego Instytutu Dziedzictwa

Październik 2020

1. Cel wykonania dokumentacji

Badanie stopnia osuszenia murów na podstawie standardu określonego przez zamawiającego w załączniku nr 2 do umowy nr NID/U/124/20 z dnia 15.09.2020 r.

2. Krótki opis obiektu

Datowanie:

Późnobarokowa murowana świątynia powstała w 1780 r. w miejscu, gdzie znajdował się pierwotny, drewniany kościół. Jej poświęcenie miało miejsce rok później. Fundatorem kościoła był hrabia Antoni Wengersky, właściciel państwa rybnickiego (do 1788 r.) oraz tutejszego majoratu.

Forma architektoniczna, konstrukcja, rodzaj budulca:

Budowla murowana z cegły, na fundamencie kamiennym, orientowana, posiada cechy stylu późnobarokowego. Nad nawą, od zachodu, wznosi się wieża przykryta hełmem w kształcie dzwonu, od wschodu zaś przylega do niej węższe, zamknięte półkolistce prezbiterium. Wnętrze kościoła utrzymane jest w stylu późnobarokowym i klasycystycznym. Jego centralne miejsce zajmuje piękny, bogato zdobiony ołtarz główny, w którego środku znajduje się XVIII-wieczny obraz przedstawiający scenę ścięcia św. Jana Chrzciciela. Stanowi on kopię malowidła z kościoła pw. św. Wincentego we Wrocławiu, pędzla Michała Willmanna — wybitnego śląskiego malarza, nazywanego „śląskim Rafaelem” lub „Apellesem”. Sklepienia łukowe, nad nawą sklepienie łukowo-żebrowe, nad prezbiterium kopuła. Posadzka w nawie z płyt prawdopodobnie granitowych, w zakrystii i w prezbiterium granit szlifowany. Chór murowany, wsparty na dwóch kolumnach. Wewnątrz i na zewnątrz kościół otynkowany tynkiem WTA, malowany w kolorach piaskowym i białym. Ponieważ przed badaniami padał deszcz, zaobserwowano, że farba na elewacji ma właściwości hydrofobowe.

Wymiary, kubatura, grubość murów:

Szacunkowa powierzchnia¹ zabudowy kościoła to ok. 413 m². Długość od ściany zachodniej nawy do końca prezbiterium zmierzona w trakcie badania wynosi 28 m, maksymalną szerokość wewnętrzną nawy zmierzono 11,37 m. Szacunkowa grubość murów nawy i prezbiterium wynosi 75–95 cm, w miejscach pilastrów 130 cm. Wysokości podane są na szkicu (rys. 1).

Otoczenie obiektu (rodzaj nawierzchni, spadki terenu itp.):

Kościół położony na wzgórzu, którego szczyt znajduje się po północnej stronie prezbiterium. Teren opada w stronę południowo-zachodnią, ku ulicy i szpitalowi. Od wschodniej strony, za szczytem wzgórza, znajduje się cmentarz na dość równym terenie. Kościół otoczony jest opaską żwirową wypełnioną otoczkami. Opaska obramowana jest krawężnikiem, dalej chodnik dookoła kościoła z kostki betonowej typu „polbruk”. Nawierzchnia przy wejściach również wybrukowana.

1 Dane przybliżone (z Geoportalu).

3. Prace w celu osuszania w obiekcie

Tab. 1. Zakres prac w celu osuszenia w obiekcie

Zabieg	Nie	Tak, rok	Zastosowane metody i technologie, krótka charakterystyka rozwiązań
Izolacja pozioma			
Izolacja pionowa		2009	Po odkopaniu i oczyszczeniu fundamenty wyrównano zaprawą cementową. Powierzchnię muru, do 50 cm ponad poziom terenu, pokryto preparatem krzemionkowym Kiesol+Sulfatexschlamme firmy Remmers, a następnie powłoką polimerowo-bitumiczną Dickerabdichtung. Następnie izolację osłonięto folią ochronno-drenującą
Wymiana zasolonych tynków (rodzaj założonych)		2009	W strefie cokołowej wymieniono tynk na renowacyjny (WTA) odporny na sole (Gruntmortel+Sanierputz firmy Remmers)
Wymiana zasolonych tynków (rodzaj założonych) wewnątrz		2019	Wymieniono tynki wewnątrz do wysokości 1 m. Pokryto farbą krzemianową KAIM (informacja od proboszcza)
Reprofilacja gruntu przylegającego	X		
Zabezpieczenie przed wodą odpryskową		2009	Cokół pokryty tynkiem i farbą o właściwościach hydrofobowych. Opaska żwirowa
Usprawnienie systemu odprowadzania wód opadowych (rynny, rury spustowe)		2009	Kanalizacja deszczowa niezależna od drenażu
Zabezpieczenia przed bezpośrednim zalewaniem wodą z opadów — opierzenia, hydrofobizacja itp.		?	Powłoka malarska na kościele ma właściwości hydrofobowe — obserwacja własna.
Zabezpieczenie przed napływem wód gruntowych i rozproszonych (systemy drenarskie)		2009	Opaska drenażowa z dwoma poziomami rur, zasypana żwirem, w górnej warstwie z otoczków rzecznych. 5 studzienek rewizyjnych
Usprawnienie systemu wentylacji	X		
Wykonanie/usprawnienie systemu ogrzewania (typ obecnego ogrzewania)	X		Kotłownia olejowa pod prezbiterium, wejście przez kratę w podłodze, druga krata po północnej stronie i nadmuch spod podłogi przez kratę. Podczas badań ogrzewanie nie było włączone

Załączniki: Fotokopie dokumentów udostępnionych przez proboszcza.

4. Pomiary wilgotności murów obiektu i wysokości strefy zawilgocenia

4.1. Krótki opis przyrządu pomiarowego

Pomiary wykonywano za pomocą przyrządu GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50. Aktywne elektrody B 50 i B 60 to dielektryczny czujnik wilgoci ze zintegrowanym obwodem. Podstawą pomiaru jest metoda pomiaru stałej dielektrycznej. Między kulką-elektrodą i mierzonym materiałem, z którym się styka, jest pole pomiarowe w takiej konfiguracji, na którą ma wpływ gęstość mierzonego materiału budowlanego i jego wilgotność. Jeśli gęstość materiału jest stała, zmiany w polu pojemności można dopasować do zmiany wilgotności mierzonego materiału. Zakres pomiarowy rozciąga się od 0 do 199, tzn. wyświetlane wartości są wartościami względnymi. Wskazują one na rozróżnienie między suchym a wilgotnym materiałem budowlanym. Im wyższa zmierzona wartość, tym wyższa zawartość wilgoci w mierzonym materiale. Wyciąganie wniosków na temat rzeczywistej zawartości wilgoci w procentach względem zmierzonej wartości względnej jest dopuszczalna tylko w przypadku normalnego procesu suszenia, w nieobecności soli, wytwarzającej zawilgocenie higroskopijne. Czynnikiem mającym wpływ na pomiar jest gęstość materiału budowlanego, który ma być mierzony – należy wziąć ją pod uwagę. Wysokie gęstości prowadzą do wyższych wyświetlanych wartości, niezależnie od zawartości wilgoci.



Fot. 1. Przyrząd GANN Hydromette UNI 1.

Tab. 2. Skala pomiarowa dla przyrządu GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50, uwzględniająca gęstość materiału

Gęstość materiału budowlanego w kg/m^3	Wartość na wyświetlaczu przyrządu GANN Hydromette UNI 1 elektroda B 50 lub B 60					
	BARDZO SUCHY	SUCHY	MNIEJ SUCHY	WILGOTNY	BARDZO WILGOTNY	MOKRY
Do 600	10–20	20–40	40–60	60–90	90–110	> 100
600–1200	20–30	30–50	50–70	70–100	100–120	> 120
1200–1800	20–40	40–60	60–80	80–110	110–130	> 130
Ponad 1800	30–50	50–70	70–90	90–120	120–140	> 140

Tab. 3. Zestawienie gęstości wybranych materiałów budowlanych, wg PN-EN ISO 12524:2003, PN-EN ISO 6946:1999 i PN-91/B-02020

L.p.	Grupa materiałowa / materiał	Gęstość w stanie suchym (średnia), kg/m ³
1.	Beton z kruszywa keramzytowego	1600
2.	Mur z betonu komórkowego na cienkowarstwowej zaprawie klejącej lub na zaprawie o przewodności cieplnej porównywalnej do przewodności cieplnej betonu komórkowego	700–800
3.	Beton z żużla paleniskowego	1800
4.	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie cementowo-wapiennej (bez tynku)	1800
5.	Mur z cegły dziurawki na zaprawie cementowo-wapiennej (bez tynku)	1400
6.	Beton zwykły z kruszywa kamiennego	2400
7.	Mur z cegły silikatowej drążonej i bloków drążonych	1600
8.	Mur z cegły klinkierowej	1900
9.	Mur z pustaków ceramicznych M-44	1070
10.	Mur z pustaków Porotherm 8 P+W na zaprawie zwykłej	800
11.	Płyty okładzinowe ceramiczne	2000
12.	Tynk gipsowy	1000–1300
13.	Tynk lub gładź cementowa	2000
14.	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	1850
15.	Tynk wapienny	1700
16.	Tynk wapienno-piaskowy	1600

Dla potrzeb niniejszego opracowania przyjęto następującą skalę uśrednioną, przedstawioną w tabeli 4, zakładając, że gęstość badanych materiałów jest w zakresie 1200–1800 kg/m³ (tab. 4). Zakresom wartości przypisano odpowiednie kolory tła w tabelach pomiarowych. Wskazania zaokrąglono do całości.

Tab. 4. Przyjęta do oceny zawilgocenia skala pomiarowa przyrządu GANN Hydromette UNI 1z elektrodą B 50

Wartość na wyświetlaczu przyrządu GANN Hydromette UNI 1 elektroda B 50 lub B 60				
SUCHY	MNIEJ SUCHY	WILGOTNY	BARDZO WILGOTNY	MOKRY
0–60	60–80	80–110	110–130	> 130

4.2. Wyniki badań zawilgocenia murów wewnątrz i na zewnątrz, wysokość strefy zawilgocenia

Badania przeprowadzono we wtorek 3.11.2020 r. w godzinach 16:00–19:00. Pogoda na zewnątrz: zachmurzenie zmienne, przed badaniami przelotne opady deszczu. Bezwietrznie. W dniach poprzedzających, po przejściu w weekend frontu z opadami, dość znacznie się ociepliło i w poniedziałek oraz we wtorek w południe temperatura osiągała 16°C, a wilgotność powietrza była bardzo wysoka. W czasie badań temperatura na zewnątrz zaczęła się obniżać.

Tab. 5. Wyniki badań wewnątrz. Przyrząd GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50

5.1. Prezbiterium						
Punkt pomiarowy	Ściana północna 1	Ściana północna 2	Ściana wschodnia 3	Ściana wschodnia 4	Ściana południowa 5	Ściana południowa 6
C wys. 1,5 m	49	49	47	50	43	60
B wys. 1,0 m	55	60	48	49	45	43
A wys. 0,3 m	62	64	54	60	52	56
5.1. Prezbiterium c.d			5.2. Zakrystia			
Punkt pomiarowy	ściana półn. 19	ściana półn. 20	ściana półn. 22	ściana wsch. 21		
C wys. 1,5 m	56	55	59	64		
B wys. 1,0 m	58	58	63	75		
A wys. 0,3 m	54	56	72	73		
5.3. Ściany nawy południowe						
Punkt pomiarowy	7	8	9	10		
C wys. 1,5 m	60	57	57	konfesjonał		
B wys. 1,0 m	58	47	46			
A wys. 0,3 m	60	42	55			
5.4. Ściany nawy zachodnie						
Punkt pomiarowy	11	12	13	14		
D wys. 2,0 m	-	-	-	61		
C wys. 1,5 m	53	53	49	73		
B wys. 1,0 m	52	49	69	55		
A wys. 0,3 m	77	64	74	64		
5.5. Ściany nawy północne						
Punkt pomiarowy	15	16	17	18		
C wys. 1,5 m	58	60	50	47		
B wys. 1,0 m	49	50	60	53		
A wys. 0,3 m	54	62	61	58		
5.6. Filary						
Punkt pomiarowy	41	42				
C wys. 1,5 m	36	45				
B wys. 1,0 m	52	52				
A wys. 0,3 m	53	53				

Tab. 6. Wyniki badań na zewnątrz. Przyrząd GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50

6.1. Prezbiterium od zewnątrz				
Punkt pomiarowy	Ściana północna 31	Ściana wschodnia 30	Ściana wschodnia 29	Ściana południowa 28
D wys. 2,0 m	76	-	-	-
C wys. 1,5 m	78	68	65	63
B wys. 1,0 m	76	60	57	59
A wys. 0,3 m	116	98	62	79
6.2. Zakrystia od zewnątrz				
Punkt pomiarowy	ściana zach. 35	ściana półn. 34	ściana półn. 33	ściana wsch. 32
D wys. 2,0 m	-	56	63	-
C wys. 1,5 m	55	67	65	66
B wys. 1,0 m	64	88	76	65
A wys. 0,3 m	70	104	103	82
6.3. Ściany nawy południowe od zewnątrz				
Punkt pomiarowy	27	26	25	24
D wys. 2,0 m	-	-	66	66
C wys. 1,5 m	59	59	63	70
B wys. 1,0 m	58	77	80	68
A wys. 0,3 m	63	61	66	78
6.4. Ściany nawy zachodnie od zewnątrz				
Punkt pomiarowy	40	23		
D wys. 2,0 m	66	62		
C wys. 1,5 m	65	72		
B wys. 1,0 m	78	88		
A wys. 0,3 m	81	104		
6.5. Ściany nawy północne od zewnątrz				
Punkt pomiarowy	36	37	38	39
D wys. 2,0 m	58	65	60	69
C wys. 1,5 m	63	63	72	76
B wys. 1,0 m	76	85	89	102
A wys. 0,3 m	97	94	78	107

5. Wizualna ocena zasolenia murów obiektu

Zarówno wewnątrz, jak i na zewnątrz kościoła brak jest uszkodzeń na tynku związanych z zasoleniem. Na cokole, pomimo hydrofobizacji, widać brudne ślady zaciekającej wody deszczowej. W niektórych miejscach cokołu widoczne są spękania wyprawy tynkarskiej.



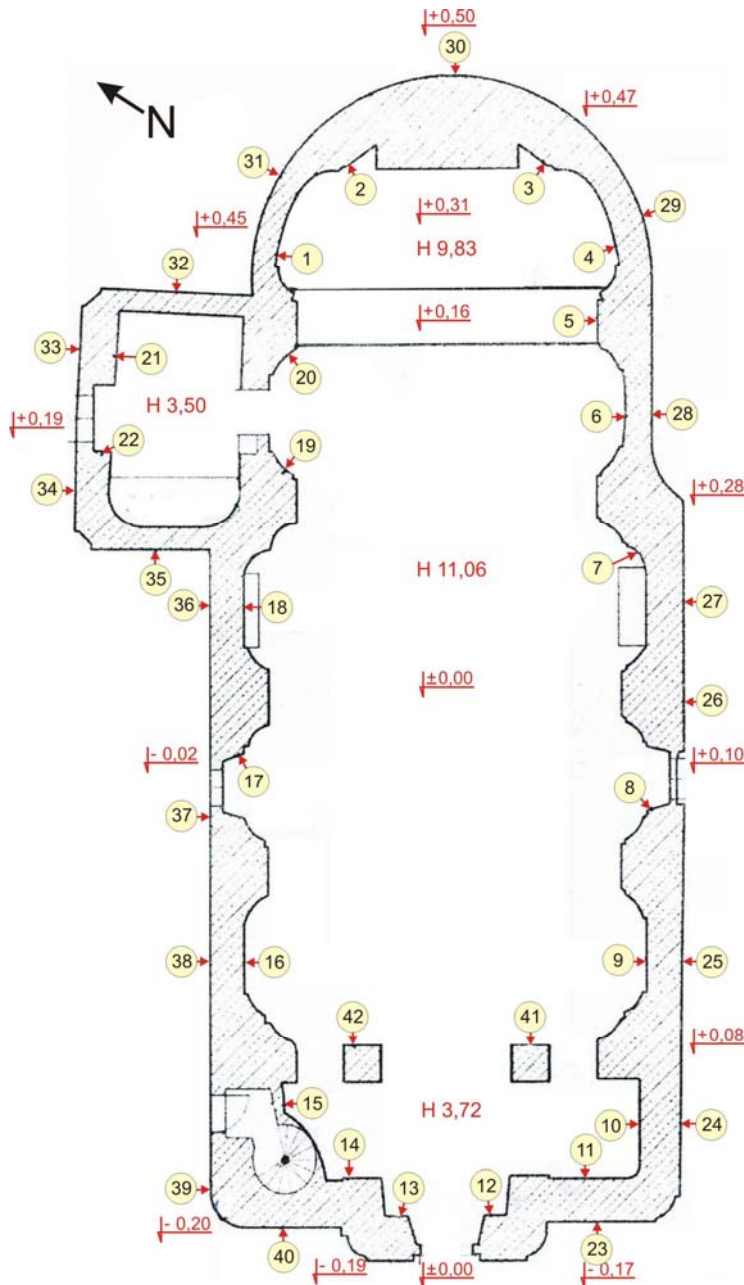
Fot. 2. Pomimo hydrofobizacji widać brudne ślady zaciekającej wody deszczowej



Fot. 3. W niektórych miejscach cokołu widoczne są spękania wyprawy tynkarskiej

6. Pomiary wysokości poziomego gruntu w stosunku do wysokości posadzki

Pomiaru poziomów gruntu w stosunku do poziomu nawy kościoła dokonano na podstawie poziomów przy wejściach do kościoła, mając za punkt odniesienia wysokość cokołu kościoła. Jest to przedstawione na załączonym (rys. 1) szkicu sytuacyjnym. Grunt ma poziom przeważnie wyższy od posadzki wewnątrz kościoła. Wyjątek stanowi fasada zachodnia, gdzie teren jest niżej.



Rys. 1. Rzut poziomy kościoła z zaznaczonymi poziomami odniesienia, wysokościami pomieszczeń oraz miejscami pomiarów

7. Pomiary parametrów powietrza (temperatura i wilgotność względna) we wnętrzu i na zewnątrz

7.1. Krótki opis przyrządu pomiarowego

Pomiary klimatu, temperatury ściany i punktu rosy wykonywano za pomocą miernika TROTEC T 250. Jest to urządzenie wielofunkcyjne — łączy w sobie termometr, higrometr, pirometr laserowy i miernik punktu rosy. Urządzenie pracuje w trzech trybach i ma różne funkcje pomiarów, wszystko to sterowane jest jednym przyciskiem.

W trybie TH urządzenie pracuje jako higrometr i termometr.

W trybie IR urządzenie T 250 używane jest jako pirometr laserowy do pomiaru temperatury powierzchni, gdzie promień lasera wskazuje miejsce pomiaru.

Tryb DP wyświetla jednocześnie punkt rosy i temperaturę powierzchni.

Jeśli temperatura ściany spadnie poniżej punktu rosy, urządzenie T 250 powiadamia o tym za pomocą sygnału laserowego i alarmu dźwiękowego. Funkcja alarmu służy do ostrzegania o wystąpieniu niedopuszczalnych wartości. Wartości graniczne alarmu można skonfigurować według własnych potrzeb.

Dane techniczne T 250:

Zakres pomiaru temperatury powietrza: od -20°C do $+50^{\circ}\text{C}$

Rozdzielczość wskazań temperatury powietrza: $0,1^{\circ}\text{C}$

Zakres pomiaru wilgotności powietrza: 5–95% RH

Rozdzielczość wskazań wilgotności powietrza: $0,1\%$ RH

Zakres pomiaru temperatury powierzchni: od -20°C do $+60^{\circ}\text{C}$

Rozdzielczość wskazań temperatury powierzchni: $0,1^{\circ}\text{C}$.



Fot. 4. Przyrząd TROTEC T 250

7.2. Pomiary warunków klimatycznych w obiekcie i na zewnątrz

Zestawienie pomiarów wykonano na podstawie badań przeprowadzonych jednorazowo, we wtorek dn. 3.11.2020 r. o godz. 16:30–18:10. Nie zbierano danych w dłuższym czasie, stąd brak obliczeń dotyczących amplitud dobowych (ΔT , ΔRH). Pogoda na zewnątrz: zachmurzenie zmienne, przed badaniami przelotne opady deszczu. Bezwietrznie. W dniach poprzedzających, po przejściu w weekend frontu z opadami, dość znacznie się ociepliło i w poniedziałek oraz w południe we wtorek temperatura osiągała 16°C, a wilgotność powietrza była bardzo wysoka. W czasie badań temperatura na zewnątrz zaczęła się obniżać.

W czasie badań odbywało się nabożeństwo. Uczestniczyły w nim wraz z księdzem 24 osoby.

Na zewnątrz w dniu badania była wysoka wilgotność powietrza (100%). Napływ powietrza zewnętrznego podwyższał wilgotność powietrza wewnątrz kościoła.

Tab. 7. Ogólne warunki klimatyczne wewnątrz i na zewnątrz obiektu. Miernik TROTEC T 250 na wysokości 1 m nad podłożem, w cieniu

Data	Na zewnątrz		Nawa wewnątrz		Zakrystia wewnątrz		Prezbiterium wewnątrz		Chór H=4 m		Wejście na chór	
	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]		
3.11.2020	16:45		16:30		18:07		16:40		16:45		16:47	
Klimat	100,0	13,7	86,0	12,8	87,5	13,1	84,8	13,5	83,9	13,2	91,0	12,6

7.3. Pomiary prawdopodobieństwa kondensacji pary wodnej

Pomiary wykonano bezpośrednio przy ścianach zewnętrznych od strony wewnętrznej w kilku miejscach, na wysokości ok. 30 cm od posadzki, oraz w narożnikach, wg podanego przez zamawiającego w wytycznych schematu.

Tab. 8. Pomiary prawdopodobieństwa kondensacji pary wodnej. Miernik TROTEC T 250

Miejsce pomiaru (30 cm nad posadzką)	nr punktu pomiarowego wg szkicu	Godzina	RH [%] powietrza	T [°C] powietrza	T [°C] punktu rosy	T [°C] Muru	Grubość Muru w miejscu Pomiaru [cm]	Prawdopodobieństwo kondensacji pary wodnej – różnica od punktu rosy [°C]
Prezbiterium – ściana północna	1	16:41	82,3	13,3	10,3	11,4	70	1,1
Prezbiterium – ściana wschodnia	3	16:43	82,3	13,2	10,2	11,9	140	1,7
Prezbiterium – ściana wschodnio-południowa	4	16:44	83,5	13,3	10,5	11,6	70	1,1
Nawa - ściana południowa pod oknem wschodnim	6	16:30	85,6	12,9	10,5	11,5	75	1,0
Nawa - ściana południowa pod oknem zachodnim	9	16:31	84,7	12,9	10,4	11,7	95	1,3
Nawa – ściana zach. od str. południowej	11	13:33	84,3	13,0	10,4	11,9	125	1,5
Nawa – ściana zach. od str. północnej	14	16:34	85,2	13,0	10,5	11,8	130	1,3
Nawa - ściana północna pod oknem zachodnim	15	16:36	84,7	13,1	10,6	11,7	?	1,1
Nawa - ściana północna pod oknem wschodnim	18	16:38	84,4	13,1	10,5	11,4	90	0,9
Klatka schodowa na chór\	-	16:47	91,0	12,6	11,2	10,7	115	-0,5

7.4. Pomiary prawdopodobieństwa kondensacji pary wodnej po nabożeństwie

W czasie badań odbywało się nabożeństwo. Uczestniczyły w nim wraz z księdzem 24 osoby.

Tab. 9. Pomiary prawdopodobieństwa kondensacji pary wodnej po nabożeństwie

Miejsce pomiaru (30 cm nad posadzką)	nr punktu pomiarow ego wg szkicu	Godzina	RH [%] powietrza	T [°C] powietrza	T [°C] punktu rosy	T [°C] Muru	Grubość Muru w miejscu Pomiaru [cm]	Prawdopodo- bieństwo kondensacji pary wodnej – różnica od punktu rosy [°C]
Nawa - ściana południowa pod oknem wschodnim	6	18:59	87,1	13,1	11,0	11,5	75	0,5
Nawa - ściana północna pod oknem wschodnim	18	17:57	86,8	13,1	10,9	11,4	90	0,5
Zakrycia – ściana północna	21	18:08	89,7	13,0	11,3	11,8	100	0,5

7.5. Pomiar gradientu pionowego temperatury

Tab. 10. Pomiar gradientu pionowego temperatury po nabożeństwie

Data	Przed nabożeństwem		Po nabożeństwie			
	nawa wewnątrz		nawa wewnątrz		ambona H=4,1 m	
	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]
3.11.2020	16:30		18:00		18:01	
Klimat	86,0	12,8	87,0	13,1	87,9	13,2

8. Pomiary prędkości przepływów powietrza

U szczytu łuków stropu nawy widoczne otwory wywiewne na strychn. Brak do nich dostępu.

Tab. 11. Pomiary prędkości przepływów powietrza. Urządzenie pomiarowe — termoanemometr CEM DT-8894

Lokalizacja nr 11	Data — 3.11.2020 r.		
	Prędkość przepływu powietrza [m/s]	Temperatura powietrza [°C]	
Pomiar na zewnątrz kościoła			
Przed wejściem do kościoła	0 m/s	13,7°C	
Pomiary we wnętrzu przy drzwiach zamkniętych			
Wysokość punktu pomiarowego	30 cm	100 cm	150 cm
Przed ołtarzem	0	0	0
Na środku nawy głównej	0	0	0
Przy głównych drzwiach wejściowych	0	0	0
Przy drzwiach do kruchty	0	0	0
Przy drzwiach do zakrystii	0	0	0
Przy drzwiach na klatkę schodową empory organowej	0	0	0
Na emporze organowej	0	0	0
Przy drzwiach na poddasze kościoła	brak pomiaru	brak pomiaru	brak pomiaru
Na strychu przy otworze wentylacyjnym w sklepieniu	brak pomiaru	brak pomiaru	brak pomiaru
Pomiary we wnętrzu przy drzwiach otwartych			
Przed ołtarzem	0	0	0
Pośrodku nawy głównej	0	0	0
Przy głównych drzwiach wejściowych	0	0	0
Przy drzwiach do kruchty	0	0	0
Przy drzwiach do zakrystii	0	0	0
Przy drzwiach na klatkę schodową empory organowej	0	0	0
Na emporze organowej	0	0	0
Przy drzwiach na poddasze kościoła	brak pomiaru	brak pomiaru	brak pomiaru
Na strychu w otworze wentylacyjnym w sklepieniu	brak pomiaru	brak pomiaru	brak pomiaru

9. Spostrzeżenia i wnioski autora pomiarów

9.1. Spostrzeżenia dotyczące zawilgocenia murów obiektu

Pomiary elektroniczne wskazują, że mury kościoła są suche. Na elewacji od strony północnej i zachodniej powierzchnia muru pokryta była kropelkami wcześniej padającego deszczu, co zawyżyło pomiary od tej strony. Widoczna duża dbałość o kościół, porządek w dokumentacji oraz podkreślanie, że prace renowacyjne wykonywane były ściśle według projektu konserwatorskiego. W przypadku badanego kościoła prace przyniosły wyraźny efekt, ale należy pamiętać, że tynki we wnętrzu były wymieniane zaledwie przed rokiem.

9.2. Spostrzeżenia dotyczące klimatu i zagrożenia kondensacją w obiekcie

W czasie pomiarów brak było wyraźnego ruchu powietrza na zewnątrz i wewnątrz kościoła, nie był też włączony system ogrzewania. Zagrożenie kondensacją powiększyło się po nabożeństwie, co wynika z porównania odstępu temperatury muru od temperatury punktu rosy w tabelach 8 i 9.

Zapach stęchlizny i kondensowanie się pary wodnej wystąpiło w klatce schodowej na chór (tab. 8), do której wchodzi się przez drzwi zewnętrzne. Przejście to jest zamknięte, ponieważ organista nie wchodzi na chór, gra na instrumencie w obrębie prezbiterium, przy wejściu do zakrystii.

Badania stopnia osuszenia murów obiektu

Nr 12



Opracowanie na zlecenie Narodowego Instytutu Dziedzictwa

Październik 2020

1. Cel wykonania dokumentacji

Badanie stopnia osuszenia murów na podstawie standardu określonego przez zamawiającego w załączniku nr 2 do umowy nr NID/U/124/20 z dnia 15.09.2020 r.

2. Krótki opis obiektu

Datowanie:

Obecny kościół zbudowany został w latach 1833–1839, jego konsekracji dokonano w 1842 r. W czasie pierwszej wojny światowej, w 1914 r. zniszczone zostały wieża i wieżyczka na sygnaturkę. W 1915 r. nastąpiła prowizoryczna odbudowa kościoła. W latach 1924–1926 kościół został przebudowany i powiększony. Dobudowano wtedy kaplice boczne, odbudowano wieżę i przekształcono fasadę. W latach 1962–1963 podwyższono dachy kościoła i odbudowano wieżyczkę na sygnaturkę.

Forma architektoniczna, konstrukcja, rodzaj budulca:

Zbudowany jako klasycystyczny, nawiązujący do tzw. stylu „józefińskiego”, w wyniku przebudowy uzyskał częściowo formy neobarokowe. Murowany z cegły, otynkowany. Jednonawowy, z prezbiterium zamkniętym półkoliście, po którego bokach przybudówki zakrystyjne. Przy nawie od południa i północy kwadratowe kaplice, nakryte kopułami z latarniami, a od zachodu wtopiona w korpus neobarokowa wieża z latarnią. Elewacja frontowa rozcłonkowana pilastrami dźwigającymi gzyms i belkowanie. W niszach po obu stronach wejścia ustawiono figury św. św. Piotra i Pawła. Dachy dwuspadowe, nad nawą wieżyczka na sygnaturkę z latarnią o barokowej formie. Wnętrze nakryte sklepieniami żaglastymi na gurtach. Polichromia figuralna i ornamentalna wykonana w 1966 r.

Wyposażenie wnętrza głównie o charakterze rokokowym. Pięć ołtarzy wykonanych w większości przez rzeźbiarza Antoniego Wróbla w 1904 r. i w latach 1923–1937 posiada znaczne partie rokokowe z XVIII i XIX w. W ołtarzu głównym obraz Matki Boskiej z Dzieciątkiem, zapewne barokowy. W ołtarzach bocznych m.in. obrazy św. Antoniego z Dzieciątkiem i św. Anny Samotrzeć. Ambona neorokokowa, wykonana przez rzeźbiarza Antoniego Wróbla. Chrzcielnica rokokowa z 1778 r., z rzeźbioną grupą Chrztu w Jordanie na pokrywie. Krucyfiks z XVIII lub XIX w. Organy 14-głosowe zbudowane w 1904 r.

Na sklepieniach polichromie, ściany kościoła pokryte monochromatycznie białą farbą. Podłoga nawy pokryta kostką ceramiczną. Posadzka prezbiterium z płyt kamiennych. Drewniany chór wspiera się na dwóch drewnianych słupach.

Wymiary, kubatura, grubość murów:

Szacunkowa powierzchnia zabudowy kościoła to ok. 701 m²¹. Wysokości podane są na szkicu (rys. 1). Wymiary wewnętrzne kościoła (pomiar własny) wynoszą:

Szerokość nawy głównej: 11,17 m.

Szerokość od przedsionka do przedsionka z tyłu: 17,22 m.

Długość nawy od ściany zachodniej do łuku tęczowego: 19,34 m.

Długość prezbiterium od łuku tęczowego do końca łuku absydy: ok. 9,4 m.

Szerokość kościoła w poprzek kaplic: 27,71 m.

Szerokość prezbiterium przy drzwiach do zakrystii: 8,65 m.

Grubości murów (pomiar własny) wynoszą:

Grubość murów prezbiterium przy drzwiach do zakrystii: 130 cm.

Grubość murów nawy: 103 cm.

Grubość muru pomiędzy nawą a kruchtą: 130 cm.

Grubość murów pod wieżą przy wejściu zachodnim: 165 cm.

Grubość muru zewnętrznego w zakrystii: ok. 65 cm, mierzona w oknie.

Otoczenie obiektu (rodzaj nawierzchni, spadki terenu itp.):

Kościół leży na płaskim terenie, lekko opadającym w stronę zachodnią, do wałów rzeki. Otoczony jest parkiem i trawnikiem. Wokół kościoła brukowane obejście. Do wejścia głównego wiodą dwa stopnie wyłożone płytami kamiennymi oraz brukowany podjazd dla inwalidów, kostka brukowa jest oddzielona od elewacji za pomocą folii kubełkowej, której górna krawędź widoczna przy podjeździe. Mury kruchty stykają się z kostką brukową, dalej wokół kościoła opaska żwirowa z krawężnikiem i widocznymi studzienkami drenarskimi,

1 Dane przybliżone (z Geoportalu).

przy każdej zmianie kierunku drenażu. Wszędzie wzdłuż murów wystaje spod opaski żwirowej folia kubełkowa, niekiedy całkowicie przysypana żwirem, nie jest ona zabezpieczona od góry listwą przed wnikaniem wody deszczowej za folię.

3. Prace w celu osuszania w obiekcie

Tab. 1. Zakres prac w celu osuszenia w obiekcie

Zabieg	Nie	Tak, rok	Zastosowane metody i technologie, krótka charakterystyka rozwiązań
Izolacja pozioma	X		
Izolacja pionowa		2009	Wyrównanie zaprawą i zaimpregnowanie kamiennego fundamentu preparatami firmy Remmers
Wymiana zasolonych tynków (rodzaj założonych)		2009	Usunięcie zniszczonych tynków na elewacji kościoła oraz wewnątrz do wysokości 1 m i nałożenie tynków wapienno-piaskowych. Pomalowanie elewacji farbą Remmers
Reprofilacja gruntu przylegającego		2009	Opaska żwirowa, remont schodów wejściowych, wykonanie podjazdu dla inwalidów. Remont nawierzchni obejścia
Zabezpieczenie przed wodą odpryskową		2009	Opaska żwirowa, farba Remmers jest hydrofobowa
Usprawnienie systemu odprowadzania wód opadowych (rynny, rury spustowe)		2009	Wykonanie kanalizacji deszczowej z rur PVC
Zabezpieczenia przed bezpośrednim zalewaniem wodą z opadów — opierzenia, hydrofobizacja itp.		2009	Farba Remmers na elewacji jest hydrofobowa
Wymiana dachu	X		
Zabezpieczenie przed napływem wód gruntowych i rozproszonych (systemy drenarskie)		2009	Wykonanie drenażu opaskowego ze studzienkami rewizyjnymi
Usprawnienie systemu wentylacji	X		
Wykonanie/usprawnienie systemu ogrzewania (typ obecnego ogrzewania)	X		Ogrzewanie: piece elektryczne akumulacyjne 10 sztuk w nawie i kaplicach, jedna sztuka w zakrystii północnej

Załączniki: Fotokopie dokumentów udostępnionych przez proboszcza.

4. Pomiary wilgotności murów obiektu i wysokości strefy zawilgocenia

4.1. Krótki opis przyrządu pomiarowego

Pomiary wykonywano za pomocą przyrządu GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50. Aktywne elektrody B 50 i B 60 to dielektryczny czujnik wilgoci ze zintegrowanym obwodem. Podstawą pomiaru jest metoda pomiaru stałej dielektrycznej. Między kulką-elektrodą i mierzonym materiałem, z którym się styka, jest pole pomiarowe w takiej konfiguracji, na którą ma wpływ gęstość mierzonego materiału budowlanego i jego wilgotność. Jeśli gęstość materiału jest stała, zmiany w polu pojemności można dopasować do zmiany wilgotności mierzonego materiału. Zakres pomiarowy rozciąga się od 0 do 199, tzn. wyświetlane wartości są wartościami względnymi. Wskazują one na rozróżnienie między suchym a wilgotnym materiałem budowlanym. Im wyższa zmierzona wartość, tym wyższa zawartość wilgoci w mierzonym materiale. Wyciąganie wniosków na temat rzeczywistej zawartości wilgoci w procentach względem zmierzonej wartości względnej jest dopuszczalna tylko w przypadku normalnego procesu suszenia, w nieobecności soli, wytwarzającej zawilgocenie higroskopijne. Czynnikiem mającym wpływ na pomiar jest gęstość materiału budowlanego, który ma być mierzony — należy wziąć ją pod uwagę. Wysokie gęstości prowadzą do wyższych wyświetlanych wartości, niezależnie od zawartości wilgoci.



Fot. 1. Przyrząd GANN Hydromette UNI 1

Tab. 2. Skala pomiarowa dla przyrządu GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50, uwzględniająca gęstość materiału

Gęstość materiału budowlanego w kg/m^3	Wartość na wyświetlaczu przyrządu GANN Hydromette UNI 1 elektroda B 50 lub B 60					
	BARDZO SUCHY	SUCHY	MNIEJ SUCHY	WILGOTNY	BARDZO WILGOTNY	MOKRY
Do 600	10–20	20–40	40–60	60–90	90–110	> 100
600–1200	20–30	30–50	50–70	70–100	100–120	> 120
1200–1800	20–40	40–60	60–80	80–110	110–130	> 130
Ponad 1800	30–50	50–70	70–90	90–120	120–140	> 140

Tab. 3. Zestawienie gęstości wybranych materiałów budowlanych, wg PN-EN ISO 12524:2003, PN-EN ISO 6946:1999 i PN-91/B-02020

L.p.	Grupa materiałowa / materiał	Gęstość w stanie suchym (średnia), kg/m ³
1.	Beton z kruszywa keramzytowego	1600
2.	Mur z betonu komórkowego na cienkowarstwowej zaprawie klejącej lub na zaprawie o przewodności cieplnej porównywalnej do przewodności cieplnej betonu komórkowego	700–800
3.	Beton z żużla paleniskowego	1800
4.	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie cementowo-wapiennej (bez tynku)	1800
5.	Mur z cegły dziurawki na zaprawie cementowo-wapiennej (bez tynku)	1400
6.	Beton zwykły z kruszywa kamiennego	2400
7.	Mur z cegły silikatowej drążonej i bloków drążonych	1600
8.	Mur z cegły klinkierowej	1900
9.	Mur z pustaków ceramicznych M-44	1070
10.	Mur z pustaków Porotherm 8 P+W na zaprawie zwykłej	800
11.	Płyty okładzinowe ceramiczne	2000
12.	Tynk gipsowy	1000–1300
13.	Tynk lub gładź cementowa.	2000
14.	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	1850
15.	Tynk wapienny	1700
16.	Tynk wapienno-piaskowy	1600

Dla potrzeb niniejszego opracowania przyjęto następującą skalę uśrednioną, przedstawioną w tabeli 4, zakładając, że gęstość badanych materiałów jest w zakresie 1200–1800 kg/m³ (tab. 4). Zakresom wartości przypisano odpowiednie kolory tła w tabelach pomiarowych. Wskazania zaokrąglono do całości.

Tab. 4. Przyjęta do oceny zawilgocenia skala pomiarowa przyrządu GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50

Wartość na wyświetlaczu przyrządu GANN Hydromette UNI 1 elektroda B 50 lub B 60				
SUCHY	MNIEJ SUCHY	WILGOTNY	BARDZO WILGOTNY	MOKRY
0–60	60–80	80–110	110–130	> 130

4.2. Wyniki badań zawilgocenia murów wewnątrz i na zewnątrz, wysokość strefy zawilgocenia

Badania przeprowadzono w czwartek 22.10.2020 r. w godzinach 10:30–16:00. Pogoda na zewnątrz: bezchmurnie, bezwietrznie, ciepło. W nocy przeszedł front ciepły z silnym wiatrem. W tygodniu poprzedzającym były przelotne niewielkie deszcze, zachmurzenie zmienne, temperatura 8–15°C. W tabelach czerwoną czcionką numery punktów pomiarowych, które są zaznaczone na szkicu.

Tab. 5. Wyniki badań wewnątrz. Przyrząd GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50

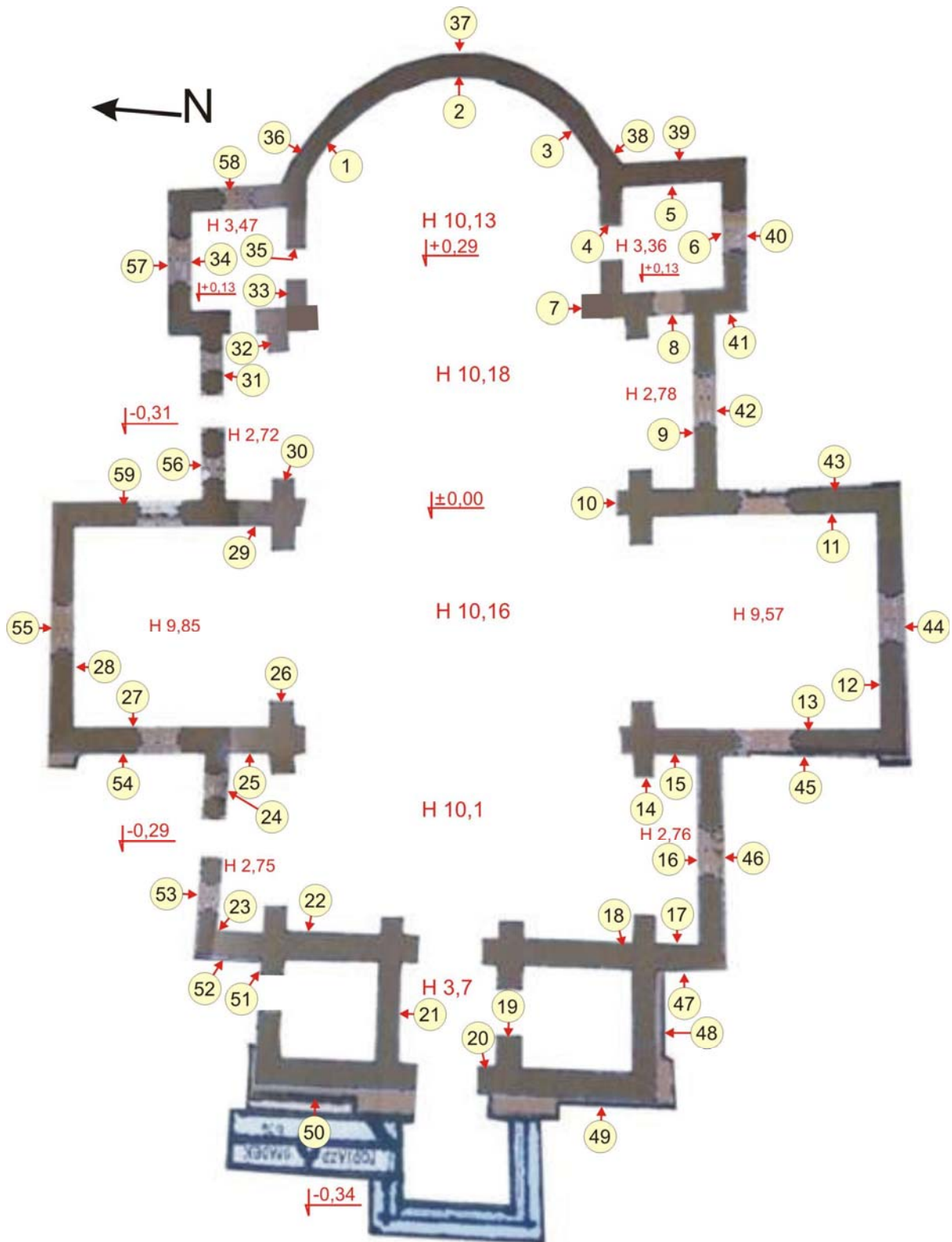
5.1. Prezbiterium				
Punkt pomiarowy	Ściana półn.-wsch. 1	Ściana wschodnia 2	Ściana połudn.-wsch. 3	
C wys. 1,5 m	61	47	41	
B wys. 1,0 m	50	49	45	
A wys. 0,3 m	117	122	111	
5.2. Łuk tęczyowy – pilaster		5.3. Zakrystia południowa		
Punkt pomiarowy	7	4	5	6
C wys. 1,5 m	48	42	40	48
B wys. 1,0 m	52	41	64	77
A wys. 0,3 m	124	136	92	87
5.4. Zakrystia północna				
Punkt pomiarowy	33	34	35	
C wys. 1,5 m	65	50	71	
B wys. 1,0 m	92	49	81	
A wys. 0,3 m	123	104	137	
5.5. Kaplica północna				
Punkt pomiarowy	Ściana zachodnia 26	Ściana zachodnia 27	Ściana północna 28	Ściana wschodnia 29
C wys. 1,5 m	63	47	48	43
B wys. 1,0 m	80	47	47	44
A wys. 0,3 m	117	50	75	52
5.6. Kaplica południowa				
Punkt pomiarowy	Ściana wschodnia 11	Ściana południowa 12	Ściana zachodnia 13	
C wys. 1,5 m	44	39	40	
B wys. 1,0 m	44	38	42	
A wys. 0,3 m	115	44	71	

Aneks nr 2. Karty wyników pomiarów zawilgocenia w badanych obiektach

5.7. Ściany nawy południowej						
Punkt pomiarowy	8	9	10	14	15	16
C wys. 1,5 m	48	42	52	44	43	43
B wys. 1,0 m	45	41	83	44	42	43
A wys. 0,3 m	130	42	141	106	43	42
5.8. Ściany nawy zachodnie						
Punkt pomiarowy	17	18	22	23		
C wys. 1,5 m	43	40	67	58		
B wys. 1,0 m	42	71	75	56		
A wys. 0,3 m	43	124	109	54		
5.9. Kruchta						
Punkt pomiarowy	19	20	21			
C wys. 1,5 m	42	43	48			
B wys. 1,0 m	65	53	85			
A wys. 0,3 m	122	45	132			
5.10. Ściany nawy północnej						
Punkt pomiarowy	24	25	30	31	32	
C wys. 1,5 m	54	55	65	57	59	
B wys. 1,0 m	54	62	68	59	80	
A wys. 0,3 m	54	104	103	63	115	

Tab. 6. Wyniki badań na zewnątrz. Przyrząd GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50

6.1. Prezbiterium od zewnątrz						
Punkt pomiarowy	Ściana północna	Ściana wschodnia	Ściana południowa			
	36	37	38			
C wys. 1,5 m	78	55	45			
B wys. 1,0 m	115	87	92			
A wys. 0,3 m	107	62	56			
6.2. Zakrystia południowa od zewnątrz				6.3. Zakrystia północna od zewnątrz		
Punkt pomiarowy	Ściana wschodnia	Ściana południowa	Ściana zachodnia	Ściana północna	Ściana wschodnia	
	39	40	41	57	58	
C wys. 1,5 m	64	77	61	52	45	
B wys. 1,0 m	55	48	46	70	86	
A wys. 0,3 m	112	118	60	95	112	
6.4. Kaplica północna od zewnątrz				6.5. Kaplica południowa od zewnątrz		
Punkt pomiarowy	Ściana zachodnia	Ściana północna	Ściana wschodnia	Ściana wschodnia	Ściana południowa	Ściana zachodnia
	54	55	59	43	44	45
C wys. 1,5 m	41	45	48	50	37	43
B wys. 1,0 m	42	48	50	43	45	52
A wys. 0,3 m	113	113	131	118	126	117
6.6. Ściany nawy południowej od zewnątrz			6.7. Ściany nawy zachodnie od zewnątrz			
Punkt pomiarowy	42	46	47	52		
C wys. 1,5 m	44	39	41	53		
B wys. 1,0 m	39	40	40	44		
A wys. 0,3 m	120	130	110	87		
6.8. Kruchta od zewnątrz						
Punkt pomiarowy	48	49	50	51		
C wys. 1,5 m	47	44	50	54		
B wys. 1,0 m	94	67	83	60		
A wys. 0,3 m	116	73	75	86		
6.9. Ściany nawy północnej od zewnątrz						
Punkt pomiarowy	53	56				
C wys. 1,5 m	49	53				
B wys. 1,0 m	46	52				
A wys. 0,3 m	126	135				



Rys. 1. Rzut poziomy kościoła z zaznaczonymi poziomami odniesienia, wysokościami i miejscami pomiarów

5. Wizualna ocena zasolenia murów obiektu

Na elewacji brak uszkodzeń związanych z zawilgoceniem. Wewnątrz kościoła zauważono niewielkie uszkodzenie jedynie w miejscu nr 26 na zachodniej ścianie kaplicy północnej (fot. 2).



Fot. 2. Niewielkie uszkodzenie na tynku przy wejściu do kaplicy północnej

6. Pomiary wysokości poziomu gruntu w stosunku do wysokości posadzki

Pomiaru poziomów gruntu w stosunku do poziomu nawy kościoła dokonano na podstawie poziomów przy wejściach. Wyniki są przedstawione na załączonym na rys. 1 szkicu sytuacyjnym. Grunt okalający jest na całości obwodu kościoła na poziomie niższym niż jego posadzka, średnio o 30 cm niżej.

7. Pomiary parametrów powietrza (temperatura i wilgotność względna) we wnętrzu i na zewnątrz

7.1. Krótki opis przyrządu pomiarowego

Pomiary klimatu, temperatury ściany i punktu rosy wykonywano za pomocą miernika TROTEC T 250. Jest to urządzenie wielofunkcyjne — łączy w sobie termometr, higrometr, pirometr laserowy i miernik punktu rosy. Urządzenie pracuje w trzech trybach i ma różne funkcje pomiarów, wszystko to sterowane jest jednym przyciskiem.

W trybie TH urządzenie pracuje jako higrometr i termometr.

W trybie IR urządzenie T 250 używane jest jako pirometr laserowy do pomiaru temperatury powierzchni, gdzie promień lasera wskazuje miejsce pomiaru.

Tryb DP wyświetla jednocześnie punkt rosy i temperaturę powierzchni.

Jeśli temperatura ściany spadnie poniżej punktu rosy, urządzenie T 250 powiadamia o tym za pomocą sygnału laserowego i alarmu dźwiękowego. Funkcja alarmu służy do ostrzegania o wystąpieniu niedopuszczalnych wartości. Wartości graniczne alarmu można skonfigurować według własnych potrzeb.

Dane techniczne T 250:

Zakres pomiaru temperatury powietrza: od -20°C do $+50^{\circ}\text{C}$

Rozdzielczość wskazań temperatury powietrza: $0,1^{\circ}\text{C}$

Zakres pomiaru wilgotności powietrza: 5–95% RH

Rozdzielczość wskazań wilgotności powietrza: $0,1\%$ RH

Zakres pomiaru temperatury powierzchni: od -20°C do $+60^{\circ}\text{C}$

Rozdzielczość wskazań temperatury powierzchni: $0,1^{\circ}\text{C}$.



Fot. 3. Przyrząd TROTEC T 250

7.2. Pomiary warunków klimatycznych w obiekcie i na zewnątrz

Zestawienie pomiarów wykonano na podstawie badań przeprowadzonych jednorazowo, w czwartek dn. 22.10.2020 r. o godz. 14:00–15:00. Nie zbierano danych w dłuższym czasie, stąd brak obliczeń dotyczących amplitud dobowych (ΔT , ΔRH). Pogoda na zewnątrz: bezchmurnie, bezwietrznie, ciepło. W nocy przeszedł front ciepły z silnym wiatrem. W tygodniu poprzedzającym były przelotne niewielkie deszcze, zachmurzenie zmienne, temperatura 8–15°C. W tabelach czerwoną czcionką numery punktów pomiarowych, które są zaznaczone na szkicu.

W czasie badań nie odbywało się nabożeństwo.

Nie wykonywano pomiarów gradientu pionowego (brak nabożeństwa). Jednakże zmierzono parametry klimatu na ambonie w trakcie pomiarów ogólnych (tab. 7).

Tab. 7. Ogólne warunki klimatyczne wewnątrz i na zewnątrz obiektu. Miernik TROTEC T 250 na wysokości 1 m nad podłożem, w cieniu

Data	Na zewnątrz		Nawa wewnątrz		Zakrystia północna		Zakrystia południowa		Ambona H=3,35 m	
	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]
22.10.2020	14:58		14:00		14:34		14:30		14:14	
Klimat	63,4	18,2	71,4	13,9	73,8	13,5	71,8	13,6	70,6	14,1

7.3. Pomiary prawdopodobieństwa kondensacji pary wodnej

Pomiary wykonano bezpośrednio przy ścianach zewnętrznych od strony wewnętrznej w kilku miejscach, na wysokości ok. 30 cm od posadzki, oraz w narożnikach, wg podanego przez zamawiającego w wytycznych schematu.

Tab. 8. Pomiary prawdopodobieństwa kondensacji pary wodnej. Miernik TROTEC T 250

Miejsce pomiaru (30 cm nad posadzką)	nr punktu pomiarowego wg szkicu	Godzina	RH [%] powietrza	T [°C] powietrza	T [°C] punktu rosy	T [°C] Muru	Grubość Muru w miejscu Pomiaru [cm]	Prawdopodobieństwo kondensacji pary wodnej – różnica od punktu rosy [°C]
Prezbiterium – ściana północna	1	14:05	71,5	14,1	9,0	12,2	130	3,2
Prezbiterium – ściana wschodnia	2	14:06	72,5	14,0	9,1	12,4	130	3,3
Prezbiterium – ściana południowa	3	14:07	72,2	13,9	8,9	12,5	130	3,6
Nawa - ściana południowa pod oknem wschodnim	9	14:10	73,0	13,7	8,9	12,0	90	3,1
Nawa - ściana południowa pod oknem zachodnim	16	14:12	71,9	13,9	8,9	12,2	90	3,3
Nawa – ściana zach. od str. południowej	17	14:13	72,2	13,9	8,9	12,0	90	3,1
Nawa – ściana zach. od str. północnej	23	14:25	73,1	13,6	8,8	10,7	90	1,9
Nawa - ściana północna pod oknem zachodnim	-	14:26	73,4	13,7	9,0	11,7	90	2,7
Nawa - ściana północna pod oknem wschodnim	31	14:27	75,4	13,2	8,9	12,0	90	3,1
Kaplica północna Ściana północna	28	14:28	73,0	13,6	8,8	11,6	?	2,8
Kaplica północna Ściana zachodnia	27	14:29	72,2	13,8	8,8	11,7	?	2,9
Kaplica południowa Ściana wschodnia	11	14:45	71,9	14,0	9,0	12,0	?	3,0
Kaplica południowa Ściana południowa	12	14:46	71,9	14,0	9,0	12,2	?	3,2
Kaplica południowa Ściana zachodnia	13	14:47	71,4	14,1	9,0	12,2	?	3,2
Zakrystia południowa Ściana wschodnia	5	14:30	73,3	13,3	8,6	10,7	65	2,1
Zakrystia południowa Ściana południowa	6	14:32	74,0	13,2	8,6	11,0	65	2,4
Zakrystia północna Ściana północna	34	14:34	75,8	13,2	9,0	11,0	65	2,0
Kruczta	22	14:54	71,4	14,1	9,0	12,2	65	3,2

8. Pomiary prędkości przepływów powietrza

Pomiary pozwalają ocenić ruch powietrza w obiekcie, także na tle sytuacji na zewnątrz, jego cyrkulację w różnych punktach wnętrza, równomierność rozkładu temperatury, komfort wentylacyjny lub jego brak.

Tab. 9. Pomiary prędkości przepływów powietrza. Urządzenie pomiarowe — termoanemometr CEM DT-8894

Lokalizacja nr 12	Data — 22.10.2020 r.		
	Prędkość przepływu powietrza [m/s]	Temperatura powietrza [°C]	
Pomiar na zewnątrz kościoła			
Przed wejściem do kościoła	0 m/s	18,2°C	
Pomiary we wnętrzu przy drzwiach zamkniętych			
Wysokość punktu pomiarowego	30 cm	100 cm	150 cm
Przed ołtarzem	0	0	0
Na środku nawy głównej	0	0	0
Przy głównych drzwiach wejściowych	0	0	0
Przy drzwiach do kruchty	0	0	0
Przy drzwiach do zakrystii	0	0	0
Przy drzwiach na klatkę schodową empory organowej	niedostępne	niedostępne	niedostępne
Na emporze organowej	niedostępne	niedostępne	niedostępne
Przy drzwiach na poddasze kościoła	niedostępne	niedostępne	niedostępne
Na strychu przy otworze wentylacyjnym w sklepieniu	niedostępne	niedostępne	niedostępne
Pomiary we wnętrzu przy drzwiach otwartych			
Przed ołtarzem	0	0	0
Pośrodku nawy głównej	0	0	0
Przy głównych drzwiach wejściowych	0	0	0
Przy drzwiach do kruchty	0	0	0
Przy drzwiach do zakrystii	0	0	0
Przy drzwiach na klatkę schodową empory organowej	niedostępne	niedostępne	niedostępne
Na emporze organowej	niedostępne	niedostępne	niedostępne
Przy drzwiach na poddasze kościoła	niedostępne	niedostępne	niedostępne
Na strychu w otworze wentylacyjnym w sklepieniu	niedostępne	niedostępne	niedostępne

W kościele i na zewnątrz w dniu badania brak było ruchu powietrza. W nawie brak zapachu stęchlizny, który lekko wyczuwalny jest w zakrystiach. W kopułach nad nawą otwarte są dwa otwory w sklepieniach, jeden nad pierwszym przęsłem, drugi nad organami.

9. Spostrzeżenia i wnioski autora opracowania

9.1. Spostrzeżenia dotyczące zawilgocenia murów obiektu

Pomiary elektroniczne wskazują, że kościół jest zawilgocony tylko w najniższych poziomach ścian, gdzie z reguły występują wskazania stanu wilgotnego, rzadziej mokrego. Dotyczy to zarówno elewacji, jak ścian wewnątrz kościoła. Brak jest informacji o izolacji poziomej, fundament jest kamienny, a teren 30 cm poniżej posadzki w kościele, więc dopływ wilgoci z gruntu, zwłaszcza przy obniżeniu poziomu wnikania wilgoci poprzez drenaż i izolację pionową murów, jest mały, stąd niski zasięg pionowy zawilgoceń. Z relacji księdza proboszcza wynika, że tynki przed renowacją miały wyraźne uszkodzenia związane z zasoleniem. W tej chwili brak jest takich uszkodzeń, co dobrze świadczy o jakości wykonanych 11 lat temu prac. Nie jest konieczne przeprowadzanie badań inwazyjnych.

9.2. Spostrzeżenia dotyczące klimatu i zagrożenia kondensacją w obiekcie

W nawie brak zapachu stęchlizny, który lekko wyczuwalny jest w zakrystiach. W kopułach nad nawą otwarte są dwa otwory w sklepieniach, jeden nad pierwszym przęsłem, drugi nad organami.

W kościele nie było w trakcie badań napływu cieplejszego powietrza z zewnątrz, dzięki czemu nie nastąpiło zwiększenie się wilgotności względnej powietrza, które zwykle następuje w takich przypadkach. Największe ryzyko kondensacji następuje w zakrystiach, co potwierdza zarówno zapach, jak i wyniki w tabeli nr 8.

Poniżej fotokopia przedstawiająca zakres prac wykonanych w 2009 r. w kościele:

2. Szczegółowy zakres prac lub robót budowlanych przy zabytku

Lp.	Zakres wykonanych prac konserwatorskich / robót budowlanych
1	Izolacja pionowa ścian fundamentowych
2	Remont cokołu kamiennego wraz z gzymsem
3	Remont fragmentów zawilgoconych i odparzonych ścian
4	Drenaż wokół kościoła
5	Remont istniejącej kanalizacji opadowej
6	Wykonanie nowej nawierzchni obejścia (w celu uzyskania odpowiednich spadków)
7	Remont betonowego ogrodzenia
8	Wykonanie podjazdu dla niepełnosprawnych (jako podniesienie ze spadkiem nowego obejścia)
9	Remont schodów zewnętrznych

Badania stopnia osuszenia murów obiektu Nr 13



Opracowanie na zlecenie Narodowego Instytutu Dziedzictwa

Październik 2020

1. Cel wykonania dokumentacji

Badanie stopnia osuszenia murów na podstawie standardu określonego przez zamawiającego w załączniku nr 2 do umowy nr NID/U/124/20 z dnia 15.09.2020 r.

2. Krótki opis obiektu

Datowanie:

Pierwszy kościół został zbudowany w stylu romańskim, przypuszczalnie w XII w. W XV w. kościół został przebudowany lub zbudowany od podstaw w stylu gotyckim, Obecny kościół zbudowano na fundamentach poprzedniego, spalonego w 1700 r. i splądrowanego przez wojska rosyjskie w 1709 r. Ruiny rozebrano i odbudowano od fundamentów w latach 1718–1746; konsekrowany w 1748 r. Dobudowano skrzydło północno-zachodnie klasztoru; system wewnętrznych murów z bramą kościelną; zamurowano przejście w wieżę bramnej, przekształcając ją w dzwonnice. W 1776 r. zespół ponownie spłonął. W latach 1789 i 1793 został złupiony przez wojska pruskie. W 1823 r. skasowano klasztor i usunięto zakonników. Kościół klasztorny przekształcono w parafialny. Budynek klasztorny przebudowano częściowo na szkołę i parafię. W drugiej połowie XIX w. budynek kordegardy zmieniono w dom. Kościół zniszczony pożarem w 1879 r. Odbudowany ok. 1900 r. Podwyższono wieżę o jedną kondygnację; wybudowano zespół budynku organistówki. W 1914 r. kościół znowu złupiony i silnie zbombardowany. Zespół odbudowany w latach 1923–1936. Kolejne prace remontowe miały miejsce w latach 1958–1960, 1980–1985, 1990–2000 oraz 2012–2014. W 1990 r. zespół przekazano zakonowi kanoników regularnych. W latach 90. XX w. przeprowadzono konserwację ołtarza głównego. W 2013 i 2014 r. w rejonie prezbiterium kościoła przeprowadzono badania archeologiczne, które doprowadziły do odsłonięcia relikwiarzy murów fundamentowych starszego kościoła.

Forma architektoniczna, konstrukcja, rodzaj budulca:

Kościół dwuwieżowy, bazylikowy, jednokondygnacyjny, trójnawowy z transeptem, z kryptą (podczas badań nie było dostępu), orientowany, w stylu barokowym. Murowany z kamienia (fundament) i cegły, tynkowany. Sklepienia kolebkowe z gurtami; posadzki marmurowe, pomiędzy transeptem a zakrystią przedsionek, gdzie posadzka z parkietu drewnianego. Posadzka w zakrystii wyłożona wykładziną z materiału. W nawie bocznej od strony północnej widoczny na posadzce zabetonowany kanał; okna rozglifione ze stolarką stalową; drzwi płycinowe i listwowe. Wieżba dachowa drewniana, dachy dwuspadowe kryte blachą miedzianą. Korpus nawowy czteroprzęsłowy z chórem; nawy boczne trójprzęsłowe otwarte arkadami do nawy głównej, arkady podparte filarami; prezbiterium trójprzęsłowe. W przedłużeniach naw bocznych wtopione w korpus wieże; między nimi kruchta. W wieżach schody na chór. Z pn. ramienia transeptu przejście do zakrystii, prezbiterium i klasztoru przylegającego do kościoła. Fasada trójosiowa, symetryczna, na osi środkowej portal z datą 1718 r. zamknięty łukiem pełnym.

Od zachodniej strony nawę zamyka kruchta o szerokości takiej samej jak nawa główna, oddzielona oszkłonymi drzwiami. Po bokach kruchty drzwi do pomieszczeń, od strony południowej pomieszczenie gospodarcze nieotynkowane, widoczne są ceglane mury. Ołtarz w transepcie południowym w remoncie, brak dostępu do ściany południowej i zachodniej. Powłoka malarska ścian w kolorze żółtym i białym, na sklepieniu nawy głównej polichromie, sklepienia naw bocznych monochromatyczne w kolorze żółtym. Pilastry i filary zdobione polichromiami imitującymi stiuk.

Wymiary, kubatura, grubość murów:

Szacunkowa powierzchnia zabudowy kościoła to ok. 1400 m². Długość budowli ok. 57 m, szerokość w najszerszym miejscu (transept) ok. 35 m. Szacunkowa grubość murów nawy wynosi 120 cm.

Pomiar własny wysokości sklepień w kościele:

Wysokość kruchty: 4,70 m.

Wysokość nawy głównej: 17,17 m.

Wysokość nawy bocznej 8,78 m.

Wysokość transeptu północnego: 16,98 m.

Wysokość transeptu południowego: 17,02 m.

Wysokość prezbiterium: 16,7 m.

Poniżej szkic z wymiarami z Geoportalu¹ (rys. 1).

1 Dane przybliżone (z Geoportalu).



Rys. 1. Zrzut ekranu z Geoportalu.

Otoczenie obiektu (rodzaj nawierzchni, spadki terenu itp.):

Kościół położony na wzgórzu, na terenie kompleksu klasztornego, który w całości jest ogrodzony murem. Od strony południowej znajduje się park z trawnikiem, od wschodu łąka, od północy poprzez zakrystię kościół jest połączony z budynkiem klasztoru, nawa graniczy z trawiastym placem dziedzińca otwartego w stronę zachodnią (rys. 1). Od strony zachodniej fasady do kościoła wiedzie chodnik, nawierzchnia przy tej fasadzie ułożona z betonowych, spękanych płyt chodnikowych, które stykają się z murem kościoła. Do północnej i południowej elewacji przylega opaska żwirowa, która jest niewykończona — w niektórych miejscach spod żwiru widoczny jest gliniasty grunt, gdzieś tam brak żwiru. Przy południowej i wschodniej ścianie prezbiterium roboty ziemne nie zostały dokończone, proboszcz nie wie, z jakiego powodu, widoczne są zarośnięte wykopy odsłaniające kamienny fundament kościoła.

3. Prace w celu osuszania w obiekcie

Tab. 1. Zakres prac w celu osuszenia w obiekcie

Zabieg	Nie	Tak, rok	Zastosowane metody i technologie, krótka charakterystyka rozwiązań
Izolacja pozioma	X		Brak danych i dokumentacji
Izolacja pionowa		2012–2014	Prace wykonane za poprzedniego proboszcza, efekty czytelne w postaci opaski żwirowej. Wygląda, jakby prace nie zostały dokończone (ogrodzony teren budowy wokół prezbiterium, kamienie fundamentu częściowo powleczone materiałem, który przypomina mikroszlam uszczelniający lub zaprawę cementową. Wykop nie jest zasypyany). Być może zostały wstrzymane w związku ze wspomnianymi w opisie wykopaliskami archeologicznymi w 2013 i 2014 r. Datowanie odnalezione w opisie pokrywa się z relacją proboszcza
Wymiana zasolonych tynków (rodzaj założonych)	X	?	Wewnątrz tynki nie wymieniane. Na zewnątrz tynk wygląda na nowszy, stoją rusztowania i wg relacji proboszcza prace prowadzone są stopniowo w miarę uruchamiania dotacji
Reprofilacja gruntu przylegającego		2012–2014	Z oględzin wynika, że było to wykonywane w tym samym czasie co inne prace
Zabezpieczenie przed wodą odpryskową	X		
Usprawnienie systemu odprowadzania wód opadowych (rynny, rury spustowe)	X	?	
Zabezpieczenia przed bezpośrednim zalewaniem wodą z opadów — opierzenia, hydrofobizacja itp.	X		
Zabezpieczenie przed napływem wód gruntowych i rozproszonych (systemy drenarskie)	X		Brak danych. Brak również jakichkolwiek studzienek drenarskich wokół kościoła
Usprawnienie systemu wentylacji	X		
Wykonanie/usprawnienie systemu ogrzewania (typ obecnego ogrzewania)	X		Ogrzewanie centralne za pomocą żeliwnych grzejników starego typu, umieszczonych na ścianach. Kotłownia znajduje się w klasztorze

Załączniki: Brak dokumentacji (lub nie została odnaleziona).

4. Pomiary wilgotności murów obiektu i wysokości strefy zawilgocenia

4.1. Krótki opis przyrządu pomiarowego

Pomiary wykonywano za pomocą przyrządu GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B50. Aktywne elektrody B 50 i B 60 to dielektryczny czujnik wilgoci ze zintegrowanym obwodem. Podstawą pomiaru jest metoda pomiaru stałej dielektrycznej. Między kulką-elektrodą i mierzonym materiałem, z którym się styka, jest pole pomiarowe w takiej konfiguracji, na którą ma wpływ gęstość mierzonego materiału budowlanego i jego wilgotność. Jeśli gęstość materiału jest stała, zmiany w polu pojemności można dopasować do zmiany wilgotności mierzonego materiału. Zakres pomiarowy rozciąga się od 0 do 199, tzn. wyświetlane wartości są wartościami względnymi. Wskazują one na rozróżnienie między suchym a wilgotnym materiałem budowlanym. Im wyższa zmierzona wartość, tym wyższa zawartość wilgoci w mierzonym materiale. Wyciąganie wniosków na temat rzeczywistej zawartości wilgoci w procentach względem zmierzonej wartości względnej jest dopuszczalna tylko w przypadku normalnego procesu suszenia, w nieobecności soli, wytwarzającej zawilgocenie higroskopijne. Czynnikiem mającym wpływ na pomiar jest gęstość materiału budowlanego, który ma być mierzony — należy wziąć ją pod uwagę. Wysokie gęstości prowadzą do wyższych wyświetlanych wartości, niezależnie od zawartości wilgoci.



Fot. 1. Przyrząd GANN Hydromette UNI 1

Tab. 2. Skala pomiarowa dla przyrządu GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50, uwzględniająca gęstość materiału

Gęstość materiału budowlanego w kg/m^3	Wartość na wyświetlaczu przyrządu GANN Hydromette UNI 1 elektroda B 50 lub B 60					
	BARDZO SUCHY	SUCHY	MNIEJ SUCHY	WILGOTNY	BARDZO WILGOTNY	MOKRY
Do 600	10–20	20–40	40–60	60–90	90–110	> 100
600–1200	20–30	30–50	50–70	70–100	100–120	> 120
1200–1800	20–40	40–60	60–80	80–110	110–130	> 130
Ponad 1800	30–50	50–70	70–90	90–120	120–140	> 140

Tab. 3. Zestawienie gęstości wybranych materiałów budowlanych, wg PN-EN ISO 12524:2003, PN-EN ISO 6946:1999 i PN-91/B-02020

L.p.	Grupa materiałowa / materiał	Gęstość w stanie suchym (średnia), kg/m ³
1.	Beton z kruszywa keramzytowego	1600
2.	Mur z betonu komórkowego na cienkowarstwowej zaprawie klejącej lub na zaprawie o przewodności cieplnej porównywalnej do przewodności cieplnej betonu komórkowego	700–800
3.	Beton z żużla paleniskowego	1800
4.	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie cementowo-wapiennej (bez tynku)	1800
5.	Mur z cegły dziurawki na zaprawie cementowo-wapiennej (bez tynku)	1400
6.	Beton zwykły z kruszywa kamiennego	2400
7.	Mur z cegły silikatowej drażonej i bloków drażonych	1600
8.	Mur z cegły klinkierowej	1900
9.	Mur z pustaków ceramicznych M-44	1070
10.	Mur z pustaków Porotherm 8 P+W na zaprawie zwykłej	800
11.	Płyty okładzinowe ceramiczne	2000
12.	Tynk gipsowy	1000–1300
13.	Tynk lub gładź cementowa.	2000
14.	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	1850
15.	Tynk wapienny	1700
16.	Tynk wapienno-piaskowy	1600

Dla potrzeb niniejszego opracowania przyjęto następującą skalę uśrednioną, przedstawioną w tabeli 4, zakładając, że gęstość badanych materiałów jest w zakresie 1200–1800 kg/m³ (tab. 4). Zakresom wartości przypisano odpowiednie kolory tła w tabelach pomiarowych. Wskazania zaokrąglono do całości.

Tab. 4. Przyjęta do oceny zawilgocenia skala pomiarowa przyrządu GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50

Wartość na wyświetlaczu przyrządu GANN Hydromette UNI 1 elektroda B 50 lub B 60				
SUCHY	MNIEJ SUCHY	WILGOTNY	BARDZO WILGOTNY	MOKRY
0–60	60–80	80–110	110–130	> 130

4.2. Wyniki badań zawilgocenia murów wewnątrz i na zewnątrz, wysokość strefy zawilgocenia

Badania przeprowadzono w piątek 23.10.2020 r. w godzinach 11:00–17:00. Pogoda na zewnątrz: pochmurno, bezwietrznie i bez deszczu, po nocnych i porannych opadach. W stosunku do dnia poprzedniego nastąpiło ochłodzenie, z 18°C do 14°C, w poprzednim dniu było bezchmurnie i słonecznie. W tygodniu poprzedzającym były przelotne niewielkie deszcze, zachmurzenie zmienne, temperatura 8–15°C.

Tab. 5. Wyniki badań wewnątrz. Przyrząd GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50

5.1. Prezbiterium						
Punkt pomiarowy	Ściana północna	Ściana wsch. od str. pn.	Ściana wschodnia	Ściana połudn. od str. wsch.	Ściana połudn. od str. zach.	
D wys. 2,0 m	108	148	139	50	132	
C wys. 1,5 m	105	147	140	55	146	
B wys. 1,0 m	107	147	144	81	104	
A wys. 0,3 m	122	145	144	112	81	
5.2. Transept północny				5.3. Transept południowy		
Punkt pomiarowy	Ściana wchodnia	Ściana północna	Ściana zachodnia	Ściana wchodnia	Ściana południowa	Ściana zachodnia
D wys. 2,0 m	-	73	124	66	brak dostępu	brak dostępu
C wys. 1,5 m	46	89	113	71		
B wys. 1,0 m	60	98	119	71		
A wys. 0,3 m	92	114	122	118		
5.4. Ściany nawy południowe (przęsła licząc od wschodu ku zachodowi)						
Punkt pomiarowy	Ściana pierwszego przęsła	Ściana pierwszego przęsła	Ściana drugiego przęsła	Ściana trzeciego przęsła	Ściana trzeciego przęsła	
D wys. 2,0 m	-	88	101	77	101	
C wys. 1,5 m	60	84	114	84	118	
B wys. 1,0 m	78	137	102	105	124	
A wys. 0,3 m	79	94	99	99	102	
5.5. Ściany nawy północne (przęsła licząc od wschodu ku zachodowi)						
Punkt pomiarowy	Ściana pierwszego przęsła	Ściana pierwszego przęsła	Ściana drugiego przęsła	Ściana trzeciego przęsła	Ściana trzeciego przęsła	
D wys. 2,0 m	-	92	85	112	95	
C wys. 1,5 m	71	99	101	125	138	
B wys. 1,0 m	70	124	103	125	130	
A wys. 0,3 m	98	144	95	92	98	
5.6. Ściany nawy zachodnie						
Punkt pomiarowy	od strony południowej	od strony północnej				
C wys. 1,5 m	47	brak dostępu				
B wys. 1,0 m	55					
A wys. 0,3 m	68					

5.7. Filary od strony północnej (licząc od wschodu ku zachodowi)				
Punkt pomiarowy	Filar 1	Filar 2	Filar 3	
C wys. 1,5 m	44	46	50	
B wys. 1,0 m	48	61	59	
A wys. 0,3 m	76	104	70	
5.8. Filary od strony południowej (licząc od wschodu ku zachodowi)				
Punkt pomiarowy	Filar 1	Filar 2	Filar 3	
C wys. 1,5 m	48	40	40	
B wys. 1,0 m	52	54	52	
A wys. 0,3 m	75	74	73	
5.9. Filary chóru			5.10. Zakrystia	
Punkt pomiarowy	Filar południowy	Filar północny	Ściana wchodnia	Ściana północna
D wys. 2,0 m	-	-	77	69
C wys. 1,5 m	39	38	125	79
B wys. 1,0 m	37	39	64	130
A wys. 0,3 m	63	59	66	127
5.11. Kruchta (prześionek zachodni przy głównym wejściu)				
Punkt pomiarowy	Ściana północna	Ściana południowa	Ściana zachodnia-pn	Ściana zachodnia-pd
D wys. 2,0 m	-	-	-	82
C wys. 1,5 m	57	40	79	93
B wys. 1,0 m	57	46	112	84
A wys. 0,3 m	79	72	101	92

Tab. 6. Wyniki badań na zewnątrz. Przyrząd GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50

6.1. Prezbiterium od zewnątrz			6.2. Transept południowy od zewnątrz		
Punkt pomiarowy	Ściana wschodnia	Ściana południowa	Ściana wchodnia	Ściana południowa	Ściana południowa
D wys. 2,0 m	-	-	-	-	146
C wys. 1,5 m	68	72	74	80	140
B wys. 1,0 m	86	80	73	77	132
A wys. 0,3 m	93	89	140	118	99
6.3. Transept północny		6.4. Ściany nawy półn. (przesła licząc od wschodu ku zachodowi)		6.5. Ściany nawy połudn.	
Punkt pomiarowy	Ściana Zachodnia	Ściana drugiego przesła	Ściana trzeciego przesła	Ściana drugiego przesła	Ściana trzeciego przesła
D wys. 2,0 m	80	84	-	-	-
C wys. 1,5 m	109	106	80	48	45
B wys. 1,0 m	93	100	82	52	70
A wys. 0,3 m	92	103	110	67	117
6.6. Ściana fasady zachodniej od zewnątrz			6.7. Zakrystia od zewnątrz		
Punkt pomiarowy	od strony południowej	od strony północnej	Ściana Wchodnia		
C wys. 1,5 m	80	83	96		
B wys. 1,0 m	74	89	94		
A wys. 0,3 m	97	98	90		
6.8. Ściany wież od zewnątrz					
Punkt pomiarowy	Ściana północna	Ściana południowa			
C wys. 1,5 m	74	90			
B wys. 1,0 m	74	80			
A wys. 0,3 m	145	97			

5. Wizualna ocena zasolenia murów obiektu

Wnętrze kościoła otynkowane tynkiem prawdopodobnie cementowo-wapiennym. W miejscach, gdzie złuszczyła się farba na elewacji, również ujawnia się tynk, który wygląda jak cementowo-wapienny. Tynk wewnątrz kościoła wydaje się starszy, w wielu miejscach widoczne są jego uszkodzenia, głównie po stronie północnej nawy. Szczególnie przy wejściu bocznym (fot. 2). Na elewacji również widoczne uszkodzenia, spowodowane wodą rozpryskową oraz zalewaniem gzymsów z góry. Widoczne jest, że roboty są prowadzone od południowej strony wschodniej części nawy. Stoją tam rusztowania. Według księdza proboszcza roboty w tej chwili są przerwane, bo skończyły się środki. Zdjęcia poniżej przedstawiają najbardziej jaskrawe przykłady uszkodzeń wyprawy malarskiej i tynków w kościele.

Aneks nr 2. Karty wyników pomiarów zawilgocenia w badanych obiektach



Fot. 2. Uszkodzenia tynku w nawie, przy wejściu północnym



Fot. 3. Uszkodzenia tynku za ołtarzem, w prezbiterium



Fot. 4. Widok na odnowioną ścianę prezbiterium oraz nieodnowioną zakrystię. Zielone zacieki na elewacji to skutki wad technicznych rynien



Fot. 5. Fasada zachodnia przy wejściu głównym. Widoczne ślady glonów, które są zasilane odpryskiem wody od płyt chodnika. Brak powłoki hydrofobowej na gzymsach



Fot. 6. Cokół północnej ściany wieży zalewany jest wodą deszczową



Fot. 7. Na południowej elewacji ślady zalewania z miedzianego dachu lub rynien. Widoczna też niewykończona opaska żwirowa. Pionowy ślad pochodzi od wody ściekającej z pionochronu

6. Pomiary wysokości poziomu gruntu w stosunku do wysokości posadzki

Pomiaru poziomów gruntu w stosunku do poziomu nawy kościoła dokonano na podstawie poziomów przy wejściach do kościoła. W wyniku pomiarów ustalono, że:

Poziom gruntu przy wyjściu z nawy na stronę południową jest 12 cm wyżej.

Poziom gruntu przy wyjściu z nawy na stronę północną jest 58 cm wyżej niż poziom nawy.

Przejście z północnego transeptu do zakrystii dwa stopnie drewniane: pierwszy 17 cm wyżej do korytarza, następnie drugi 14 cm wyżej do zakrystii.

Prezbiterium wyżej od nawy o 20 cm, drewniany próg, potem posadzka z płyt kamiennych.

Grunt okalający jest na większości obwodu kościoła na poziomie wyższym niż jego posadzka. Jedynie od strony głównego wejścia, w fasadzie zachodniej, poziom gruntu jest równy z poziomem posadzki.

7. Pomiary parametrów powietrza (temperatura i wilgotność względna) we wnętrzu i na zewnątrz

7.1. Krótki opis przyrządu pomiarowego

Pomiary klimatu, temperatury ściany i punktu rosy wykonywano za pomocą miernika TROTEC T 250. Jest to urządzenie wielofunkcyjne — łączy w sobie termometr, higrometr, pirometr laserowy i miernik punktu rosy. Urządzenie pracuje w trzech trybach i ma różne funkcje pomiarów, wszystko to sterowane jest jednym przyciskiem.

W trybie TH urządzenie pracuje jako higrometr i termometr.

W trybie IR urządzenie T 250 używane jest jako pirometr laserowy do pomiaru temperatury powierzchni, gdzie promień lasera wskazuje miejsce pomiaru.

Tryb DP wyświetla jednocześnie punkt rosy i temperaturę powierzchni.

Jeśli temperatura ściany spadnie poniżej punktu rosy, urządzenie T 250 powiadamia o tym za pomocą sygnału laserowego i alarmu dźwiękowego. Funkcja alarmu służy do ostrzegania o wystąpieniu niedopuszczalnych wartości. Wartości graniczne alarmu można skonfigurować według własnych potrzeb.

Dane techniczne T 250:

Zakres pomiaru temperatury powietrza: od -20°C do $+50^{\circ}\text{C}$

Rozdzielczość wskazań temperatury powietrza: $0,1^{\circ}\text{C}$

Zakres pomiaru wilgotności powietrza: 5–95% RH

Rozdzielczość wskazań wilgotności powietrza: $0,1\% \text{ RH}$

Zakres pomiaru temperatury powierzchni: od -20°C do $+60^{\circ}\text{C}$

Rozdzielczość wskazań temperatury powierzchni: $0,1^{\circ}\text{C}$.



Fot. 8. Przyrząd TROTEC T 250

7.2. Pomiary warunków klimatycznych w obiekcie i na zewnątrz

Zestawienie pomiarów wykonano na podstawie badań przeprowadzonych jednorazowo, w piątek dn. 23.10.2020 r. o godz. 14:00–15:25. Nie zbierano danych w dłuższym czasie, stąd brak obliczeń dotyczących amplitud dobowych (ΔT , ΔRH). Pogoda na zewnątrz: pochmurno, bezwietrznie i bez deszczu, po nocnych i porannych opadach. W stosunku do dnia poprzedniego nastąpiło ochłodzenie, z 18°C do 14°C, w poprzednim dniu było bezchmurnie i słonecznie. W tygodniu poprzedzającym były przelotne niewielkie deszcze, zachmurzenie zmienne, temperatura 8–15°C.

W czasie badań nie odbywało się nabożeństwo. Nie wykonywano pomiarów gradientu pionowego. Jednakże zmierzono parametry klimatu na ambonie w trakcie pomiarów ogólnych (tab. 7).

Tab. 7. Ogólne warunki klimatyczne wewnątrz i na zewnątrz obiektu. Miernik TROTEC T 250 na wysokości 1 m nad podłożem, w cieniu

Data	Na zewnątrz		Nawa wewnątrz		Zakrystia wewnątrz		Prezbiterium wewnątrz		Ambona H=3,89 m	
	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]
23.10.2020	15:25		14:02		15:17		14:40		15:18	
Klimat	85,0	14,3	75,7	14,6	76,8	15,8	75,2	14,7	72,6	15,3

7.3. Pomiary prawdopodobieństwa kondensacji pary wodnej

Pomiary wykonano bezpośrednio przy ścianach zewnętrznych od strony wewnętrznej w kilku miejscach, na wysokości ok. 30 cm od posadzki, oraz w narożnikach, wg schematu podanego przez zamawiającego w wytycznych.

Tab. 8. Pomiary prawdopodobieństwa kondensacji pary wodnej. Miernik TROTEC T 250

Miejsce pomiaru (30 cm nad posadzką)	Godzina	RH [%] powietrza	T [°C] powietrza	T [°C] punktu rosy	T [°C] Muru	Grubość Muru w miejscu Pomiaru [cm]	Prawdopo- bieństwo kondensacji pary wodnej – różnica od punktu rosy [°C]
Prezbiterium – ściana północna	14:42	74,9	14,8	10,4	14,7	>90	4,3
Prezbiterium – ściana wschodnia	14:43	75,8	14,8	10,5	13,5	>90	3,0
Prezbiterium – ściana południowa	14:44	75,8	14,8	10,5	13,6	>90	3,1
Nawa - ściana południowa pod oknem wschodnim	14:02	75,8	14,8	10,5	13,5	>90	3,0
Nawa - ściana południowa pod oknem zachodnim	14:04	76,1	14,5	10,3	12,5	>90	2,2
Nawa – ściana zach. od str. południowej	14:06	75,7	14,8	10,5	14,4	?	3,9
Nawa – ściana zach. od str. północnej	BRAK DOSTĘPU						
Nawa - ściana północna pod oknem zachodnim	14:10	79,4	13,8	10,3	12,5	>90	2,2
Nawa - ściana północna pod oknem wschodnim	14:12	77,3	14,3	10,3	12,6	>90	2,3
Transept północny – ściana zachodnia	14:14	74,1	14,9	10,3	13,1	>90	2,8
Transept północny – ściana północna	14:16	74,5	14,8	10,3	14,6	>90	4,3
Transept południowy – ściana wschodnia	14:20	73,7	14,9	10,2	14,0	>90	3,8
Zakrystia – ściana wschodnia	15:15	76,8	15,6	11,5	14,3	>90	2,8
Kruczta na wschod od drzwi	15:22	75,7	14,8	10,5	13,2	120	2,7
Kruczta na wschod od drzwi	15:21	75,8	14,7	10,4	13,2	120	2,8

8. Pomiary prędkości przepływów powietrza

Na zewnątrz w dniu badania była wilgotność powietrza 85% i bezwietrznie. Wszystkie drzwi zewnętrzne kościoła były pozamykane na klucz, ze względu na bezpieczeństwo. Jedyne otwarte przejście było z transeptu północnego do zakrystii, gdzie wyraźny ciąg powietrza oraz ruchy konwekcyjne, niezauważalne na przyrządzie, ale wyczuwalne przez badającego.

Tab. 9. Pomiary prędkości przepływów powietrza. Urządzenie pomiarowe — termoanemometr CEM DT-8894

Lokalizacja nr 13	Data — 23.10.2020 r.		
	Prędkość przepływu powietrza [m/s]	Temperatura powietrza [°C]	
Pomiar na zewnątrz kościoła			
Przed wejściem do kościoła	0 m/s	14,3°C	
Pomiary we wnętrzu przy drzwiach zamkniętych			
Wysokość punktu pomiarowego	30 cm	100 cm	150 cm
Przed ołtarzem	0	0	0
Na środku nawy głównej	0	0	0
Przy głównych drzwiach wejściowych (korytarz od południa)	0	0	0
Przy drzwiach do kruchty	0	0	0
Przy drzwiach do zakrystii	0	0	0
Przy drzwiach na klatkę schodową empory organowej	brak dostępu	brak dostępu	brak dostępu
Na emporze organowej	brak dostępu	brak dostępu	brak dostępu
Przy drzwiach na poddasze kościoła	brak dostępu	brak dostępu	brak dostępu
Na strychu przy otworze wentylacyjnym w sklepieniu	brak dostępu	brak dostępu	brak dostępu
Pomiary we wnętrzu przy drzwiach otwartych			
Przed ołtarzem	brak pomiaru	brak pomiaru	brak pomiaru
Pośrodku nawy głównej	brak pomiaru	brak pomiaru	brak pomiaru
Przy głównych drzwiach wejściowych (korytarz od południa)	brak pomiaru	brak pomiaru	brak pomiaru
Przy drzwiach do kruchty	brak pomiaru	brak pomiaru	brak pomiaru
Przy drzwiach do zakrystii	brak pomiaru	brak pomiaru	brak pomiaru
Przy drzwiach na klatkę schodową empory organowej	brak dostępu	brak dostępu	brak dostępu
Na emporze organowej	brak dostępu	brak dostępu	brak dostępu
Przy drzwiach na poddasze kościoła	brak dostępu	brak dostępu	brak dostępu
Na strychu w otworze wentylacyjnym w sklepieniu	brak dostępu	brak dostępu	brak dostępu

9. Spostrzeżenia i wnioski autora opracowania

9.1. Spostrzeżenia dotyczące zawilgocenia murów obiektu

Z wykonanych pomiarów i oględzin można wyciągnąć wniosek, że mury zewnętrzne kościoła są zawilgocone, a prace osuszające nie zostały do końca, z należytą starannością, wykonane. Wewnątrz kościoła na ścianach są zasolone tynki. Największe zawilgocenie zostało zmierzone za ołtarzem, we wschodniej części prezbiterium. Drugi pomiar od zewnątrz, na południowej ścianie prezbiterium, wskazuje na zalewanie tego miejsca z góry. Zresztą ślady takiego zalewania widoczne są w różnych miejscach elewacji kościoła, co zostało zaprezentowane na fotografiach w niniejszym opracowaniu.

Niewątpliwie konieczne jest przeprowadzenie w kościele badań inwazyjnych wagosuszarkowych połączonych z badaniami zasolenia tynku i muru, w celu faktycznego określenia skali i pionowego zasięgu zawilgocenia murów.

9.2. Spostrzeżenia dotyczące klimatu i zagrożenia kondensacją w obiekcie

Z pomiarów przedstawionych w tabeli nr 9 wynika, że największe zagrożenie kondensacją panuje przy północnych i zachodnich narożnikach nawy oraz przy zachodniej ścianie transeptu północnego. Również w zakrystii odstęp temperatury punktu rosy od temperatury muru był niewielki, ze względu na to, że panowała tam wyższa temperatura powietrza, podwyższająca temperaturę punktu rosy, a mury zakrystii nie miały temperatury daleko odbiegającej od murów kościoła. Jest to zjawisko typowe dla pomieszczeń ogrzewanych sporadycznie. Najmniejsze zagrożenie kondensacją mają mury przylegające do klasztoru oraz mury od strony południowej. Spowodowane jest to ich wyższą temperaturą.

Nad organami jest jeden otwór w stropie, mogący służyć jako wentylacja. Podobny otwór nad prezbiterium, więcej otworów nie zauważono. Pod ścianami grzejniki centralnego ogrzewania, żeliwne kaloryfery starego typu, w dniu badania nie były jeszcze włączane.

Spostrzeżenie: większa wilgotność powietrza występuje w miejscach, gdzie posadzka jest bardziej popękana.

Badania stopnia osuszenia murów obiektu

Nr 14



Opracowanie na zlecenie Narodowego Instytutu Dziedzictwa

Październik 2020

1. Cel wykonania dokumentacji

Badanie stopnia osuszenia murów na podstawie standardu określonego przez zamawiającego w załączniku nr 2 do umowy nr NID/U/124/20 z dnia 15.09.2020 r.

2. Krótki opis obiektu

Datowanie:

Kościół franciszkanie wybudowali w latach 1701–1723, klasztor zaś w latach 1733–1748.

Forma architektoniczna, konstrukcja, rodzaj budulca:

Kościół orientowany, wybudowany z cegły i kamienia na klasycznym rzucie krzyża łacińskiego. Jednonawowe wnętrze poszerza transept. Od wschodu nawa główna zamknięta półkolistą apsydą prezbiterium. Na skrzyżowaniu nawy i transeptu, przykrytych dwuspadowymi dachami, umieszczona sygnaturka. Wystrój zewnętrzny kościoła klasyfikowany przez badaczy jako skromny barok. Elewacja frontowa zaakcentowana parami pilastrów narożnych i wysokim szczytem, ujętym w woluty i zwieńczonym tympanonem. Od strony południowej do nawy kościoła i prezbiterium przylegają dwoma skrzydłami zabudowania klasztorne na planie podkowy. Do części klasztornej dostęp z prezbiterium, po schodach w dół, do niższego przedsionka, skąd przejście do zakrystii. Oba pomieszczenia są już w obrębie klasztoru. Chór podparty dwoma filarami murywanymi, pod nim wejście bezpośrednio do kościoła od strony zachodniej poprzez kutą żelazną bramę. Również pod chórem, od południowej strony przylega niżej położony korytarz klasztorny, z którego także można wejść do kościoła. Naprzeciwko jeszcze jedne drzwi wejściowe, od strony północnej. Pod transeptem południowym krypta. Posadzka nawy kamienna z czworokątnych płyt układanych w szachownicę. Na podwyższeniu prezbiterium posadzka drewniana. Od północnej strony prezbiterium wejście do kaplicy bocznej.

Wymiary, kubatura, grubość murów:

Szacunkowa powierzchnia zabudowy kościoła to ok. 700 m². Długość budowli — ok. 39 m, szerokość w najszerszym miejscu (transept) ok. 27 m. Szacunkowa grubość murów wynosi 100–200 cm.

Pomiar własny wysokości sklepień w kościele:

Wysokość kruchty: 3,90 m

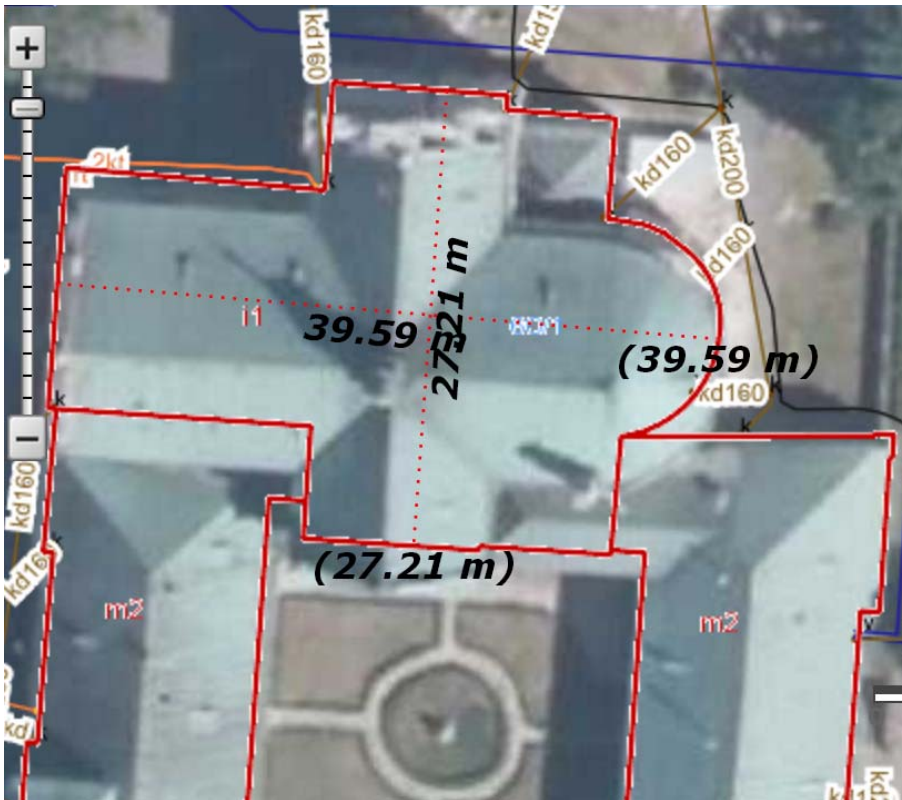
Wysokość nawy głównej: od 12,34 m do 12,43 m.

Wysokość transeptu północnego: 11,14 m.

Wysokość transeptu południowego: 11,06 m.

Wysokość kaplicy bł. ojca Rafała Chylińskiego: 6,6 m.

Poniżej szkic z wymiarami z Geoportalu¹ (rys. 1).



Rys. 1. Zrzut ekranu z Geoportalu

Otoczenie obiektu (rodzaj nawierzchni, spadki terenu itp.):

Kościół położony na wzgórzu, od strony zachodniej wiodą do niego schody prowadzące z parkingu poprzez kutą bramę w murze ogrodzeniowym do placu wokół kościoła. Klasztor jest położony niżej niż wejście główne do kościoła, więc od strony klasztoru, na południe od wejścia, są schody. Przed wejściem płyty chodnikowe, dalej, aż za wejście północne do kruchty — kostka brukowa. Za tym miejscem aż do ścian zakrystii teren wznosi się lekko (ok. 36 cm na długości kościoła). Przy murze kościoła opaska żwirowa, granicząca z trawnikiem, a wokół prezbiterium z popękaną nawierzchnią z płyt betonowych. Od strony południowej do nawy kościoła i prezbiterium przylegają dwoma skrzydłami zabudowania klasztorne.

1 Dane przybliżone (z Geoportalu).

3. Prace w celu osuszania w obiekcie

Tab. 1. Zakres prac w celu osuszenia w obiekcie

Zabieg	Nie	Tak, rok	Zastosowane metody i technologie, krótka charakterystyka rozwiązań
Izolacja pozioma			<p>W klasztorze w dniu badań była kwarantanna z powodu koronawirusa. Kościół otworzył do badań, w zastępstwie zmarłego w dniu 15.10.2020 r. przeora, jeden z zakonników. Nie był zorientowany w pracach przy kościele ani też nie udostępnił żadnej dokumentacji</p>
Izolacja pionowa			
Wymiana zasolonych tynków (rodzaj założonych)			
Reprofilacja gruntu przylegającego			
Zabezpieczenie przed wodą odpryskową			
Usprawnienie systemu odprowadzania wód opadowych (rynny, rury spustowe)			
Zabezpieczenia przed bezpośrednim zalewaniem wodą z opadów — opierzenia, hydrofobizacja itp.			
Zabezpieczenie przed napływem wód gruntowych i rozproszonych (systemy drenarskie)			
Usprawnienie systemu wentylacji			
Wykonanie/usprawnienie systemu ogrzewania (typ obecnego ogrzewania)			

4. Pomiary wilgotności murów obiektu i wysokości strefy zawilgocenia

4.1. Krótki opis przyrządu pomiarowego

Pomiary wykonywano za pomocą przyrządu GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50. Aktywne elektrody B 50 i B 60 to dielektryczny czujnik wilgoci ze zintegrowanym obwodem. Podstawą pomiaru jest metoda pomiaru stałej dielektrycznej. Między kulką-elektrodą i mierzonym materiałem, z którym się styka, jest pole pomiarowe w takiej konfiguracji, na którą ma wpływ gęstość mierzonego materiału budowlanego i jego wilgotność. Jeśli gęstość materiału jest stała, zmiany w polu pojemności można dopasować do zmiany wilgotności mierzonego materiału. Zakres pomiarowy rozciąga się od 0 do 199, tzn. wyświetlane wartości są wartościami względnymi. Wskazują one na rozróżnienie między suchym a wilgotnym materiałem budowlanym. Im wyższa zmierzona wartość, tym wyższa zawartość wilgoci w mierzonym materiale. Wyciąganie wniosków na temat rzeczywistej zawartości wilgoci w procentach względem zmierzonej wartości względnej jest dopuszczalna tylko w przypadku normalnego procesu suszenia, w nieobecności soli, wytwarzającej zawilgocenie higroskopijne. Czynnikiem mającym wpływ na pomiar jest gęstość materiału budowlanego, który ma być mierzony – należy wziąć ją pod uwagę. Wysokie gęstości prowadzą do wyższych wyświetlanych wartości, niezależnie od zawartości wilgoci.



Fot. 1. Przyrząd GANN Hydromette UNI 1.

Tab. 2. Skala pomiarowa dla przyrządu GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50, uwzględniająca gęstość materiału

Gęstość materiału budowlanego w kg/m^3	Wartość na wyświetlaczu przyrządu GANN Hydromette UNI 1 elektroda B 50 lub B 60					
	BARDZO SUCHY	SUCHY	MNIEJ SUCHY	WILGOTNY	BARDZO WILGOTNY	MOKRY
Do 600	10–20	20–40	40–60	60–90	90–110	> 100
600–1200	20–30	30–50	50–70	70–100	100–120	> 120
1200–1800	20–40	40–60	60–80	80–110	110–130	> 130
Ponad 1800	30–50	50–70	70–90	90–120	120–140	> 140

Tab. 3. Zestawienie gęstości wybranych materiałów budowlanych, wg PN-EN ISO 12524:2003, PN-EN ISO 6946:1999 i PN-91/B-02020

L.p.	Grupa materiałowa / materiał	Gęstość w stanie suchym (średnia), kg/m ³
1.	Beton z kruszywa keramzytowego	1600
2.	Mur z betonu komórkowego na cienkowarstwowej zaprawie klejącej lub na zaprawie o przewodności cieplnej porównywalnej do przewodności cieplnej betonu komórkowego	700–800
3.	Beton z żużla paleniskowego	1800
4.	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie cementowo-wapiennej (bez tynku)	1800
5.	Mur z cegły dziurawki na zaprawie cementowo-wapiennej (bez tynku)	1400
6.	Beton zwykły z kruszywa kamiennego	2400
7.	Mur z cegły silikatowej drążonej i bloków drążonych	1600
8.	Mur z cegły klinkierowej	1900
9.	Mur z pustaków ceramicznych M-44	1070
10.	Mur z pustaków Porotherm 8 P+W na zaprawie zwykłej	800
11.	Płyty okładzinowe ceramiczne	2000
12.	Tynk gipsowy	1000–1300
13.	Tynk lub gładź cementowa.	2000
14.	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	1850
15.	Tynk wapienny	1700
16.	Tynk wapienno-piaskowy	1600

Dla potrzeb niniejszego opracowania przyjęto następującą skalę uśrednioną, przedstawioną w tabeli 4, zakładając, że gęstość badanych materiałów jest w zakresie 1200–1800 kg/m³ (tab. 4). Zakresom wartości przypisano odpowiednie kolory tła w tabelach pomiarowych. Wskazania zaokrąglono do całości.

Tab. 4. Przyjęta do oceny zawilgocenia skala pomiarowa przyrządu GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50

Wartość na wyświetlaczu przyrządu GANN Hydromette UNI 1 elektroda B 50 lub B 60				
SUCHY	MNIEJ SUCHY	WILGOTNY	BARDZO WILGOTNY	MOKRY
0–60	60–80	80–110	110–130	> 130

4.2. Wyniki badań zawilgocenia murów wewnątrz i na zewnątrz, wysokość strefy zawilgocenia

Badania przeprowadzono w czwartek 29.10.2020 r. w godzinach 12:00–16:00. Pogoda na zewnątrz: pochmurno i przelotne deszcze. W tygodniu poprzedzającym były przelotne deszcze, zachmurzenie zmienne oraz chłodno, w granicach 8–12°C.

Tab. 5. Wyniki badań wewnątrz. Przyrząd GANN Hudromette UNI 1 z elektrodą B 50

5.1. Prezbiterium						
Punkt pomiarowy	Ściana północna	Ściana pn-wsch.	Ściana wschodnia	Ściana wsch-pd	Ściana południowa	
C wys. 1,5 m	44	56	50	53	42	
B wys. 1,0 m	54	62	64	46	37	
A wys. 0,3 m	64	94	80	67	41	
5.2. Transept północny			5.3. Transept południowy			
Punkt pomiarowy	Ściana Wschodnia	Ściana Północna	Ściana Zachodnia	Ściana Południowa	Ściana Południowa	Ściana Zachodnia
D wys. 2,0 m	-	65	-	-	-	-
C wys. 1,5 m	42	75	62	51	48	54
B wys. 1,0 m	71	80	80	50	45	43
A wys. 0,3 m	88	137	103	44	46	44
5.4. Ściany nawy południowe (prześła licząc od wschodu ku zachodowi)						
Punkt pomiarowy	Ściana pierwszego prześła	Ściana pierwszego prześła	Ściana drugiego prześła (pod chórem)			
C wys. 1,5 m	46	43	37			
B wys. 1,0 m	40	41	38			
A wys. 0,3 m	47	43	39			
5.5. Ściany nawy północne (prześła licząc od wschodu ku zachodowi)						
Punkt pomiarowy	Ściana pierwszego prześła	Ściana pierwszego prześła	Ściana drugiego prześła (pod chórem)			
C wys. 1,5 m	68	54	69			
B wys. 1,0 m	85	64	75			
A wys. 0,3 m	92	100	107			
5.6. Ściany nawy zachodnie			5.7. Filary chóru			
Punkt pomiarowy	od strony południowej	od strony północnej	Filar południowy	Filar północny		
C wys. 1,5 m	40	66	38	38		
B wys. 1,0 m	44	50	37	57		
A wys. 0,3 m	53	74	94	101		
5.8. Kaplica błogosławionego Rafała Chylińskiego						
Punkt pomiarowy	Ściana Wschodnia	Ściana Północna	Ściana Zachodnia	graniczna z prezbiterium po stronie wschodniej		
D wys. 2,0 m	84	84	-	-		
C wys. 1,5 m	80	97	50	55		
B wys. 1,0 m	105	112	106	75		
A wys. 0,3 m	120	143	106	81		

Tab. 6. Wyniki badań na zewnątrz. Przyrząd GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50

6.1. Prezbiterium od zewnątrz			6.2. Transept północny od zewnątrz	
Punkt pomiarowy	Ściana pn-wsch.	Ściana wschodnia	Ściana Północna	Ściana Zachodnia
C wys. 1,5 m	56	45	35	64
B wys. 1,0 m	65	52	39	61
A wys. 0,3 m	64	66	58	54
6.3. Kaplica błogosławionego Rafała Chylińskiego				
Punkt pomiarowy	Ściana Wschodnia	Ściana Północna		
C wys. 1,5 m	47	44		
B wys. 1,0 m	52	66		
A wys. 0,3 m	55	53		
6.4. Ściany nawy północne (przęsła licząc od wschodu ku zachodowi)				
Punkt pomiarowy	Ściana pierwszego przęsła	Ściana drugiego przęsła		
C wys. 1,5 m	66	66		
B wys. 1,0 m	66	78		
A wys. 0,3 m	65	101		
6.5. Ściany nawy zachodnie				
Punkt pomiarowy	od strony południowej	od strony północnej		
C wys. 1,5 m	47	61		
B wys. 1,0 m	60	48		
A wys. 0,3 m	71	60		

5. Wizualna ocena zasolenia murów obiektu

Na elewacji i cokole kościoła brak uszkodzeń tynku. Wewnątrz kościoła uszkodzenia są tylko za ołtarzem w prezbiterium (fot. 3) i za ołtarzami w transepcie północnym, złuszczenie farby w ościeżu okna przy wejściu głównym. Skutkiem pozostawienia zasolonego tynku za ołtarzem w transepcie północnym są wyższe wskazania przyrządu GANN (tab. 5.2). W kaplicy bł. Rafała Chylińskiego tynk jest odspojony, wskazania są podwyższone (tab. 5.8), choć na tynku brak widocznych uszkodzeń.



Fot. 2. Uszkodzenia wymalowań w ościeżu okna, przy wejściu głównym



Fot. 3. Uszkodzenia tynku za ołtarzem, w prezbiterium



Fot. 4. „Odkrywka — świadek” w elewacji, pokazująca kamienny mur kościoła

6. Pomiary wysokości poziomu gruntu w stosunku do wysokości posadzki

Pomiaru poziomów gruntu w stosunku do poziomu nawy kościoła dokonano na podstawie poziomów przy wejściach do kościoła. W wyniku pomiarów ustalono, że:

Przy elewacji zachodniej teren jest **niżej** niż posadzka nawy o:

76 cm przy narożniku od strony południowej.

16 cm przy wejściu głównym.

26 cm przy narożniku od strony północnej.

Wzdłuż ściany północnej nawy teren podnosi się i osiąga:

Poziom **równy** z nawą przy wejściu północnym.

28 cm **wyżej** niż posadzka w nawie w kącie przy transepcie północnym.

40 cm **wyżej** niż posadzka w nawie przy ścianie północnej transeptu.

10 cm **wyżej** niż nawa przy apsydzie prezbiterium.

Posadzka prezbiterium jest **wyżej** niż w nawie o:

19 cm — pierwszy stopień prezbiterium,

36 cm — drugi stopień prezbiterium.

Posadzki obu transeptów są **wyżej** o 30 cm niż posadzka nawy.

Pomieszczenia klasztoru przylegającego do kościoła od południowej strony są **niżej** niż posadzka nawy:

120 cm **niżej** od posadzki w nawie — posadzka przedsiönka przy wejściu od południowej strony.

102 cm **niżej** od posadzki w nawie — posadzka przejścia do zakrystii.

7. Pomiary parametrów powietrza (temperatura i wilgotność względna) we wnętrzu i na zewnątrz

7.1. Krótki opis przyrządu pomiarowego

Pomiary klimatu, temperatury ściany i punktu rosy wykonywano za pomocą miernika TROTEC T 250. Jest to urządzenie wielofunkcyjne — łączy w sobie termometr, higrometr, pirometr laserowy i miernik punktu rosy. Urządzenie pracuje w trzech trybach i ma różne funkcje pomiarów, wszystko to sterowane jest jednym przyciskiem.

W trybie TH urządzenie pracuje jako higrometr i termometr.

W trybie IR urządzenie T 250 używane jest jako pirometr laserowy do mierzenia temperatury powierzchni, gdzie promień lasera wskazuje miejsce pomiaru.

Tryb DP wyświetla jednocześnie punkt rosy i temperaturę powierzchni.

Jeśli temperatura ściany spadnie poniżej punktu rosy, urządzenie T 250 powiadamia o tym za pomocą sygnału laserowego i alarmu dźwiękowego. Funkcja alarmu służy do ostrzegania o wystąpieniu niedopuszczalnych wartości. Wartości graniczne alarmu można skonfigurować według własnych potrzeb.

Dane techniczne T 250:

Zakres pomiaru temperatury powietrza: od -20°C do $+50^{\circ}\text{C}$

Rozdzielczość wskazań temperatury powietrza: $0,1^{\circ}\text{C}$

Zakres pomiaru wilgotności powietrza: 5–95% RH

Rozdzielczość wskazań wilgotności powietrza: $0,1\%$ RH

Zakres pomiaru temperatury powierzchni: od -20°C do $+60^{\circ}\text{C}$

Rozdzielczość wskazań temperatury powierzchni: $0,1^{\circ}\text{C}$.



Fot. 5. Przyrząd TROTEC T 250

7.2. Pomiary warunków klimatycznych w obiekcie i na zewnątrz

Zestawienie pomiarów wykonano na podstawie badań przeprowadzonych jednorazowo, w czwartek 29.10.2020 r. o godz. 13:10–15:10. Nie zbierano danych w dłuższym czasie, stąd brak obliczeń dotyczących amplitud dobowych (ΔT , ΔRH). Pogoda na zewnątrz: pochmurno i przelotne deszcze. W tygodniu poprzedzającym były przelotne deszcze, zachmurzenie zmienne oraz dość chłodno, w granicach 8–12°C.

W czasie badań nie odbywało się nabożeństwo. Nie wykonywano pomiarów gradientu pionowego. Jednakże zmierzono parametry klimatu na ambonie w trakcie pomiarów ogólnych (tab. 7).

Tab. 7. Ogólne warunki klimatyczne wewnątrz i na zewnątrz obiektu. Miernik TROTEC T 250 na wysokości 1 m nad podłożem, w cieniu

Data	Na zewnątrz		Nawa wewnątrz		Zakrystia wewnątrz		Prezbiterium wewnątrz		Ambona H=3,4 m		Kaplica bł. Rafała	
	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]
29.10.2020	15:07		13:18		14:40		14:29		13:20		14:26	
Klimat	88,4	11,1	71,2	14,8	62,6	18,3	69,0	15,4	70,1	15,2	67,8	15,5

7.3. Pomiary prawdopodobieństwa kondensacji pary wodnej

Pomiary wykonano bezpośrednio przy ścianach zewnętrznych od strony wewnętrznej w kilku miejscach, na wysokości ok. 30 cm od posadzki, oraz w narożnikach, wg podanego przez zamawiającego w wytycznych schematu.

Tab. 8. Pomiary prawdopodobieństwa kondensacji pary wodnej. Miernik TROTEC T 250

Miejsce pomiaru (30 cm nad posadzką)	Godzina	RH [%] powietrza	T [°C] powietrza	T [°C] punktu rosy	T [°C] Muru	Grubość Muru w miejscu Pomiaru [cm]	Prawdopodo- bieństwo kondensacji pary wodnej – różnica od punktu rosy [°C]
Prezbiterium – ściana północno-wschodnia	14:31	68,8	15,3	9,6	12,8	~100	3,2
Prezbiterium – ściana wschodnio – południowa	14:33	69,7	15,2	9,7	13,1	~100	3,4
Kaplica bł. Rafała – ściana wschodnia	14:25	69,7	15,3	9,8	12,6	~100	2,8
Kaplica bł. Rafała – ściana północna	14:27	69,3	15,5	9,9	11,9	~100	2,0
Kaplica bł. Rafała – ściana zachodnia	14:28	68,1	15,4	9,5	12,8	~100	3,3
Nawa - ściana południowa pod oknem wschodnim	13:22	70,1	15,2	9,7	15,1	~100	5,4
Nawa - ściana południowa pod oknem zachodnim	13:24	70,1	15,1	9,6	14,8	~100	5,2
Nawa – ściana zach. od str. południowej	13:26	70,8	14,9	9,6	14,1	~100	4,5
Nawa – ściana zach. od str. północnej	13:28	72,4	14,6	9,6	13,4	200	3,8
Nawa - ściana północna pod oknem zachodnim	13:29	72,5	14,9	10,0	13,4	200	3,4
Nawa - ściana północna pod oknem wschodnim	13:32	74,0	14,5	9,9	13,3	~100	3,4
Transept południowy – ściana wchodnia	13:40	69,7	15,3	9,8	14,6	~100	4,8
Transept południowy – ściana południowa	13:42	69,2	15,3	9,6	14,1	~100	4,5
Transept południowy – ściana zachodnia	13:43	69,0	15,4	9,7	14,5	~100	4,8
Transept północny – ściana wchodnia	13:34	70,4	15,1	9,7	13,6	~100	3,9
Transept północny – ściana północna	13:36	72,0	14,6	9,6	12,8	~100	3,2
Transept północny – ściana zachodnia	13:38	71,6	14,8	9,7	13,0	~100	3,3

8. Pomiary prędkości przepływów powietrza

Na zewnątrz w dniu badania była wilgotność powietrza 88,4% i wiatr z zachodu. Badający został wpuszczony do kościoła, a następnie do godziny 15 zamknięty na klucz. Jedyne otwarte przejście było z prezbiterium do przedsionka zakrystii, w którym wyczuwało się wyraźne ruchy konwekcyjne (schody), niezauważalne na przyrządzie, ale wyczuwane przez badającego.

Zauważono, że trzy żyrandole zwisają z otworów wentylacyjnych w szczytach sklepień.

Tab. 9. Pomiary prędkości przepływów powietrza. Urządzenie pomiarowe — termoanemometr CEM DT-8894

Lokalizacja nr 14	Data — 29.10.2020 r.		
	Prędkość przepływu powietrza [m/s]	Temperatura powietrza [°C]	
Pomiar na zewnątrz kościoła			
Przed wejściem do kościoła	1,5 m/s	11,4°C	
Pomiary we wnętrzu przy drzwiach zamkniętych			
Wysokość punktu pomiarowego	30 cm	100 cm	150 cm
Przed ołtarzem	0	0	0
Na środku nawy głównej	0	0	0
Przy głównych drzwiach wejściowych (korytarz od południa)	0	0	0
Przy drzwiach do kruchty	0	0	0
Przy drzwiach do przedsionka zakrystii	0	0	0
Przy drzwiach na klatkę schodową empor organowej	0	0	0
Na emporze organowej	niedostępne	niedostępne	niedostępne
Przy drzwiach na poddasze kościoła	niedostępne	niedostępne	niedostępne
Na strychu przy otworze wentylacyjnym w sklepieniu	niedostępne	niedostępne	niedostępne
Pomiary we wnętrzu przy drzwiach otwartych			
Przed ołtarzem	drzwi zewnętrzne były zamknięte		
Pośrodku nawy głównej			
Przy głównych drzwiach wejściowych (korytarz od południa)			
Przy drzwiach do kruchty			
Przy drzwiach do zakrystii			
Przy drzwiach na klatkę schodową empor organowej			
Na emporze organowej			
Przy drzwiach na poddasze kościoła			
Na strychu w otworze wentylacyjnym w sklepieniu			

9. Spostrzeżenia i wnioski autora opracowania

9.1. Spostrzeżenia dotyczące zawilgocenia murów obiektu

Badania na zewnątrz kościoła pokazały suchy stan tynków (wydają się nałożone niedawno). Opaska żwirowa wskazuje na prace osuszeniowe (izolacja pionowa, drenaż?). Z powodu kwarantanny i śmierci przeora nie uzyskano informacji na ten temat.

Wewnątrz kościoła większe wskazania przyrządu GANN wynikają przypuszczalnie z powodu zasolonych tynków — w transepcie północnym i w prezbiterium za ołtarzami oraz w kaplicy bocznej.

9.2. Spostrzeżenia dotyczące klimatu i zagrożenia kondensacją w obiekcie

Podczas badań w kościele było cieplej niż na zewnątrz, dochodziło też cieplejsze powietrze z przedsionka zakrystii i przedsionka klasztoru, gdzie działało ogrzewanie. Ściany od strony przylegającego klasztoru miały wyraźnie wyższą temperaturę, co jest widoczne w tabeli nr 9.

Najniższą temperaturę miały ściany zewnętrzne w kaplicy bocznej. Może to wynikać z ich niższej termoizolacyjności spowodowanej zawilgoceniem i należałoby to sprawdzić bezinwazyjnie za pomocą kamery termowizyjnej (najlepiej w zimie) lub inwazyjnie za pomocą badań wagosuszarkowych. Inwazyjne badania zasolenia i zawilgocenia muru należałoby przeprowadzić w miejscach wymienionych w rozdziale 9.1 (powyżej).

Badania stopnia osuszenia murów obiektu Nr 15



Opracowanie na zlecenie Narodowego Instytutu Dziedzictwa

Listopad 2020

1. Cel wykonania dokumentacji

Badanie stopnia osuszenia murów na podstawie standardu określonego przez zamawiającego w załączniku nr 2 do umowy nr NID/U/124/20 z dnia 15.09.2020 r.

2. Krótki opis obiektu

Datowanie:

Murowany kościół parafialny został zbudowany w stylu gotyckim w 1250 r. W pierwszej połowie XIV w. przebudowany i rozbudowany. W latach 60. XIV w. powstały wczesnogotyckie polichromie o tematyce staro- i nowotestamentowej. Na początku XV w. dobudowano wieżę, przedsionek oraz rozpoczęto pokrywanie ścian wnętrza kościoła polichromią o tematyce religijnej. W czasie wojen husyckich kościół został częściowo zniszczony. Po zakończeniu wojen odbudowany, a prace malarskie wnętrza świątyni zostały zakończone w 1480 r. Na początku XVI w. został zbudowany nowy strop, który pokrywa 600 desek pomalowanych w barwne ornamenty roślinne (tzw. labry) i zwierzęce. W latach 1309–1534 kościołem opiekowały się siostry dominikanki z Wrocławia. W 1526 r. kościół został przejęty przez ewangelików, w których rękach był do czasu zakończenia II wojny światowej.

W 1817 r. wszystkie polichromie zostały pokryte tynkiem, dopiero w latach 60. XIX w. odkryto je i poddano konserwacji, polegającej m.in. na domalowaniu brakujących i słabo zachowanych elementów. W 1945 r. kościół został przekazany katolikom, a w 1964 r. odkryto pod tynkiem, na strychu budowli, najstarsze fragmenty polichromii¹.

Forma architektoniczna, konstrukcja, rodzaj budulca:

Świątynia orientowana, jednonawowa z prostokątnym, niższym prezbiterium i wieżą nad zachodnią częścią nawy. Wysoka wieża z XVI w. zakończona specyficznym rozwiązaniem — wysoką iglicą i sterczynami w narożnikach. Do prezbiterium od północy przylega niewielka, prostokątna zakrystia, do nawy od zachodu dostawiony jest portyk, a od południa — jednokondygnacyjna kruchta na rzucie zbliżonym do kwadratu. Nawa, prezbiterium i kruchty kryte są dachami dwuspadowymi, zakrystia — daszkiem pulpityowym. Wieżę wieńczy wysoki ośmioboczny ceglany ostrosłup obity blachą. Kościół wzniesiony z cegieł, na kamiennej podmurówce, w wątkach wendyjskim i gotyckim (w górnej partii wieży i kruchtach). Budowla kryta blachą z wyjątkiem zakrystii, krytej dachówką karpiońską kładzioną w koronkę.

Wewnętrzne ściany kościoła — od wysokości ok. 2 m nad posadzką po strop oraz częściowo na ścianach szczytowych nawy ponad stropem — pokryte są gotyckimi polichromiami, wykonywanymi od końca XIV w. do ok. 1483 r.

Kościół jest bogato wyposażony w detal architektoniczny, w większości kamienny. Najcenniejszy jest reprezentacyjny portal zachodni (główny) z początku XIV w., wykonany z poziomo ułożonych bloków piaskowca, zamknięty ostrym łukiem o szeroko rozglifionych, drobno profilowanych ościeżach z kolumnkami poprzedzielanymi pionowymi pasami wirujących rozet i muszli. W ok. 2/3 wysokości kolumniek znajdują się maswerkowe baldachimy z dekoracją roślinną, dwa analogiczne — przy podstawie tympanonu wypełnionego płaskorzeźbą przedstawiającą Koronację Matki Bożej, Pokłon Trzech Króli i Nawiedzenie².

Wymiary, kubatura, grubość murów:

Szacunkowa powierzchnia zabudowy kościoła to ok. 713 m². Długość budowli to ok. 50 m, szerokość w najszerszym miejscu, wraz z nową zakrystią (kruchta od strony południowej), wynosi ok. 19 m³. Grubość murów zmierzona podczas badań:

Przy wejściu zachodnim do kruchty: 106 cm.

Pomiędzy kruchtą zachodnią a nawą: 77 cm.

Ściany nawy (pomiar przy wejściu przez zakrystię od południowej strony): 118 cm.

Ściany prezbiterium (pomiar w drzwiach do starej zakrystii): 119 cm.

Grubość pomiędzy nawą a prezbiterium (łuk tęczy): 118 cm.

Wysokości zmierzono i uwidoczniono na załączonym szkicu (rys. 1).

1 Zdjęcie na s. 1 i historia z Wikipedii (<https://pl.wikipedia.org/wiki/>).

2 Opis ze strony Zabytek.pl (<https://zabytek.pl/pl/obiekty/>).

3 Dane przybliżone (z Geoportalu).

Otoczenie obiektu (rodzaj nawierzchni, spadki terenu itp.):

Kościół posadowiony na płaskim terenie, otoczony jest opaską żwirową z otoczków i trawnikiem obsadzonym na większości obwodu krzewami. Owalna ścieżka procesyjna oraz wejścia wybrukowane łupaną kostką granitową w układzie wachlarzowym. Portyk przed głównym wejściem wyłożony płytkami ceramicznymi w kolorze ceglastym.



Fot. 1. Widok kościoła i otoczenia z lotu ptaka. Zdjęcie ze strony Zabytek.pl

3. Prace w celu osuszania w obiekcie

Niestety nie udało się dotrzeć do żadnej dokumentacji (większość prac wykonano za poprzedniego proboszcza). Informacje o wykonanych pracach pochodzą z przekazów ustnych osób związanych z kościołem.

Tab. 1. Zakres prac w celu osuszenia w obiekcie

Zabieg	Nie	Tak, rok	Zastosowane metody i technologie, krótka charakterystyka rozwiązań
Izolacja pozioma	X		
Izolacja pionowa		?	Brak danych o technologii i roku wykonania. Widoczna jest folia kubełkowa wystająca ze żwiru przy murze (fot. 4)
Wymiana zasolonych tynków (rodzaj założonych)	X		
Reprofilacja gruntu przylegającego	?	?	Brak informacji, być może reprofilacja została wykonana podczas prac związanych z izolacją pionową i drenażem
Zabezpieczenie przed wodą odpryskową			
Usprawnienie systemu odprowadzania wód opadowych (rynny, rury spustowe)	X		Dziurawe rynny (fot. 6)
Zabezpieczenia przed bezpośrednim zalewaniem wodą z opadów — opierzenia, hydrofobizacja itp.	X		Brak. Ściany zewnętrzne bez tynku, ślady zalań (fot. 4)
Zabezpieczenie przed napływem wód gruntowych i rozproszonych (systemy drenarskie)		?	Być może został wykonany drenaż lub (i) kanalizacja dla odprowadzenia wody deszczowej. Z relacji osób związanych z obiektem wynika jednak, że instalacja może być niedrożna (fot. 5)
Usprawnienie systemu wentylacji	X		
Wykonanie/usprawnienie systemu ogrzewania (typ obecnego ogrzewania)	X		Brak ogrzewania

4. Pomiary wilgotności murów obiektu i wysokości strefy zawilgocenia

4.1. Krótki opis przyrządu pomiarowego

Pomiary wykonywano za pomocą przyrządu GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50. Aktywne elektrody B 50 i B 60 to dielektryczny czujnik wilgoci ze zintegrowanym obwodem. Podstawą pomiaru jest metoda pomiaru stałej dielektrycznej. Między kulką-elektrodą i mierzonym materiałem, z którym się styka, jest pole pomiarowe w takiej konfiguracji, na którą ma wpływ gęstość mierzonego materiału budowlanego i jego wilgotność. Jeśli gęstość materiału jest stała, zmiany w polu pojemności można dopasować do zmiany wilgotności mierzonego materiału. Zakres pomiarowy rozciąga się od 0 do 199, tzn. wyświetlane wartości są wartościami względnymi. Wskazują one na rozróżnienie między suchym a wilgotnym materiałem budowlanym. Im wyższa zmierzona wartość, tym wyższa zawartość wilgoci w mierzonym materiale. Wyciąganie wniosków na temat rzeczywistej zawartości wilgoci w procentach względem zmierzonej wartości względnej jest dopuszczalna tylko w przypadku normalnego procesu suszenia, w nieobecności soli, wytwarzającej zawilgocenie higroskopijne. Czynnikiem mającym wpływ na pomiar jest gęstość materiału budowlanego, który ma być mierzony – należy wziąć ją pod uwagę. Wysokie gęstości prowadzą do wyższych wyświetlanych wartości, niezależnie od zawartości wilgoci.



Fot. 1. Przyrząd GANN Hydromette UNI 1.

Tab. 2. Skala pomiarowa dla przyrządu GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50, uwzględniająca gęstość materiału

Gęstość materiału budowlanego w kg/m^3	Wartość na wyświetlaczu przyrządu GANN Hydromette UNI 1 elektroda B 50 lub B 60					
	BARDZO SUCHY	SUCHY	MNIEJ SUCHY	WILGOTNY	BARDZO WILGOTNY	MOKRY
Do 600	10–20	20–40	40–60	60–90	90–110	> 100
600–1200	20–30	30–50	50–70	70–100	100–120	> 120
1200–1800	20–40	40–60	60–80	80–110	110–130	> 130
Ponad 1800	30–50	50–70	70–90	90–120	120–140	> 140

Tab. 3. Zestawienie gęstości wybranych materiałów budowlanych, wg PN-EN ISO 12524:2003, PN-EN ISO 6946:1999 i PN-91/B-02020

L.p.	Grupa materiałowa / materiał	Gęstość w stanie suchym (średnia), kg/m ³
1.	Beton z kruszywa keramzytowego	1600
2.	Mur z betonu komórkowego na cienkowarstwowej zaprawie klejącej lub na zaprawie o przewodności cieplnej porównywalnej do przewodności cieplnej betonu komórkowego	700–800
3.	Beton z żużla paleniskowego	1800
4.	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie cementowo-wapiennej (bez tynku)	1800
5.	Mur z cegły dziurawki na zaprawie cementowo-wapiennej (bez tynku)	1400
6.	Beton zwykły z kruszywa kamiennego	2400
7.	Mur z cegły silikatowej drążonej i bloków drążonych	1600
8.	Mur z cegły klinkierowej	1900
9.	Mur z pustaków ceramicznych M-44	1070
10.	Mur z pustaków Porotherm 8 P+W na zaprawie zwykłej	800
11.	Płyty okładzinowe ceramiczne	2000
12.	Tynk gipsowy	1000–1300
13.	Tynk lub gładź cementowa.	2000
14.	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	1850
15.	Tynk wapienny	1700
16.	Tynk wapienno-piaskowy	1600

Dla potrzeb niniejszego opracowania przyjęto następującą skalę uśrednioną, przedstawioną w tabeli 3, zakładając, że gęstość badanych materiałów jest w zakresie 1200–1800 kg/m³ (tab. 4). Zakresom wartości przypisano odpowiednie kolory tła w tabelach pomiarowych. Wskazania zaokrąglono do całości.

Tab. 4. Przyjęta do oceny zawilgocenia skala pomiarowa przyrządu GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50

Wartość na wyświetlaczu przyrządu GANN Hydromette UNI 1 elektroda B 50 lub B 60				
SUCHY	MNIEJ SUCHY	WILGOTNY	BARDZO WILGOTNY	MOKRY
0–60	60–80	80–110	110–130	> 130

4.2. Wyniki badań zawilgocenia murów wewnątrz i na zewnątrz, wysokość strefy zawilgocenia

Badania przeprowadzono w poniedziałek 2.11.2020 r. w godzinach 15:30–19:00. Pogoda na zewnątrz: pochmurno, bezwietrznie, lekkie przelotne opady. Po chłodnym poprzednim tygodniu ociepliło się i temperatura osiągnęła 16°C, przy dużej wilgotności względnej powietrza, co przyniosło w skutkach wzmożenie zagrożenia kondensacją w chłodniejszych, po poprzednim okresie, wnętrzach kościołów. W tygodniu poprzedzającym było początkowo pogodnie, następnie przelotne deszcze przeszły w piątek i weekend w opady ciągłe, temperatura w weekend była w zakresie 8–10°C.

Tab. 5. Wyniki badań wewnątrz. Przyrząd GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50

5.1. Prezbiterium						
Punkt pomiarowy	Ściana północna 1	Ściana północna 2	Ściana wschodnia 3	Ściana wschodnia 4	Ściana południowa 5	Ściana południowa 6
E wys. 2,5 m	-	107	-	95	-	-
D wys. 2,0 m	-	108	57	90	55	49
C wys. 1,5 m	43	64	65	100	56	71
B wys. 1,0 m	48	85	105	103	41	95
A wys. 0,3 m	102	104	141	140	95	92
5.2. Ściany nawy wschodnie						
Punkt pomiarowy	Strona północna 22	Strona południowa 7				
D wys. 2,0 m	-	73				
C wys. 1,5 m	54	73				
B wys. 1,0 m	69	73				
A wys. 0,3 m	97	105				
5.3. Ściany nawy południowe (w kolejności od wschodu)						
Punkt pomiarowy	8	9	12	13	14	
E wys. 2,5 m	-	-	82	-	-	
D wys. 2,0 m	-	-	129	53	49	
C wys. 1,5 m	57	59	80	64	105	
B wys. 1,0 m	44	44	86	51	115	
A wys. 0,3 m	50	46	106	63	57	
5.4. Kruchta (nowa zakrystia)			5.5. Zakrystia stara (północna)			
Punkt pomiarowy	Ściana wschodnia 10	Ściana południowa 11	Ściana wschodnia 25	ściana północna 24	ściana zachodnia 23	
E wys. 2,5 m	-	-	118	-	-	
D wys. 2,0 m	91	-	123	-	-	
C wys. 1,5 m	82	65	100	51	51	
B wys. 1,0 m	61	35	86	69	87	
A wys. 0,3 m	78	54	140	124	136	

Aneks nr 2. Karty wyników pomiarów zawilgocenia w badanych obiektach

5.6. Ściany nawy północne (w kolejności od wschodu)

Punkt pomiarowy	21	20	19	18	17
D wys. 2,0 m	-	-	-	-	67
C wys. 1,5 m	43	42	43	53	95
B wys. 1,0 m	57	50	55	57	116
A wys. 0,3 m	84	57	57	114	140

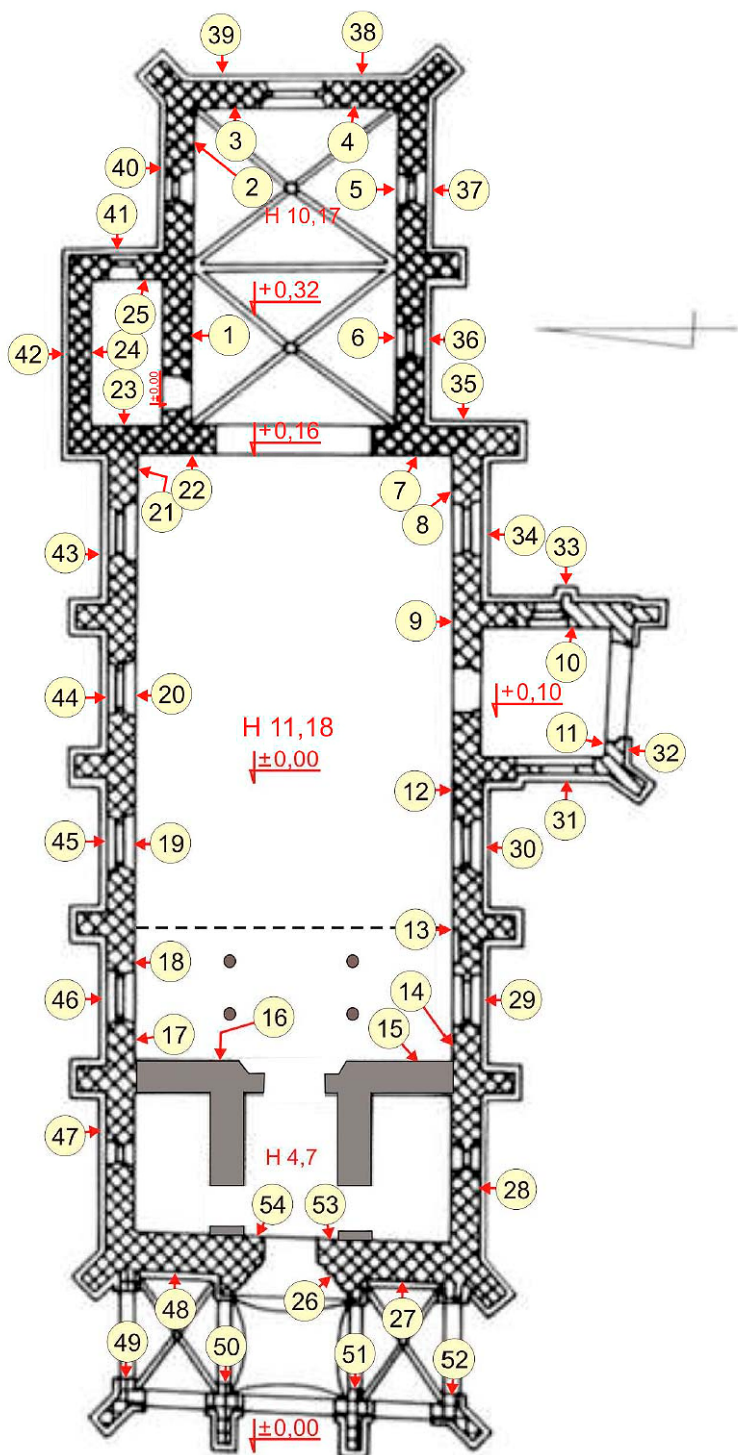
5.7. Ściany nawy zachodnie

5.8. Kruchta (wejście główne od zachodu)

Punkt pomiarowy	Strona południowa 15	Strona północna 16	Strona południowa 53	Strona północna 53
D wys. 2,0 m	64	96	128	140
C wys. 1,5 m	99	89	91	116
B wys. 1,0 m	90	76	114	111
A wys. 0,3 m	133	89	120	116

Tab. 6. Wyniki badań na zewnątrz. Przyrząd GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50

6.1. Prezbiterium od zewnątrz						
Punkt pomiarowy	Ściana północna 40	Ściana wschodnia 39	Ściana wschodnia 38	Ściana południowa 37	Ściana południowa 36	
E wys. 2,5 m	-	77	91	63	-	
D wys. 2,0 m	51	63	54	54	-	
C wys. 1,5 m	60	106	92	80	51	
B wys. 1,0 m	109	95	110	70	56	
A wys. 0,3 m	49	60	55	73	49	
6.2. Ściany nawy wschodnie		6.3. Kruchta (nowa zakrystia)			6.4. Zakrystia stara	
Punkt pomiarowy	Strona południowa 35	Ściana wschodnia 33	Ściana południowa 32	Ściana zachodnia 31	Ściana wschodnia 41	ściana północna 62
E wys. 2,5 m	99	-	108	-	-	-
D wys. 2,0 m	64	132	76	-	52	58
C wys. 1,5 m	101	145	100	43	81	86
B wys. 1,0 m	115	64	142	57	103	92
A wys. 0,3 m	46	94	53	56	49	49
6.5. Ściany nawy południowe od zewnątrz (w kolejności od wschodu)						
Punkt pomiarowy	34	30	29	28		
D wys. 2,0 m	47	52	56	-		
C wys. 1,5 m	117	72	60	51		
B wys. 1,0 m	82	102	71	118		
A wys. 0,3 m	104	107	71	74		
6.6. Ściany nawy północne od zewnątrz (w kolejności od wschodu)						
Punkt pomiarowy	43	44	45	46	47	
E wys. 2,5 m	70	49	51	-	-	
D wys. 2,0 m	102	61	88	60	63	
C wys. 1,5 m	62	80	110	61	64	
B wys. 1,0 m	75	95	103	91	60	
A wys. 0,3 m	123	64	95	64	55	
6.7. Kruchta - ściana zachodnia od zewnątrz						
Punkt pomiarowy	Strona południowa 27	Portal wejściowy 26	Strona północna 48			
D wys. 2,0 m	-	-	140			
C wys. 1,5 m	142	149	134			
B wys. 1,0 m	141	140	150			
A wys. 0,3 m	140	134	143			
6.8. Filary portyku (w kolejności od północy)						
Punkt pomiarowy	49	50	51	52		
E wys. 2,5 m	128	132	88	132		
D wys. 2,0 m	88	98	120	124		
C wys. 1,5 m	122	111	145	100		
B wys. 1,0 m	133	100	124	78		
A wys. 0,3 m	127	124	140	123		



Rys. 1. Rzut poziomy kościoła z zaznaczonymi poziomami odniesienia, grubością murów i miejscami pomiarów

5. Wizualna ocena zasolenia murów obiektu

Uszkodzenia związane z zasoleniem objawiają się jako głucho brzmiący, odspojony tynk wewnątrz nawy i obu zakrystii. Wizualnie nie jest to widoczne, natomiast dolna strefa tynku jest ciemniejsza, co może być związane z przesoleniem tynku i jego zawilgoceniem higroskopijnym. Dowodzą to pomiary przyrządem GANN, które wykrywają strefę zasolenia, pokazując często wyższe wskazania na wyższych poziomach niż niżej.

Na zewnątrz średniowieczne cegły mają nierównomierny stopień zarówno uszkodzeń, jak i wskazań przyrządu GANN — dwie sąsiednie cegły na tym samym poziomie mają często różne wskazania (jedna sucha, druga wilgotna). Wynika to z różnic w sposobie wypalenia.

Największym problemem elewacji jest zalewanie wodą deszczową (fot. 4, 5, 6).



Fot. 3. Przebarwienia tynku w dolnej części ścian nawy



Fot. 4. Widoczna folia kubełkowa wystająca przy murze. Na kamiennym cokole ślady zaciekania wody z miedzianego dachu



Fot. 5. Rura spustowa, z powodu niedrożności podziemnego odprowadzenia, została odprowadzona do dalszej od muru studzienki, która wg relacji osób związanych z kościołem również jest niedrożna i woda opadowa wylewa się na trawnik



Fot. 6. Poważny stopień zużycia i nieszczelności rynien

6. Pomiary wysokości poziomu gruntu w stosunku do wysokości posadzki

Pomiaru poziomów gruntu w stosunku do poziomu nawy kościoła dokonano na podstawie poziomów przy wejściu bocznym i głównym oraz oceny nachylenia terenu. Wyniki są przedstawione na załączonym na rys. 1 szkicu sytuacyjnym. Grunt okalający jest na większości obwodu kościoła na poziomie równym z poziomem jego posadzki.

7. Pomiary parametrów powietrza (temperatura i wilgotność względna) we wnętrzu i na zewnątrz

7.1. Krótki opis przyrządu pomiarowego

Pomiary klimatu, temperatury ściany i punktu rosy wykonywano za pomocą miernika TROTEC T 250. Jest to urządzenie wielofunkcyjne — łączy w sobie termometr, higrometr, pirometr laserowy i miernik punktu rosy. Urządzenie pracuje w trzech trybach i ma różne funkcje pomiarów wszystko to sterowane jest jednym przyciskiem.

W trybie TH urządzenie pracuje jako higrometr i termometr.

W trybie IR urządzenie T 250 używane jest jako pirometr laserowy do pomiaru temperatury powierzchni, gdzie promień lasera wskazuje miejsce pomiaru.

Tryb DP wyświetla jednocześnie punkt rosy i temperaturę powierzchni.

Jeśli temperatura ściany spadnie poniżej punktu rosy, urządzenie T 250 powiadamia o tym za pomocą sygnału laserowego i alarmu dźwiękowego. Funkcja alarmu służy do ostrzegania o wystąpieniu niedopuszczalnych wartości. Wartości graniczne alarmu można skonfigurować według własnych potrzeb.

Dane techniczne T 250:

Zakres pomiaru temperatury powietrza: od -20°C do $+50^{\circ}\text{C}$

Rozdzielczość wskazań temperatury powietrza: $0,1^{\circ}\text{C}$

Zakres pomiaru wilgotności powietrza: 5–95% RH

Rozdzielczość wskazań wilgotności powietrza: $0,1\%$ RH

Zakres pomiaru temperatury powierzchni: od -20°C do $+60^{\circ}\text{C}$

Rozdzielczość wskazań temperatury powierzchni: $0,1^{\circ}\text{C}$.



Fot. 7. Przyrząd TROTEC T 250

7.2. Pomiary warunków klimatycznych w obiekcie i na zewnątrz

Zestawienie pomiarów wykonano na podstawie badań przeprowadzonych jednorazowo, w poniedziałek dn. 2.11.2020 r. o godz. 17:30–18:22. Nie zbierano danych w dłuższym czasie, stąd brak obliczeń dotyczących amplitud dobowych (ΔT , ΔRH). Pogoda na zewnątrz: pochmurno, bezwietrznie, lekkie przelotne opady. Po chłodnym poprzednim tygodniu ociepliło się i temperatura osiągnęła 16°C, przy dużej wilgotności względnej powietrza, co przyniosło w skutkach wzmożenie zagrożenia kondensacją w chłodniejszych, po poprzednim okresie, wnętrzach kościołów. W tygodniu poprzedzającym było początkowo pogodnie, następnie przelotne deszcze przeszły w piątek 30 października i w weekend w opady ciągłe, temperatura w weekend była w zakresie 8–10°C.

W czasie badań nie odbywało się nabożeństwo. Nie wykonywano pomiarów gradientu pionowego (brak nabożeństwa). Jednakże zmierzono parametry klimatu na ambonie i chórze w trakcie pomiarów ogólnych (tab. 7).

Tab. 7. Ogólne warunki klimatyczne wewnątrz i na zewnątrz obiektu. Miernik TROTEC T 250 na wysokości 1 m nad podłożem, w cieniu

Data	Na zewnątrz		Nawa wewnątrz		Zakrystia stara		Zakrystia nowa (kruchta zach.)		Ambona H=2,93 m		Chór H=5,2 m	
	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]
2.11.2020	18:20		17:30		17:57		18:00		18:10		18:05	
Klimat	100,0	15,4	85,5	12,7	87,2	12,9	85,7	13,0	82,6	13,0	83,1	13,0

7.3. Pomiary prawdopodobieństwa kondensacji pary wodnej

Pomiary wykonano bezpośrednio przy ścianach zewnętrznych od strony wewnętrznej w kilku miejscach, na wysokości ok. 30 cm od posadzki, oraz w narożnikach, wg podanego przez zamawiającego w wytycznych, schematu.

Tab. 8. Pomiary prawdopodobieństwa kondensacji pary wodnej. Miernik TROTEC T 250

Miejsce pomiaru (30 cm nad posadzką)	nr punktu pomiarowego wg szkicu	Godzina	RH [%] powietrza	T [°C] powietrza	T [°C] punktu rosy	T [°C] Muru	Grubość Muru w miejscu Pomiaru [cm]	Prawdopodobieństwo kondensacji pary wodnej – różnica od punktu rosy [°C]
Prezbiterium – ściana północna	2	17:40	85,1	12,6	10,1	10,7	119	0,6
Prezbiterium – ściana wschodnia	4	17:41	85,5	12,7	10,3	11,0	119	0,7
Prezbiterium – ściana południowa	6	17:43	85,6	12,8	10,4	11,3	119	0,9
Nawa - ściana południowa pod oknem wschodnim	8	17:44	86,0	12,8	10,5	11,7	118	1,2
Nawa - ściana południowa pod oknem zachodnim	14	17:46	85,6	12,8	10,4	11,6	118	1,2
Nawa – ściana zach. od str. południowej	15	17:48	84,3	12,9	10,3	11,3	118	1,0
Nawa – ściana zach. od str. północnej	16	17:50	83,9	12,9	10,2	11,5	118	1,3
Nawa - ściana północna pod oknem zachodnim	17	17:52	83,1	13,0	10,2	10,7	118	0,5
Nawa - ściana północna pod oknem wschodnim	21	17:53	84,7	13,0	10,5	11,3	118	0,8
Zakrystia – ściana wchodnia	25	17:57	87,4	12,8	10,7	10,7	118	-0,0
Zakrystia – ściana północna	24	17:58	86,5	12,7	10,5	10,5	118	0,0
Zakrystia – ściana zachodnia	23	17:59	86,5	12,8	10,6	11,0	118	0,4
Kruczta południowa (nowa zakrystia) – ściana wchodnia	10	18:00	85,2	13,0	10,5	11,1	70	0,6
Kruczta południowa (nowa zakrystia) – ściana połudn.	11	18:01	85,6	13,0	10,6	11,3	70	0,7
Kruczta zachodnia	53	18:18	100,0	13,1	13,1	10,5	106	-2,6
Portal wejściowy z piaskowca od zewnątrz	26	18:22	100,0	15,3	15,3	11,5	106	-3,8

Wskutek wzrostu temperatury i wilgotności na zewnątrz przy niższej temperaturze wewnątrz kościoła, nastąpiły warunki sprzyjające występowaniu kondensacji. Temperatura ściany poniżej temperatury punktu rosy wystąpiła w obrębie portyku przy wejściu głównym (skroplona woda spływała po portalu i kolumnach) oraz na ścianach starej zakrystii. W pozostałych pomiarach odstęp temperatury ściany od temperatury punktu rosy wynosił ok. 1°C.

8. Pomiary prędkości przepływów powietrza

Pomiary pozwalają ocenić ruch powietrza w obiekcie, także na tle sytuacji na zewnątrz, jego cyrkulację w różnych punktach wnętrza, równomierność rozkładu temperatury, komfort wentylacyjny lub jego brak.

Tab. 9. Pomiary prędkości przepływów powietrza. Urządzenie pomiarowe — termoanemometr CEM DT-8894

Lokalizacja nr 15	Data — 2.11.2020 r.		
	Prędkość przepływu powietrza [m/s]	Temperatura powietrza [°C]	
Pomiar na zewnątrz kościoła			
Przed wejściem do kościoła	0 m/s	15,3°C	
Pomiary we wnętrzu przy drzwiach zamkniętych			
Wysokość punktu pomiarowego	30 cm	100 cm	150 cm
Przed ołtarzem	0	0	0
Na środku nawy głównej	0	0	0
Przy głównych drzwiach wejściowych	0	0	0
Przy drzwiach do kruchty	0	0	0
Przy drzwiach do zakrystii	0	0	0
Przy drzwiach na klatkę schodową empory organowej	0	0	0
Na emporze organowej	0	0	0
Przy drzwiach na poddasze kościoła	-	-	-
Na strychu przy otworze wentylacyjnym w sklepieniu	brak dostępu	brak dostępu	brak dostępu
Pomiary we wnętrzu przy drzwiach otwartych			
Przed ołtarzem	0	0	0
Pośrodku nawy głównej	0	0	0
Przy głównych drzwiach wejściowych	0	0	0
Przy drzwiach do kruchty	0	0	0
Przy drzwiach do zakrystii	0	0	0
Przy drzwiach na klatkę schodową empory organowej	0	0	0
Na emporze organowej	0	0	0
Przy drzwiach na poddasze kościoła	brak dostępu	brak dostępu	brak dostępu
Na strychu w otworze wentylacyjnym w sklepieniu	brak dostępu	brak dostępu	brak dostępu

W kościele i na zewnątrz w dniu badania brak było ruchu powietrza. Ruchom konwekcyjnym nie sprzyjała niższa niż na zewnątrz temperatura w kościele.

9. Spostrzeżenia i wnioski autora pomiarów

9.1. Spostrzeżenia dotyczące zawilgocenia murów obiektu

Pomiary w portyku zmierzyły głównie kondensację na powierzchni zimniejszej niż powietrze w dniu badań ściany. Dochodziło do silnej kondensacji — powierzchnia filarów, portalu i fasady pod dachem portyku pokryta była rosą (tabele 6.7 i 6.8).

Pozostałe pomiary na zewnątrz wykazują z reguły stan suchy bądź lekko wilgotny. Może to wynikać z różnic w technologii wypalenia poszczególnych cegieł. Tabela 6.3 (kruchta południowa, gdzie mieści się nowa zakrystia) pokazuje efekty zalewania elewacji z dziurawych rynien (fot. 6).

Wewnątrz występują miejscowe zawilgocenia na poziomie 30 cm w starej zakrystii oraz na wschodniej ścianie prezbiterium, czy północno-zachodnim narożniku nawy.

Nie ma informacji dotyczącej izolacji pionowej w kościele, dopływ wilgoci podciąganej kapilarnie zależy więc od struktury kamiennego fundamentu i możliwe są takie miejscowe zawilgocenia.

W pomiarach daje się wyróżnić strefa zawilgocenia związanego z zasoleniem tynku. Najbardziej to widać w miejscu nr 14.

Wskazane sprawdzenie miejsc największego zawilgocenia w sposób inwazyjny — metodą wagosuszkową i badaniami zasolenia muru i tynku.

Najistotniejsze prace do wskazania — udrożnienie podziemnych odpływów z rur spustowych, sprawdzenie drożności drenażu (jeśli jest) i remont orynnowania.

9.2. Spostrzeżenia dotyczące klimatu i zagrożenia kondensacją w obiekcie

Wskutek wzrostu temperatury i wilgotności na zewnątrz przy niższej temperaturze wewnątrz kościoła, wystąpiły warunki sprzyjające kondensacji. Temperatura ściany poniżej temperatury punktu rosy wystąpiła w obrębie portyku przy wejściu głównym (skroplona woda spływała po portalu i kolumnach) oraz na ścianach starej zakrystii. W pozostałych pomiarach odstęp temperatury ściany od temperatury punktu rosy był bardzo mały — zaledwie ok. 1°C.

Badania stopnia osuszenia murów obiektu Nr 16



Opracowanie na zlecenie Narodowego Instytutu Dziedzictwa

Październik 2020

1. Cel wykonania dokumentacji

Badanie stopnia osuszenia murów na podstawie standardu określonego przez zamawiającego w załączniku nr 2 do umowy nr NID/U/124/20 z dnia 15.09.2020 r.

2. Krótki opis obiektu

Datowanie:

Świątynia drewniana została konsekrowana w 1501 r. Budowa kościoła murowanego rozpoczęła się ok. 1603 r. W 1616 r. w mieście wybuchł pożar, który spowodował przerwanie budowy. W latach 1623–1635 prace budowlane zostały dokończone. W tym czasie powstała jednonawowa budowla, z trójbocznie zamkniętym prezbiterium oraz dwiema, umieszczonymi symetrycznie kaplicami. W 1836 r. świątynia została odrestaurowana i przebudowana po zniszczeniach z czasów potopu szwedzkiego. W następnych latach techniczny kościół uległ pogorszeniu. Dopiero w pierwszej dekadzie XX w. budowla została gruntownie wyremontowana. W czasie II wojny światowej kościół został zniszczony, odbudowano go w 1948 r.¹

Forma architektoniczna, konstrukcja, rodzaj budulca:

Charakterystyczną cechą kościoła jest istnienie tylko jednej nawy bocznej. Nawa prostokątna, wydłużone prezbiterium równej z nią szerokości zamknięte trójbocznie, z kruchtą i zakrystią od północy. Po obu stronach zachodniej części prezbiterium kaplice:

- od południa pw. św. Barbary (dawniej pw. Bożego Ciała), otwarta ku wnętrzu wysoką, półkoliście zamkniętą arkadą;
- od północy pw. Świętego Krzyża (dawniej Literacka), łącząca się z północną nawą boczną oraz mieszcząca łożę w górnej kondygnacji (pierwotnie biblioteka) przylegającą do łoża ponad kruchtą i zakrystią.

Od zachodu przy nawie kruchta. Wewnątrz, ściany nawy głównej rozdzielone trzema parami pilastrów toskańskich, dźwigających wydatne, profilowane belkowanie pod niezrealizowane sklepienie. Okna w prezbiterium i nawie od południa smukłe, zamknięte półkoliście, od północy ponad belkowaniem skrócone od dołu, w związku z budową nawy bocznej.

Od zachodu chór muzyczny murowany, wsparty na trzech półkoliście zamkniętych arkadach filarowych, z murowaną balustradą ozdobioną płycinami. Arkada tęczy zamknięta półkoliście. W nawie strop z fasetą, w nawie bocznej, ponad chórem i w zakrystii stropy płaskie, a w kaplicach sklepienia kolebkowo-krzyżowe, w kaplicy północnej o dwóch przesłach; w łożach odcinkowe.

W północnej ścianie prezbiterium dwa portale zamknięte odcinkowo, zwieńczone szczytem z kolistą płyciną, otoczoną stiukową girlandą. Łoże otwarte ku prezbiterium trzema przeźrocami zamkniętymi półkoliście, z główkami aniołków w kluczach; otwory ujęte kanelowanymi pilastrami z motywem rozet; balustradki łoża ażurowe z tralkami. Drzwi do zakrystii zapewne z wieku XVIII drewniane, obite blachą, wzmocnione kratownicą.

Elewacja frontowa ożywiona podziałem ramowym (zasłonięta kruchtą w przyziemiu), zwieńczona szczytem ujętym po bokach spływami i filarkami z obeliskowymi sterczynami. Elewacje kaplic od północy i południa zwieńczone pseudoattykami o motywie półkoliście zamkniętych arkadek oraz ślepych wnęk. Dachy dwuspadowe, kryte dachówką i blachą.

Wieżyczka na sygnaturkę podwyższona po 1873 r., ośmioboczna, ażurowa, obita blachą².

Ściany i filary murowane z cegły ceramicznej, fundamenty z kamienia.

Posadzka nawy betonowa, pomalowana powłoką nieprzepuszczalną, w kościele zainstalowane ogrzewanie podłogowe, którego kotłownia znajduje się w krypcie. Posadzka w zakrystii z płytek ceramicznych na poziomie równym z poziomem nawy. Pierwszy stopień prezbiterium wyżej o 13 cm niż nawa, obecnie wykonany jest z betonu pomalowanego farbą olejną. Podwyższenie prezbiterium ma posadzkę wykonaną z płyt marmurowych.

Pod bocznymi ołtarzami, które prawdopodobnie nie były odsuwane w trakcie wykonywania posadzki, widoczna powierzchnia dawnej posadzki ułożona z cegły ceramicznej.

Ściany pomalowane farbą olejną do wysokości 155 cm od posadzki, z wyjątkiem kaplicy św. Barbary i schowka pod chórem. Wejście do krypty przez klapę w podłodze, przy przejściu do zakrystii w prezbiterium.

¹ Datowanie z Wikipedii.

² Opis ze strony: <https://archwwa.pl/parafie/>.

Wymiary, kubatura, grubość murów:

Powierzchnia zabudowy kościoła wynosi 715,6 m², kubatura 8390 m³. Długość budowli to ok. 44 m, szerokość w najszerszym miejscu, wraz z kaplicami, wynosi ok. 23 m³.

Grubość murów zmierzona podczas badań:

Grubość murów prezbiterium, zmierzona w kaplicy św. Barbary: 113 cm.

Pilaster łuku tęczowego: 114 cm.

Grubość muru pomiędzy kruchtą a nawą: 133 cm.

Grubość ściany nawy, od strony północnej, przy wejściu: 136 cm.

Wysokości zmierzono i uwidoczniono na załączonym szkicu (rys. 1).

Otoczenie obiektu (rodzaj nawierzchni, spadki terenu itp.):

Kościół posadowiony na terenie pochyłym, ze spadkiem w kierunku południowo-wschodnim, otoczony opaską żwirową, następnie trawnikiem i brukowanym obejściem. Do wejść dochodzi kostka brukowa. Spadki terenu zaznaczono na załączonym szkicu (rys. 1).

3. Prace w celu osuszania w obiekcie

Tab. 1. Zakres prac w celu osuszenia w obiekcie

Zabieg	Nie	Tak, rok	Zastosowane metody i technologie, krótka charakterystyka rozwiązań
Izolacja pozioma	X		
Izolacja pionowa		2010 2011	Masy izolacyjne firmy Remmers
Wymiana zasolonych tynków (rodzaj założonych)		2011	Tynki WTA Remmers
Reprofilacja gruntu przylegającego	X		
Zabezpieczenie przed wodą odpryskową		2011	Farba silikonowa Remmers SF, Funcosil
Usprawnienie systemu odprowadzania wód opadowych (rynny, rury spustowe)	X		
Zabezpieczenia przed bezpośrednim zalewaniem wodą z opadów — opierzenia, hydrofobizacja itp.			
Zabezpieczenie przed napływem wód gruntowych i rozproszonych (systemy drenarskie)	X	2010	Wykonano drenaż opaskowy
Usprawnienie systemu wentylacji			
Wykonanie/usprawnienie systemu ogrzewania (typ obecnego ogrzewania)		?	Ogrzewanie podłogowe, kotłownia z pompą ciepła znajduje się w krypcie pod zakrystią

Załączniki: Fotokopie dokumentów udostępnionych przez parafię — w formie elektronicznej.

4. Pomiary wilgotności murów obiektu i wysokości strefy zawilgocenia

4.1. Krótki opis przyrządu pomiarowego

Pomiary wykonywano za pomocą przyrządu GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50. Aktywne elektrody B 50 i B 60 to dielektryczny czujnik wilgoci ze zintegrowanym obwodem. Podstawą pomiaru jest metoda pomiaru stałej dielektrycznej. Między kulką-elektrodą i mierzonym materiałem, z którym się styka, jest pole pomiarowe w takiej konfiguracji, na którą ma wpływ gęstość mierzonego materiału budowlanego i jego wilgotność. Jeśli gęstość materiału jest stała, zmiany w polu pojemności można dopasować do zmiany wilgotności mierzonego materiału. Zakres pomiarowy rozciąga się od 0 do 199, tzn. wyświetlane wartości są wartościami względnymi. Wskazują one na rozróżnienie między suchym a wilgotnym materiałem budowlanym. Im wyższa zmierzona wartość, tym wyższa zawartość wilgoci w mierzonym materiale. Wyciąganie wniosków na temat rzeczywistej zawartości wilgoci w procentach względem zmierzonej wartości względnej jest dopuszczalna tylko w przypadku normalnego procesu suszenia, w nieobecności soli, wytwarzającej zawilgocenie higroskopijne. Czynnikiem mającym wpływ na pomiar jest gęstość materiału budowlanego, który ma być mierzony — należy wziąć ją pod uwagę. Wysokie gęstości prowadzą do wyższych wyświetlanych wartości, niezależnie od zawartości wilgoci.



Fot. 1. Przyrząd GANN Hydromette UNI 1.

Tab. 2. Skala pomiarowa dla przyrządu GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50, uwzględniająca gęstość materiału

Gęstość materiału budowlanego w kg/m^3	Wartość na wyświetlaczu przyrządu GANN Hydromette UNI 1 elektroda B 50 lub B 60					
	BARDZO SUCHY	SUCHY	MNIEJ SUCHY	WILGOTNY	BARDZO WILGOTNY	MOKRY
Do 600	10–20	20–40	40–60	60–90	90–110	> 100
600–1200	20–30	30–50	50–70	70–100	100–120	> 120
1200–1800	20–40	40–60	60–80	80–110	110–130	> 130
Ponad 1800	30–50	50–70	70–90	90–120	120–140	> 140

Tab. 3. Zestawienie gęstości wybranych materiałów budowlanych, wg PN-EN ISO 12524:2003, PN-EN ISO 6946:1999 i PN-91/B-02020

L.p.	Grupa materiałowa / materiał	Gęstość w stanie suchym (średnia), kg/m ³
1.	Beton z kruszywa keramzytowego	1600
2.	Mur z betonu komórkowego na cienkowarstwowej zaprawie klejącej lub na zaprawie o przewodności cieplnej porównywalnej do przewodności cieplnej betonu komórkowego	700–800
3.	Beton z żużla paleniskowego	1800
4.	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie cementowo-wapiennej (bez tynku)	1800
5.	Mur z cegły dziurawki na zaprawie cementowo-wapiennej (bez tynku)	1400
6.	Beton zwykły z kruszywa kamiennego	2400
7.	Mur z cegły silikatowej drążonej i bloków drążonych	1600
8.	Mur z cegły klinkierowej	1900
9.	Mur z pustaków ceramicznych M-44	1070
10.	Mur z pustaków Porotherm 8 P+W na zaprawie zwykłej	800
11.	Płyty okładzinowe ceramiczne	2000
12.	Tynk gipsowy	1000–1300
13.	Tynk lub gładź cementowa.	2000
14.	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	1850
15.	Tynk wapienny	1700
16.	Tynk wapienno-piaskowy	1600

Dla potrzeb niniejszego opracowania przyjęto następującą skalę uśrednioną, przedstawioną w tabeli 3, zakładając, że gęstość badanych materiałów jest w zakresie 1200–1800 kg/m³ (tab. 4). Zakresom wartości przypisano odpowiednie kolory tła w tabelach pomiarowych. Wskazania zaokrąglono do całości.

Tab. 4. Przyjęta do oceny zawilgocenia skala pomiarowa przyrządu GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50

Wartość na wyświetlaczu przyrządu GANN Hydromette UNI 1 elektroda B 50 lub B 60				
SUCHY	MNIEJ SUCHY	WILGOTNY	BARDZO WILGOTNY	MOKRY
0–60	60–80	80–110	110–130	> 130

4.2. Wyniki badań zawilgocenia murów wewnątrz i na zewnątrz, wysokość strefy zawilgocenia

Badania przeprowadzono we wtorek 20.10.2020 r. w godzinach 9:30–15:30. Pogoda: zachmurzenie umiarkowane z przewagą słońca, bezwietrznie. W tygodniu poprzedzającym były przelotne deszcze, z reguły pochmurno oraz dość chłodno, w granicach 8–10°C.

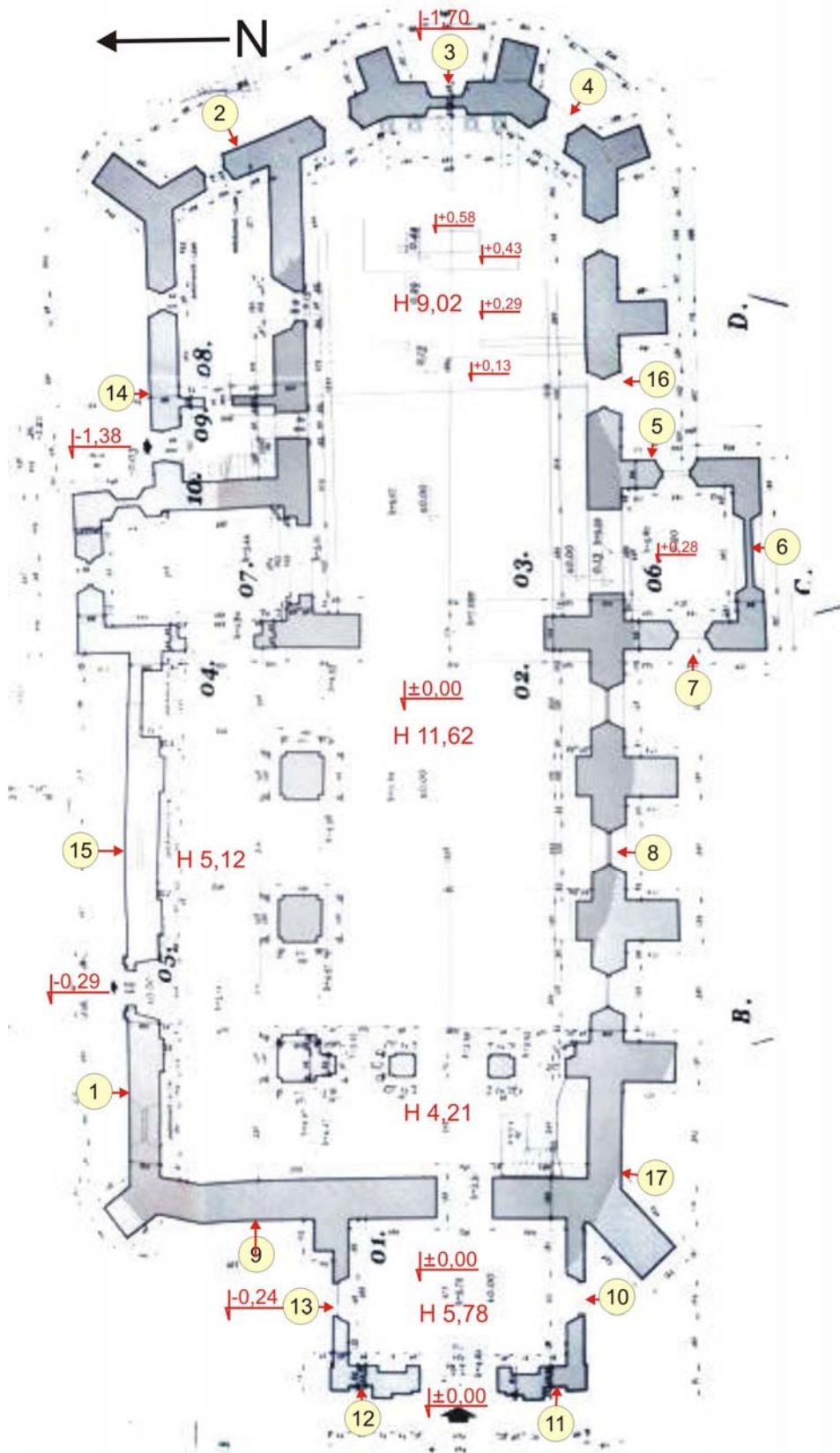
Tab. 5. Wyniki badań wewnątrz. Przyrząd GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50

5.1. Prezbiterium						
Punkt pomiarowy	Ściana północna	Ściana północno-wschodnia	Ściana południowo-wschodnia	Ściana południowa		
C wys. 1,5 m	57	58	64	54		
B wys. 1,0 m	52	43	58	75		
A wys. 0,3 m	53	40	50	75		
5.2. Zakrystia						
Punkt pomiarowy	Ściana Północna	Ściana Wchodnia	Ściana południowa			
C wys. 1,5 m	63	40	42			
B wys. 1,0 m	64	42	44			
A wys. 0,3 m	62	68	53			
5.3. Ściany nawy południowe (prześla licząc od wschodu ku zachodowi)						
Punkt pomiarowy	Ściana I przęsła	Ściana II przęsła	Ściana III przęsła	Schówek pod chórem		
E wys. 2,3 m	-	-	-	53		
D wys. 2,0 m	-	-	-	107		
C wys. 1,5 m	58	60	58	126		
B wys. 1,0 m	73	63	70	102		
A wys. 0,3 m	67	82	62	130		
5.4. Ściany nawy północne (prześla licząc od wschodu ku zachodowi)						
Punkt pomiarowy	Ściana I przęsła	Ściana II przęsła	Ściana III przęsła	Pod chórem		
C wys. 1,5 m	62	66	71	62		
B wys. 1,0 m	107	109	101	101		
A wys. 0,3 m	103	112	127	112		
5.5. Kaplica północna (Świętego Krzyża)			5.6. Kaplica południowa (św. Barbary)			
Punkt pomiarowy	Ściana Wchodnia	Ściana Północna	Ściana Wchodnia	Ściana Południowa	Ściana Zachodnia	
C wys. 1,5 m	83	84	43	60	54	
B wys. 1,0 m	89	82	124	140	44	
A wys. 0,3 m	114	104	120	132	102	
5.7. Ściana przy łuku tęczowym			5.8. Kruchta			
Punkt pomiarowy	strona północna	strona południowa	Ściana południowa	Ściana zachodnia Od strony pd	Ściana zachodnia Od strony pn	Ściana północna
C wys. 1,5 m	82	43	46	51	44	76
B wys. 1,0 m	73	123	70	47	53	69
A wys. 0,3 m	82	92	98	125	102	120

5.9. Filary od strony północnej (licząc od wschodu ku zachodowi)					
Punkt pomiarowy	Filar 1	Filar 2	Filar 3	Filar pod chórem pn.	Filar pod chórem pd.
D wys. 2,0 m	-	-	63	-	-
C wys. 1,5 m	50	52	100	39	42
B wys. 1,0 m	116	83	124	42	40
A wys. 0,3 m	123	136	99	55	81
5.10. Ściany nawy zachodnie					
Punkt pomiarowy	Schówek pod chórem pd	ściana pośrodku przy wejściu	Ściana od strony północnej		
E wys. 2,3 m	59	63	-		
D wys. 2,0 m	113	82	71		
C wys. 1,5 m	120	112	88		

Tab. 6. Wyniki badań na zewnątrz. Przyrząd GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50

6.1. Prezbiterium od strony zewnętrznej					
Punkt pomiarowy	Ściana półn.-wsch. 2	Ściana wschodnia – przypora 3	Ściana połudn.-wsch. 4	Ściana południowa 16	
C wys. 1,5 m	56	66	70	52	
B wys. 1,0 m	48	90	52	48	
A wys. 0,3 m	46	96	49	41	
6.2. Kaplica p.w. św. Barbary (południowa) od zewn.				6.3. Zakrystia od zewn.	
Punkt pomiarowy	Ściana wschodnia 5	Ściana południowa 6	Ściana zachodnia 7	Ściana Północna 14	
C wys. 1,5 m	77	59	70	76	
B wys. 1,0 m	50	70	50	63	
A wys. 0,3 m	65	48	62	51	
6.4. Ściany nawy południowe od zewnątrz				6.5. Ściany nawy północne	
Punkt pomiarowy	II przęsło 8	Przypora	III przęsło 17	II przęsło 15	III przęsło 1
C wys. 1,5 m	54	109	80	51	53
B wys. 1,0 m	50	103	73	47	52
A wys. 0,3 m	63	70	56	50	61
6.6. Ściany nawy zachodnie		6.7. Ściany kruchty od zewnątrz			
Punkt pomiarowy	9	Ściana południowa 10	Ściana zachodnia 11	Ściana zachodnia 12	Ściana Północna 13
C wys. 1,5 m	61	42	43	41	48
B wys. 1,0 m	68	44	42	41	45
A wys. 0,3 m	50	43	44	49	49



Rys. 1. Rzut poziomy kościoła z zaznaczonymi poziomami odniesienia, grubością murów i miejscami pomiarów zewnętrznych

5. Wizualna ocena zasolenia murów obiektu

Uszkodzenia związane z zasoleniem objawiają się głównie wewnątrz nawy na ścianie zachodniej i w kruchcie oraz w kaplicy św. Barbary (zdjęcia poniżej). Tynk na elewacji nie ma większych uszkodzeń, oprócz obszaru między przyporami w II przęśle nawy południowej.



Fot. 2. Ściany kaplicy św. Barbary są pomalowane żółtą powłoką monochromatyczną, która zmarszczyła się, odsłaniając dawną malaturę. Widoczne są ślady odkrywek konserwatorskich. Te ślady po obu stronach ołtarza w kaplicy



Fot. 3. Uszkodzenia powierzchni ścian w kruchcie



Fot. 4. Uszkodzenia tynku w kruchcie



Fot. 5. Wysolenia na ścianach w krypcie



Fot. 6. Zacieki na górnej powierzchni cokołu

6. Pomiary wysokości poziomu gruntu w stosunku do wysokości posadzki

Pomiaru poziomów gruntu w stosunku do poziomu nawy kościoła dokonano na podstawie poziomów przy wejściu bocznym i głównym oraz oceny nachylenia terenu i poziomów względem cokołu kościoła. Wyniki są przedstawione na załączonym na rys. 1 szkicu sytuacyjnym. Grunt okalający jest na całości obwodu kościoła na poziomie niższym od poziomu posadzki wewnątrz.

7. Pomiary parametrów powietrza (temperatura i wilgotność względna) we wnętrzu i na zewnątrz

7.1. Krótki opis przyrządu pomiarowego

Pomiary klimatu, temperatury ściany i punktu rosy wykonywano za pomocą miernika TROTEC T 250. Jest to urządzenie wielofunkcyjne — łączy w sobie termometr, higrometr, pirometr laserowy i miernik punktu rosy. Urządzenie pracuje w trzech trybach i ma różne funkcje pomiarów wszystko to sterowane jest jednym przyciskiem.

W trybie TH urządzenie pracuje jako higrometr i termometr.

W trybie IR urządzenie T 250 używane jest jako pirometr laserowy do mierzenia temperatury powierzchni, gdzie promień lasera wskazuje miejsce pomiaru.

Tryb DP wyświetla jednocześnie punkt rosy i temperaturę powierzchni.

Jeśli temperatura ściany spadnie poniżej punktu rosy, urządzenie T 250 powiadamia o tym za pomocą sygnału laserowego i alarmu dźwiękowego. Funkcja alarmu służy do ostrzegania o wystąpieniu niedopuszczalnych wartości. Wartości graniczne alarmu można skonfigurować według własnych potrzeb.

Dane techniczne T 250:

Zakres pomiaru temperatury powietrza: od -20°C do $+50^{\circ}\text{C}$

Rozdzielczość wskazań temperatury powietrza: $0,1^{\circ}\text{C}$

Zakres pomiaru wilgotności powietrza: 5–95% RH

Rozdzielczość wskazań wilgotności powietrza: $0,1\%$ RH

Zakres pomiaru temperatury powierzchni: od -20°C do $+60^{\circ}\text{C}$

Rozdzielczość wskazań temperatury powierzchni: $0,1^{\circ}\text{C}$.



Fot. 7. Przyrząd TROTEC T 250

7.2. Pomiary warunków klimatycznych w obiekcie i na zewnątrz

Zestawienie pomiarów wykonano na podstawie badań przeprowadzonych jednorazowo, we wtorek dn. 20.10.2020 r. o godz. 12:50–15:16. Nie zbierano danych w dłuższym czasie, stąd brak obliczeń dotyczących amplitud dobowych (ΔT , ΔRH). Pogoda na zewnątrz: zachmurzenie umiarkowane z przewagą słońca, bezwietrznie. W tygodniu poprzedzającym były przelotne deszcze, z reguły pochmurno oraz dość chłodno, w granicach 8–10°C.

W czasie badań nie odbywało się nabożeństwo. Nie wykonywano pomiarów gradientu pionowego (brak nabożeństwa). Jednakże zmierzono parametry klimatu na ambonie i chórze w trakcie pomiarów ogólnych (tab. 7).

Tab. 7. Ogólne warunki klimatyczne wewnątrz i na zewnątrz obiektu. Miernik TROTEC T 250 na wysokości 1 m nad podłożem, w cieniu

Data	Na zewnątrz		Nawa wewnątrz		Zakrystia		Prezbiterium	
	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]
20.10.2020	15:16		12:52		14:49		14:15	
Klimat	63,0	12,3	61,5	14,8	62,0	15,2	62,7	14,6

Data	Kruchta		Krypta		Nawa pod chórem		Chór H=5,8 m		Ambona H=3,02 m	
	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]
20.10.2020	14:28		14:54		14:36		14:40		14:46	
Klimat	63,8	14,5	65,4	14,3	62,0	15,0	61,6	15,0	61,2	15,0

7.3. Pomiary prawdopodobieństwa kondensacji pary wodnej

Pomiary wykonano bezpośrednio przy ścianach zewnętrznych od strony wewnętrznej w kilku miejscach, na wysokości ok. 30 cm od posadzki, oraz w narożnikach, wg podanego przez zamawiającego w wytycznych schematu.

Tab. 8. Pomiary prawdopodobieństwa kondensacji pary wodnej. Miernik TROTEC T 250

Miejsce pomiaru (30 cm nad posadzką)	Godzina	RH [%] powietrza	T [°C] powietrza	T [°C] punktu rosy	T [°C] Muru	Grubość Muru w miejscu Pomiaru [cm]	Prawdopodo- bieństwo kondensacji pary wodnej – różnica od punktu rosy [°C]
Prezbiterium – ściana północna – nawa boczna	14:13	64,5	14,0	7,4	11,4	113	4,0
Prezbiterium – ściana północno-wschodnia	14:16	63,1	14,6	7,6	12,7	113	5,1
Prezbiterium – ściana południowa	14:17	63,1	14,5	7,5	12,4	113	4,9
Nawa - ściana południowa pod oknem wschodnim	14:18	61,5	14,8	7,4	14,3	136	6,9
Nawa - ściana południowa pod oknem zachodnim (schowek)	14:20	67,4	14,2	8,2	13,2	136	5,0
Kruchta – ściana południowa	14:29	65,0	14,3	7,8	11,9	80	4,1
Kruchta – ściana zachodnia	14:30	66,0	14,2	7,9	10,7	80	2,8
Kruchta – ściana północna	14:31	64,9	14,0	7,4	12,5	80	5,1
Nawa - ściana północna pod oknem zachodnim	14:21	62,8	15,1	8,0	14,1	136	6,1
Nawa - ściana północna pod oknem wschodnim	14:22	61,2	15,0	7,5	12,7	136	5,2
Zakrystia – ściana wchodnia	14:50	62,4	15,3	8,1	13,3	99	5,2
Zakrystia – ściana północna	14:51	62,0	15,3	8,0	13,3	99	5,3
Kaplica św. Barbary – ściana wchodnia	14:05	64,0	14,2	7,4	12,6	94	5,2
Kaplica św. Barbary – ściana południowa	14:06	63,4	14,4	7,5	12,2	94	4,7
Kaplica św. Barbary – ściana zachodnia	14:07	63,0	14,3	7,3	12,5	94	5,2
Krypta pod zakrystią	14:54	66,4	14,3	8,1	12,0	?	3,9

8. Pomiary prędkości przepływów powietrza

Pomiary pozwalają ocenić ruch powietrza w obiekcie, także na tle sytuacji na zewnątrz, jego cyrkulację w różnych punktach wnętrza, równomierność rozkładu temperatury, komfort wentylacyjny lub jego brak.

Tab. 9. Pomiary prędkości przepływów powietrza. Urządzenie pomiarowe — termoanemometr CEM DT-8894

Lokalizacja nr 16	Data — 20.10.2020 r.		
	Prędkość przepływu powietrza [m/s]	Temperatura powietrza [°C]	
Pomiar na zewnątrz kościoła			
Przed wejściem do kościoła	0,5 m/s	12,3°C	
Pomiary we wnętrzu przy drzwiach zamkniętych			
Wysokość punktu pomiarowego	30 cm	100 cm	150 cm
Przed ołtarzem	0	0	0
Na środku nawy głównej	0	0	0
Przy głównych drzwiach wejściowych	0	0	0
Przy drzwiach do kruchty	0	0	0
Przy drzwiach do zakrystii	0	0	0
Przy drzwiach na klatkę schodową empory organowej	0	0	0
Na emporze organowej	0	0	0
Przy drzwiach na poddasze kościoła	brak dostępu	brak dostępu	brak dostępu
Na strychu przy otworze wentylacyjnym w sklepieniu	brak dostępu	brak dostępu	brak dostępu
Pomiary we wnętrzu przy drzwiach otwartych			
Przed ołtarzem	0	0	0
Pośrodku nawy głównej	0	0	0
Przy głównych drzwiach wejściowych	zamknięte	zamknięte	zamknięte
Przy drzwiach do kruchty przy zakrystii	0,5	0,5	0
Przy drzwiach do zakrystii	0	0	0
Przy drzwiach na klatkę schodową empory organowej	0	0	0
Na emporze organowej	0	0	0
Przy drzwiach na poddasze kościoła	brak dostępu	brak dostępu	brak dostępu
Na strychu w otworze wentylacyjnym w sklepieniu	brak dostępu	brak dostępu	brak dostępu

W trakcie badań drzwi główne były zamknięte. Proboszcz udostępnił badającemu klucze tylko do północnej kruchty przy zakrystii. Pokrywy ponad żyrandolami w otworach sufitowych otwarte.

9. Spostrzeżenia i wnioski autora opracowania

9.1. Spostrzeżenia dotyczące zawilgocenia murów obiektu

Pomiary na zewnątrz kościoła wskazują na stan suchy elewacji. Brak tam uszkodzeń tynku. Lekkie zawilgocenie wykryto na przyporach, związane ze zwilżaniem przez opady ich ukośnych powierzchni. Od renowacji tynku minęło dziewięć lat, więc jest on w dobrym stanie.

Wewnątrz zawilgocenia są nierównomierne. Wskazania przyrządu GANN mogą też pokazywać zawilgocenie higroskopijne zasolonego tynku, jak w przypadku kruchty i kaplicy św. Barbary. Ściana południowa tej kaplicy, ściany zachodnia i północna nawy, filary i kruchta zachodnia powinny być sprawdzone inwazyjnymi badaniami zasolenia i zawilgocenia. Niewątpliwie zawilgocone są ściany w krypcie, również jej ściana wewnętrzna (fot. 5).

9.2. Spostrzeżenia dotyczące klimatu i zagrożenia kondensacją w obiekcie

W kościele brak zapachu stęchlizny. Wewnątrz kościoła była temperatura o 3°C wyższa niż na zewnątrz, a wilgotność względna powietrza nie przekraczała 65%. Stąd większość ścian miała temperaturę o 5°C wyższą niż temperatura punktu rosy, co oznacza, że nawet nie ma warunków do wzrostu mikroorganizmów na kurzu pokrywającym ściany. Najgorsze parametry miała ściana w kruchcie od strony zachodniej oraz ściany w krypcie, gdzie wyraźnie widać, że są one zawilgocone.

Badania stopnia osuszenia murów obiektu

Nr 17



Opracowanie na zlecenie Narodowego Instytutu Dziedzictwa

Listopad 2020

1. Cel wykonania dokumentacji

Badanie stopnia osuszenia murów na podstawie standardu określonego przez zamawiającego w załączniku nr 2 do umowy nr NID/U/124/20 z dnia 15.09.2020 r.

2. Krótki opis obiektu

Datowanie:

Kościół wzniesiono w trzeciej ćwierci XIII w. w stylu gotyckim. Przeszedł renesansową przebudowę w drugiej ćwierci XVI w. W 1846 r. poddano go modernizacji. Remontowany w latach 1962–1963, 1976 i 2014.

Forma architektoniczna, konstrukcja, rodzaj budulca:

Świątynia jednonawowa, oskarpowana, z trójpłaszczywnym korpusem sklepionym sieciowo i prostokątnym prezbiterium od wschodu, krytym dwoma przeszłami sklepienia krzyżowo-żebrowego na wielobocznych wspornikach. Od zachodu do nawy przylega oskarpowana wieża na planie prostokąta, ze sklepionym kolebkowo przyziemiem, zwieńczona renesansową attyką i iglicą, na której wiatrowskaz. Do prezbiterium od północy dostawiona dwukondygnacyjna dobudówka; w niej: w przyziemiu zakrystia przesklepiona kolebką, powyżej sala sklepiena krzyżowo-żebrowo. Do nawy od południa dostawiona barokowa kruchta ze szczytem o wolutowych spływach. Dachy dwuspadowe, kryte dachówką ceramiczną. Na poddaszu kościoła strzelnice klinowe.

Ostry łuk tęczyowy. Południowy portal do nawy z drugiej połowy XIII w., kamienny, uskokowy, z kolumnkami i ostrołuczną arkadą, z formą trójliścia w tympanonie. Południowy portal do prezbiterium kamienny, ostrołuczny, szafowany.

Na wyposażenie kościoła składają się: barokowe ołtarze, późnorenesansowa ambona i późnobarokowa chrzcielnica¹.

Mury kościoła z kamienia, widoczne granity i piaskowce. Posadzki w nawie i zakrystiach z płyt kamiennych. Chór drewniany, dwupiętrowy, podparty czterema drewnianymi słupami.

Wymiary, kubatura, grubość murów:

Szacunkowa powierzchnia zabudowy kościoła to ok. 480 m². Długość budowli to ok. 36 m, szerokość w najszerszym miejscu, wraz z kruchtą od strony południowej, wynosi ok. 19 m². Grubość murów zmierzona podczas badań waha się od 150 cm do 200 cm. Wysokości i wymiary zmierzono i uwidoczniono na załączonym odręcznym szkicu (rys. 1).

Otoczenie obiektu (rodzaj nawierzchni, spadki terenu itp.):

Kościół znajduje się w centralnej części wsi, na wyniesieniu terenu opadającym na południe, na stoku pagórka, którego szczyt znajduje się na północny wschód od prezbiterium. Teren bezpośrednio przylegający do kościoła wznosi się z zachodu na wschód. Kościół otoczony jest nieużytkowanym cmentarzem, ogrodzonym kamiennym murem. Do elewacji kościoła przylega opaska żwirowa, odgradzona od trawnika betonowym krawężnikiem. Do wejść (od południa) dochodzi kostka brukowa, reszta obejścia wyłożona nieregularnymi płytami kamiennymi różnych rozmiarów.

1 Datowanie i opis ze strony Zabytek.pl (<https://zabytek.pl/pl/obiekty/>).

2 Dane przybliżone (z Geoportalu).

3. Prace w celu osuszania w obiekcie

Niestety nie udało się dotrzeć do dokumentacji, poniższe informacje na podstawie ustnej relacji proboszcza.

Tab. 1. Zakres prac w celu osuszenia w obiekcie

Zabieg	Nie	Tak, rok	Zastosowane metody i technologie, krótka charakterystyka rozwiązań
Izolacja pozioma	X		
Izolacja pionowa		?	
Wymiana zasolonych tynków (rodzaj założonych)		2011–2012	Demontaż boazerii, która była do wysokości ok. półtora metra (boazeria na ścianach bocznych nawy i w przedścionku), roboty tynkarskie wewnątrz
Wymiana zasolonych tynków (rodzaj założonych)		2014	Odnawianie i tynkowanie elewacji
Reprofilacja gruntu przylegającego	X		
Zabezpieczenie przed wodą odpryskową		2010, 2014	Opaska żwirowa (2010), tynk i farba hydrofobowa 2014
Usprawnienie systemu odprowadzania wód opadowych (rynny, rury spustowe)		?	Rynny i rury wyglądają na wymienione
Zabezpieczenia przed bezpośrednim zalewaniem wodą z opadów — opierzenia, hydrofobizacja itp.		2014	Widoczna obróbka blacharska elementów wystających, która musiała być montowana jednocześnie z wymianą tynku
Zabezpieczenie przed napływem wód gruntowych i rozproszonych (systemy drenarskie)		2010	Wykonanie opaski żwirowej i drenażu
Usprawnienie systemu wentylacji		?	We wschodniej ścianie prezbiterium są dwa otwory prostokątne zakryte kratą, służące do wentylacji. Odpowiadają im po stronie wewnętrznej dwa otwory w posadzce prezbiterium
Wykonanie/usprawnienie systemu ogrzewania (typ obecnego ogrzewania)	X		W zakrystii i prezbiterium są piece elektryczne akumulacyjne, podczas badań nie były włączone

4. Pomiary wilgotności murów obiektu i wysokości strefy zawilgocenia

4.1. Krótki opis przyrządu pomiarowego

Pomiary wykonywano za pomocą przyrządu GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50. Aktywne elektrody B 50 i B 60 to dielektryczny czujnik wilgoci ze zintegrowanym obwodem. Podstawą pomiaru jest metoda pomiaru stałej dielektrycznej. Między kulką-elektrodą i mierzonym materiałem, z którym się styka, jest pole pomiarowe w takiej konfiguracji, na którą ma wpływ gęstość mierzonego materiału budowlanego i jego wilgotność. Jeśli gęstość materiału jest stała, zmiany w polu pojemności można dopasować do zmiany wilgotności mierzonego materiału. Zakres pomiarowy rozciąga się od 0 do 199, tzn. wyświetlane wartości są wartościami względnymi. Wskazują one na rozróżnienie między suchym a wilgotnym materiałem budowlanym. Im wyższa zmierzona wartość, tym wyższa zawartość wilgoci w mierzonym materiale. Wyciąganie wniosków na temat rzeczywistej zawartości wilgoci w procentach względem zmierzonej wartości względnej jest dopuszczalna tylko w przypadku normalnego procesu suszenia, w nieobecności soli, wytwarzającej zawilgocenie higroskopijne. Czynnikiem mającym wpływ na pomiar jest gęstość materiału budowlanego, który ma być mierzony – należy wziąć ją pod uwagę. Wysokie gęstości prowadzą do wyższych wyświetlanych wartości, niezależnie od zawartości wilgoci.



Fot. 1. Przyrząd GANN Hydromette UNI 1.

Tab. 2. Skala pomiarowa dla przyrządu GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50, uwzględniająca gęstość materiału

Gęstość materiału budowlanego w kg/m^3	Wartość na wyświetlaczu przyrządu GANN Hydromette UNI 1 elektroda B 50 lub B 60					
	BARDZO SUCHY	SUCHY	MNIEJ SUCHY	WILGOTNY	BARDZO WILGOTNY	MOKRY
Do 600	10–20	20–40	40–60	60–90	90–110	> 100
600–1200	20–30	30–50	50–70	70–100	100–120	> 120
1200–1800	20–40	40–60	60–80	80–110	110–130	> 130
Ponad 1800	30–50	50–70	70–90	90–120	120–140	> 140

Tab. 3. Zestawienie gęstości wybranych materiałów budowlanych, wg PN-EN ISO 12524:2003, PN-EN ISO 6946:1999 i PN-91/B-02020

L.p.	Grupa materiałowa / materiał	Gęstość w stanie suchym (średnia), kg/m ³
1.	Beton z kruszywa keramzytowego	1600
2.	Mur z betonu komórkowego na cienkowarstwowej zaprawie klejącej lub na zaprawie o przewodności cieplnej porównywalnej do przewodności cieplnej betonu komórkowego	700–800
3.	Beton z żużla paleniskowego	1800
4.	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie cementowo-wapiennej (bez tynku)	1800
5.	Mur z cegły dziurawki na zaprawie cementowo-wapiennej (bez tynku)	1400
6.	Beton zwykły z kruszywa kamiennego	2400
7.	Mur z cegły silikatowej drążonej i bloków drążonych	1600
8.	Mur z cegły klinkierowej	1900
9.	Mur z pustaków ceramicznych M-44	1070
10.	Mur z pustaków Porotherm 8 P+W na zaprawie zwykłej	800
11.	Płyty okładzinowe ceramiczne	2000
12.	Tynk gipsowy	1000–1300
13.	Tynk lub gładź cementowa.	2000
14.	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	1850
15.	Tynk wapienny	1700
16.	Tynk wapienno-piaskowy	1600

Dla potrzeb niniejszego opracowania przyjęto następującą skalę uśrednioną, przedstawioną w tabeli 3, zakładając, że gęstość badanych materiałów jest w zakresie 1200–1800 kg/m³ (tab. 4). Zakresom wartości przypisano odpowiednie kolory tła w tabelach pomiarowych. Wskazania zaokrąglono do całości.

Tab. 4. Przyjęta do oceny zawilgocenia skala pomiarowa przyrządu GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50.

Wartość na wyświetlaczu przyrządu GANN Hydromette UNI 1 elektroda B 50 lub B 60				
SUCHY	MNIEJ SUCHY	WILGOTNY	BARDZO WILGOTNY	MOKRY
0–60	60–80	80–110	110–130	> 130

4.2. Wyniki badań zawilgocenia murów wewnątrz i na zewnątrz, wysokość strefy zawilgocenia

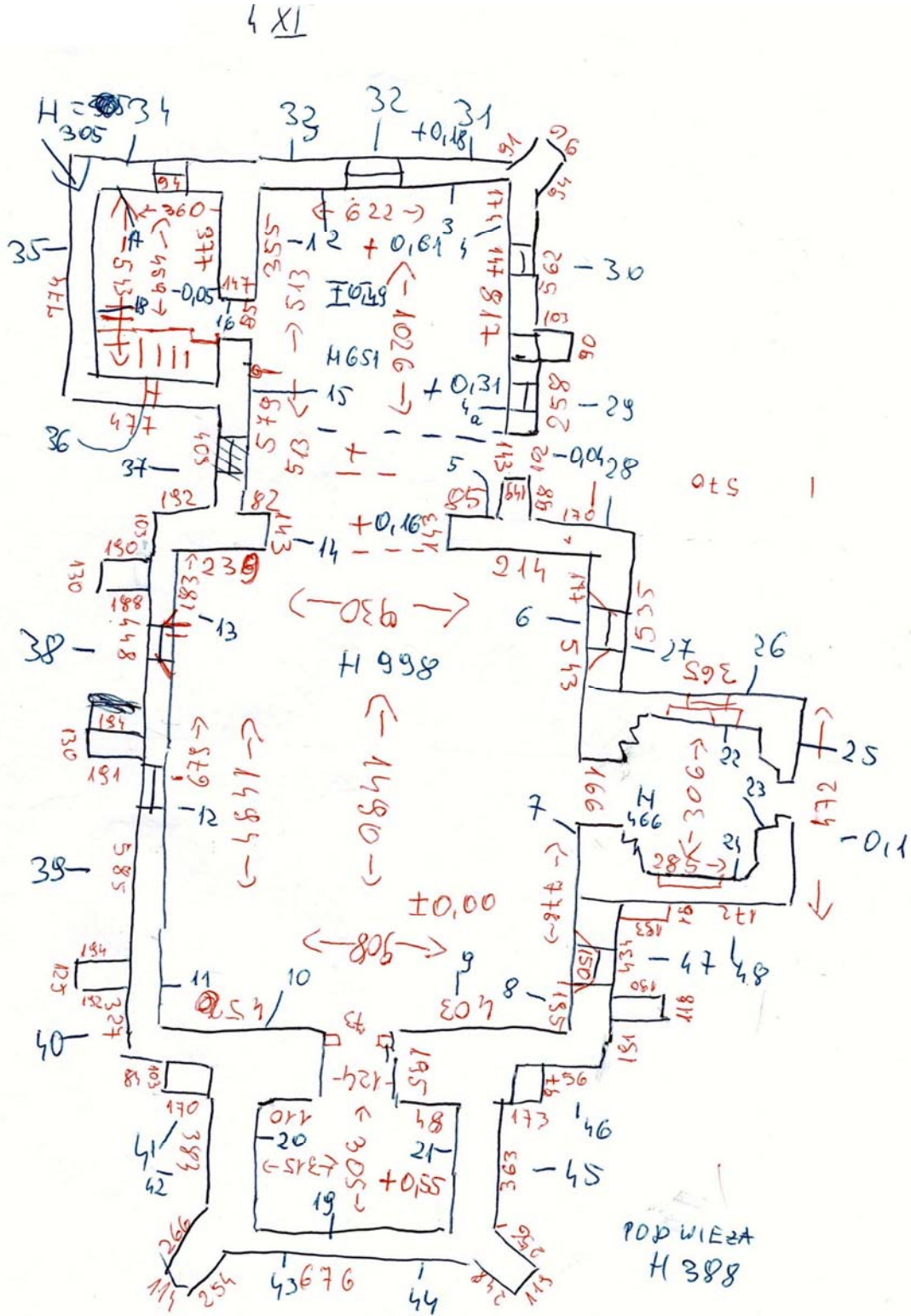
Badania przeprowadzono w środę 4.11.2020 r. w godzinach 10:00–14:00. Pogoda na zewnątrz: słonecznie, zachmurzenie wysokie 60%, altocumulus, wiatr 2–4 m/s. Po ociepleniu na początku tygodnia, gdy ociepliło się i temperatura osiągnęła 16°C, w nocy przeszedł bezdeszczowy front chłodny i ochłodziło się do 10,5°C.

Tab. 5. Wyniki badań wewnątrz. Przyrząd GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50

5.1. Prezbiterium						
Punkt pomiarowy	Ściana północna 15	Ściana północna 1	Ściana wschodnia 2	Ściana wschodnia 3	Ściana południowa 4	Ściana południowa 4a
D wys. 2,0 m	63	68	59	59	60	70
C wys. 1,5 m	58	102	99	57	65	132
B wys. 1,0 m	115	132	112	121	134	66
A wys. 0,3 m	134	125	118	136	134	121
5.2. Ściany nawy wschodnie (luk tęczy)						
Punkt pomiarowy	Strona północna 14	Strona południowa 5				
D wys. 2,0 m	76	139				
C wys. 1,5 m	79	110				
B wys. 1,0 m	77	100				
A wys. 0,3 m	75	138				
5.3. Ściany nawy południowe (w kolejności od wschodu)						
Punkt pomiarowy	6	7	8			
E wys. 2,5 m	-	122	128			
D wys. 2,0 m	-	135	132			
C wys. 1,5 m	51	73	106			
B wys. 1,0 m	73	53	139			
A wys. 0,3 m	101	100	142			
5.4. Kruchta - wejście południowe			5.5. Zakrystia			
Punkt pomiarowy	Ściana wschodnia 22	Ściana południowa 23	Ściana zachodnia 24	ściana północna 18	Ściana wschodnia 17	Ościeże wejścia z prezbiterium 16
D wys. 2,0 m	52	139	110	59	98	71
C wys. 1,5 m	115	110	62	106	104	116
B wys. 1,0 m	63	93	126	114	124	68
A wys. 0,3 m	144	128	72	128	140	113
5.6. Ściany nawy północne (w kolejności od wschodu)						
Punkt pomiarowy	13	12	11			
D wys. 2,0 m	59	49	113			
C wys. 1,5 m	85	104	114			
B wys. 1,0 m	122	136	130			
A wys. 0,3 m	108	130	103			
5.7. Ściany nawy zachodnie			5.8. Kruchta pod więź			
Punkt pomiarowy	Strona południowa 9	Strona północna 10	Ściana południowa 21	Ściana zachodnia 19	Ściana północna 20	
D wys. 2,0 m	129	58	nie dostępne	125	129	
C wys. 1,5 m	93	125		134	133	
B wys. 1,0 m	90	120		137	143	
A wys. 0,3 m	139	130		144	142	

Tab. 6. Wyniki badań na zewnątrz. Przyrząd GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50

6.1. Prezbiterium od zewnątrz						
Punkt pomiarowy	Ściana wschodnia 33	Ściana wschodnia 32	Ściana wschodnia 31	Ściana południowa 30	Ściana południowa 29	ściana północna 37
D wys. 2,0 m	54	50	52	43	-	116
C wys. 1,5 m	103	110	94	83	53	91
B wys. 1,0 m	86	125	103	93	52	50
A wys. 0,3 m	97	110	132	78	92	128
6.2. Ściany nawy wschodnie		6.3. Kruchta od południowej strony				
Punkt pomiarowy	Strona południowa 28	Ściana wschodnia 26	Ściana południowa 25	Ściana zachodnia 48		
D wys. 2,0 m	64	66	67	68		
C wys. 1,5 m	65	47	93	92		
B wys. 1,0 m	60	42	115	67		
A wys. 0,3 m	85	133	95	114		
6.4. Ściany nawy południowe w kolejności od wschodu)				6.5. Zakrycia		
Punkt pomiarowy	27	47		Ściana wschodnia 34	ściana północna 35	Ściana zachodnia 36
D wys. 2,0 m	52	54		54	57	42
C wys. 1,5 m	45	99		66	93	64
B wys. 1,0 m	80	108		115	115	70
A wys. 0,3 m	144	96		120	105	88
6.6. Ściany nawy północne w kolejności od wschodu)				6.7. Ściany nawy zachodnie		
Punkt pomiarowy	38	39	40	Strona południowa 46	Strona północna 41	
D wys. 2,0 m	45	62	67	79	52	
C wys. 1,5 m	70	49	79	138	69	
B wys. 1,0 m	69	69	118	102	77	
A wys. 0,3 m	92	87	88	89	77	
6.7. Kruchta pod wieżą od zewnątrz						
Punkt pomiarowy	Strona południowa 45	Strona zachodnia 44	Strona zachodnia 43	Strona północna 42		
E wys. 2,5 m	50	95	83	56		
D wys. 2,0 m	110	109	118			
C wys. 1,5 m	145	102	100	64		
B wys. 1,0 m	138	69	118	99		
A wys. 0,3 m	60	104	88	69		



Rys. 1. Szkic kościoła z zaznaczonymi poziomami odniesienia, wysokościami, wymiarami i miejscami pomiarów

5. Wizualna ocena zasolenia murów obiektu

Na zewnątrz brak wyraźniejszych uszkodzeń tynku, z wyjątkiem śladów porostania glonów, przedstawionych na zdjęciach numer 6 i 7. Wewnątrz kościoła na ścianach nawy widoczne ślady uszkodzeń tynków oraz porostania mykoorganizmów, przedstawione na zdjęciach poniżej.



Fot. 2. Przebarwienia tynku w dolnej części ścian nawy.



Fot. 3. Uszkodzenia i mykoorganizmy na powierzchni tynku w nawie.



Fot. 4. Uszkodzenia i mykoorganizmy na powierzchni tynku w nawie.



Fot. 5. Mykoorganizmy na ścianie w kruchcie.



Fot. 6. Glony rosnące na ścianie wzdłuż obróbki blacharskiej.



Fot. 7. Glony rosnące w kącie pomiędzy elewacją a przyporą. Skutek zalewania tego miejsca z krawędzi zadaszenia przypory.

6. Pomiary wysokości poziomu gruntu w stosunku do wysokości posadzki

Pomiaru poziomów gruntu w stosunku do poziomu nawy kościoła dokonano na podstawie poziomów przy wejściu bocznym i głównym oraz oceny nachylenia terenu. Wyniki są przedstawione na załączonym na rys. 1 szkicu sytuacyjnym. Grunt okalający jest na większości obwodu kościoła na poziomie niższym od poziomu jego posadzki.

7. Pomiary parametrów powietrza (temperatura i wilgotność względna) we wnętrzu i na zewnątrz

7.1. Krótki opis przyrządu pomiarowego

Pomiary klimatu, temperatury ściany i punktu rosy wykonywano za pomocą miernika TROTEC T 250. Jest to urządzenie wielofunkcyjne — łączy w sobie termometr, higrometr, pirometr laserowy i miernik punktu rosy. Urządzenie pracuje w trzech trybach i ma różne funkcje pomiarów, wszystko to sterowane jest jednym przyciskiem.

W trybie TH urządzenie pracuje jako higrometr i termometr.

W trybie IR urządzenie T 250 używany jako pirometr laserowy do mierzenia temperatury powierzchni, gdzie promień lasera wskazuje miejsce pomiaru.

Tryb DP wyświetla jednocześnie punkt rosy i temperaturę powierzchni.

Jeśli temperatura ściany spadnie poniżej punktu rosy, urządzenie T 250 powiadamia o tym za pomocą sygnału laserowego i alarmu dźwiękowego. Funkcja alarmu służy do ostrzegania o wystąpieniu niedopuszczalnych wartości. Wartości graniczne alarmu można skonfigurować według własnych potrzeb.

Dane techniczne T 250:

Zakres pomiaru temperatury powietrza: od -20°C do $+50^{\circ}\text{C}$

Rozdzielczość wskazań temperatury powietrza: $0,1^{\circ}\text{C}$

Zakres pomiaru wilgotności powietrza: 5–95% RH

Rozdzielczość wskazań wilgotności powietrza: $0,1\% \text{ RH}$

Zakres pomiaru temperatury powierzchni: od -20°C do $+60^{\circ}\text{C}$

Rozdzielczość wskazań temperatury powierzchni: $0,1^{\circ}\text{C}$.



Fot. 8. Przyrząd TROTEC T 250

7.2. Pomiary warunków klimatycznych w obiekcie i na zewnątrz

Zestawienie pomiarów wykonano na podstawie badań przeprowadzonych jednorazowo, w poniedziałek dn. 2.11.2020 r. o godz. 11:10–14:00. Nie zbierano danych w dłuższym czasie, stąd brak obliczeń dotyczących amplitud dobowych (ΔT , ΔRH). Pogoda na zewnątrz: słonecznie, zachmurzenie wysokie 60%, altocumulus, wiatr 2–4 m/s. Po ociepleniu na początku tygodnia, gdy temperatura osiągnęła 16°C, w nocy przeszedł bezdeszczowy front chłodny i ochłodziło się do 10,5°C.

Tab. 7. Ogólne warunki klimatyczne wewnątrz i na zewnątrz obiektu. Miernik TROTEC T 250 na wysokości 1 m nad podłożem, w cieniu

Data	Na zewnątrz		Nawa przed nabożeństwem		Nawa po nabożeństwie		Zakrystia		Prezbiterium	
	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]
4.11.2020	12:23		11:20		13:54		11:49		11:15	
Klimat	69,1	10,5	87,9	13,1	88,5	13,6	91,1	13,1	90,2	13,1

Data	Chór I piętro H=3,06 m		Chór II piętro H=5,56 m		Kruchta pod wieżą		Kruchta południowa	
	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]
4.11.2020	12:05		12:10		11:55		11:40	
Klimat	85,3	13,1	86,1	13,2	90,1	12,9	87,1	13,0

7.3. Pomiary prawdopodobieństwa kondensacji pary wodnej

Pomiary wykonano bezpośrednio przy ścianach zewnętrznych od strony wewnętrznej w kilku miejscach, na wysokości ok. 30 cm od posadzki, oraz w narożnikach, wg podanego przez zamawiającego w wytycznych schematu.

Tab. 8. Pomiary prawdopodobieństwa kondensacji pary wodnej. Miernik TROTEC T 250

Miejsce pomiaru (30 cm nad posadzką)	nr punktu pomiarowego wg szkicu	Godzina	RH [%] powietrza	T [°C] powietrza	T [°C] punktu rosy	T [°C] Muru	Grubość Muru w miejscu Pomiaru [cm]	Prawdopodobieństwo kondensacji pary wodnej – różnica od punktu rosy [°C]
Prezbiterium – ściana północna	2	11:15	89,7	13,1	11,4	12,2	150	0,8
Prezbiterium – ściana wschodnia	3	11:16	90,6	13,1	11,6	12,2	150	0,6
Prezbiterium – ściana południowa	4a	11:18	90,6	13,1	11,6	12,2	150	0,6
Nawa - ściana południowa pod oknem wschodnim	6	11:21	87,9	12,2	10,2	12,4	200	2,2
Nawa - ściana południowa pod oknem zachodnim	8	11:23	88,4	13,2	11,3	12,4	200	1,1
Nawa – ściana zach. od str. południowej	9	11:24	89,0	13,4	11,6	12,3	200	0,7
Nawa – ściana zach. od str. północnej	10	11:25	87,1	13,3	11,2	12,6	200	1,4
Nawa - ściana północna pod oknem zachodnim	11	11:27	90,7	13,2	11,7	12,6	200	0,9
Nawa - ściana północna pod oknem wschodnim	13	11:30	91,2	13,2	11,8	12,0	200	0,2
Zakrystia – ściana wchodnia	17	11:48	96,3	12,0	11,4	12,6	120	1,2
Zakrystia – ściana północna	18	11:51	91,5	12,9	11,5	11,7	120	0,2
Kruchta południowa ściana wchodnia	22	11:34	87,9	13,2	11,2	12,1	80	0,9
Kruchta południowa ściana zachodnia	24	11:38	88,0	13,3	11,3	12,0	80	0,7
Kruchta pod wieżą – ściana zachodnia	19	11:56	89,9	13,6	12,0	12,3	200	0,3
Kruchta pod wieżą – ściana północna	20	11:58	90,3	13,4	11,8	12,7	200	0,9

7.4. Pomiary prawdopodobieństwa kondensacji pary wodnej po nabożeństwie

W czasie badań odbywało się nabożeństwo. Uczestniczyło w nim ok. 60 osób.

Tab. 9. Pomiary prawdopodobieństwa kondensacji pary wodnej przed i po nabożeństwie

Ryzyko kondensacji przed nabożeństwem								
Nawa - ściana południowa pod oknem wschodnim	6	11:21	87,9	12,2	10,2	12,4	200	2,2
Nawa - ściana północna pod oknem wschodnim	13	11:30	91,2	13,2	11,8	12,0	200	0,2
Ryzyko kondensacji po nabożeństwie (około 60 osób na pogrzebie od 13:00 do 13:50)								
Nawa - ściana południowa pod oknem wschodnim	6	13:55	88,6	13,7	11,8	12,1	200	0,3
Nawa - ściana północna pod oknem wschodnim	13	13:55	89,4	13,6	11,9	11,6	200	-0,3

8. Pomiary prędkości przepływów powietrza

Pomiary pozwalają ocenić ruch powietrza w obiekcie, także na tle sytuacji na zewnątrz, jego cyrkulację w różnych punktach wnętrza, równomierność rozkładu temperatury, komfort wentylacyjny lub jego brak.

Tab. 10. Pomiary prędkości przepływów powietrza. Urządzenie pomiarowe — termoanemometr CEM DT-8894

Lokalizacja nr 17	Data — 2.11.2020 r.		
	Prędkość przepływu powietrza [m/s]	Temperatura powietrza [°C]	
Pomiar na zewnątrz kościoła			
Przed wejściem do kościoła	2,4 m/s	10,5°C	
Pomiary we wnętrzu przy drzwiach zamkniętych			
Wysokość punktu pomiarowego	30 cm	100 cm	150 cm
Przed ołtarzem	0	0	0
Na środku nawy głównej	0	0	0
Przy głównych drzwiach wejściowych	0	0	0
Przy drzwiach do kruchty	0	0	0
Przy drzwiach do zakrystii	0	0,	0
Przy drzwiach na klatkę schodową empory organowej	0	0	0
Na emporze organowej	0	0	0
Przy drzwiach na poddasze kościoła	0,5	0,5	0,5
Na strychu przy otworze wentylacyjnym w sklepieniu	brak dostępu	brak dostępu	brak dostępu
Pomiary we wnętrzu przy drzwiach otwartych			
Przed ołtarzem	0	0	0
Pośrodku nawy głównej	0	0	0
Przy głównych drzwiach wejściowych	0	0	0
Przy drzwiach do kruchty	0,5	0,5	0,5
Przy drzwiach do zakrystii	0	0	0
Przy drzwiach na klatkę schodową empory organowej	0	0	0
Na emporze organowej	0	0	0
Przy drzwiach na poddasze kościoła	1	0,7	0,5
Na strychu w otworze wentylacyjnym w sklepieniu	brak dostępu	brak dostępu	brak dostępu

Niewątpliwie wspomagają ciąg przy wyjściu na poddasze w wieży dwa otwory nawiewne we wschodniej ścianie prezbiterium, czynne nawet przy zamkniętych drzwiach.

9. Spostrzeżenia i wnioski autora pomiarów

9.1. Spostrzeżenia dotyczące zawilgocenia murów obiektu

Mury kościoła są grube i kamienne. Widoczna jest wyraźna różnica pomiędzy zawilgoceniem na zewnątrz i wewnątrz kościoła, gdzie bardzo duży udział w zawilgoceniu ma kondensacja. Brak jest jakichkolwiek informacji o wykonywaniu izolacji poziomych w kościele, zwłaszcza że w dwumetrowych kamiennych murach iniekcja byłaby dosyć trudna, praktycznie niemożliwa. Należy sprawdzić metodą inwazyjną, czy zawilgocenie w dolnych strefach wewnątrz kościoła wynika tylko z zasolenia tynku i kondensacji, czy zachodzi podciąganie kapilarne spoinami muru kamiennego.

9.2. Spostrzeżenia dotyczące klimatu i zagrożenia kondensacją w obiekcie

Odstęp temperatury ścian od temperatury punktu rosy był bardzo niski i jeszcze bardziej pogorszył się po nabożeństwie, pomimo że na zewnątrz była o 3°C niższa temperatura niż w kościele, co nie powinno sprzyjać kondensacji we wnętrzu. W kościele czuć wyraźny zapach stęchlizny i widoczne są mykoorganizmy na ścianach nawy, kruchty czy w północno-zachodniego narożnika zakrystii. Wydaje się, że zawilgocenie kondensacyjne jest największym problemem kościoła. Z relacji kościelnego wynika, że zapach troszeczkę się poprawił po demontażu boazerii. Konieczna byłaby dezynfekcja zarażonych zarodnikami pleśni tynków, które były pod boazerią.

Badania stopnia osuszenia murów obiektu

Nr 18



Opracowanie na zlecenie Narodowego Instytutu Dziedzictwa

Listopad 2020

1. Cel wykonania dokumentacji

Badanie stopnia osuszenia murów na podstawie standardu określonego przez zamawiającego w załączniku nr 2 do umowy nr NID/U/124/20 z dnia 15.09.2020 r.

2. Krótki opis obiektu

Datowanie:

Najstarsza część kościoła — romańska nawa z kamienia polnego — pochodzi z XII w. W wieku XV dobudowano prezbiterium z cegły i zakrystię, a w 1854 r. kruchtę. Gruntowne remonty kościoła przeprowadzono w latach: 1612, 1914, 1935, 1961 i 1975.

Forma architektoniczna, konstrukcja, rodzaj budulca:

Kościół jednonawowy z trzema bocznymi kaplicami. Kaplica od strony północnej pod wezwaniem Matki Bożej Szkaplerznej. kaplica od strony południowej pod wezwaniem św. Benedykta. Do trzeciej, dobudowanej kaplicy jest tylko wejście zewnętrzne od strony południowej — jest to kaplica cmentarna. Posadzka w kruchcie, pod wieżą, z płytek kamiennych, posadzka nawy i kaplic drewniana — deski na legarach. Posadzka prezbiterium to parkiet ułożony na twardym podłożu. Wystrój kościoła barokowy. Nawa główna zwęża się w pseudoprezbiterium. Potem następuje właściwe prezbiterium. Ściany mieszane, kamienno-ceglane. Tynki wapienne w tylnej części szare, monochromatyczne. Sklepienie nad zwężoną częścią nawy i prezbiterium żebrowe. Chór drewniany z dwoma barokowymi filarami. Nad nawą główną strop płaski (z wyobleniem i lunetami przy oknach), drewniany z polichromiami. Nad kaplicami sklepienia krzyżowe. Nad kruchtą tylko konstrukcja dachowa z belek bez stropu — jest w fazie remontu i odtworzenia, podobnie jak nad zakrystią. Od zewnątrz jest widoczne, że fundament kaplicy jest ceglany, a fundament starej części kościoła kamienny. Część cokołów kaplic jest kamienna, wyżej cegła. Kościół kryty blachą miedzianą.

Wymiary, kubatura, grubość murów:

Szacunkowa powierzchnia zabudowy kościoła to ok. 495 m². Długość budowli to ok. 31 m, szerokość w najszerszym miejscu, wraz z kaplicami, wynosi ok. 20 m¹. Grubość murów to średnio 100 cm, dokładnie podana jest w tabeli nr 8.

Otoczenie obiektu (rodzaj nawierzchni, spadki terenu itp.):

Kościół na zboczu wzgórza, otoczony cmentarzem. Teren lekko pochyły z południa na północ. Przy budowli nieutwardzony grunt, następnie obejście z kostki w obramieniu z betonowych krawężników i trawnik. Od frontu kościoła kostka brukowa wyrównująca poziom wejścia do kruchty.

1 Dane przybliżone (z Geoportalu).

3. Prace w celu osuszania w obiekcie

Tab. 1. Zakres prac w celu osuszenia w obiekcie

Zabieg	Nie	Tak, rok	Zastosowane metody i technologie, krótka charakterystyka rozwiązań
Izolacja pozioma		2011	Iniekcja materiałami Schomburg
Izolacja pionowa			
Wymiana zasolonych tynków (rodzaj założonych)			Częściowo na kaplicy pn. i pn. stronie nawy
Reprofilacja gruntu przylegającego	X		
Zabezpieczenie przed wodą odpryskową		2015	Wcześniejsza opaska z 2011 r. została zdemonstrowana w 2015 r. podczas prac ziemnych
Usprawnienie systemu odprowadzania wód opadowych (rynny, rury spustowe)		2015?	Rynny i rury spustowe wymienione zapewne wraz z wymianą pokrycia dachowego (dachówka wygląda na położoną niedawno)
Zabezpieczenia przed bezpośrednim zalewaniem wodą z opadów — opierzenia, hydrofobizacja itp.	X		
Zabezpieczenie przed napływem wód gruntowych i rozproszonych (systemy drenarskie)		2015	Przyłącze kanalizacji deszczowej dla odprowadzenia wód opadowych z terenu kościoła oraz budowa drenażu
Usprawnienie systemu wentylacji	X		
Wykonanie/usprawnienie systemu ogrzewania (typ obecnego ogrzewania)	X		Brak ogrzewania

Załączniki: Fotokopie dokumentów udostępnionych na miejscu.

4. Pomiary wilgotności murów obiektu i wysokości strefy zawilgocenia

4.1. Krótki opis przyrządu pomiarowego

Pomiary wykonywano za pomocą przyrządu GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50. Aktywne elektrody B 50 i B 60 to dielektryczny czujnik wilgoci ze zintegrowanym obwodem. Podstawą pomiaru jest metoda pomiaru stałej dielektrycznej. Między kulką-elektrodą i mierzonym materiałem, z którym się styka, jest pole pomiarowe w takiej konfiguracji, na którą ma wpływ gęstość mierzonego materiału budowlanego i jego wilgotność. Jeśli gęstość materiału jest stała, zmiany w polu pojemności można dopasować do zmiany wilgotności mierzonego materiału. Zakres pomiarowy rozciąga się od 0 do 199, tzn. wyświetlane wartości są wartościami względnymi. Wskazują one na rozróżnienie między suchym a wilgotnym materiałem budowlanym. Im wyższa zmierzona wartość, tym wyższa zawartość wilgoci w mierzonym materiale. Wyciąganie wniosków na temat rzeczywistej zawartości wilgoci w procentach względem zmierzonej wartości względnej jest dopuszczalna tylko w przypadku normalnego procesu suszenia, w nieobecności soli, wytwarzającej zawilgocenie higroskopijne. Czynnikiem mającym wpływ na pomiar jest gęstość materiału budowlanego, który ma być mierzony – należy wziąć ją pod uwagę. Wysokie gęstości prowadzą do wyższych wyświetlanych wartości, niezależnie od zawartości wilgoci.



Fot. 1. Przyrząd GANN Hydromette UNI 1.

Tab. 2. Skala pomiarowa dla przyrządu GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50, uwzględniająca gęstość materiału

Gęstość materiału budowlanego w kg/m^3	Wartość na wyświetlaczu przyrządu GANN Hydromette UNI 1 elektroda B 50 lub B 60					
	BARDZO SUCHY	SUCHY	MNIEJ SUCHY	WILGOTNY	BARDZO WILGOTNY	MOKRY
Do 600	10–20	20–40	40–60	60–90	90–110	> 100
600–1200	20–30	30–50	50–70	70–100	100–120	> 120
1200–1800	20–40	40–60	60–80	80–110	110–130	> 130
Ponad 1800	30–50	50–70	70–90	90–120	120–140	> 140

Tab. 3. Zestawienie gęstości wybranych materiałów budowlanych, wg PN-EN ISO 12524:2003, PN-EN ISO 6946:1999 i PN-91/B-02020

L.p.	Grupa materiałowa / materiał	Gęstość w stanie suchym (średnia), kg/m ³
1.	Beton z kruszywa keramzytowego	1600
2.	Mur z betonu komórkowego na cienkowarstwowej zaprawie klejącej lub na zaprawie o przewodności cieplnej porównywalnej do przewodności cieplnej betonu komórkowego	700–800
3.	Beton z żużla paleniskowego	1800
4.	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie cementowo-wapiennej (bez tynku)	1800
5.	Mur z cegły dziurawki na zaprawie cementowo-wapiennej (bez tynku)	1400
6.	Beton zwykły z kruszywa kamiennego	2400
7.	Mur z cegły silikatowej drążonej i bloków drążonych	1600
8.	Mur z cegły klinkierowej	1900
9.	Mur z pustaków ceramicznych M-44	1070
10.	Mur z pustaków Porotherm 8 P+W na zaprawie zwykłej	800
11.	Płyty okładzinowe ceramiczne	2000
12.	Tynk gipsowy	1000–1300
13.	Tynk lub gładź cementowa.	2000
14.	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	1850
15.	Tynk wapienny	1700
16.	Tynk wapienno-piaskowy	1600

Dla potrzeb niniejszego opracowania przyjęto następującą skalę uśrednioną, przedstawioną w tabeli 3, zakładając, że gęstość badanych materiałów jest w zakresie 1200–1800 kg/m³ (tab. 4). Zakresom wartości przypisano odpowiednie kolory tła w tabelach pomiarowych. Wskazania zaokrąglono do całości.

Tab. 4. Przyjęta do oceny zawilgocenia skala pomiarowa przyrządu GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50

Wartość na wyświetlaczu przyrządu GANN Hydromette UNI 1 elektroda B 50 lub B 60				
SUCHY	MNIEJ SUCHY	WILGOTNY	BARDZO WILGOTNY	MOKRY
0–60	60–80	80–110	110–130	> 130

4.2. Wyniki badań zawilgocenia murów wewnątrz i na zewnątrz, wysokość strefy zawilgocenia

Badania przeprowadzono w środę 14.10.2020 r. w godzinach 15:00–19:00. Pogoda na zewnątrz: zachmurzenie całkowite, po obfitych opadach deszczu. Bezwietrznie. W okresie poprzedzającym były przelotne deszcze, z reguły pochmurno oraz temperatura w zakresie 8–12°C.

Tab. 5. Wyniki badań wewnątrz. Przyrząd GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50

5.1. Prezbiterium			5.2. Ściany nawy południowe (w kolejności od wschodu)			
Punkt pomiarowy	Ściana północna	Ściana południowa		Ściana od strony wschodniej	Ściana od strony zachodniej	
C wys. 1,5 m	58	87		46	72	
B wys. 1,0 m	82	53		62	115	
A wys. 0,3 m	65	74		104	130	
5.3. Ściany nawy północne (w kolejności od wschodu)			5.4. Zakrystia			
Punkt pomiarowy	Ściana od strony wschodniej	Ściana od strony zachodniej		Ściana wschodnia	Ściana północna	Ściana zachodnia
C wys. 1,5 m	61	130		118	67	50
B wys. 1,0 m	81	51		108	92	56
A wys. 0,3 m	142	135		133	66	102
5.5. Kruchta			5.6. Ściany nawy zachodnie			
Punkt pomiarowy	Ściana południowa	Ściana zachodnia	Ściana północna		Strona południowa	Strona północna
C wys. 1,5 m	138	135	88		140	130
B wys. 1,0 m	100	106	84		139	85
A wys. 0,3 m	134	142	141		121	110
5.7. Kaplica MB Szkaplerznej (północna)			5.8. Kaplica Św. Benedykta (południowa)			
Punkt pomiarowy	Ściana wschodnia	Ściana zachodnia		Ściana wschodnia	Ściana zachodnia	
C wys. 1,5 m	56	96		122	107	
B wys. 1,0 m	65	82		132	80	
A wys. 0,3 m	72	96		97	44	

Tab. 6. Wyniki badań na zewnątrz. Przyrząd GANN Hydromette UNI-1 z elektrodą B 50

6.1. Prezbiterium od zewnątrz				6.2. Zakrystia		
Punkt pomiarowy	ściana północna	Ściana wschodnia	Ściana południowa	Ściana wschodnia	ściana północna	Ściana północno-wschodnia
C wys. 1,5 m	121	141	108	142	137	127
B wys. 1,0 m	123	100	93	147	123	152
A wys. 0,3 m	147	123	90	138	136	154
6.3. Ściany nawy						
Punkt pomiarowy	Ściana południowa od strony wschodniej	Ściana południowa od strony zachodniej	Ściana zachodnia	Ściana północna od strony wschodniej	Ściana północna od strony zachodniej	
D wys. 2,2 m	146	-	-	-	-	
C wys. 1,5 m	145	42	79	66	70	
B wys. 1,0 m	138	60	42	70	38	
A wys. 0,3 m	91	63	80	68	44	
6.4. Kaplica cmentarna				6.5. Kaplica Św. Benedykta (południowa)		
Punkt pomiarowy	Ściana wschodnia	Ściana południowa	Ściana zachodnia	Ściana wschodnia	Ściana południowa	Ściana zachodnia
C wys. 1,5 m	61	58	111	134	140	65
B wys. 1,0 m	68	51	118	121	99	57
A wys. 0,3 m	89	104	105	128	120	44
6.6. Kaplica MB Szkaplerznej (północna)						
Punkt pomiarowy	ściana północna	Ściana zachodnia				
C wys. 1,5 m	105	60				
B wys. 1,0 m	56	50				
A wys. 0,3 m	99	92				

5. Wizualna ocena zasolenia murów obiektu

Elewacja kościoła jest po części odnowiona, ale większa część jeszcze nie i tam też wyraźnie widoczne są strefy zasolonych tynków, które sięgają niekiedy do wysokości dwóch metrów ponad gruntem, jak w przypadku ścian zakrystii. Wewnątrz również tynki są w fazie renowacji oraz odkrywek konserwatorskich. Poniższe zdjęcia przedstawiają najpoważniejsze uszkodzenia:



Fot. 2. Resztki tynku prawdopodobnie cementowo-wapiennego



Fot. 3. Resztki cementowo-wapiennego tynku na cokole



Fot. 4. Ściany kościoła są częściowo odnowione. Na starym tynku widać wyraźną strefę zawilgocenia i zasolenia. Na nowym tynku już także widać skutki działania wody odpryskowej. Kaplica Matki Bożej Szkaplerznej od strony północnej.



Fot. 5. Tynk na zakrystii. Widoczne ślady po iniekcji i strefa zasolonego tynku. Od północnej strony porastają glony. W pomiarach te ściany są mokre (tab. 6.2)

6. Pomiary wysokości poziomu gruntu w stosunku do wysokości posadzki

Pomiaru poziomów gruntu w stosunku do poziomu nawy kościoła dokonano na podstawie poziomów przy wejściu bocznym i głównym oraz oceny nachylenia terenu. Grunt okalający jest obecnie na całości obwodu kościoła na poziomie niższym od poziomu jego posadzki.

Prezbiterium podwyższone w stosunku do nawy o 18 cm.

Zakrystia od strony północnej obniżona w stosunku do prezbiterium o 38 cm.

Posadzka zakrystii ponad poziomem gruntu ok. 20 cm.

7. Pomiary parametrów powietrza (temperatura i wilgotność względna) we wnętrzu i na zewnątrz

7.1. Krótki opis przyrządu pomiarowego

Pomiary klimatu, temperatury ściany i punktu rosy wykonywano za pomocą miernika TROTEC T 250. Jest to urządzenie wielofunkcyjne — łączy w sobie termometr, higrometr, pirometr laserowy i miernik punktu rosy. Urządzenie pracuje w trzech trybach i ma różne funkcje pomiarów wszystko to sterowane jest jednym przyciskiem.

W trybie TH urządzenie pracuje jako higrometr i termometr.

W trybie IR urządzenie T 250 używane jest jako pirometr laserowy do mierzenia temperatury powierzchni, gdzie promień lasera wskazuje miejsce pomiaru.

Tryb DP wyświetla jednocześnie punkt rosy i temperaturę powierzchni.

Jeśli temperatura ściany spadnie poniżej punktu rosy, urządzenie T 250 powiadamia o tym za pomocą sygnału laserowego i alarmu dźwiękowego. Funkcja alarmu służy do ostrzegania o wystąpieniu niedopuszczalnych wartości. Wartości graniczne alarmu można skonfigurować według własnych potrzeb.

Dane techniczne T 250:

Zakres pomiaru temperatury powietrza: od -20°C do $+50^{\circ}\text{C}$

Rozdzielczość wskazań temperatury powietrza: $0,1^{\circ}\text{C}$

Zakres pomiaru wilgotności powietrza: 5–95% RH

Rozdzielczość wskazań wilgotności powietrza: $0,1\%$ RH

Zakres pomiaru temperatury powierzchni: od -20°C do $+60^{\circ}\text{C}$

Rozdzielczość wskazań temperatury powierzchni: $0,1^{\circ}\text{C}$.



Fot. 8. Przyrząd TROTEC T 250

7.2. Pomiary warunków klimatycznych w obiekcie i na zewnątrz

Zestawienie pomiarów wykonano na podstawie badań przeprowadzonych jednorazowo, w środę 14.10.2020 o godz. 16:15–18:15. Nie zbierano danych w dłuższym czasie, stąd brak obliczeń dotyczących amplitud dobowych (ΔT , ΔRH). Pogoda na zewnątrz: zachmurzenie całkowite, po obfitych opadach deszczu. Bezwietrznie. W okresie poprzedzającym były przelotne deszcze, z reguły pochmurno oraz temperatura w zakresie 8–12°C.

Tab. 7. Ogólne warunki klimatyczne wewnątrz i na zewnątrz obiektu. Miernik TROTEC T 250 na wysokości 1 m nad podłożem, w cieniu

Data	Na zewnątrz		Nawa przed nabożeństwem		Nawa po nabożeństwie	
	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]
14.10.2020	17:20		16:30		17:55	
Klimat	95,5	8,6	74,5	14,2	76,0	14,3

Data	Zakrystia		Prezbiterium		Chór przed nabożeństwem H=4,44 m		Chór po nabożeństwie H=4,44 m	
	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]
14.10.2020	18:20		16:15		16:40		17:56	
Klimat	76,2	11,4	75,0	14,1	72,0	14,5	75,0	14,7

7.3. Pomiary prawdopodobieństwa kondensacji pary wodnej

Pomiary wykonano bezpośrednio przy ścianach zewnętrznych od strony wewnętrznej w kilku miejscach, na wysokości ok. 30 cm od posadzki, oraz w narożnikach, wg podanego przez zamawiającego w wytycznych schematu.

Tab. 8. Pomiary prawdopodobieństwa kondensacji pary wodnej. Miernik TROTEC T 250

Miejsce pomiaru (30 cm nad posadzka)	Godzina	RH [%] powietrza	T [°C] powietrza	T [°C] punktu rosy	T [°C] Muru	Grubość Muru w miejscu Pomiaru [cm]	Prawdopodo- bieństwo kondensacji pary wodnej – różnica od punktu rosy [°C]
Prezbiterium – ściana północna	16:15	75,0	13,9	9,5	13,0	90	3,5
Prezbiterium – ściana południowa	16:16	74,7	13,9	9,4	13,3	90	3,9
Nawa - ściana południowa pod oknem wschodnim	16:17	72,7	14,2	9,3	13,0	116	3,7
Nawa - ściana południowa pod oknem zachodnim	16:18	74,0	14,2	9,6	12,5	100	2,9
Nawa – ściana zach. od str. południowej	16:21	74,0	14,2	9,6	12,5	98	2,9
Nawa – ściana zach. od str. północnej	16:22	75,1	14,2	9,8	12,2	98	2,4
Nawa - ściana północna pod oknem zachodnim	16:23	74,4	14,2	9,7	12,4	100	2,7
Nawa - ściana północna pod oknem wschodnim	16:28	74,0	14,2	9,6	13,7	109	4,1
Zakrystia – ściana wschodnia	18:15	80,5	11,5	8,2	10,4	82	2,2
Zakrystia – ściana północna	18:16	79,6	11,5	8,1	10,4	87	2,3
Kaplica północna – ściana wschodnia	16:24	74,0	14,0	9,4	13,4	100	4,0
Kaplica północna – ściana zachodnia	16:25	74,0	14,1	9,5	11,5	100	2,0
Kaplica południowa – ściana wschodnia	16:19	75,2	14,6	10,2	12,4	100	2,2
Kaplica południowa – ściana zachodnia	16:20	74,7	14,0	9,5	11,2	100	1,7
Kruczta pod wieżą – ściana południowa	16:32	76,0	13,6	9,4	11,2	80	1,8
Kruczta pod wieżą – ściana północna	16:34	77,0	13,4	9,4	10,7	80	1,3

7.4. Pomiary prawdopodobieństwa kondensacji pary wodnej po nabożeństwie

W czasie badań odbywało się nabożeństwo. Uczestniczyło w nim 38 osób.

Tab. 9. Pomiary prawdopodobieństwa kondensacji pary wodnej przed i po nabożeństwie

Ryzyko kondensacji przed nabożeństwem							
Nawa - ściana północna pod oknem zachodnim	16:23	74,4	14,2	9,7	12,4	100	2,7
Ryzyko kondensacji po nabożeństwie (około osób 38 od 16:50 do 17:55)							
Nawa - ściana północna pod oknem zachodnim	17:57	74,8	14,5	10,0	12,7	100	2,7

8. Pomiary prędkości przepływów powietrza

Pomiary pozwalają ocenić ruch powietrza w obiekcie, także na tle sytuacji na zewnątrz, jego cyrkulację w różnych punktach wnętrza, równomierność rozkładu temperatury, komfort wentylacyjny lub jego brak.

Tab. 10. Pomiary prędkości przepływów powietrza. Urządzenie pomiarowe — termoanemometr CEM DT-8894

Lokalizacja nr 18	Data — 14.10.2020 r.		
	Prędkość przepływu powietrza [m/s]	Temperatura powietrza [°C]	
Pomiar na zewnątrz kościoła			
Przed wejściem do kościoła	0 m/s	8,6°C	
Pomiary we wnętrzu przy drzwiach zamkniętych			
Wysokość punktu pomiarowego	30 cm	100 cm	150 cm
Przed ołtarzem	0	0	0
Na środku nawy głównej	0	0	0
Przy głównych drzwiach wejściowych	0	0	0
Przy drzwiach do kruchty	0	0	0
Przy drzwiach do zakrystii	0	0	0
Przy drzwiach na klatkę schodową empory organowej	0	0	0
Na emporze organowej	0	0	0
Przy drzwiach na poddasze kościoła	brak dostępu	brak dostępu	brak dostępu
Na strychu przy otworze wentylacyjnym w sklepieniu	brak dostępu	brak dostępu	brak dostępu
Pomiary we wnętrzu przy drzwiach otwartych			
Przed ołtarzem	0	0	0
Pośrodku nawy głównej	0	0	0
Przy głównych drzwiach wejściowych	0	0	0
Przy drzwiach do kruchty	0	0	0
Przy drzwiach do zakrystii	0	0	0
Przy drzwiach na klatkę schodową empory organowej	0	0	0
Na emporze organowej	0	0	0
Przy drzwiach na poddasze kościoła	brak dostępu	brak dostępu	brak dostępu
Na strychu w otworze wentylacyjnym w sklepieniu	brak dostępu	brak dostępu	brak dostępu

Na sklepieniu brak otworów wentylacyjnych, być może w miejscu osadzenia żyrandoli kiedyś były. Spora-dycznie otwierane są lufciki okien. Przepływów powietrza nie stwierdzono.

9. Spostrzeżenia i wnioski autora opracowania

9.1. Spostrzeżenia dotyczące zawilgocenia murów obiektu

Z pomiarów wynika, że mury kościoła są zawilgocone, aczkolwiek nierównomiernie. Najbardziej zawilgocona jest ceglana zakrystia, ale także inne ceglane mury.

Konieczne są dokładne badania zawilgocenia metodą wagosuszarkową w murach ceglanych, w miejscach, gdzie elektronika pokazuje wysokie zawilgocenie.

9.2. Spostrzeżenia dotyczące klimatu i zagrożenia kondensacją w obiekcie

Odstęp temperatury ścian od temperatury punktu rosy był niski, ale nie zmienił się po nabożeństwie, być może dlatego, że uczestniczyło w nim niezbyt dużo wiernych. Na zewnątrz była bardzo wysoka wilgotność powietrza, po obfitym deszczu, który padał jeszcze do godz. 14:00. Nie odnotowano prawie żadnych przepływów powietrza. Pomimo to w kościele nie czuć wyraźnego zapachu stęchlizny.

Badania stopnia osuszenia murów w budynku kościoła i klasztoru Nr 19



Opracowanie na zlecenie Narodowego Instytutu Dziedzictwa

Wrzesień 2021

1. Cel wykonania dokumentacji

Badanie stopnia osuszenia murów na podstawie standardu określonego przez zamawiającego w załączniku nr 3 do umowy nr NID/U/80/21 z dnia 28.06.2021 r.

2. Krótki opis obiektu¹

Datowanie:

W 1179 r. ufundowano opactwo, sprowadzając cystersów z Morimond. Prawdopodobnie w drugiej ćwierci XIII w. kościół był już ukończony, a do końca XIII w. wzniesiono budynek klauzury. W 1260 r., w wyniku najazdu mongolskiego zginęła część zakonników. Najeźdźcy zniszczyli kościół i archiwum klasztorne. Po zniszczeniach z 1260 r. Bolesław Wstydlivy nadał opactwu nowe dobra i sprowadził kolejnych cystersów, a ok. 1270 r. biskup krakowski konsekrował odbudowany kościół klasztorny.

W kolejnych stuleciach prowadzono prace modernizacyjne, rozbudowywano klasztor, wzniesiono mury obwodowe, bramy itp. Prawdopodobnie w XIV w. przebudowano klasztorny krużganek i wzniesiono poza zabudowaniami klauzury osobny budynek dla opata. Pod koniec XV w. podwyższono szczyty kościoła i pokryto nowym dachem, natomiast w XVI w. wprowadzono niewielkie zmiany w wystroju kościoła, natomiast południową część skrzydła wschodniego i dom opata pokryto sgrafittami.

W 1637 r. miał miejsce groźny pożar, który znacznie wpłynął na późniejszy wygląd opactwa. W trakcie odbudowy gruntownemu przekształceniu w stylistyce barokowej uległo zwłaszcza skrzydło zachodnie, postanowiono także nad całością klauzury wybudować drugie piętro, co wymagało ujednoczenia wysokości dawnych sklepień i doprowadziło do modernizacji dormitorium w skrzydle wschodnim. Prace związane z przebudową zostały przerwane w 1656 r. przez najazd wojsk siedmiogrodzkich, z powodu którego zniszczenia usuwano aż do 1695 r.

W 1764 r. z okazji beatyfikacji Wincentego Kadłubka do północnej nawy kościoła dobudowano kaplicę poświęconą temu świętemu cystersowi. Były to ostatnie barokowe zmiany, gdyż pod koniec XVIII w. rozpoczął się kryzys opactwa, które od 1797 r. było już tylko przeoratem. W 1819 r. komisja rządowa dokonała jego kasaty, a cystersi zostali zmuszeni do opuszczenia klasztoru, który został opieczętowany i zamknięty. Dobra przeszły na własność państwa, a kościół — kleru diecezjalnego.

Budynki klasztorne zajmowane były m.in. przez szkołę, urzędy, warsztaty wytwórcze, lazaret, magazyny, ale pozbawione należytej opieki, stopniowo popadały w ruinę. Od ostatecznej likwidacji uchroniły je jedynie wysokie koszty rozbiórki. W 1887 r. zrujnowane założenie przejęła kuria diecezjalna i zainicjowała prace nad przywróceniem opactwu dawnej świetności. Przeprowadzone jeszcze w XIX w. zabiegi konserwatorskie doprowadziły do usunięcia wielu barokowych uzupełnień i wyeksponowania relikwii romańskich. W listopadzie 1951 r. do klasztoru powrócili cystersi.

Forma architektoniczna, konstrukcja, rodzaj budulca:

Opactwo usytuowane jest we wschodniej części miasta, na lewym brzegu rzeki. W skład zespołu wchodzi kościół wraz z klasztorem. Od wschodu i północy znajdują się łąki i pastwiska z czytelnymi jeszcze nieckami dawnych stawów klasztornych, od zachodu — pole uprawne, od południa — ogrody użytkowe i zabudowa gospodarcza.

Orientowany kościół, w typie bezwieżowej bazyliki filarowej, powstał na planie krzyża łacińskiego (tzw. typ bernardyński). Transept oraz prezbiterium zamknięto ścianami prostymi. Prezbiterium ujęto kaplicami bocznymi otwartymi na transept. Fasadę poprzedza dobudowana w XIX w. prostokątna kruchta, ponad nią — rozeta, powyżej — zwieńczenie w formie trójkątnego szczytu. Elewacje kościoła wzniesiono z ciosów z piaskowca, układanych w dwubarwne pasy — żółtawe i brunatnoczerwone. Wnętrze budowli zostało przykryte sklepieniem krzyżowo-żebrowym, a nawy oddzielono ostrołukowymi arkadami. Wystrój zdominowany jest przez XVIII-wieczne polichromie przedstawiające dzieje cystersów i późnromańską rzeźbę (detal architektoniczny). Wyposażenie barokowe i rokokowe. Od południa do kościoła przylega czworoboczny klasztor z zabudowanymi krużgankami wokół wirydarza. W najstarszym, XIII-wiecznym skrzydle wschodnim zachował się kapitularz z oryginalnym sklepieniem krzyżowo-żebrowym wspartym na czterech kolumnach o bogato dekorowanych kapitelach. W skrzydle południowym — refektarz ze sklepieniem krzyżowo-żebrowym. Elewacje skrzydła zachodniego zdobione wnękami arkadowymi na dwu kondygnacjach, na osi skrzydła — czworoboczna wieża zwieńczona hełmem. Do południowo-wschodniego narożnika klasztoru przylega czworoboczny dom opata z wirydarzem.

Wymiary, kubatura:

1 Fragmenty historii i opisu zaczerpnięto ze stron: <https://medievalheritage.eu/pl/strona-glowna/zabytki/polska> oraz <https://zabytek.pl/obiekty/>.

3. Prace w celu osuszania w obiekcie

Tab. 1. Zakres prac w celu osuszenia w obiekcie

Zabieg	Nie	Tak, rok	Zastosowane metody i technologie, krótka charakterystyka rozwiązań
Izolacja pozioma	X		Brak danych
Izolacja pionowa	X		Brak danych
Wymiana zasolonych tynków (rodzaj założonych)	X		Brak danych
Reprofilacja gruntu przylegającego		?	Są ślady wykonywania obniżenia terenu przy elewacji kapitulacza
Zabezpieczenie przed wodą odpryskową	X		Brak danych
Usprawnienie systemu odprowadzania wód opadowych (rynny, rury spustowe)		?	Górne części rur spustowych i rynny wokół kościoła wymieniono podczas remontu dachu kościoła. Dolne części rur spustowych są stare i popękane, żeliwne
Zabezpieczenia przed bezpośrednim zalewaniem wodą z opadów — opierzenia, hydrofobizacja itp.	X		Brak danych
Zabezpieczenie przed napływem wód gruntowych i rozproszonych (systemy drenarskie)	X		Brak danych
Usprawnienie systemu wentylacji	X		Brak danych
Wykonanie/usprawnienie systemu ogrzewania (typ obecnego ogrzewania)	X		

4. Pomiary wilgotności murów obiektu i wysokości strefy zawilgocenia

4.1. Krótki opis przyrządu pomiarowego

Pomiary wykonywano za pomocą przyrządu GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50. Aktywne elektrody B 50 i B 60 to dielektryczny czujnik wilgoci ze zintegrowanym obwodem. Podstawą pomiaru jest metoda pomiaru stałej dielektrycznej. Między kulką-elektrodą i mierzonym materiałem, z którym się styka, jest pole pomiarowe w takiej konfiguracji, na którą ma wpływ gęstość mierzonego materiału budowlanego i jego wilgotność. Jeśli gęstość materiału jest stała, zmiany w polu pojemności można dopasować do zmiany wilgotności mierzonego materiału. Zakres pomiarowy rozciąga się od 0 do 199, tzn. wyświetlane wartości są wartościami względnymi. Wskazują one na rozróżnienie między suchym a wilgotnym materiałem budowlanym. Im wyższa zmierzona wartość, tym wyższa zawartość wilgoci w mierzonym materiale. Wyciąganie wniosków na temat rzeczywistej zawartości wilgoci w procentach względem zmierzonej wartości względnej jest dopuszczalna tylko w przypadku normalnego procesu suszenia, w nieobecności soli, wytwarzającej zawilgocenie higroskopijne. Czynnikiem mającym wpływ na pomiar jest gęstość materiału budowlanego, który ma być mierzony — należy wziąć ją pod uwagę. Wysokie gęstości prowadzą do wyższych wyświetlanych wartości, niezależnie od zawartości wilgoci.



Fot. 1. Przyrząd GANN Hydromette UNI 1.

Tab. 2. Skala pomiarowa dla przyrządu GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50, uwzględniająca gęstość materiału

Gęstość materiału budowlanego w kg/m^3	Wartość na wyświetlaczu przyrządu GANN Hydromette UNI 1 elektroda B 50 lub B 60					
	BARDZO SUCHY	SUCHY	MNIEJ SUCHY	WILGOTNY	BARDZO WILGOTNY	MOKRY
Do 600	10–20	20–40	40–60	60–90	90–110	> 100
600–1200	20–30	30–50	50–70	70–100	100–120	> 120
1200–1800	20–40	40–60	60–80	80–110	110–130	> 130
Ponad 1800	30–50	50–70	70–90	90–120	120–140	> 140

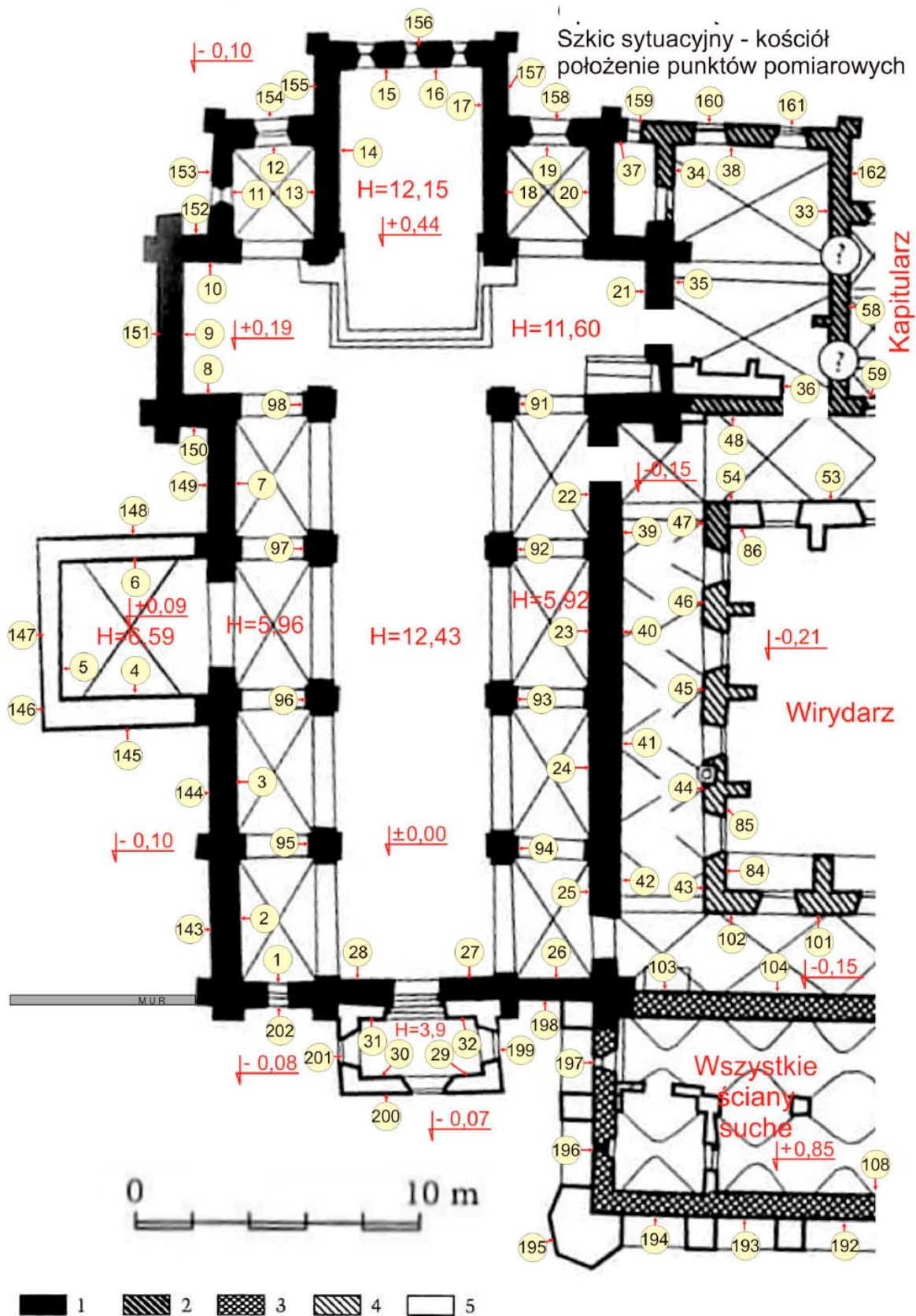
Dla potrzeb niniejszego opracowania przyjęto następującą skalę uśrednioną, przedstawioną w tabeli 2, zakładając, że gęstość badanych materiałów jest w zakresie 1200–1800 kg/m^3 (tab. 4). Zakresom wartości przypisano odpowiednie kolory tła w tabelach pomiarowych. Pomiary w opracowaniu zaokrąglono do całości.

Tab. 3. Przyjęta do oceny zawilgocenia skala pomiarowa przyrządu GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50

Wartość na wyświetlaczu przyrządu GANN Hydromette UNI 1 elektroda B 50 lub B 60				
SUCHY	MNIEJ SUCHY	WILGOTNY	BARDZO WILGOTNY	MOKRY
0–60	60–80	80–110	110–130	> 130

Tab. 4. Zestawienie gęstości wybranych materiałów budowlanych, wg PN-EN ISO 12524:2003, PN-EN ISO 6946:1999 i PN-91/B-02020

L.p.	Grupa materiałowa / materiał	Gęstość w stanie suchym (średnia), kg/m ³
1.	Beton z kruszywa keramzytowego	1600
2.	Mur z betonu komórkowego na cienkowarstwowej zaprawie klejącej lub na zaprawie o przewodności cieplnej porównywalnej do przewodności cieplnej betonu komórkowego	700–800
3.	Beton z żużla paleniskowego	1800
4.	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie cementowo-wapiennej (bez tynku)	1800
5.	Mur z cegły dziurawki na zaprawie cementowo-wapiennej (bez tynku)	1400
6.	Beton zwykły z kruszywa kamiennego	2400
7.	Mur z cegły silikatowej drążonej i bloków drążonych	1600
8.	Mur z cegły klinkierowej	1900
9.	Mur z pustaków ceramicznych M-44	1070
10.	Mur z pustaków Porotherm 8 P+W na zaprawie zwykłej	800
11.	Płyty okładzinowe ceramiczne	2000
12.	Tynk gipsowy	1000–1300
13.	Tynk lub gładź cementowa.	2000
14.	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	1850
15.	Tynk wapienny	1700
16.	Tynk wapienno-piaskowy	1600



Rys. 1. Szkic sytuacyjny dla pomiarów w kościele

4.2. Wyniki badań zawilgocenia murów wewnątrz i na zewnątrz, wysokość strefy zawilgocenia

Badania przeprowadzono w dniu 25.08.2021 r. w godzinach 8:30–19:30. Pogoda na zewnątrz: zachmurzenie małe i umiarkowane, słonecznie, wiatr 3–5 m/s z północnego wschodu, temperatura 14,1°C. Przez dwa dni poprzedzające: padały ulewne deszcze, zachmurzenie zmienne oraz cieplej niż w dniu pomiarów, ok. 18–21°C.

W tabelach czerwoną czcionką numery punktów pomiarowych zaznaczone na szkicu.

Tab. 5. Wyniki badań wewnątrz kościoła. Przyrząd GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50

5.1. Kaplica Najś w. Serca Pana Jezusa – pn.-wschodnia						
Punkt pomiarowy	Ściana północna 11	Ściana wschodnia 12	Ściana południowa 13			
C wys. 1,5 m	73	84	45			
B wys. 1,0 m	71	74	66			
A wys. 0,3 m	55	116	78			
5.2. Prezbiterium						
Punkt pomiarowy	Ściana północna 14	Ściana wschodnia 15	Ściana wschodnia 16	Ściana południowa 17		
C wys. 1,5 m	52	51	50	46		
B wys. 1,0 m	42	42	52	54		
A wys. 0,3 m	69	76	71	51		
5.3. Kaplica przy południowym skrzydle transeptu						
Punkt pomiarowy	Ściana północna 18	Ściana wschodnia 19	Ściana południowa 20			
C wys. 1,5 m	52	65	50			
B wys. 1,0 m	49	78	61			
A wys. 0,3 m	114	97	68			
5.4. Zakrycia						
Punkt pomiarowy	Schówek 37	Ściana północna 35	Ściana północna 34	Ściana wschodnia 38	Ściana południowa 33	Przejsie do krużganka 36
E wys. 2,5 m	-	-	116	80	-	-
D wys. 2,0 m	-	-	116	111	-	-
C wys. 1,5 m	54	61	110	84	45	45
B wys. 1,0 m	74	101	122	123	77	39
A wys. 0,3 m	131	65	114	niedostępne	90	70
5.5. Filary po stronie południowej w kolejności od wschodu						
Punkt pomiarowy	Filar 91	Filar 92	Filar 93	Filar 94		
C wys. 1,5 m	45	51	56	39		
B wys. 1,0 m	57	63	54	53		
A wys. 0,3 m	57	72	62	56		
5.6. Filary po stronie północnej w kolejności od wschodu						
Punkt pomiarowy	Filar 98	Filar 97	Filar 96	Filar 95		
C wys. 1,5 m	54	49	44	43		
B wys. 1,0 m	61	57	56	52		
A wys. 0,3 m	59	64	64	61		

5.7. Ściany nawy północne w kolejności od zachodu				5.8. Kaplica bl. Wincentego Kadłubka		
Punkt pomiarowy	2	3	7	Ściana zachodnia 4	Ściana północna 5	Ściana wschodnia 6
C wys. 1,5 m	74	75	94	68	58	52
B wys. 1,0 m	98	59	90	98	61	55
A wys. 0,3 m	128	81	78	77	81	85
5.9. Transept północny				5.10. Transept południowy		
Punkt pomiarowy	Ściana zachodnia 8	Ściana północna 9	Ściana wschodnia 10	Ściana południowa 21		
C wys. 1,5 m	ściana niedostępna	57	ściana niedostępna	53		
B wys. 1,0 m		51		55		
A wys. 0,3 m		79		77		
5.11. Ściany nawy południowe w kolejności od wschodu						
Punkt pomiarowy	22	23	24	25		
C wys. 1,5 m	65	88	83	71		
B wys. 1,0 m	64	85	65	86		
A wys. 0,3 m	91	115	114	130		
5.12. Ściany nawy zachodnie						
Punkt pomiarowy	Od strony południowej 26	Od strony południowej 27	Od strony północnej 28	Od strony północnej 1		
C wys. 1,5 m	51	83	70	74		
B wys. 1,0 m	96	72	92	100		
A wys. 0,3 m	105	126	117	110		
5.13. Kruchta						
Punkt pomiarowy	29	30	31	32		
C wys. 1,5 m	77	68	80	79		
B wys. 1,0 m	75	92	104	83		
A wys. 0,3 m	77	104	140	130		

Tab. 6. Wyniki badań zawilgocenia murów na zewnątrz kościoła. Przyrząd GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50

6.1. Kaplica przy północnym skrzydle transeptu			
Punkt pomiarowy	Ściana północna 153	Ściana wschodnia 154	
C wys. 1,5 m	66	58	
B wys. 1,0 m	80	52	
A wys. 0,3 m	58	76	
6.2. Prezbiterium od zewnątrz			
Punkt pomiarowy	Ściana północna 155	Ściana wschodnia 156	Ściana południowa 157
C wys. 1,5 m	56	45	53
B wys. 1,0 m	62	57	63
A wys. 0,3 m	89	69	72

6.3. Kaplica przy południowym skrzydle transeptu

Punkt pomiarowy	Ściana wschodnia 158
C wys. 1,5 m	45
B wys. 1,0 m	76
A wys. 0,3 m	53

6.4. Zakrystia od zewnątrz

Punkt pomiarowy	Schówek 159	Ściana wschodnia 160	Ściana wschodnia 161	Ściana południowa 162
C wys. 1,5 m	53	42	45	49
B wys. 1,0 m	106	46	46	82
A wys. 0,3 m	119	63	47	110

6.5. Ściany nawy północne w kolejności od zachodu od zewnątrz

Punkt pomiarowy	143	144	149
C wys. 1,5 m	56	63	86
B wys. 1,0 m	77	73	64
A wys. 0,3 m	94	80	87

6.6. Kaplica bł. Wincentego Kadłubka od zewnątrz

Punkt pomiarowy	Ściana zachodnia 145	Ściana północna 146	Ściana północna 147	Ściana wschodnia 148
C wys. 1,5 m	49	138	71	59
B wys. 1,0 m	55	128	65	59
A wys. 0,3 m	80	94	72	97

6.7. Transept północny od zewnątrz

Punkt pomiarowy	Ściana zachodnia 150	Ściana północna 151	Ściana wschodnia 152
C wys. 1,5 m	84	52	74
B wys. 1,0 m	98	54	78
A wys. 0,3 m	93	81	72

6.8. Ściany nawy południowe w kolejności od wschodu (krużganek)

Punkt pomiarowy	39	40	41	42
C wys. 1,5 m	75	74	39	49
B wys. 1,0 m	68	68	82	76
A wys. 0,3 m	90	92	80	81

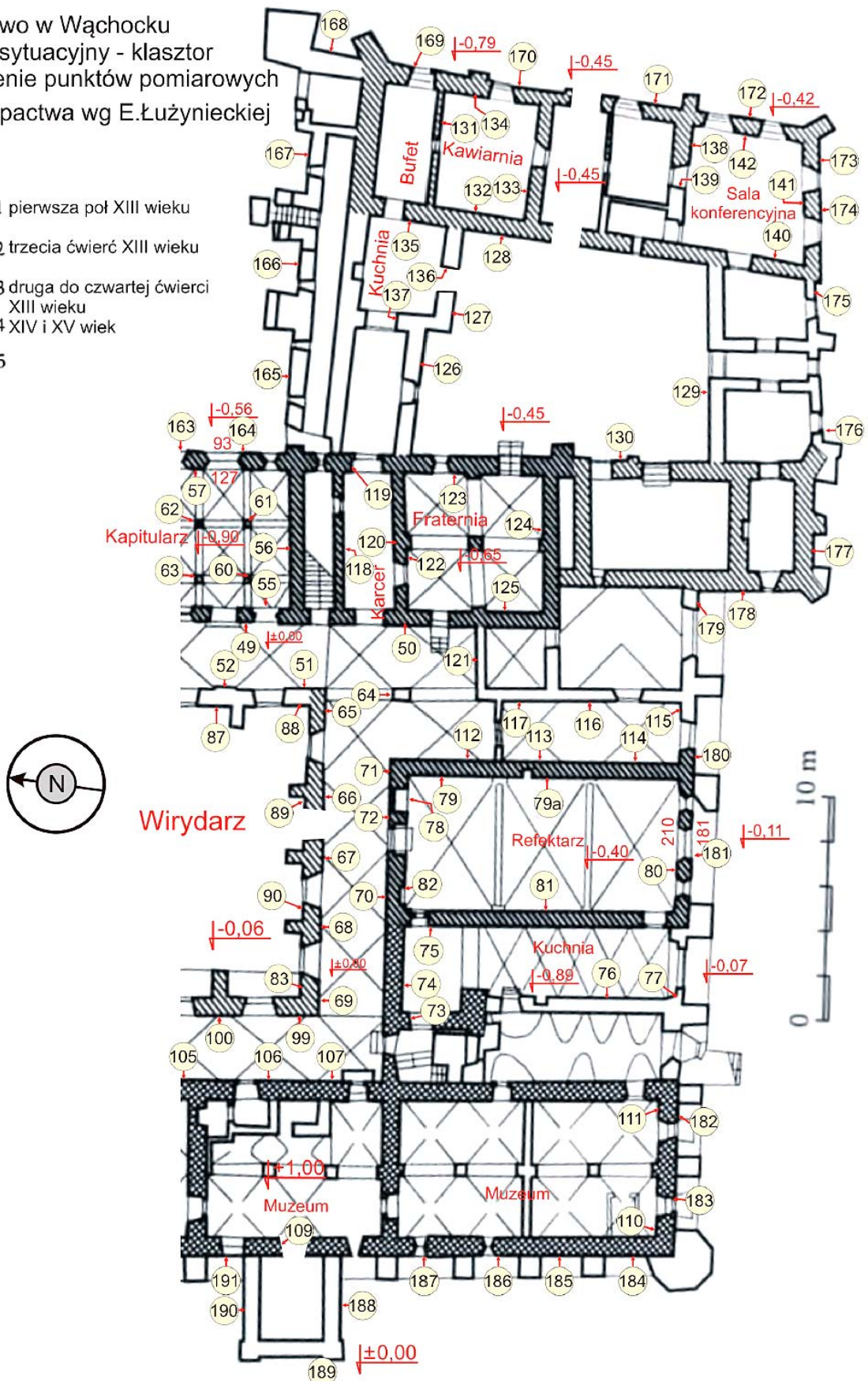
6.9. Ściany nawy zachodnie

Punkt pomiarowy	Od strony południowej 198	Od strony północnej 202	Od strony południowej 199	Od strony zachodniej 200	Od strony północnej 201
C wys. 1,5 m	53	53	60	47	73
B wys. 1,0 m	55	54	72	52	70
A wys. 0,3 m	68	71	76	45	59

6.10. Krucho

Opactwo w Wąchocku
 Szkic sytuacyjny - klasztor
 położenie punktów pomiarowych
 plan opactwa wg E.Łużyńskiej

- 1 pierwsza poł XIII wieku
- 2 trzecia ćwierć XIII wieku
- 3 druga do czwartej ćwierci XIII wieku
- 4 XIV i XV wiek
- 5



Rys. 2. Szkic sytuacyjny dla pomiarów w klasztorze

Tab. 7. Wyniki badań zawilgocenia murów wewnątrz klasztoru. Przyrząd GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50

7.1. Krużganek we wnętrzu od strony wschodniej wirydarza					
Punkt pomiarowy	54	53	52	51	
D wys. 2,0 m	-	107	-	-	
C wys. 1,5 m	55	116	65	45	
B wys. 1,0 m	53	83	77	55	
A wys. 0,3 m	99	80	92	65	
7.2. Krużganek we wnętrzu od strony południowej wirydarza					
Punkt pomiarowy	65	66	67	68	69
D wys. 2,0 m	-	-	-	-	121
C wys. 1,5 m	49	46	46	47	102
B wys. 1,0 m	69	75	91	78	127
A wys. 0,3 m	90	121	128	114	130
7.3. Krużganek we wnętrzu od strony zachodniej wirydarza					
Punkt pomiarowy	99	100	101	102	
E wys. 2,5 m	92	-	-	-	
D wys. 2,0 m	91	67	76	85	
C wys. 1,5 m	121	82	97	113	
B wys. 1,0 m	124	95	106	90	
A wys. 0,3 m	130	107	127	114	
7.4. Krużganek we wnętrzu od strony północnej wirydarza					
Punkt pomiarowy	43	44	45	46	47
D wys. 2,0 m	81	-	-	-	-
C wys. 1,5 m	115	54	75	68	43
B wys. 1,0 m	114	109	95	77	45
A wys. 0,3 m	135	121	84	116	104
7.5. Krużganek we wnętrzu – ściana zachodnia					
Punkt pomiarowy	107	106	105	104	103
C wys. 1,5 m	59	69	54	59	75
B wys. 1,0 m	103	92	69	72	64
A wys. 0,3 m	116	133	112	113	91
7.6. Krużganek we wnętrzu – ściana wchodnia					
Punkt pomiarowy	48	49	50		
C wys. 1,5 m	91	70	61		
B wys. 1,0 m	52	70	45		
A wys. 0,3 m	90	83	48		

7.7. Krużganek wewnątrz – ściana południowa						
Punkt pomiarowy	121	Filar 64	71	72	70	
D wys. 2,0 m	79	-	-	-	-	
C wys. 1,5 m	128	41	49	43	76	
B wys. 1,0 m	126	43	47	58	78	
A wys. 0,3 m	134	67	71	81	103	
7.8. Wirydarz – pomiary od zewnątrz						
Punkt pomiarowy	83	84	85	86		
E wys. 2,5 m	-	112	-	-		
D wys. 2,0 m	95	125	-	-		
C wys. 1,5 m	88	108	45	62		
B wys. 1,0 m	116	71	48	86		
A wys. 0,3 m	130	80	70	83		
Punkt pomiarowy	87	88	89	90		
E wys. 2,5 m	-	105	-	-		
D wys. 2,0 m	-	112	-	73		
C wys. 1,5 m	72	130	79	90		
B wys. 1,0 m	65	83	100	87		
A wys. 0,3 m	102	88	67	122		
7.9. Kuchnia						
Punkt pomiarowy	73	74	75	76	77	
D wys. 2,0 m	-	66	-	-	-	
C wys. 1,5 m	49	116	51	63	51	
B wys. 1,0 m	135	141	73	60	66	
A wys. 0,3 m	136	stół	89	75	120	
7.10. Rełektarz						
Punkt pomiarowy	78	79	79a	80	81	82
E wys. 2,5 m	-	129	106	-	-	-
D wys. 2,0 m	-	141	100	-	-	-
C wys. 1,5 m	51	116	108	68	77	73
B wys. 1,0 m	58	146	118	100	82	71
A wys. 0,3 m	95	128	142	138	110	115
7.11. Korytarz pomiędzy krużgankiem a elewacją południową						
Punkt pomiarowy	112	113	114	115	116	117
E wys. 2,5 m	105	126	-	88	91	117
D wys. 2,0 m	103	124	-	118	95	125
C wys. 1,5 m	127	145	50	126	93	136
B wys. 1,0 m	122	140	72	126	116	124
A wys. 0,3 m	94	138	85	133	119	134

7.12. Muzeum					
Punkt pomiarowy	108	109	110	111	
C wys. 1,5 m	47	86	51	53	
B wys. 1,0 m	59	75	76	59	
A wys. 0,3 m	86	120	121	69	
7.13. Kapituła					
Punkt pomiarowy	55	56	57	58	59
E wys. 2,5 m	-	75	-	-	-
D wys. 2,0 m	-	110	85	64	-
C wys. 1,5 m	82	108	108	93	95
B wys. 1,0 m	95	130	122	140	105
A wys. 0,3 m	103	ławka	ławka	ławka	115
Kapituła – kolumny					
Punkt pomiarowy	60	61	62	63	
D wys. 2,0 m	70	103	86	96	
C wys. 1,5 m	107	120	123	114	
B wys. 1,0 m	108	123	123	116	
A wys. 0,3 m	103	122	128	117	
7.14. Karczer					
Punkt pomiarowy	118	119	120		
D wys. 2,0 m	-	94	-		
C wys. 1,5 m	49	96	39		
B wys. 1,0 m	50	95	58		
A wys. 0,3 m	64	114	125		
7.15. Fraternia					
Punkt pomiarowy	122	123	124	125	
E wys. 2,5 m	-	87	-	-	
D wys. 2,0 m	-	116	75	79	
C wys. 1,5 m	55	117	84	83	
B wys. 1,0 m	65	119	103	88	
A wys. 0,3 m	97	105	114	117	
7.16. Dziedziniec domu opata					
Punkt pomiarowy	126	127	128	129	130
E wys. 2,5 m	-	-	-	83	-
D wys. 2,0 m	73	-	-	118	-
C wys. 1,5 m	117	49	66	125	37
B wys. 1,0 m	118	50	88	126	49
A wys. 0,3 m	niedostępne	67	120	136	84

7.17. Kawiarnia				
Punkt pomiarowy	131	132	133	134
E wys. 2,5 m	-	-	-	-
D wys. 2,0 m	59	-	-	53
C wys. 1,5 m	133	80	51	97
B wys. 1,0 m	140	100	134	117
A wys. 0,3 m	142	105	140	134

7.18. Kuchnia kawiarni			
Punkt pomiarowy	135	136	137
C wys. 1,5 m	60	58	68
B wys. 1,0 m	63	62	117
A wys. 0,3 m	120	128	138

7.19. Sala konferencyjna					
Punkt pomiarowy	138	139	140	141	142
E wys. 2,5 m	-	-	76	-	-
D wys. 2,0 m	-	-	111	-	-
C wys. 1,5 m	59	48	133	48	53
B wys. 1,0 m	136	112	136	47	54
A wys. 0,3 m	145	135	137	137	102

Tab. 8. Wyniki badań zawilgocenia murów na zewnątrz klasztoru. Przyrząd GANN Hydromette UNI 1 z elektrodą B 50

8.1. Kapitularz od zewnątrz Elewacja wschodnia			8.2. Dom opata elewacja północna			
Punkt pomiarowy	163	164	165	166	167	
E wys. 2,5 m			116	111	127	
D wys. 2,0 m			131	138	142	
C wys. 1,5 m	62	51	120	119	123	
B wys. 1,0 m	86	64	131	124	95	
A wys. 0,3 m	97	97	142	128	120	
8.3. Dom opata elewacja wschodnia						
Punkt pomiarowy	168	169	170	171	172	
D wys. 2,0 m	-	-	117	101	-	
C wys. 1,5 m	58	76	112	127	71	
B wys. 1,0 m	61	53	98	126	107	
A wys. 0,3 m	103	96	115	93	62	
8.4. Dom opata elewacja południowa i zachodnia						
Punkt pomiarowy	173	174	175	176	177	178
D wys. 2,0 m	72	84	-	102	138	-
C wys. 1,5 m	93	92	44	121	137	66
B wys. 1,0 m	119	128	94	123	136	71
A wys. 0,3 m	105	110	84	80	112	104
8.5. Klasztor – elewacja południowa						
Punkt pomiarowy	179	180	181	182	183	
D wys. 2,0 m	86	-	-	-	77	
C wys. 1,5 m	100	48	50	65	118	
B wys. 1,0 m	93	43	42	104	131	
A wys. 0,3 m	87	61	48	90	119	

Aneks nr 2. Karty wyników pomiarów zawilgocenia w badanych obiektach

8.6. Klasztor – elewacja zachodnia						
Punkt pomiarowy	184	185	186	187	188	189
D wys. 2,0 m	146	79	-	-	57	-
C wys. 1,5 m	139	80	52	48	123	66
B wys. 1,0 m	94	88	82	69	96	100
A wys. 0,3 m	104	94	62	82	91	66
Punkt pomiarowy	190	191	192	193	194	195
D wys. 2,0 m	-	113	74	53	54	-
C wys. 1,5 m	76	101	85	105	94	51
B wys. 1,0 m	123	115	108	91	103	54
A wys. 0,3 m	125	122	90	81	110	56
8.7. Klasztor – elewacja północna						
Punkt pomiarowy	196	197				
E wys. 2,5 m						
D wys. 2,0 m	109	-				
C wys. 1,5 m	125	54				
B wys. 1,0 m	111	95				
A wys. 0,3 m	114	132				

Tab. 9. Wyniki badań zawilgocenia murów w piwnicy pod skrzydłem zachodnim. Przyrząd GANN Hydro-mette UNI 1 z elektrodą B 50

9. Pomiary w piwnicy pod skrzydłem zachodnim				
Punkt pomiarowy	Filar	Ściana wewnętrzna	Ściana zewnętrzna zachodnia	Ściana zewnętrzna wschodnia
D wys. 2,0 m	-	-	120	-
C wys. 1,5 m	46	46	122	102
B wys. 1,0 m	42	106	132	133
A wys. 0,3 m	102	119	142	135

5. Wizualna ocena zasolenia murów obiektu

Uszkodzenia związane z zasoleniem występują dość rzadko i są trudne do zidentyfikowania bez badań zasolenia. Wynika to z tego, że występuje dużo uszkodzeń związanych z zalewaniem na elewacji, czy kondensacją. Poniżej dokumentacja fotograficzna:



Fot. 2. Uszkodzenia gładzi na ścianie zewnętrznej krużganka. Miejsce 46



Fot. 3. Uszkodzenia w kuchni związane są ze skraplaniem się pary wodnej na ścianie (kondensacja)



Fot. 4. Uszkodzenia związane z wilgocią rozpryskową nad cokół przy wejściu do kościoła. Miejsce nr 201



Fot. 5. Wirydarz. Nad miejscem nr 83, na wysokości I piętra uszkodzenia na elewacji świadczące o nieszczelności instalacji wodnych lub kanalizacyjnych



Fot. 6. Wirydarz. Odspojenia tynku. Miejsce nr 85



Fot. 7. Urwane parapety powodują zaciekanie wody



Fot. 8. Wirydarz. Zacieki wzdłuż rury spustowej. Miejsce nr 88



Fot. 9. Uszkodzenia tynku pod ławkami w nawie. Miejsce nr 2



Fot. 10. Ślady zalewania wodą deszczową na wieży. Miejsce nr 195



Fot. 11. Wysolenia na tynku w kawiarni przy wejściu do bufetu

Aneks nr 2. Karty wyników pomiarów zawilgocenia w badanych obiektach



Fot. 12. Zalewanie i rozprysk wody deszczowej widoczny nad południowym wejściem do klasztoru. Miejsce nr 180



Fot. 13. Ślady rozprysku wody przy schodach zewnętrznych wejścia do muzeum. Miejsce nr 189



Fot. 14. Zacieki pod stropem w bufecie są, wg relacji, śladami po zalaniu



Fot. 15. Wysolenia w sali konferencyjnej. W pobliżu miejsca 141



Fot. 16. Uszkodzenia na północnej elewacji domu opata



Fot. 17. Ślad zalewania z gzymsu dachowego (brak dachówek) w narożniku kaplicy bł. Wincentego Kadłubka. Miejsce nr 146

6. Pomiary wysokości poziomu gruntu w stosunku do wysokości posadzki

Poziomy odniesienia gruntu w stosunku do poziomu posadzki w kościele zaznaczono na załączonym szkicu (rys. 1). Jako odniesienie do pomiarów wykorzystywano pomiary z obu stron nadproży okien prezbiterium i nawy oraz wysokości progów prezbiterium i kaplicy bł. Wincentego Kadłubka oraz progu przy wejściu do kościoła od strony zachodniej i progu przy przejściu do krużganków.

W klasztorze (rys 2) jako poziom odniesienia przyjęto poziom posadzki krużganka. Teren wirydarza jest o 6 cm niżej niż posadzka krużganka. Posadzki pomieszczeń kuchni, refektarza, kapitułarza i fraterni znajdują się niżej niż posadzka krużganka, co zaznaczono na szkicu.

Następujące pomieszczenia znajdują się poniżej poziomu terenu przylegającego od zewnątrz do ich murów, co może skutkować bocznym wnikaniem wilgoci z gruntu:

Kapitułarz — posadzka 34 cm poniżej terenu na zewnątrz (pomiar od parapetu okna) oraz 90 cm poniżej posadzki krużganka (pomiar w progu wejścia).

Fraternia — posadzka 20 cm niżej poziom terenu wirydarza domu opata oraz 65 cm niżej niż posadzka krużganka (pomiar przy wejściach).

Refektarz — posadzka 29 cm poniżej terenu na zewnątrz (pomiar po obu stronach parapetu okna) oraz 40 cm poniżej posadzki krużganka (pomiar w drzwiach wejściowych).

Kuchnia — posadzka 82 cm poniżej terenu na zewnątrz (pomiar w drzwiach) oraz 89 cm poniżej posadzki krużganka (wynika z różnicy pomiaru od parapetu okienka wydawania posiłków do refektarza).

Posadzka **muzeum** w zachodnim skrzydle klasztoru jest wyniesiona o 100 cm od poziomu krużganka (pomiar w klatce schodowej). Pomiar przy schodach wejściowych wykazał tę samą wartość wyniesienia posadzki muzeum ponad teren. Pod muzeum znajduje się piwnica.

Posadzki **parteru domu opata**, czyli korytarza, kuchni, kawiarni, sali konferencyjnej, są na poziomie prawie równym z terenem dziedzińca i gruntu po wschodnio-północnej stronie. Pod wschodnimi oknami bufetu i kawiarni teren jest 34 cm niżej (pomiar od parapetu).

Wg informacji przekazanych przez zakonników, posadzka pierwotna kościoła znajduje się 80 cm pod posadzką obecną.

7. Pomiary parametrów powietrza (temperatura i wilgotność względna) we wnętrzu i na zewnątrz

7.1. Krótki opis przyrządu pomiarowego

Pomiary klimatu, temperatury ściany i punktu rosy wykonywano za pomocą miernika TROTEC T 250. Jest to urządzenie wielofunkcyjne — łączy w sobie termometr, higrometr, pirometr laserowy i miernik punktu rosy. Urządzenie pracuje w trzech trybach i ma różne funkcje pomiarów, wszystko to sterowane jest jednym przyciskiem.

W trybie TH urządzenie pracuje jako higrometr i termometr.

W trybie IR urządzenie T 250 używane jest jako pirometr laserowy do mierzenia temperatury powierzchni, gdzie promień lasera wskazuje miejsce pomiaru.

Tryb DP wyświetla jednocześnie punkt rosy i temperaturę powierzchni.

Jeśli temperatura ściany spadnie poniżej punktu rosy, urządzenie T 250 powiadamia o tym za pomocą sygnału laserowego i alarmu dźwiękowego. Funkcja alarmu służy do ostrzegania o wystąpieniu niedopuszczalnych wartości. Wartości graniczne alarmu można skonfigurować według własnych potrzeb.

Dane techniczne T 250:

Zakres pomiaru temperatury powietrza: od -20°C do $+50^{\circ}\text{C}$

Rozdzielczość wskazań temperatury powietrza: $0,1^{\circ}\text{C}$

Zakres pomiaru wilgotności powietrza: 5–95% RH

Rozdzielczość wskazań wilgotności powietrza: $0,1\%$ RH

Zakres pomiaru temperatury powierzchni: od -20°C do $+60^{\circ}\text{C}$

Rozdzielczość wskazań temperatury powierzchni: $0,1^{\circ}\text{C}$.



Fot. 18. Przyrząd TROTEC T 250

7.2. Pomiary warunków klimatycznych w obiekcie i na zewnątrz

Zestawienie pomiarów wykonano na podstawie badań przeprowadzonych jednorazowo, w środę dn. 25.08.2021 r. o godz. 9:00–19:30. Nie zbierano danych w dłuższym czasie, stąd brak obliczeń dotyczących amplitud dobowych (ΔT , ΔRH). Pogoda na zewnątrz: zachmurzenie małe i umiarkowane, słonecznie, wiatr 3–5 m/s z północnego wschodu, temperatura 14,1°C. Przez dwa dni poprzedzające badania padały ulewne deszcze, wiał wiatr zachodni, powodujący zacinanie deszczu na elewację. Zachmurzenie duże oraz cieplej niż w dniu pomiarów, ok. 18–21°C.

W trakcie badań zarówno kościół, jak i klasztor nie były nieogrzewane.

Tab. 10. Ogólne warunki klimatyczne wewnątrz i na zewnątrz obiektu. Miernik TROTEC T 250 na wysokości 1 m nad podłożem, w cieniu

Data	Na zewnątrz		Nawa wewnątrz		Zakrystia wewnątrz		Prezbiterium wewnątrz		Piwnica wewnątrz	
	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]
25.08.2021	10:46		9:30		10:20		10:00		19:30	
Klimat	59,8	14,1	62,6	18,2	19,0	62,0	59,0	18,0	84,8	13,2

Data	Kapitułarz wewnątrz		Kuchnia wewnątrz		Refektarz wewnątrz		Kawiarnia wewnątrz		Kuchnia kawiarni wewnątrz	
	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]	RH [%]	T [°C]
25.08.2020	11:46		13:05		13:37		16:00		16:10	
Klimat	65,1	18,9	58,4	21,9	60,8	21,7	65,8	21,2	61,7	22,4

7.3. Pomiary prawdopodobieństwa kondensacji pary wodnej

Tab. 11. Pomiary prawdopodobieństwa kondensacji pary wodnej. Miernik TROTEC T 250

Miejsce pomiaru (30 cm nad posadzką)	nr punktu pomiarowego wg szkicu	Godzina	RH [%] powietrza	T [°C] powietrza	T [°C] punktu rosy	T [°C] Muru	Grubość muru w miejscu Pomiaru [cm]	Prawdopodobieństwo kondensacji pary wodnej – różnica od punktu rosy [°C]
Prezbiterium – ściana wschodnia	16	09:45	59,0	18,0	9,8	18,2	~100	8,4
Kaplica od północnej strony prezbiterium – ściana pn.	11	09:35	61,7	17,9	10,4	17,0	~100	6,6
Kaplica od północnej strony prezbiterium – ściana wsch.	12	09:37	61,4	18,0	10,4	17,2	~100	6,8
Kaplica od północnej strony prezbiterium – ściana pd.	13	09:40	62,2	18,1	10,7	18,1	~100	7,4
Kaplica od pd. strony prezbiterium – ściana pn.	18	10:00	58,6	18,2	9,9	18,3	~100	8,4
Kaplica od pd. strony prezbiterium – ściana wsch.	19	10:03	58,2	18,3	9,9	18,5	~100	8,6
Kaplica od pd. strony prezbiterium – ściana pd.	20	10:05	57,8	18,2	9,7	18,3	~100	8,6
Nawa - ściana południowa	24	10:15	55,1	17,8	8,6	17,0	~100	8,4
Nawa – ściana zach. od str. południowej	26	10:30	54,6	17,6	8,3	16,7	~100	8,4
Nawa – ściana zach. od str. północnej	1	10:38	63,6	17,5	10,5	16,7	~100	6,2
Nawa - ściana północna pod oknem zachodnim	2	10:40	65,0	17,4	10,7	16,8	~100	6,1
Nawa - ściana północna	3	10:42	64,8	17,3	10,6	16,8	~100	6,2
Kaplica - ściana północna	5	10:43	64,1	17,6	10,7	17,0	~100	6,3
Transept - ściana północna	9	10:45	62,5	17,9	10,6	17,0	~100	6,4
Kruczta – ściana zachodnia	30	10:31	55,8	15,7	6,8	15,6	80	8,8
Schówek przy zakryści	37	10:22	66,4	19,2	12,7	18,1	~100	5,4
Zakryścia – ściana południowa	33	10:21	62,0	19,0	11,5	17,1	~100	5,6

Aneks nr 2. Karty wyników pomiarów zawilgocenia w badanych obiektach

Miejsce pomiaru (30 cm nad posadzką)	nr punktu pomiarow ego wg szkicu	Godzina	RH [%] powietrza	T [°C] powietrza	T [°C] punktu rosy	T [°C] Muru	Grubość Muru w miejscu Pomiaru [cm]	Prawdopodobie ństwo kondensacji pary wodnej – różnica od punktu rosy [°C]
Kuchnia – nadproże wejścia	-	13:04	64,9	22,2	15,3	20,8	-	5,5
Refektarz	80	13:37	59,5	21,6	13,3	20,0	~80	6,7
Kapitularz za ławką	58	11:46	74,2	18,9	14,2	17,4	?	3,2
Pawlica ściana zewnętrzna zachodnia	-	19:26	81,6	17,6	14,4	16,5	?	2,1
Krużganek – ściana od strony wirydarza	46	11:20	56,4	19,0	10,1	18,4	115	8,3

Pomiary wykonano bezpośrednio przy ścianach zewnętrznych od strony wewnętrznej w kilku miejscach, na wysokości ok. 30 cm od posadzki, oraz w narożnikach, wg podanego przez zamawiającego schematu. Najmniejszy odstęp temperatury ściany od temperatury punktu rosy, wynoszący $2,1^{\circ}\text{C}$, stwierdzono przy ścianie zewnętrznej w piwnicy pod zachodnim skrzydłem klasztoru (pod muzeum). Mały odstęp od punktu rosy, wynoszący $5,4-5,6^{\circ}\text{C}$, stwierdzono w zakrystii i w schowku pomiędzy zakrystią a kościołem (miejsce 33 i 37, rys. 1).

Szczególną uwagę zwraca też klimat pomiędzy oparciami ław a ścianą w kapitularku (miejsce nr 58). Wilgotność powietrza pomiędzy oparciem ławy a ścianą sięgała tam $74,2\%$, a różnica między temperaturą ściany a temperaturą punktu rosy była niewielka: $3,2^{\circ}\text{C}$, co stwarza ryzyko wzrostu mykoorganizmów i przyczynia się do podwyższonych wskazań przyrządu GANN (tabela 7.13, fot. 19). W kapitularku brak jest przepływów powietrza, jedyna wymiana następuje pomiędzy krużgankiem a kapitularkiem przez otwarte wejście.

Intensywna kondensacja występuje również na nadprożu przejścia pomiędzy kuchnią a klatką schodową. W kuchni brak jest sprawnej wentylacji. Opary kuchenne uciekają przez drzwi do klatki schodowej, działającej jak komin, powodując kondensację na nadprożu. Takie warunki sprzyjają powstawaniu mykoorganizmów i faktycznie, nadproże pokryte jest czarnym osadem zarówno pleśni, jak i osadów z par tłuszczu (fot. 20). Pomiary przyrządem GANN na nadprożu wskazują, że mur jest suchy (44 jednostki GANN).



Fot. 19. Klimat sprzyjający kondensacji panuje pomiędzy oparciami ław a murem w kapitularku



Fot. 20. Efekty kondensacji na nadprożu wyjścia z kuchni na klatkę schodową

7.4. Pomiary prawdopodobieństwa kondensacji pary wodnej po nabożeństwie

Badań po nabożeństwie nie wykonywano.

7.5. Pomiar gradientu pionowego temperatury

Nie wykonywano.

8. Pomiary prędkości przepływów powietrza

Pomiary pozwalają ocenić ruch powietrza w obiekcie, także na tle sytuacji na zewnątrz, jego cyrkulację w różnych punktach wnętrza, równomierność rozkładu temperatury, komfort wentylacyjny lub jego brak.

Tab. 12. Pomiary prędkości przepływów powietrza. Urządzenie pomiarowe — termoanemometr CEM DT-8894

Lokalizacja	Data — 25.08.2021 r.		
nr 19	Prędkość przepływu powietrza [m/s]	Temperatura powietrza [°C]	
Pomiar na zewnątrz kościoła			
Przed wejściem do kościoła	do 3–5 m/s	14,1°C	
Pomiary we wnętrzu przy drzwiach zamkniętych			
Wysokość punktu pomiarowego	30 cm	100 cm	150 cm
Przed ołtarzem	0	0	0
Na środku nawy głównej	0	0	0
Przy głównych drzwiach wejściowych	0	0	0
Przy drzwiach do kruchty	0	0	0
Przy drzwiach do krużganków	0	0	0
Przy drzwiach na klatkę schodową empory organowej	brak pomiaru	brak pomiaru	brak pomiaru
Na emporze organowej	brak pomiaru	brak pomiaru	brak pomiaru
Przy drzwiach na poddasze kościoła	brak pomiaru	brak pomiaru	brak pomiaru
Na strychu przy otworze wentylacyjnym w sklepieniu	brak pomiaru	brak pomiaru	brak pomiaru
Pomiary we wnętrzu przy drzwiach otwartych			
Przed ołtarzem	0	0	0
Pośrodku nawy głównej	0,5	0	0
Przy głównych drzwiach wejściowych	1,5	2	1,5
Przy drzwiach do kruchty	1	0,75	0,5
Przy drzwiach do krużganków	1,2	1	0,5
Przy drzwiach na klatkę schodową empory organowej	brak pomiaru	brak pomiaru	brak pomiaru
Na emporze organowej	brak pomiaru	brak pomiaru	brak pomiaru
Przy drzwiach na poddasze kościoła	brak pomiaru	brak pomiaru	brak pomiaru
Na strychu w otworze wentylacyjnym w sklepieniu	brak pomiaru	brak pomiaru	brak pomiaru

Nad transeptem znajduje się otwarty otwór wentylacyjny na strychu.

9. Spostrzeżenia i wnioski autora opracowania

9.1. Spostrzeżenia dotyczące zawilgocenia murów obiektu

Z wykonanych pomiarów wynika, że kościół, a zwłaszcza prezbiterium, jest suchszy niż klasztor. Większość zawilgoczeń w obrębie elewacji klasztoru i kościoła spowodowana jest zalewaniem od góry z powodu nie szczelności rynien, bądź ubytków w parapetach lub gzymsach. Nad miejscem 83, 69, 99 jest nieszczelna instalacja wodna lub kanalizacyjna w sanitariacie na I piętrze (fot. 5). W obrębie południowego wyjścia z klasztoru (miejsca 112, 113, 114, 115, 116, 117, 121, 180) mury są zawilgocone, podobnie jak ta sama ściana od strony refektarza (miejsca 79 i 79a). Charakter tego zawilgocenia można ustalić dopiero po dokładnych pomiarach inwazyjnych. Kawiarnia i sala konferencyjna w pomiarach i objawach wykazują zawilgocenie, które ma cechy podciągania kapilarnego (miejsca 131, 132, 133, 134, 138, 139, 140, 141, 142). Trudno określić, czy przyczyną zawilgocenia północnej elewacji domu opata (miejsca 165, 166, 167) wynikają z zalewania przez deszcze, wieku i zasolenia tynku, czy też jest to podciąganie kapilarne.

W celu ochrony ścian kapitulacza przed wilgocią należy rozważyć, czy jest możliwe obniżenie terenu do poziomu posadzki (miejsce 163 i 164). Widoczne jest, że takie prace były tu wraz z odwodnieniem zagłębienia podejmowane. Należy przynajmniej sprawdzić drożność odpływów z tego zagłębienia przy murze.

Podobnie uporządkować teren należy przy północnej i wschodniej elewacji kościoła. Zapewnić spad terenu w kierunku od muru, odpowiednio ukształtować teren. Zwraca uwagę, że rury spustowe po remoncie dachu kościoła odprowadzono do starych, żeliwnych rur, które są popękane i budzą wątpliwość, czy są drożne w podziemnych odcinkach.

Wnikanie boczne wilgoci w mur występuje w miejscach, gdzie na zewnątrz grunt jest wyżej niż posadzka wewnątrz. Mowa tu o gruncie przy elewacji, jak i gruncie pod posadzką sąsiednich pomieszczeń. Tak więc krypty, piwnice, ale też kapitularz, fraternia, refektarz i kuchnia mają ściany poniżej gruntu.

Reasumując — najpilniejsze do wykonania są prace naprawcze dotyczące:

- 1) wyprofilowania i uporządkowania oraz ewentualnego obniżenia terenu przy elewacjach, szczególnie od północy i wschodu kościoła;
- 2) naprawieniu ubytków gzymsów i parapetów;
- 3) naprawienia rynien i rur spustowych;
- 4) sprawdzenia i naprawienia nieszczelności w sanitariatach.

9.2. Spostrzeżenia dotyczące klimatu i zagrożenia kondensacją w obiekcie

Sytuację wilgotności powietrza, temperatury i związanej z tym relacji temperatury punktu rosy do temperatury muru określić można jako zadowalającą na większości obszaru obiektu. Zwraca uwagę zapach stęchlizny w schowku (miejsce nr 37), warunki sprzyjające kondensacji panują za oparciem ław w kapitularczy (miejsce 58) i w kuchni (fot. 3 i 20), gdzie nie ma działającej sprawnej wentylacji, która wywiewałaby opary z gotowania posiłków. Również pomieszczenie kawiarni nie ma żadnej wentylacji oprócz możliwości otwierania okien.