



MONUMENT SERVICE

ul. Raszyńska 2
05-816 Michałowice
NIP: 879-158-55-66
REGON: 005742634
tel/fax: (+48) 22 723 91 87

biuro@monumentservice.pl
www.monumentservice.pl

PLAFON „JUTRZENKA” AUTORSTWA
J. P. NORBLINA W ŚWIĄTYNI DIANY W ARKADII
(MUZEUM W NIEBOROWIE I ARKADII)

EKSPERTYZA WRAZ Z PROJEKTEM
ZABEZPIECZEŃ WIĘŻBY DACHOWEJ
ORAZ KONSTRUKCJI

ZLECENIODAWCA:

Muzeum Narodowe w Warszawie,
Al. Jerozolimskie 3, 00-495 Warszawa

ZESPÓŁ:

K B- PROJEKTY KONSTRUKCYJNE

dr inż. Stanisław Karczmarczyk
Upr. Nr 224/69

mgr inż. Wiesław Bereza
Upr. Nr 146/2001

Paweł Stężowski

Kraków, grudzień 2014

Spis zawartości opracowania:

1. Cel i zakres opracowania
2. Podstawa opracowania
3. Opis i ocena stanu technicznego opisywanego obiektu
 - 3.1. Opis ogólny obiektu
 - 3.2. Opis stanu technicznego poszczególnych elementów opiniowanego budynku
4. Wnioski
5. Zalecenia
6. Dokumentacja fotograficzna

1. Cel i zakres opracowania

Celem opracowania, zgodnie z intencją zlecniodawców jest ocena stanu technicznego więźby drewnianej oraz konstrukcji nośnej plafonu w świątyni Diany w Arkadii koło Nieborowa. Na tle tych ocen i na tle wyników analiz obliczeniowych określono stan zachowania analogicznych elementów oraz określono program niezbędnych prac zabezpieczających i wzmacniających umożliwiających dalsze użytkowanie obiektu.

Zakres opracowania obejmuje ogólny opis i ocenę stanu zachowania więźby i stropu ostatniej kondygnacji. Stan techniczny konstrukcji dachu i stropu określono na podstawie oględzin obiektu, oraz na podstawie analizy wyników skanowania trójwymiarowego obiektu i na podstawie badań struktury drewna.

Autorzy opracowania określili formalny poziom bezpieczeństwa i zaproponowali sposób naprawy poszczególnych objętych badaniami elementów konstrukcyjnych budynku. Całość opracowania zakończono wnioskami, szczególnie w zakresie możliwości zachowania istniejących elementów nośnych więźby i konstrukcji plafonu oraz wnioskami dotyczącymi podjęcia wymaganych działań ochronnych opiniowanego zabytku.

2. Podstawy opracowania

Formalna i merytoryczną podstawę opracowania stanowią:

- Zlecenie firmy *Monument Service Marcin Kozarzewski*,
- Przeprowadzone badania struktury drewna w miejscach odsłoniętych belek więźby i stropów za pomocą urządzenia IML-RESI300,
- Oględziny obiektu przez autorów niniejszego opracowania połączone z rejestracją uszkodzeń wad układu nośnego,
- Pobrano próbki w formie zwiercin ze ścian wsporczych budynku w celu oceny wskaźników zawilgocenia i zawartości soli rozpuszczalnych w wodzie,
- Obowiązujące normy, obciążenia budowli oraz normy projektowania konstrukcji stalowych, żelbetowych, murowych i drewnianych, a w szczególności:
 - PN-EN 1990 Eurokod: „Podstawy projektowania konstrukcji.”
 - PN—EN 1991-1-1:2002 Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje, Część 1-1; Oddziaływania ogólne, Ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach
 - PN—EN 1991-1-3:2005 Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje, Część 1-3; Oddziaływania ogólne – Obciążenie śniegiem.
 - PN-EN-1996-3: 2010 Eurokod 6: Projektowanie konstrukcji murowych; Część 3; Uproszczone metody obliczania murowych konstrukcji niezbrojonych.
 - PN-EN-1995-1-1: 2010 Eurokod 5: Projektowanie konstrukcji drewnianych; Część 1-1; postanowienia ogólne; Reguły ogólne i reguły dotyczące budynków.
 - PN-EN-1993-1-1: 2006 Eurokod 3: Projektowanie konstrukcji stalowych; Część 1-1; Reguły ogólne i reguły dla budynków.
- Literatura przedmiotu oraz tablice projektowe:
 - ST. Hajdasz *Sposoby ustalenia zużycia technicznego budynków i budowli*, Promiks, 1991 r,
 - J. Hadyna *Utrzymanie obiektów budowlanych* – materiały MOIIB – Kraków, 2005,



Fot.2 Widok ogólny świątynii

Układ nośny budynku stanowią murowany ściany zewnętrzne oraz układ ścian wewnętrznych wyznaczających równocześnie układ funkcjonalny pomieszczeń. W trzech pomieszczeniach dekoracyjne sufity wykonano w formie kopuł, konstrukcje dwóch z nich wykonano jako sklepienia murowane, a jedna konstrukcji drewnianej. W pozostałej pomieszczeniach sufity wykonano, jako tynkowane konstrukcji na deskowania mocowanymi do drewnianych belek nośnych. Konstrukcję nośną stropów w postaci dźwigarów drewnianych rozpięto na zewnętrznych, dłuższych ścianach budynku. Belki pełniące funkcję dźwigarów nośnych dla stropu, stanowią równocześnie tramy dla konstrukcji więźby drewnianej. W jednym z pomieszczeń świątyni umieszczono stalową klatkę schodową, zabiegową z pylonem nośnym w osi klatki. Schody prowadzą na kondygnację pośrednią wykonaną nad pomieszczeniami o płaskim stropie. Stropy nośne w postaci pomostów drewnianych rozpięto pomiędzy działowymi ścianami nośnymi ograniczającymi pomieszczenia. Z poziomu kondygnacji pośredniej, poprzez wyłaz w stropie poddasza, przewidziano komunikację pomiędzy wnętrzem

świątyni a poddaszem. Dostępność tej przestrzeni, zapewniono poprzez drabinę umożliwiającą wyjście z poziomu kondygnacji pośredniej, na poddasze.

Ukształtowanie bryły dachu o małym kącie pochylenia połaci oraz dużej wielkości przekroje krokwi i tramów, sprawiają że przestrzeń poddasza jest znacząco ograniczona i poruszanie się w jej obrębie jest trudne. Dodatkowym utrudnieniem stanowi świetlik znajdujący się we wschodniej części budynku, oraz wypiętrzona do przestrzeni poddasza konstrukcja plafonu nad główną salą. Konstrukcja plafonu wypełnia przestrzeń poddasza do poziomu krokwi oraz jętek, przez co w największym miejscu, możliwość poruszania się jest ograniczona do niewielkich przesmyków. Za konstrukcją plafonu znajduje się trudno dostępny fragment stropu drewnianego nad portykiem.

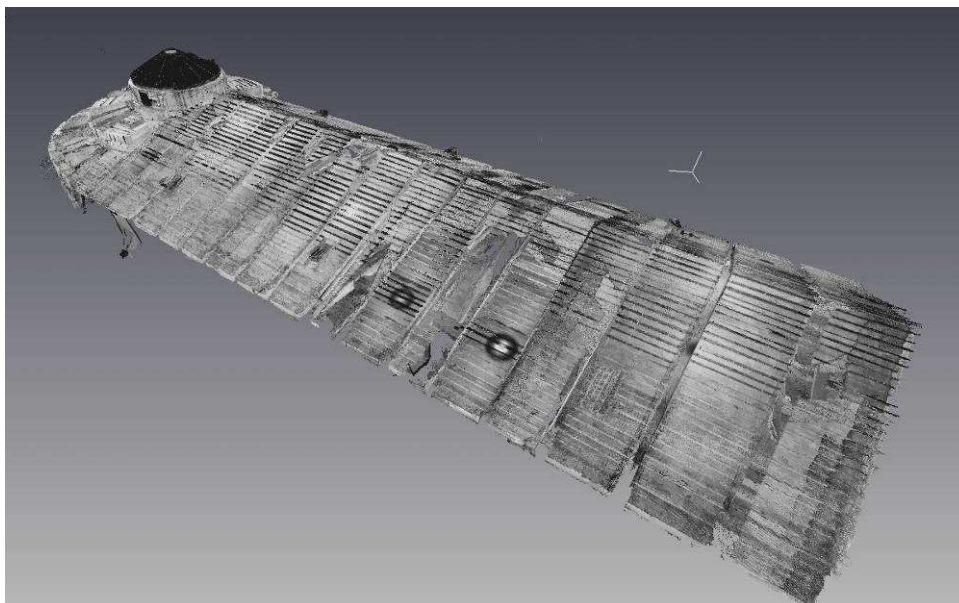
3.2. Opis stanu technicznego poszczególnych elementów opiniowanego budynku.

Opisywany budynek to jednokondygnacyjny obiekt, w planie zbliżony kształtem do prostokąta o dwóch podłużnych znacznie wydłużonych bokach. Obiekt ten został wykonany, jako murowany. Na podstawie oględzin obiektu oraz na podstawie przeprowadzonych badań oceniono stan techniczny obiektu, jako zachowanego w dobrym stanie technicznym.

Budynek został przekryty dwuspadową więźbą ze świetlikiem w części wschodniej. Więźba w układzie krokwiowo - jętkowym. Jeden z wiązarów dachu wykonano odmiennie, jako wieszarowy ze strzemieniem z płaskowinka, stanowiącym podwieszenie tramu do wieszaka. Równlegle do krokwi rozmieszczono zastrzały. Układ tramów, będących oparciem dla konstrukcji krokwi, został podporządkowany pozostałym elementom konstrukcji stropu i dachu. W miejscach gdzie zlokalizowano konstrukcję plafonu, kopuły oraz świetlika, wykonano układ wymianów i belek pośrednich, zapewniających odpowiednie przeniesienie obciążeń na poszczególne elementy.

Konstrukcja więźby wykazuje oznaki porażenia przez drewnojady oraz przez grzyby, przez co niektóre elementy znajdują się obecnie w bardzo złym stanie technicznym. Ubytki przekroju w następstwie korozji biologicznej dochodzą lokalnie nawet do ponad 50%. Taki stan konstrukcji drewnianej, istotnie wpływa na stopień zużycia technicznego obiektu.

Jednym z zagrożeń powstałych na skutek porażenia drewna przez drewnojady jest utrata nośności porażonych elementów konstrukcji. Ze względu na trudny do określenia ubytek struktury drewna na skutek penetracji drewnojada, niemożliwe jest dokładne określenie stopnia utraty wytrzymałości drewna i nośności. Stąd też, awarie wywołane takimi uszkodzeniami, zazwyczaj następują w sposób niesygnalizowany. Stan poszczególnych elementów więźby drewnianej należy obecnie ocenić, jako dostateczny. Niektóre z elementów wymagają jednak natychmiastowej naprawy bądź wymiany, ze względu na zauważalny stopień zniszczenia przez drewnojady w widoczny wzrost podatności porażonych elementów. Dotyczy to głównie belek stropowych, oraz tramów, a w mniejszym stopniu krążyn i krokwi. Stan tych elementów, sugeruje iż czas zerowania szkodnika, można szacować na co najmniej kilkanaście lat.

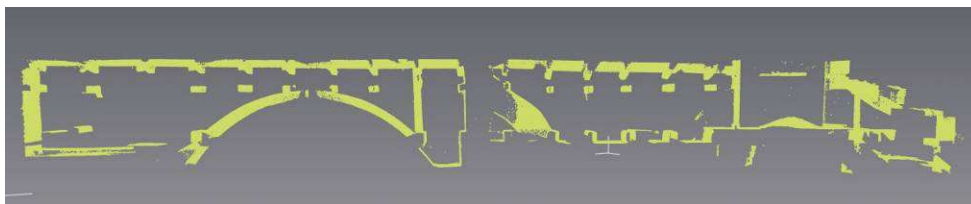


Fot.3 Model wieżby w postaci chmury punktów.

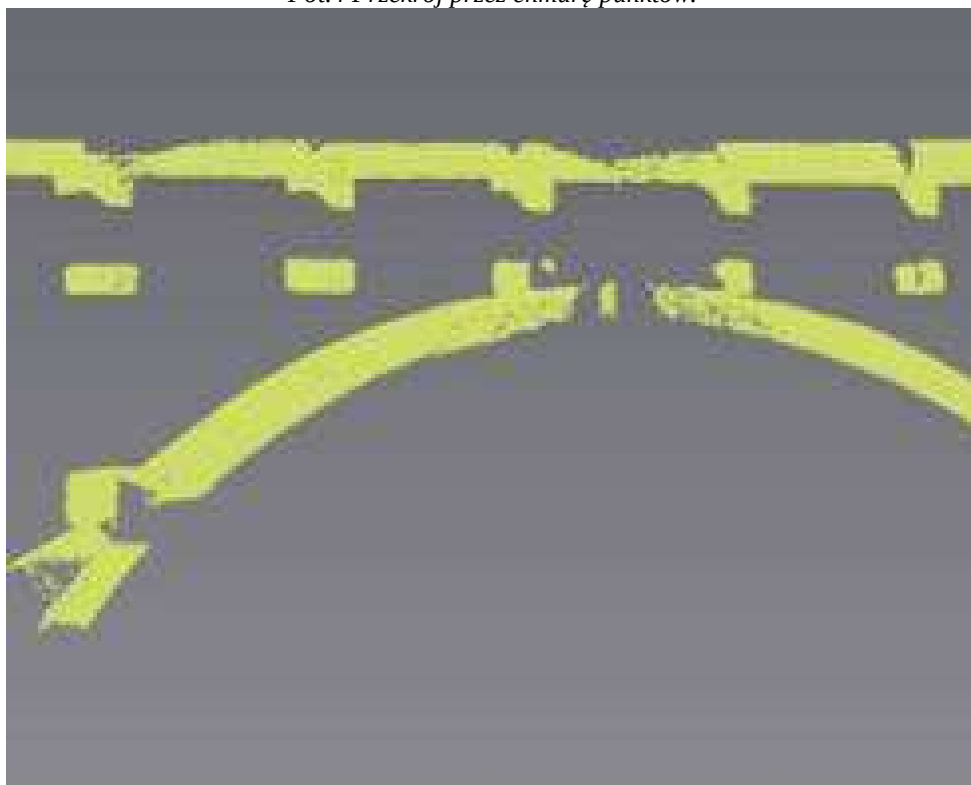
Uszkodzenia struktury drewna oraz wysokie zużycie techniczne niektórych elementów wywołały odkształcenia konstrukcji w stopniu większym od granicznego. Istotnym sygnałem, takich zmian i zagrożeń w konstrukcji stropu i dachu są widoczne zarysowania na powierzchni sufitu w sali głównej. Zarysowania te powstały na skutek przemieszczeń konstrukcji plafonu. Za przyczynę przemieszczeń tych elementów, należy uznać nadmierne ugięcia konstrukcji wieżby. Jest to najbardziej prawdopodobna przyczyna, ponieważ konstrukcja plafonu, w znacznej większości znajduje się ponad poziomem tramów i stosunkowo szczelnie wypełnia przestrzeń pod układem wiązarów dachowych. W trakcie oględzin, autorzy opracowania zauważyli, że jętki w dwóch wiązarach, umiejscowionych bezpośrednio nad konstrukcją plafonu, mogą, co najmniej okresowo oddziaływać na krążyny. Oprócz wizualnie stwierdzonych uszkodzeń oraz zaobserwowanych oddziaływań poszczególnych elementów, na taki mechanizm uszkodzenia wskazuje przeprowadzone skanowanie 3D. Obiekt ten został pokryty chmurą punktów, w układzie przestrzennym tj. x, y, z. Ilość punktów na cm² jest znaczna, w związku z tym obiekt w postaci chmury punktów został wiernie odtworzony geometrycznie. W modelu tym można zauważyć nawet niewielkie ubytki w elementach drewnianych wieżby. Dzięki udostępnieniu modelu 3D w postaci chmury punktów, przez firmę Monument Service Marcin Kozarzewski, autorzy ekspertyzy konstrukcyjnej mogli w oparciu o te dane jednoznacznie potwierdzić postawione tezy.

Na podstawie obróbki modelu chmury punktów, wykonano opracowanie i podane poniżej przekroje, na których można zauważyć, brak wolnej przestrzeni

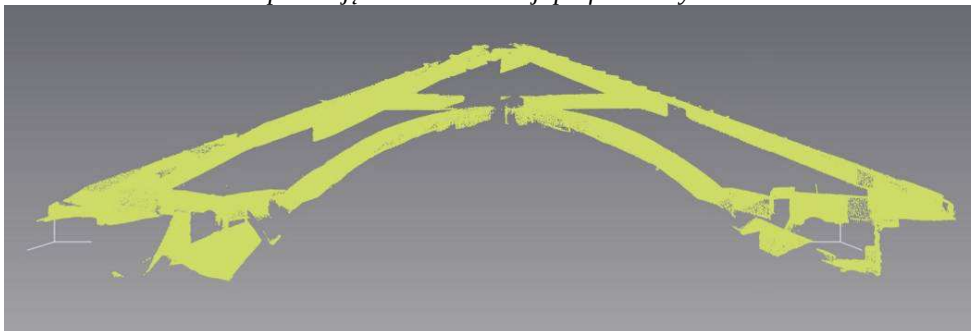
między układem krążyn oraz jętek. Powierzchnia oddziaływania poszczególnych elementów, na pewno nie jest tak duża jak wynika to ze skanowania. A to dlatego, że należy wziąć pod uwagę, możliwości techniczne danego urządzenia, oraz fakt, że punkty pomiarowe w ostrych załamaniach i trudno dostępnych miejscach, mogą zostać odczytane w sposób niepoprawny. Jednak, dokładność wykonania tego skanowania, w zupełności wystarcza dla potwierdzenia przypuszczeń, co do oddziaływania konstrukcji więźby na konstrukcje plafonu.



Fot.4 Przekrój przez chmurę punktów.

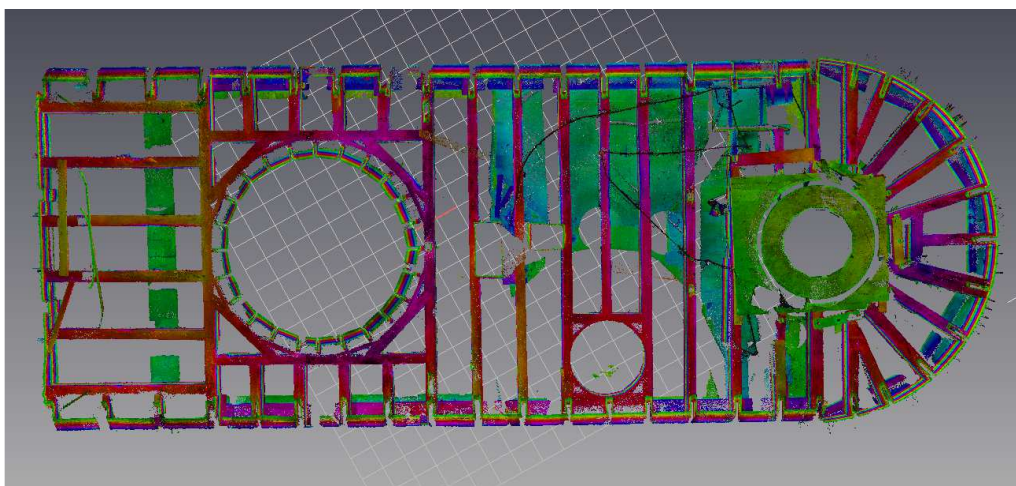


Fot.5 Widoczne oparcie jętki na konstrukcji plafonu – wynik skanowania 3D.



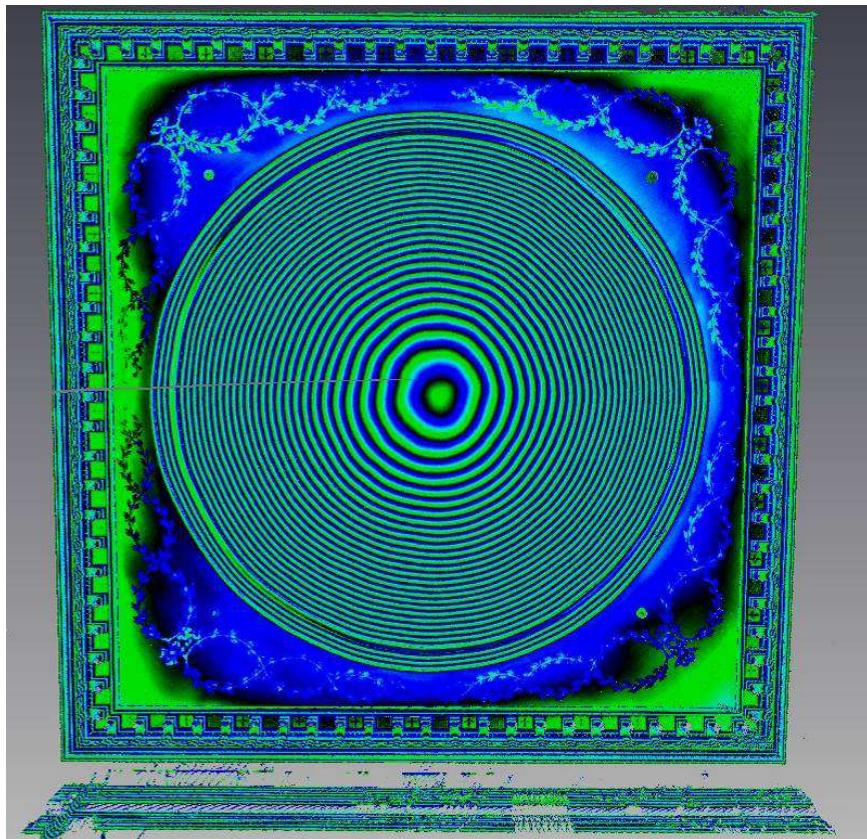
Fot.6 Przekrój przez chmurę punktów – widoczne oparcie jętki na plafonie.

Na podstawie udostępnionego modelu skanowania trójwymiarowego, autorzy opracowania uzyskali wiedzę, nie tylko na temat wzajemnego wpływu poszczególnych elementów, ale również na temat zarejestrowanych przemieszczeń poszczególnych części konstrukcji. Na poniższych odczytach z programu przedstawiono mapy hipsometryczne konstrukcji, bądź jej części. Z map tych można odczytać wzajemne położenie elementów w danej płaszczyźnie. I tak na fotografii 7, mamy przedstawiony układ tramów w przestrzeni poddasza. Poszczególne kolory oznaczają dany poziom w stosunku do płaszczyzny odniesienia. Różnorodność barw, świadczy o złożonym i zróżnicowanym układzie poziomów poszczególnych elementów. Skala zmian przedstawiona na fotografii, określona została w centymetrach. Widoczne są istotne odkształcenia w obrębie wymianów, wokół konstrukcji plafonu.

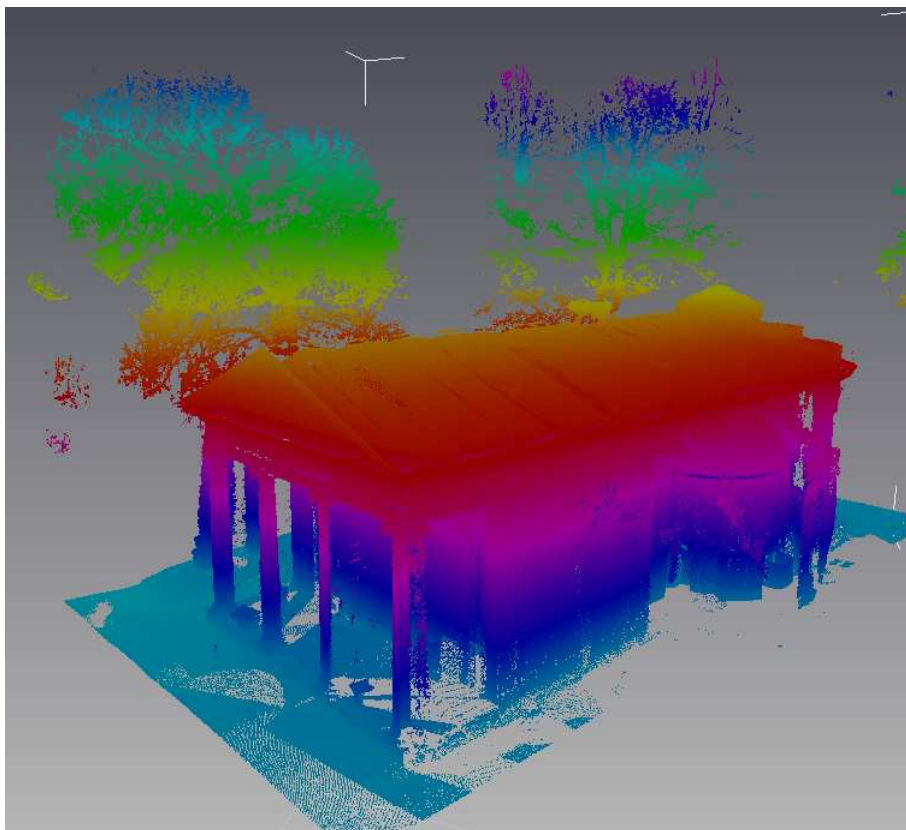


Fot.7 Hipsometryczne oznaczenie poziomu górnej płaszczyzny tramów.

Bazując na modelu trójwymiarowym oraz na wykonanej niwelacji sufitu w sali głównej, odczytano przemieszczenia pionowe konstrukcji plafonu o znacznej wartości. Dodatkowo, przemieszczenia te, są zróżnicowane na obwodzie podstawy kopuły, co dodatkowo, świadczy o złożonej pracy tej konstrukcji. Analiza modelu chmury punktów wykazała zróżnicowane położenie poszczególnych części sufitu względem płaszczyzny odniesienia, i o ile zasadne zmiany widoczne są w miejscach zdobień i krawędzi sufitu, z uwagi na sztukaterie, o tyle odkształcenia płaskiej części stropu wykazują istotne obniżenie obwodu kopuły w stosunku do poziomu sufitu w paśmie przy ścianach. Przemieszczenia potwierdzają również zarysowania występujące na tynku, zarówno w płaskiej części sufitu, jak i samej kopuły. Za przyczynę tych odkształceń należy uznać wpływ konstrukcji więźby na konstrukcję plafonu. Oddziaływania te występują mimo zastosowanych rozwiązań w postaci ogrzewania połaci, które miały na celu zmniejszenie obciążeń od śniegu.



Fot.8 Mapa hipsometryczna sufitu wokół plafonu i plafonu (dokładność do cm)

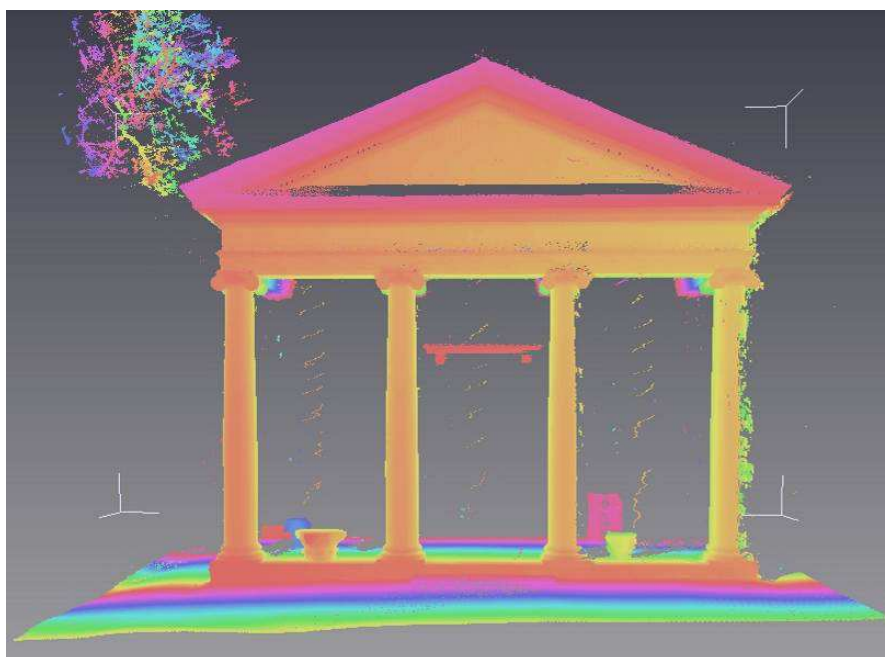


Fot.9 Model budynku wykonany na podstawie chmury punktów.

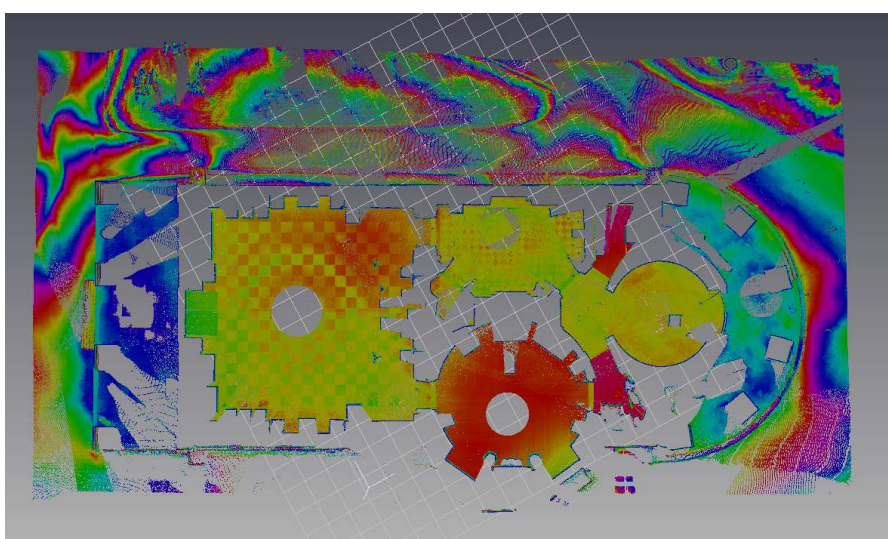
W oparciu o model skanowania trójwymiarowego odczytano również przemieszczenia kolumn w portyku. Widoczne jest wychylenie lewej kolumny w

niewielkim stopniu. Zmiany te mogą być wywołane zmianami w posadowieniu tych elementów.

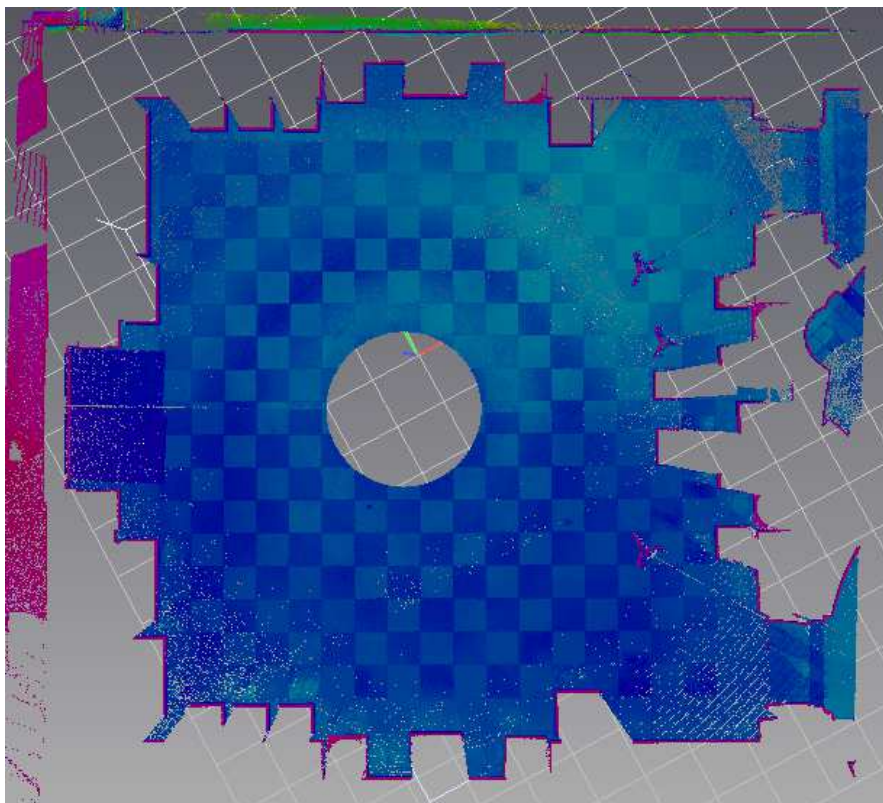
Mapa hipsometryczna posadzek wskazuje odkształcenia pionowe części posadzek wewnątrz obiektu oraz w obrębie portyku i wschodniej kolumnady. Część zmian wynika ze zjawiska wysadzin sporządzonego przemarzaniem gruntu oraz uszkodzeń posadzki, głównie w części zewnętrznej. Jednymi z większych, a zarazem istotnych zmian i uszkodzeń, są przemieszczenia posadzki w obrębie sali głównej co przedstawiono na fotografii 12.



Fot.10 Mapa hipsometryczna układu kolumn frontowych – lewa kolumna wychylona w stosunku do pozostałych.



Fot.11 Mapa hipsometryczna posadzek i otaczającego terenu – widoczne różnice w poziomie posadzki w obrębie głównego pomieszczenia.



Fot.12 Mapa hipsometryczna posadzki głównego pomieszczenia.

Opisywany obiekt należy w świetle opisanych uszkodzeń ocenić, jako znajdujący się w dostatecznym stanie technicznym. Stan poszczególnych elementów konstrukcyjnych można określić, jako na ogół dobry, a bardziej krytyczna ocena uwzględnia porażenie drewnojadami konstrukcji więźby w znacznym stopniu. Ściany zewnętrzne oraz wewnętrzne nie posiadają istotnych uszkodzeń z punktu widzenia konstrukcyjnego. Na niektórych nadprożach pojawiają się zarysowania pionowe w połowie rozpiętości nadproża. Wielkość rys ma niewielką rozwartość i może wynikać z naturalnych zmian zachodzących w podłożu gruntowym. Na części ścian tynkowanych widoczne są ślady zawilgoceń oraz wykwitów solnych. Miejsca te zlokalizowane są w części przyposadzkowej i sięgają do wysokości około 50cm powyżej poziomu posadzki. Prawdopodobną przyczyną takiego stanu ścian, jest brak izolacji poziomej ścian, przez co występuje efekt podciągania kapilarnego wody. Położenie obiektu nad stawem, sugeruje, że poziom wód gruntowych, znajduje się, na pewno powyżej poziomu lustra wody w stawie.

Układ rynien i rur spustowych nie stwarza zagrożenia tworzenia się zastoisk wodnych. Stan tych elementów należy określić, jako bardzo dobry, z uwagi na rzetelne prowadzenie bieżących prac konserwacyjnych, oraz regularnych przeglądów.

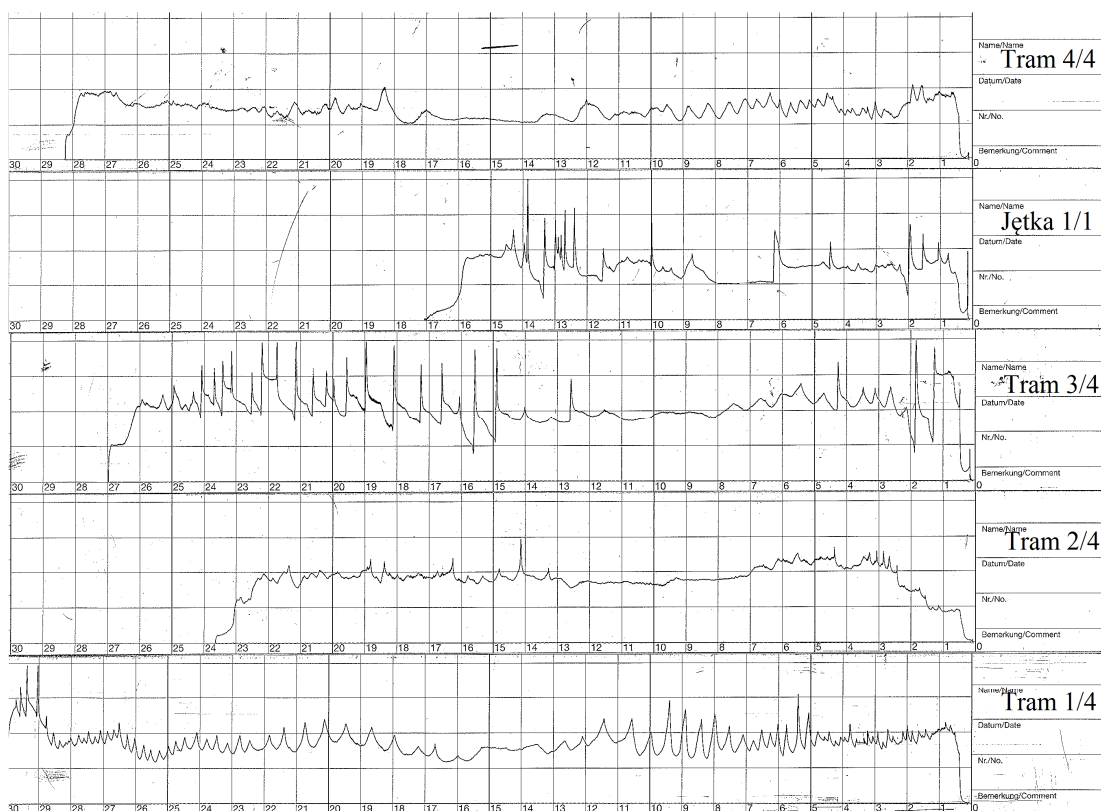
Dodatkowo rury spustowe zostały wyposażone w ogrzewanie, zapobiegające zamarzaniu wody.

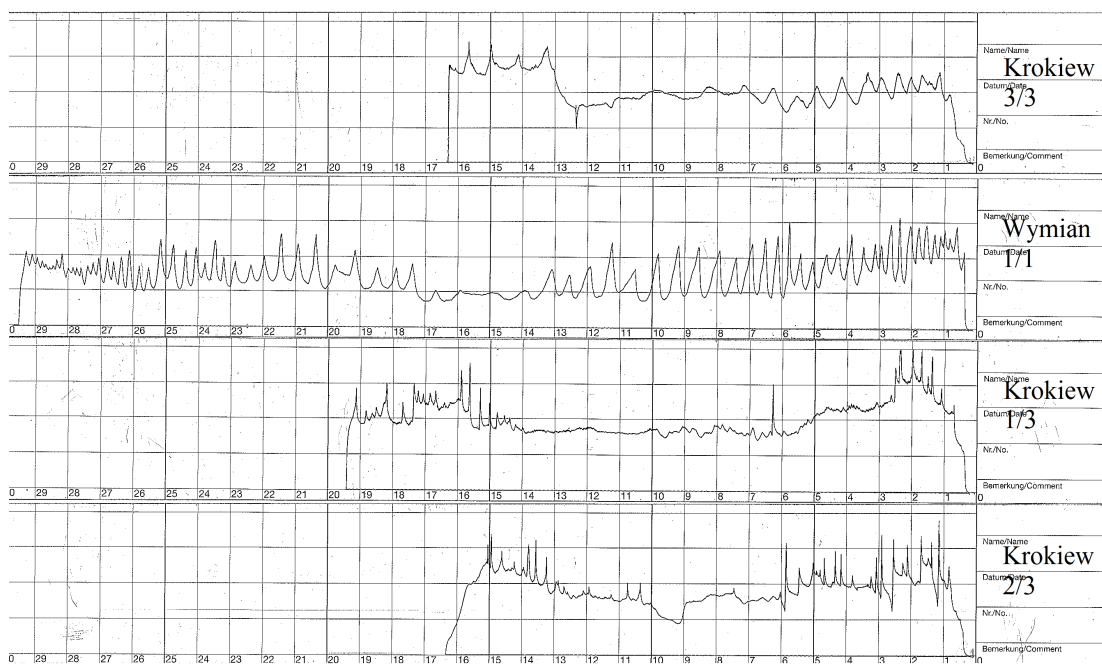
3.3. Wyniki przeprowadzonych badań materiałowych

W celu kompleksowej oceny stanu technicznego budynku przeprowadzono przeglądy i badania cech fizycznych drewnianych elementów więźby. Na podstawie otrzymanych wyników badań i ocen makroskopowych przeprowadzono analizę numeryczną i ocenę otrzymanych wyników.

3.3.1. Wyniki badań drewna więźby drewnianej

Poddano badaniom drewno, z którego wykonano elementy drewniane więźby. Drewno to zbadano przy pomocy nawiertów urządzeniem IML-RESI F300. Uzyskane wyniki zaprezentowano poniżej. Na podstawie tych wyników można określić stan techniczny struktury drewna w badanych elementach. Z pomiarów tych można wywnioskować, iż stan struktury drewna więźby jest na ogół dobry, ale dotyczy to elementów, które nie wykazują wizualnych oznak korozji biologicznej.





Ogłędziny i badania więźby wykazały równocześnie, iż znaczącą część elementów konstrukcji więźby znajduje się w złym stanie technicznym z uwagi na żerowanie drewnojada w postaci Spuszcza Pospolitego. Dokonując przeglądu przestrzeni poddasza można bardzo szybko odnaleźć kilka miejsc aktywnego żerowania. Na podstawie wizualnej oceny, można określić, że niektóre elementy, na skutek porażenia przez drewnojady, utraciły znaczne ilości przekroju, a co za tym idzie, zapas nośności poszczególnych elementów, został znacznie zredukowany. Skala zmian w strukturze drewna jest trudna do określenia, jednak szacuje się, że pojedyncze elementy utraciły swoje właściwości wytrzymałościowe w skali 50% przekroju. Jednak zdecydowana większość elementów posiada uszkodzenia w granicach ubytku około 15% przekroju. Badania urządzeniem IML-RESI wykazały, iż stan struktury drewna, został istotnie naruszony jedynie w takich elementach więźby jak tramy. Nie mniej jednak nawet dla tych elementów, wskazania urządzenia sugerują stosunkowo wysoką klasę drewna. Wyniki dla przekrojów bez uszkodzeń są porównywalne z drewnem zdrowym klasy C30.

Przeprowadzone prace związane z rozpoznaniem więźby umożliwiły określenie gabarytów elementów nośnych. Na tej podstawie wykonano zestawienie obciążeń dla oddziaływań obecnie występujących. Obciążenia eksploatacyjne przyjęto zgodnie z obowiązującymi normami.

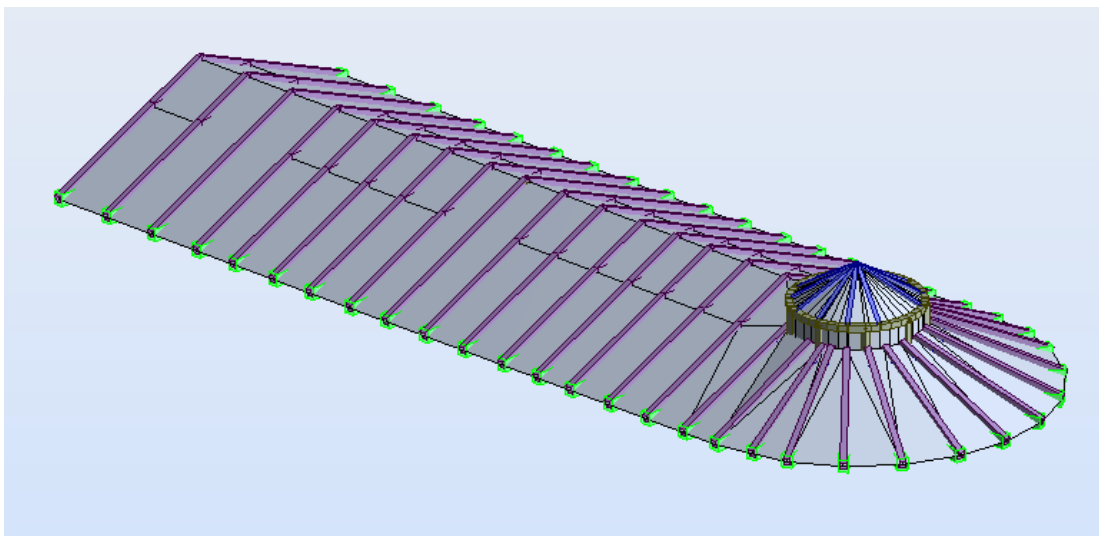
Poniżej przedstawiono obliczenia więźby drewnianej.

Obciążenie śniegiem:

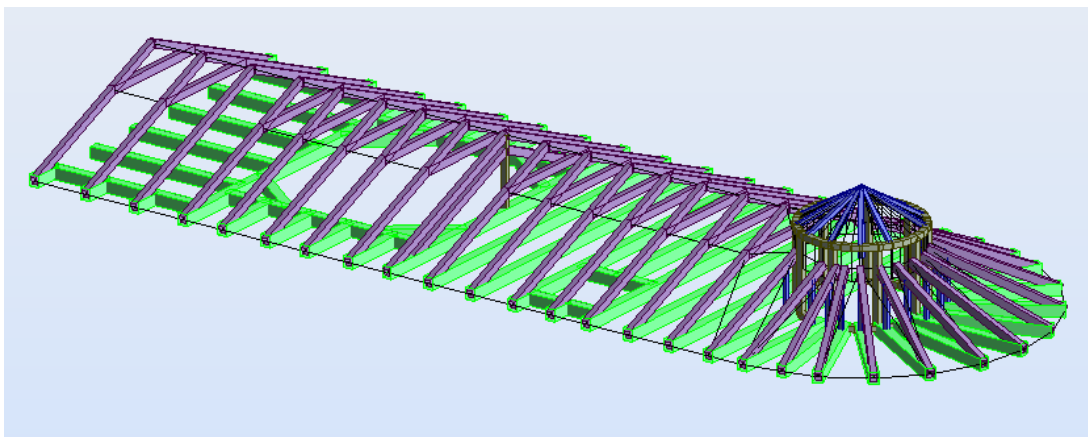
strefa klimatyczna	III	
obciążenie śniegiem gruntu	0,9	kN/m ²
kąt nachylenia połaci	22°	
współczynnik ekspozycji C _e	1,0	
współczynnik termiczny C _t	1,0	
współczynnik kształtu dachu μ	0,8	
obciążenie charakterystyczne dachu S _k	0,720	kN/m ²
współczynnik bezpieczeństwa	1,5	
obciążenie obliczeniowe dachu S _d	1,080	kN/m ²

Obciążenie wiatrem:

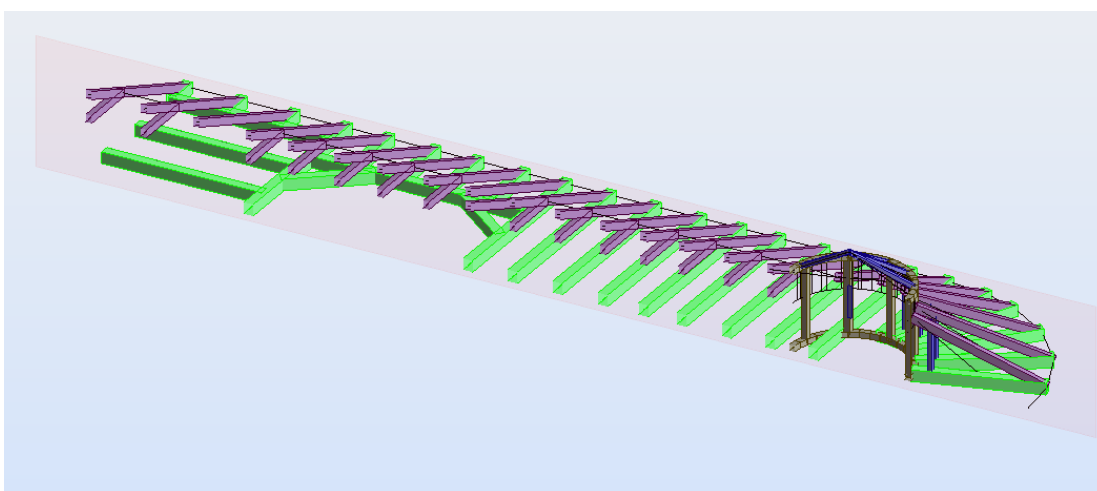
Strefa klimatyczna	1	
Charakterystyczne ciśnienie prędkości q _p	0,549	kN/m ²
Kąt nachylenia połaci	22°	
Współczynnik kształtu C	0,7	
Obciążenie charakterystyczne dachu W _k	0,384	kN/m ²
Współczynnik bezpieczeństwa	1,5	
Obciążenie obliczeniowe dachu W _d	0,576	kN/m ²



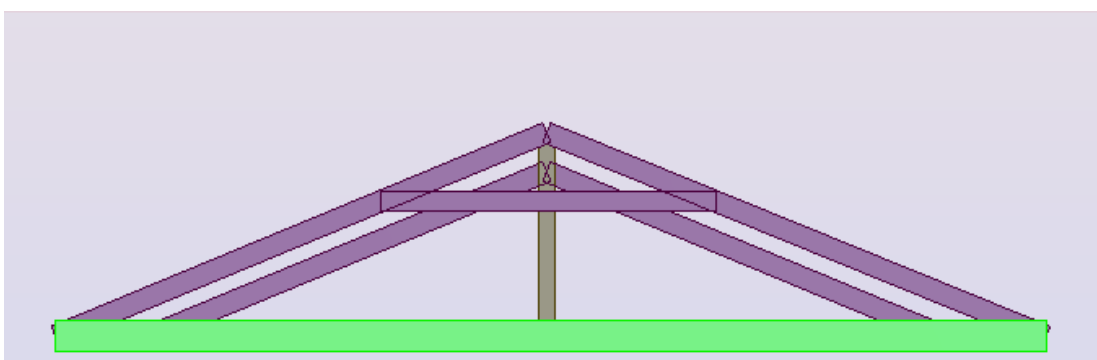
Fot.13 Model analityczny 3D.



Fot.14 Model analityczny.



Fot.15 Przekrój przez model analityczny.



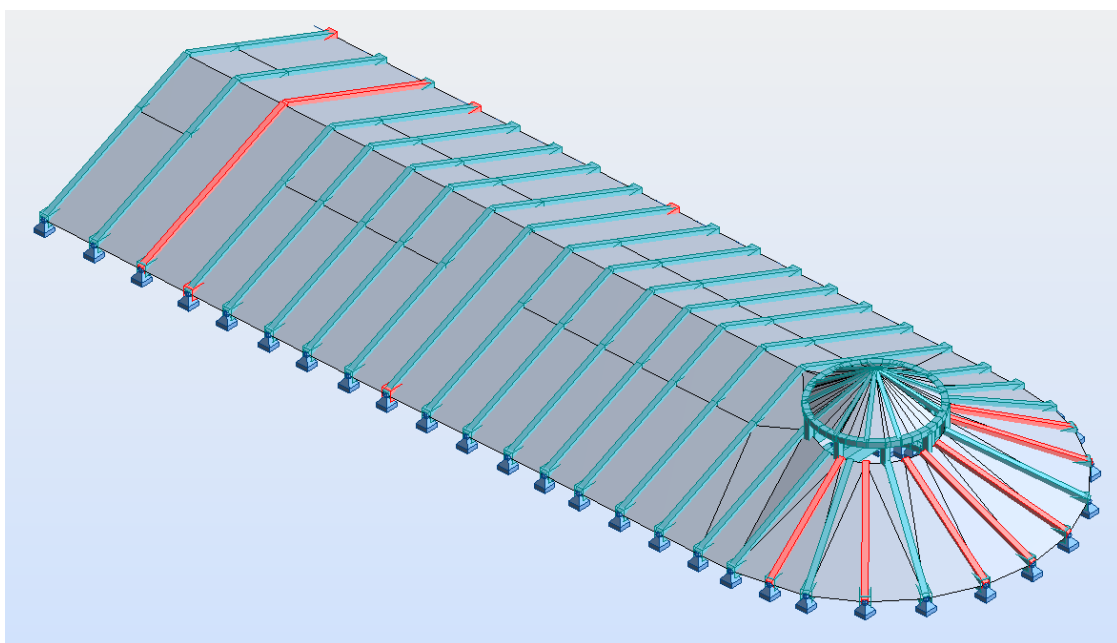
Fot.16 Przekrój przez więźbę – jeden z wiazarów wykonano, jako wieszarowy.

Poniżej przedstawiono tabelaryczne zestawienie najbardziej wyczerpanych elementów. Na potrzeby obliczeń zaniżono klasę drewna do wartości C24, z uwagi na obecność szkodników w strukturze drewna. Pomimo tej zmiany wszystkie elementy posiadają wymagany zapas nośności. W tabeli przedstawiono te części więźby dla których stan graniczny nośności został wyczerpany co najmniej w 50%. Na fotografii poniżej zaznaczono elementy objęte poniższą tabelą. Najbardziej wyczerpane elementy,

to krokwie promieniście rozchodzące się wokół świetlika. Znaczna część tego fragmentu więźby została wtórnie przebudowana i stan struktury drewna wskazuje, że prace te wykonano w drugiej połowie XX wieku. Dodatkowo, wtórnie wprowadzone elementy nie zostały dokładnie dopasowane do istniejącej już konstrukcji. Poza tymi elementami, do grupy najbardziej wyężonych części więźby, należy wiązar w którym brak jest jętki.

Pręt	Profil	Materiał	Lay	Laz	Wyężenie	Przypadek	Prop.(u)	Przyp.(uy)	Prop.(u)	Przyp.(uz)
152	OK 15x20	C24	61.15	81.53	0.92	6 SGN	0.00	$1(1+0.6)^*1 + 1(1+0.$	0.26	$1(1+0.6)^*1 + 1(1+0.$
156	OK 15x20	C24	61.12	81.49	0.82	6 SGN	0.00	$1(1+0.6)^*1 + 1(1+0.$	0.30	$1(1+0.6)^*1 + 1(1+0.$
51	OK 25x30	C24	109.41	131.30	0.82	6 SGN	0.02	$1(1+0.6)^*1 + 1(1+0.$	0.39	$1(1+0.6)^*1 + 1(1+0.$
158	OK 15x20	C24	61.03	81.37	0.72	6 SGN	0.00	$1(1+0.6)^*1 + 1(1+0.$	0.24	$1(1+0.6)^*1 + 1(1+0.$
154	OK 15x20	C24	61.22	81.63	0.69	6 SGN	0.00	$1(1+0.6)^*1 + 1(1+0.$	0.21	$1(1+0.6)^*1 + 1(1+0.$
155	OK 15x20	C24	61.15	81.53	0.68	6 SGN	0.00	$1(1+0.6)^*1 + 1(1+0.$	0.26	$1(1+0.6)^*1 + 1(1+0.$
159	OK 15x20	C24	61.03	81.38	0.65	6 SGN	0.00	$1(1+0.6)^*1 + 1(1+0.$	0.20	$1(1+0.6)^*1 + 1(1+0.$
67	OK 25x30	C24	48.87	58.64	0.64	6 SGN	0.24	$1(1+0.6)^*1 + 1(1+0.$	0.09	$1(1+0.6)^*1 + 1(1+0.$
150	OK 15x20	C24	59.70	79.60	0.60	6 SGN	0.00	$1(1+0.6)^*1 + 1(1+0.$	0.16	$1(1+0.6)^*1 + 1(1+0.$
57	OK 15x20	C24	88.04	117.38	0.60	6 SGN	0.00	$1(1+0.6)^*1 + 1(1+0.$	0.36	$1(1+0.6)^*1 + 1(1+0.$
56	OK 15x20	C24	89.30	119.07	0.60	6 SGN	0.00	$1(1+0.6)^*1 + 1(1+0.$	0.39	$1(1+0.6)^*1 + 1(1+0.$
32	OK 25x30	C24	109.41	131.30	0.57	6 SGN	0.12	$1(1+0.6)^*1 + 1(1+0.$	0.07	$1(1+0.6)^*1 + 1(1+0.$
69	OK 25x30	C24	67.16	80.59	0.54	6 SGN	0.21	$1(1+0.6)^*1 + 1(1+0.$	0.10	$1(1+0.6)^*1 + 1(1+0.$
76	OK 25x30	C24	9.24	11.09	0.53	6 SGN	0.05	$1(1+0.6)^*1 + 1(1+0.$	0.00	$1(1+0.6)^*1 + 1(1+0.$

Fot.17 Zestwienie elementów wyężonych, co najmniej na poziomie 50% w zakresie stanu granicznego nośności.



Fot.18 Model ze wskazaniami najbardziej wyężonych elementów.

4.0. Wnioski

Na podstawie na podstawie ocen i badań oraz na podstawie analiz obliczeniowych przeprowadzonych przez autorów ekspertyzy można sformułować następujące wnioski:

- a. Obecny stan zachowania budynku świątynii Diany w Arkadii można określić, jako na ogół dobry dla elementów konstrukcji ścian i posadowienia i dostateczny dla konstrukcji więźby dachowej.
- b. Przegląd układu konstrukcyjnego budynku nie wykazał istotnych zmian w obrębie ścian nośnych, co może świadczyć o ustabilizowanym posadowieniu obiektu. Niewielkie zarysowania na nadprożach drzwiowych mogą wynikać z naturalnych zmian zchodzących w gruncie lub na skutek oddziaływań termicznych, powodujących odkształcenia materiałów.
- c. W części cokołowej ścian wewnątrz budynku, zaobserwowano przebarwienia oraz wykwyty solne związane z obecnością wilgoci podciąganej kapilarnie. Zawilgocenie wynika najprawdopodobniej z braku izolacji poziomej ścian. Stopień zawilgocenia sugeruje, iż proces ten występuje okresowo. W chwili przeprowadzanych oględzin oraz pobierania próbek do badań wskaźników zawilgocenia ściany nie wykazywały dużej skali zawilgocenia. Dokładne wyniki tych badań ujęto na rysunku E-05. Próbki zawierały niską zawartość soli rozpuszczalnych w wodzie, jedne dla dwóch próbek siarczany występowały w stopniu średnim.
- d. Na skutek zawilgocień lokalnie uległ uszkodzeniu stiuk w sali głównej. Uszkodzenie to polega na wybrzuszeniu i odspojeniu fragmentu wykończenia ściany w narożu, w strefie przyposadzkowej. Z uwagi na sezonowe użytkowanie obiektu, brak ciągłego ogrzewania, występują sezonowe strefy zawilgocenia sprzyjające takim uszkodzeniom.
- e. Na elewacji od strony północnej, na jej powierzchni widoczny jest zaciek świadczący o znacznym zawilgoceniu ściany. Wygląd plamy zacieku w postaci leja, mający najszerszą krawędź na wysokości gzymsu i zwężający się ku dołowi ściany, sugeruje lokalne uszkodzenie lub brak drożności systemu rynien.
- f. Stropy kondygnacji pośredniej zostały wykonane, jako drewniane dźwigary główne z deskowaniem na dźwigarach. Brak wykonanych warsztów wykończeniowych oraz lokalnie brak wykończenia sufitu formującego dolną

stronę stropu, powoduje wrażenie, że konstrukcję tą wykonano w sposób prowizoryczny.

- g. Więźba dachowa oraz konstrukcja stropów znajduje się w dostatecznym stanie technicznym. Porażenie drewna przez drewnojady, uszkodzenie jego struktury, powoduje ubytki w poszczególnych elementach. Stopień tych ubytków, dla niektórych elementów, dochodzi do 50%. Uszkodzenia te wymagają podjęcia natychmiastowych prac związanych z ochroną drewna przed dalszym żerowaniem szkodnika lub wymiany porażonych elementów na nowe.
- h. Z uwagi na znaczne przemieszczenia konstrukcji więźby drewnianej, nastąpiło oparcie się dwóch wiązarów więźby na konstrukcji nośnej plafonu. Na skutek tych zmian w układzie konstrukcyjnym więźby i plafonu, wystąpił wzrost obciążeń na krążyny, a to z kolei skutkuje wzrostem przemieszczeń pionowych. Oddziaływanie konstrukcji więźby widoczne jest również w postaci zarysowań na powierzchni tynku plafonu. Ma to związek z obciążeniami zmiennymi oddziałującymi na połac dachową.
- i. Drewno konstrukcji więźby wykazuje stan podwyższonego zawilgocenia. Liczne przebarwienia na powierzchni drewna oraz obecność grzybów wskazują na długotrwały okres podniesionego stopnia wilgotności tych elementów. Stopień zawilgocenia jest tak duży, że można go wyczuć badając elementy organoleptycznie.

5.0. Zalecenia

Na podstawie na podstawie ocen i wniosków oraz na podstawie analiz obliczeniowych przeprowadzonych przez autorów ekspertyzy można sformułować następujące zalecenia:

- a. Obecny stan zachowania budynku świątyni Diany w Arkadii można określić, jako na ogół dobry dla elementów konstrukcji ścian i posadowienia oraz dostateczny dla konstrukcji więźby dachowej.
- b. Podstawowym zaleceniem dotyczącym działań związanych z utrzymaniem obiektu jest zabezpieczenie drewna przed drewnojadami oraz wprowadzenie zmiany w konstrukcji więźby, powodującej brak oddziaływań tych elementów na konstrukcję plafonu. Wymagać to będzie wymiany części więźby lub co najmniej wzmocnienie elementów wykazujących nadmierne odkształcenia.
- c. Procesem poprzedzającym działania związane z zabezpieczeniem drewna przed szkodnikami, jest proces dezysekcji. W następnym kroku, należy przewidzieć wymianę, bądź wzmocnienie elementów, w których porażenie drewnojadem, występuje w znacznym stopniu. W szczególności dotyczy to belek stropowych, do których jest przymocowane deskowanie. Wzmocnienie można wykonać w formie przykładek stalowych lub drewnianych.
- d. W celu zabezpieczenie konstrukcji kopuły przed negatywnymi skutkami oddziaływania więźby dachowej, należy wprowadzić nową jętkę, powyżej istniejącej, a następnie zmniejszenie przekroju jętki poprzez jej podcięcie. Wielkość nacięcia powinna zapewnić swobodne odkształcenia wiązara z uwagi na występowanie obciążeń zmiennych. Dodatkowo układ krokwi w obrębie konstrukcji plafonu należy wzmocnić przykładkami drewnianymi, które w znacznym stopniu winny ograniczyć odkształcenia więźby. W poziomie tramów zaleca się wprowadzić wzmocnienia w postaci płaskowników, które zmniejszą podatność konstrukcji na odkształcenia. Schemat wzmocnień przedstawiono na rysunku załączonym do niniejszego opracowania.

6.0. Dokumentacja fotograficzna



Fot.18 Elewacja frontowa – północno – zachodnia.



Fot.19 Elewacja północno - zachodnia.



Fot.20 Elewacja południowo - zachodnia.



Fot.21 Elewacja południowo - wschodnia.



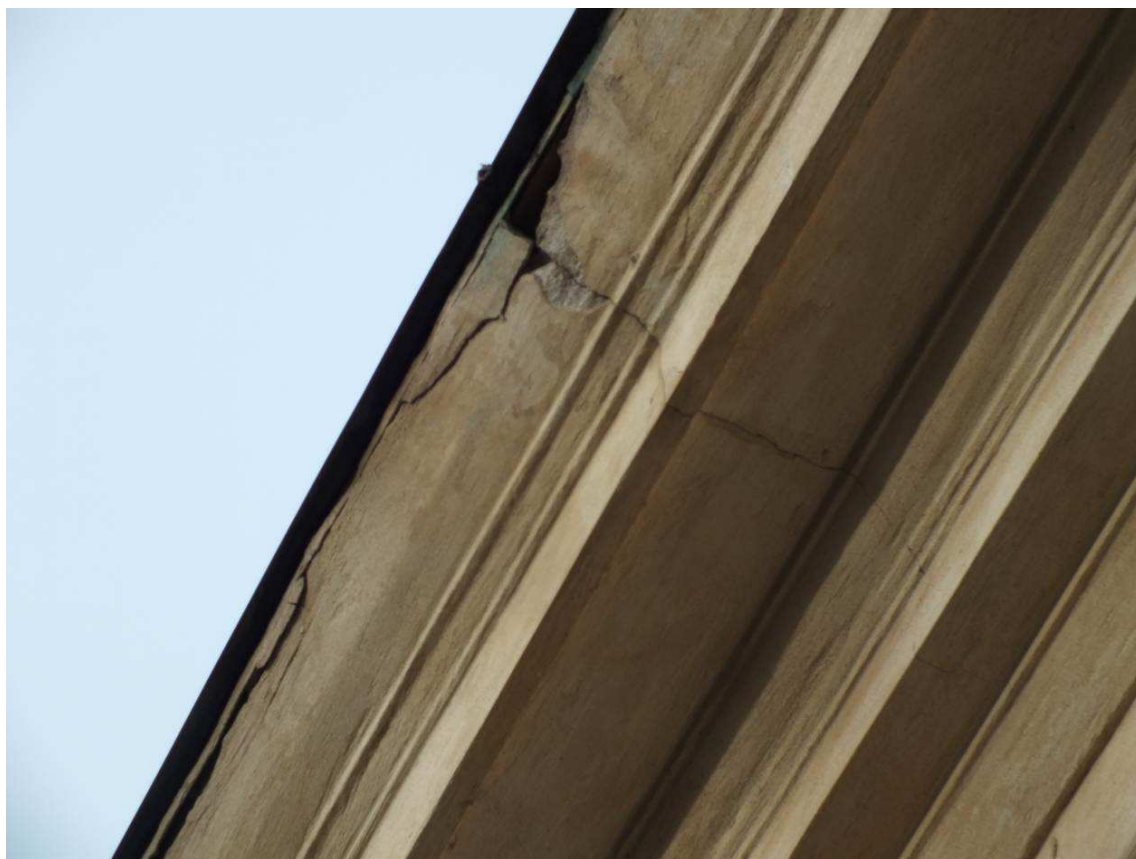
Fot.22 Stan posadzki przy wejściu tylnym.



Fot.23 Stan warstw posadzkowych przy wejściu głównym.



Fot.24 Zarysowanie gzymsu.



Fot.25 Zarysowanie gzymsu.



Fot.26 Wymiany w tramach wokół kopuły ceglanej.



Fot.27 Widoczne oparcie jętki dachu na żebrach plafonu.



Fot.28 Widok na fragment więźby dachowej.



Fot.29 Widoczny brak jętki w trzecim więźarze – uszkodzenie czopów mocujących jętkę.



Fot.30 Uszkodzenie belki na skutek żerowania drewnojada.



Fot.31 Uszkodzenie belki na skutek żerowania drewnojada.



Fot.32 Uszkodzenie belki na skutek żerowania drewnojada.



Fot.33 Uszkodzenie belki na skutek żerowania drewnojada.



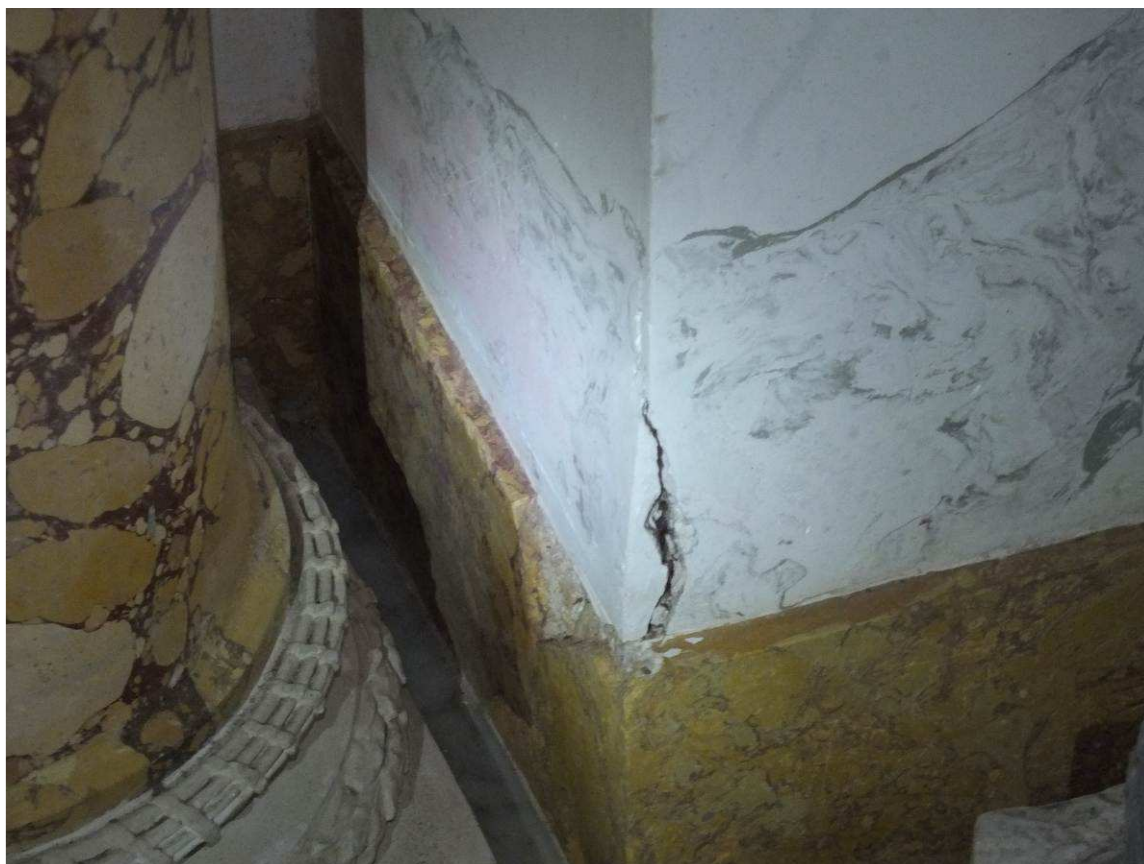
Fot.34 Uszkodzenie belki na skutek żerowania drewnojada.



Fot.35 Plamy zawilgoceń oraz zarysowania wodoczne na tynku sufitowym.



Fot.36 Widok na konstrukcję plafonu.



Fot.37 Uszkodzenie cokołu oraz stiuku w narożu ściany.



Fot.38 Ogrzewanie elektryczne połaci dachowej – doraźny sposób zabezpieczenia przed wzrostem ugięć konstrukcji więźby dachowej na skutek opadów śniegu.



Fot.39 Zawilgocenie i zasolenie widoczne w przypodłogowej części ściany zewnętrznej.



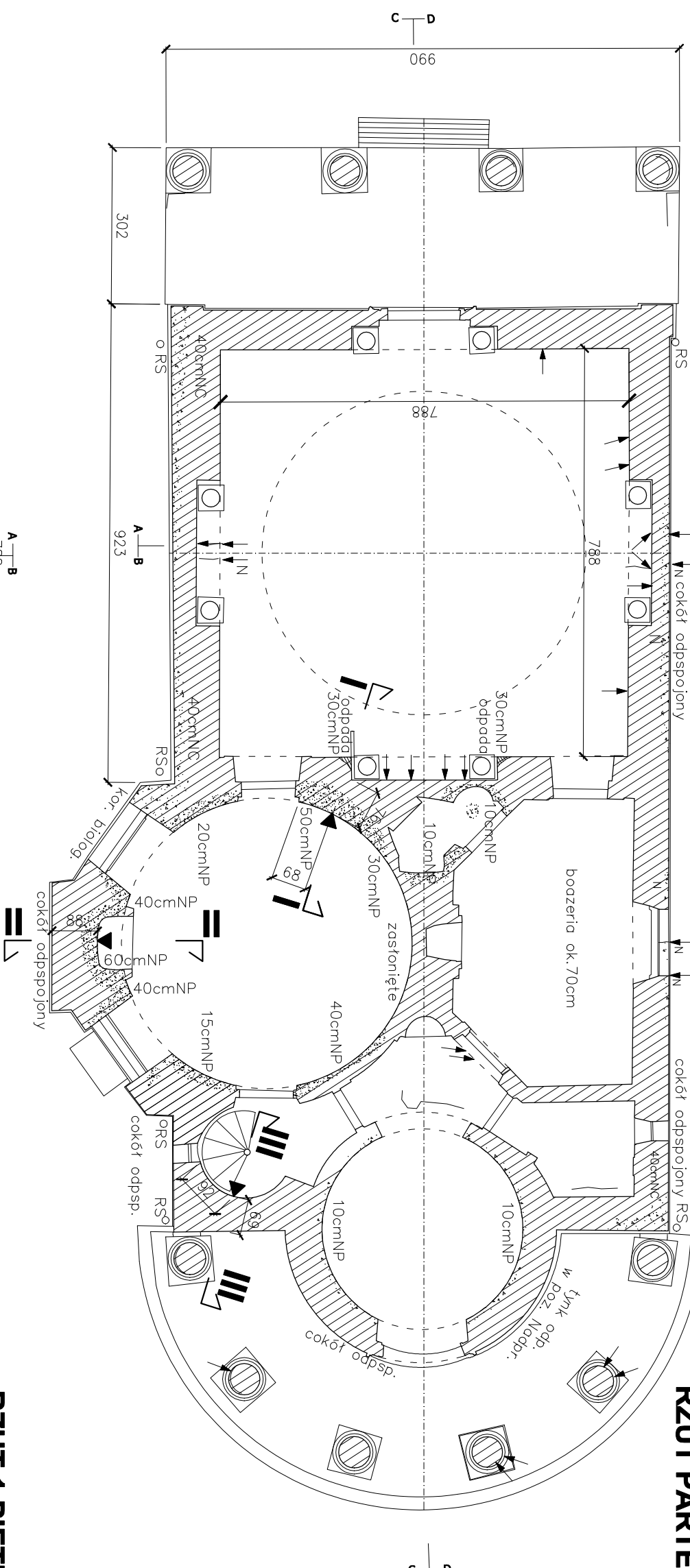
Fot.40 Zawilgocenie i zasolenie widoczne w przypodłogowej części ściany wewnętrznej.



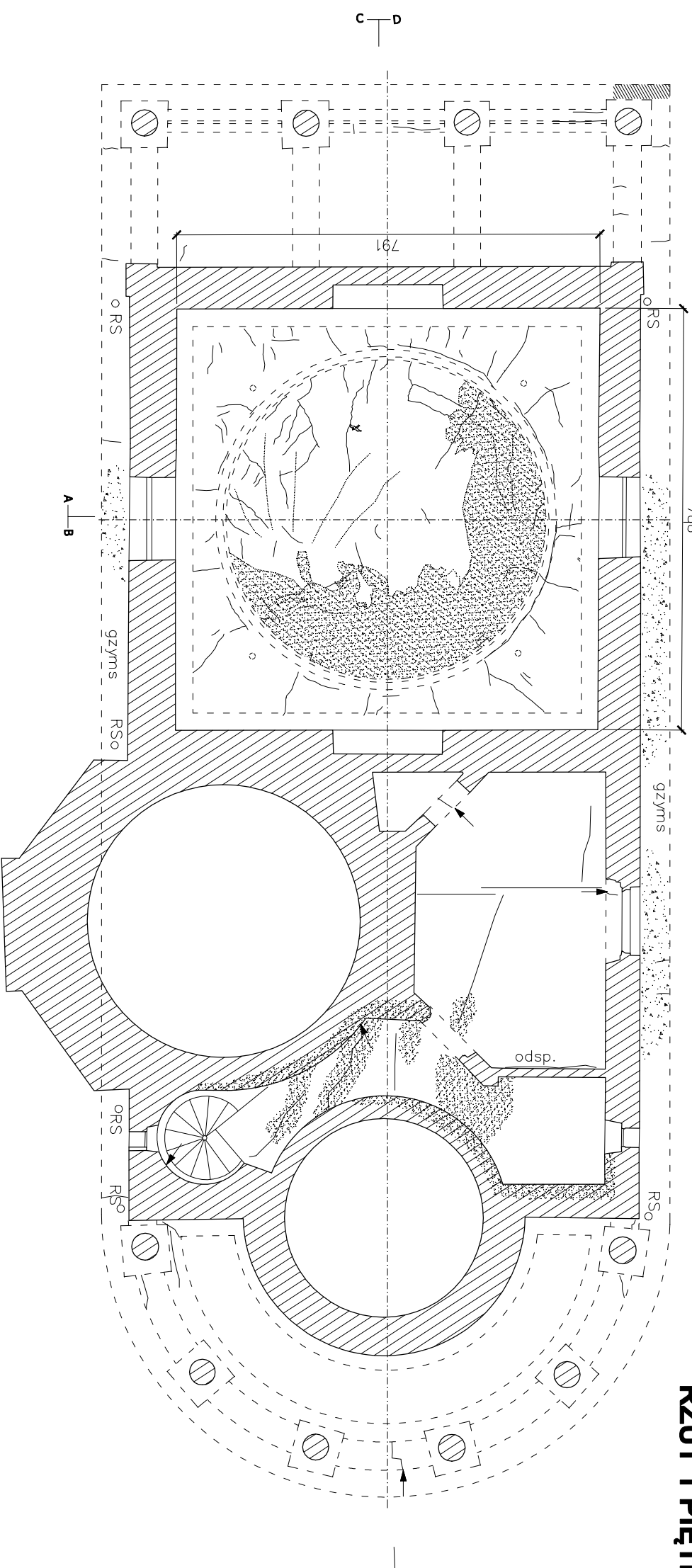
Fot.41 Zawilgocenie i zasolenie widoczne w przypodłogowej części ściany wewnętrznej.

SWIATYŃIA DIANY

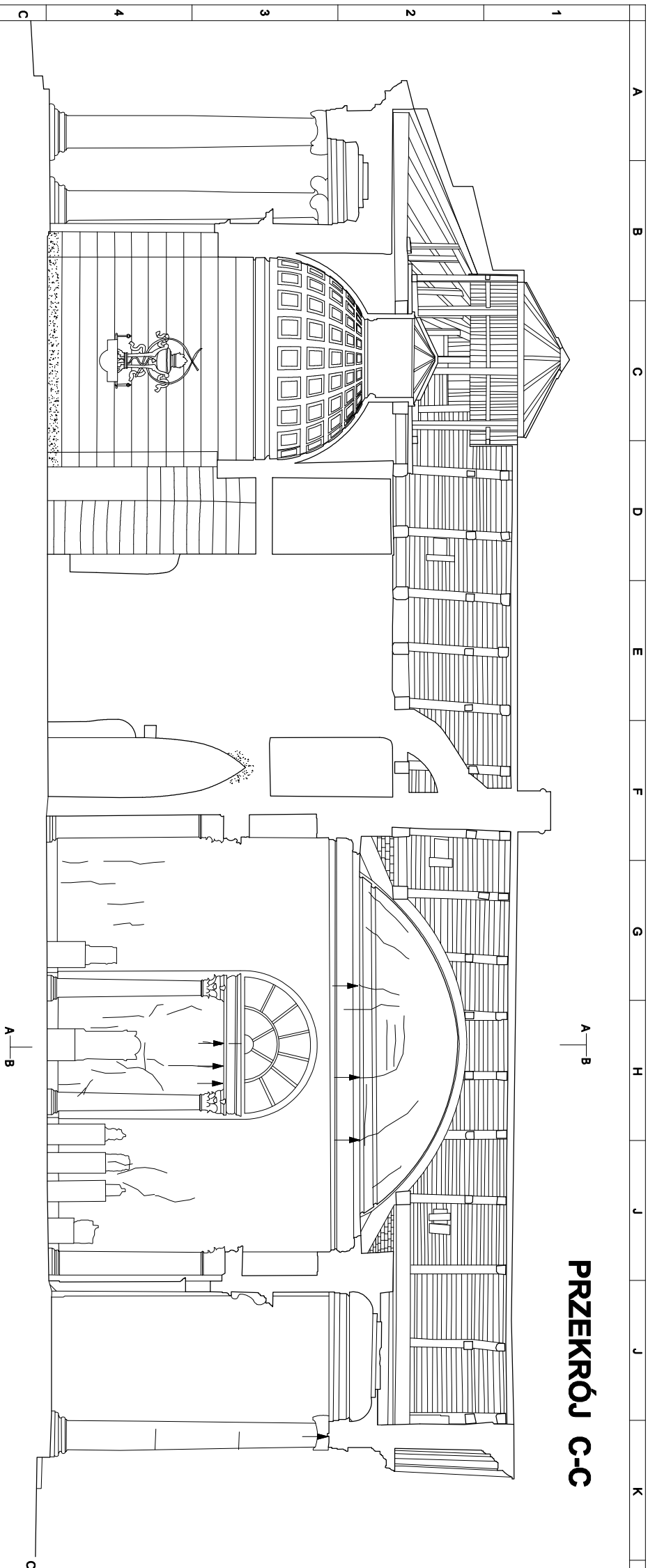
RZUT PARTERU



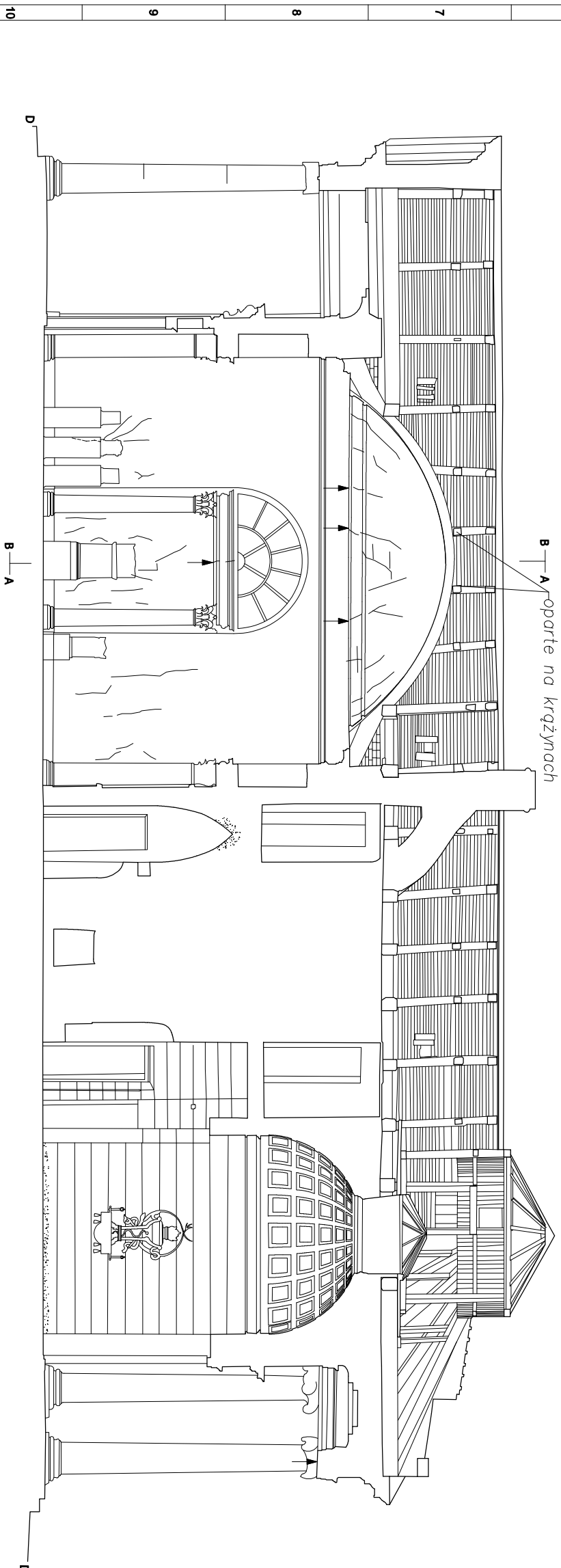
RZUT 1 PIĘTRA



M	N	O
SWIATYŃIA DIANY		
1	LEGENDA:	
2	rysy średnie małe duże rysy tynku (stuk)	
3	N nadproże odp. odspojenie ub. ubytek	
4	porażenie owadami zawilgocenie i zasolenie 35cmNC 35cm nad cokół 35cmNP 35cm nad posadzkę	
5	IV nr profilu miejsce odwiertu Z zaprawa C cegła	
6	RYSUNEK Inwentaryzacja uszkodzeń RZUT PARTERU	
7	OPRAWOWANIE Ekspertyza wraz z projektem zabezpieczeń więźby dachowej oraz konstrukcji plafonu w "Świątyni Diany" w Arkadii koło Nieborowa	
8	ZLECENIODAWCA Monument Service Marcin Kozarzewski ul. Roszyńska 2, 05-816 Michałowice	
9	KB – PROJEKTY KONSTRUKCYJNE Sp. z o. o. ul. Szlak 65/313, 31-153 Kraków TEL: +12 431-04-49 FAX: +12 631-90-89	
10	ZESPÓŁ AUTORSKI: dr inż. Stanisław Karczmarczyk upr. nr 224/69 mgr inż. Wiesław Bereza upr. nr 146/2001	
11	WSPÓŁPRACA: Paweł Steżowski tech. bud. Marcin Mazur	
Podany projekt chroniony jest prawem autorskim zgodnie z ustawą z dnia 1 lutego 1994 roku oraz późniejszymi zmianami. Powołane załączniki stanowią część projektu. Wszelkie nieuprawnione do druku, wykorzystanie, kopiowanie, rozpowszechnianie, a także wydrukowanie są surowo zabronione.		
M	N	O



PRZEKRÓJ C-C



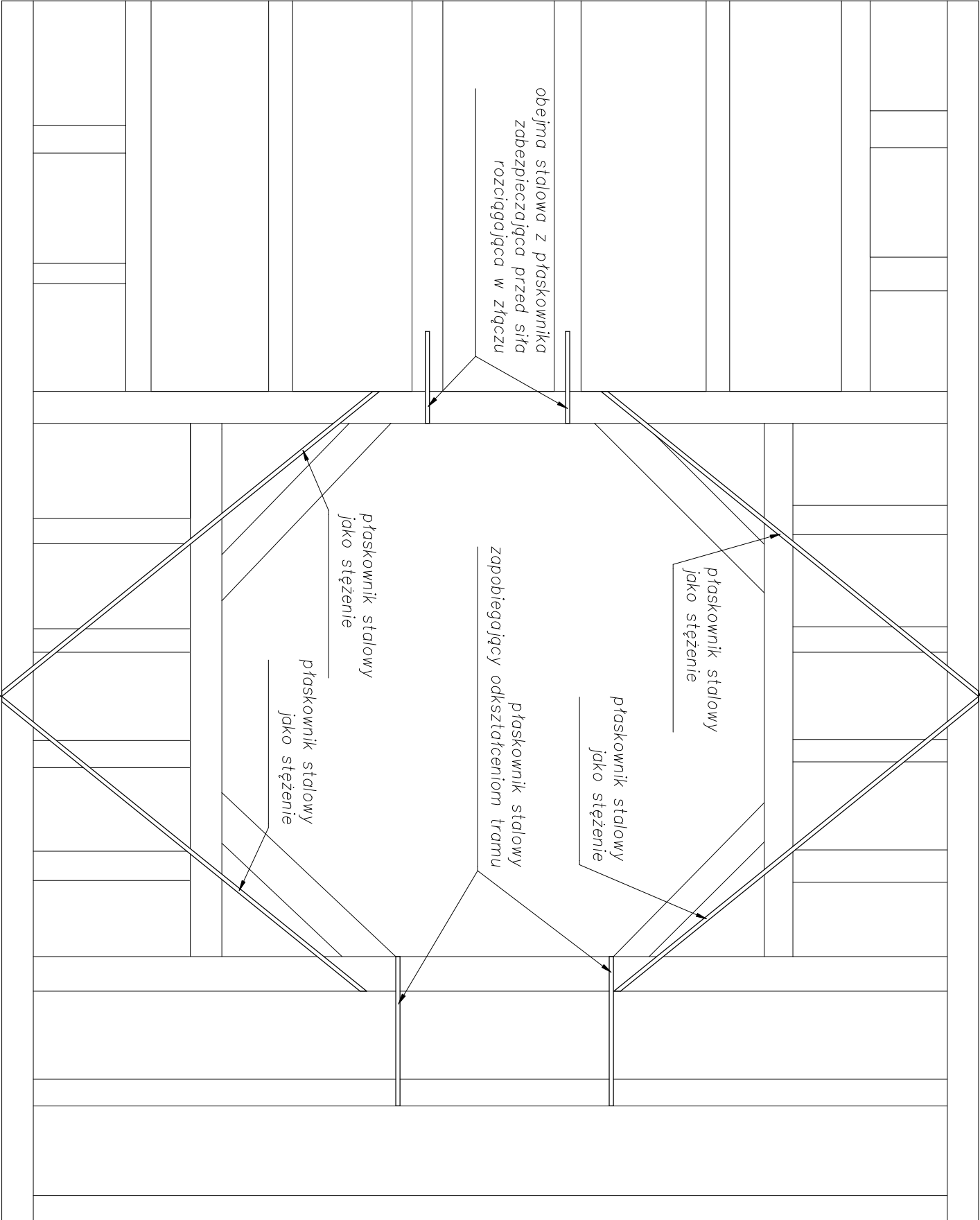
PRZEKRÓJ D-D

M	N	O
SWIATYŃNIA DIANY		
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

RZUT UKŁADU TRAMÓW W OBRĘBIE PLAFONU ORAZ SCHEMAT WZMOCNIENIA

WZMOCNIENIE WYKONAĆ PROWADZĄC STĘŻENIA PO POWIERZCHNI GÓRNEJ TRAMÓW

miejsce zamocowania stężenia do murłaty



LEGENDA:

rysy

- średnie
- małe
- duże
- rysy tynku (stuk)

- N nadproże
- odsp. odspojenie
- ub. ubytek

- porażenie owadami

- zawilgocenie i zasolenie

- 35cmNC 35cm nad cokół
- 35cmNP 35cm nad posadzkę

- IV nr profilu
- miejsce odwiertu

RYSUNEK
SCHEMAT WZMOCNIENIA KONSTRUKCJI
WIĘŻBY

OPRACOWANIE
Ekspertyza wraz z projektem
zabezpieczeń więźby dachowej oraz
konstrukcji plafonu w "Świątyni Diany"
w Arkadii koło Nieborowa

ZLECENIODAWCA
Monument Service Marcin Kozarzewski
ul. Roszyńska 2, 05-816 Michałowice

KB – PROJEKTY KONSTRUKCYJNE Sp. z o. o.
ul. Szlak 65/313, 31-153 Kraków
TEL: +12 431-04-49 FAX: +12 631-90-89

ZESPÓŁ AUTORSKI:

dr inż. Stanisław Karczmarczyk upr. nr 224/69
mgr inż. Wiesław Bereza upr nr 146/2001

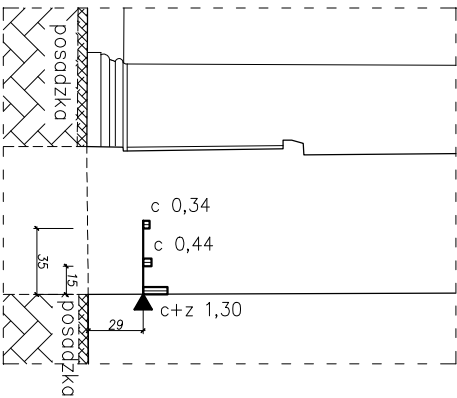
WSPÓŁPRACA:
Paweł Stężowski
tech. bud. Marta Mazur

DATA	SKALA	OPRAC.	REWIZJA	NR RYS.
01.2015	1:100	MM	A	E-04

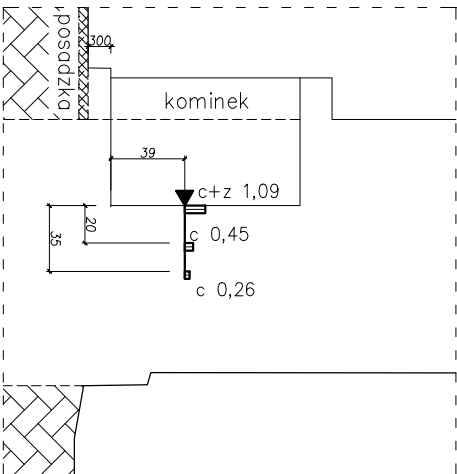
Przebiegiem projektu chronimy księgi i rysunki autorskie zgodnie z ustawą z dnia 4 lutego 1994 roku oraz późniejszymi zmianami. Powołane zastrzeżenia są wyjątkami i nie wprowadzają do projektu, uwzględniając osobistą decyzję, o której wyrażamy zgodę w imieniu projektanta i jego autorów.

PROFILE Z BADAŃ MUROU NA ZAWRTOŚCI SOLI ROZPUSZCZALNYCH W WODZIE
ORAZ STOPNIA WILGOTNOŚCI
SIARCZANY

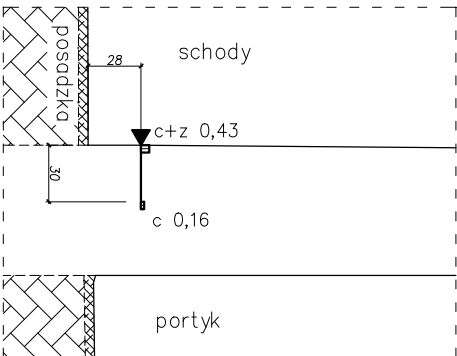
profil I



profil II

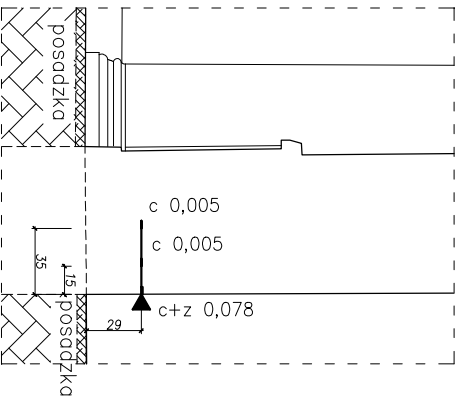


profil III

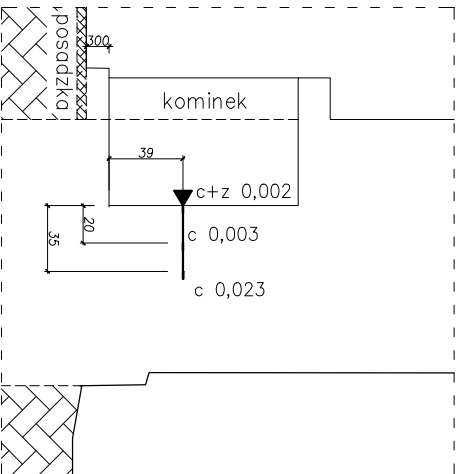


CHLORKI

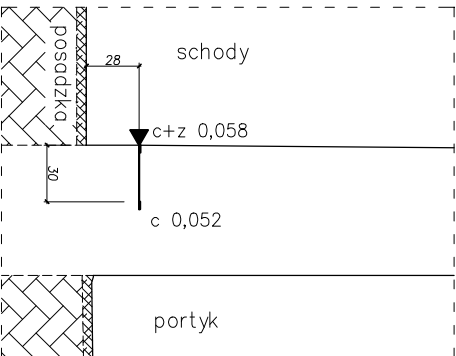
profil I



profil II

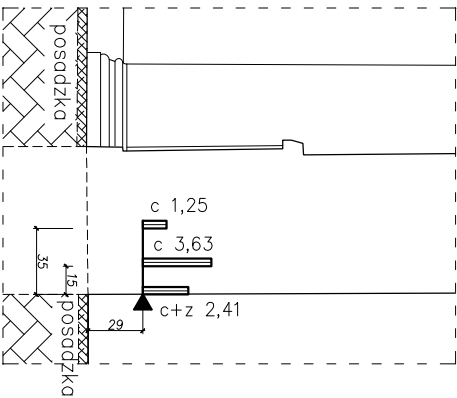


profil III

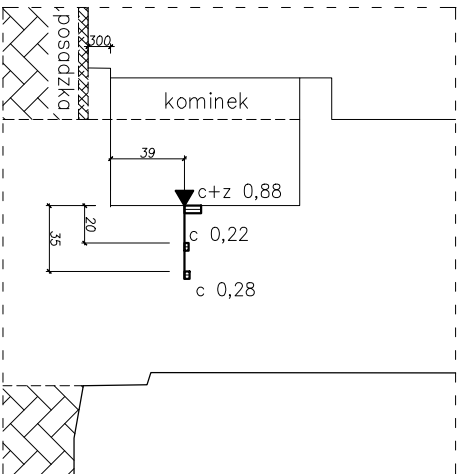


WILGOTNOŚĆ

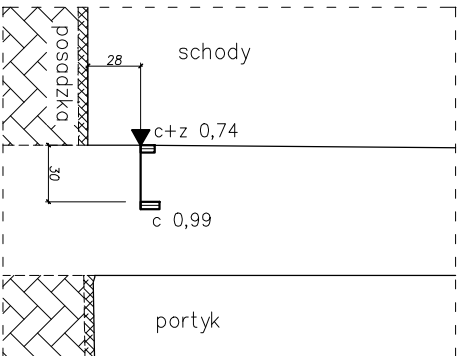
profil I



profil II



profil III



SWIATYŃIA DIANY

LEGENDA:

rysy

- średnie
- małe
- duże
- rysy tynku (stuk)

- N nadproże
- odsp. odspojenie
- ub. ubytek

- porażenie owadami

- zawilgocenie i zasolenie

- 35cmNC 35cm nad cokół
- 35cmNP 35cm nad posadzkę

- IV nr profilu
- ▲ miejsce odwiertu
- Z zaprawa
- C cegła

RYSUNEK

WYNIKI ANALIZY ZAWRTOŚCI SOLI
ROZPUSZCZALNYCH W WODZIE

OPRACOWANIE
Ekspertyza wraz z projektem
zabezpieczeń wężby dachowej oraz
konstrukcji plafonu w "Świątyni Diany"
w Arkadii koło Nieborowa

ZLECENIODAWCA

Monument Service Marcin Kozarzewski
ul. Roszyńska 2, 05-816 Michałowice

KB – PROJEKTY KONSTRUKCYJNE Sp. z o. o.
ul. Szlak 65/313, 31-153 Kraków
TEL: +12 431-04-49 FAX: +12 631-90-89

ZESPÓŁ AUTORSKI:

dr inż. Stanisław Karczmarczyk upr. nr 224/69
mgr inż. Wiesław Bereza upr nr 146/2001

WSPÓŁPRACA:
Paweł Stężowski
tech. bud. Marja Mazur

DATA	SKALA	OPRAC.	REWIZJA	NR RYS.
02.2015	1:100	MM	A	E-05

Przebiegiem projektu chronimy księstwo autorskie zgodnie z art. 17 ustawy z dnia 4 lutego 1994 roku o prawie autorskim i prawach pokrewnych. Powołanie na projektowanie architektury, inżynierię lub projektowanie nie jest ograniczeniem do prawa, udzielonego osobom fizycznym, o które wyrażamy zgodę. W tym celu projektujemy zgodnie z art. 17 ustawy z dnia 4 lutego 1994 roku o prawie autorskim i prawach pokrewnych.