dr inż. Stanisław Karczmarczyk
mobil +48 603 642 650
mailto: skarczmarczyk1@poczta.onet.pl

dr inż. Wiesław Bereza
mobil +48 501 580 345
mailto: wieslaw.bereza@oepk.pl

K B - PROJEKTY KONSTRUKCYJNE
spółka z ograniczoną odpowiedzialnością
31-153 Kraków, ul. Szlak 65/313
tel. +48 (12) 4310449, fax. +48 (12) 6319089 NIP 945-208-10-59

PROJEKT BUDOWLANY

PROJEKT KONSTRUKCYJNY WZMOCNIENIA WIĘŹBY DACHOWEJ ORAZ KONSTRUKCJI PLAFONU W ŚWIĄTYNI DIANY W ARKADII KOŁO NIEBOROWA

branża: konstrukcja

Zleceniodawca: **MONUMENT SERVICE Sp. z o. o. Spółka komandytowa,**
ul. Raszyńska 2, 05-816 Michałowice

Autorzy opracowania: **dr inż. Stanisław Karczmarczyk**
upr. nr ewid. 224/69

mgr inż. Stanisław Czernik
upr. nr ewid. MAP/0437/PWBKb/15

Sprawdzający: **dr inż. Wiesław Bereza**
upr nr ewid. 146/2001

Współpraca: **tech. bud. Marta Mazur**

Kraków, sierpień 2016

SPIS ZAWARTOŚCI OPRACOWANIA:

1. Cel i zakres opracowania 3

2. Podstawa opracowania 3

3. Opis ogólny obiektu 4

4. Rozwiązania konstrukcyjno – materiałowe 6

4.1. Opis układu konstrukcyjnego 6
4.2. Założenia projektowe 6
4.3. Więźba dachowa 7
4.4. Plafon 8
4.5. Belki drewniane stropu nad portykiem 8
4.6. Zabezpieczenie plafonu podczas prac remontowych 9
4.7. Zabezpieczenie plafonu i jego otoczenia na etapie funkcjonowania. 10
4.8. Założenia materiałowe 10

5. Zalecenia 10

5.1. Zalecenia wykonawcze 10
5.2. Założenia do programu BIOZ 12

6. Obliczenia statyczno - wytrzymałościowe: 13

6.1. Zestawienie obciążeń: 13
6.2. Więźba dachowa 15
6.2.1. Wiązary dachowe -istniejące 15
6.2.2. Wiązary dachowe-projektowane 16
6.2.3. Ściągi stalowe (rozporowe) 18
6.2.4. Istniejące słupy świetlika 19
6.2.5. Pierścień rozporowy 20
6.2.6. Wyniki analizy statyczno-wytrzymałościowej dla elementów drewnianych 20
6.3. Plafon 21
6.3.1. Zabezpieczenie krążyn plafonu 21
6.3.2. Wzmocnienie belek drewnianych plafonu 23
6.3.3. Belki nad portykiem 23
6.3.4. Wymian stalowy 23

7. Opracowanie rysunkowe: 24

KB-01. Stan istniejący. Rzut dachu i przekroje 24
KB-02. Rzut i przekroje więźby dachowej. 24
KB-03. Rzut i przekroje belek drewnianych w poziomie poddasza 24
KB-04. Zabezpieczenie plafonu 24
KB-05. Projektowany płaszcz obwodowy 24

1. Cel i zakres opracowania

Przedmiotem opracowania jest określenie ogólnych zasad i warunków konstrukcyjno – materiałowych wykonania niezbędnych prac remontowych obejmujących zabezpieczenia elementów nośnych dachu oraz polichromowanego plafonu Świątyni Diany w Arkadii koło Nieborowa.

Zakres opracowania projektu budowlanego obejmuje opis techniczny wraz z obliczeniami statyczno – wytrzymałościowymi oraz część rysunkową. W części opisowej określono schematy statyczne oraz gabaryty geometryczne poszczególnych elementów układu nośnego budynku Świątyni Diany na podstawie obowiązujących przepisów określających formy i skale oddziaływań, jakie mogą wystąpić na etapie budowy i użytkowania obiektu. Gabaryty geometryczne układu nośnego zostały określone przy założeniu zastosowania określonych materiałów i przy uwzględnieniu zaprojektowanych schematów statycznych poszczególnych elementów i układów konstrukcyjnych budynku. Określone w projekcie rozwiązania i wielkości zostały potwierdzone wynikami obliczeń statyczno – wytrzymałościowych. W opisowej części projektu ujęto również ogólne zalecenia dotyczące sposobu realizacji prac budowlanych i warunki, jakie muszą spełniać dostawcy materiałów i wyrobów oraz wykonawcy prac. W końcowej części projektu zamieszczono podstawowe wyniki z obliczeń numerycznych. Część rysunkowa zawiera schematy rozmieszczenia poszczególnych pozycji obliczeniowych dla elementów i układów konstrukcyjnych.

Zakres opracowania wykonano na podstawie badań obejmujących rozpoznanie struktury budynku i na podstawie programu prac konserwatorskich. Projekt należy rozpatrywać, jako całość z opracowaniami branżowymi, a w szczególności opracowaniami konserwatorskimi. Traktowanie niniejszego opracowania, jako odrębnej części może spowodować rozbieżności w uzyskaniu zamierzonych efektów funkcjonalnych i użytkowych.

2. Podstawa opracowania

Formalną i merytoryczną podstawę opracowania stanowią:

- Zlecenie firmy *Monument Service Sp. z o. o. Spółka komandytowa*
- Ekspertyza konstrukcyjna: *Ekspertyza wraz z projektem zabezpieczeń więźby dachowej oraz konstrukcji plafonu w Świątyni Diany w Arkadii koło Nieborowa* opracowana w styczniu 2015r. przez firmę KB-Projekty konstrukcyjne
- Oględziny obiektu przez autorów niniejszego opracowania
- 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.

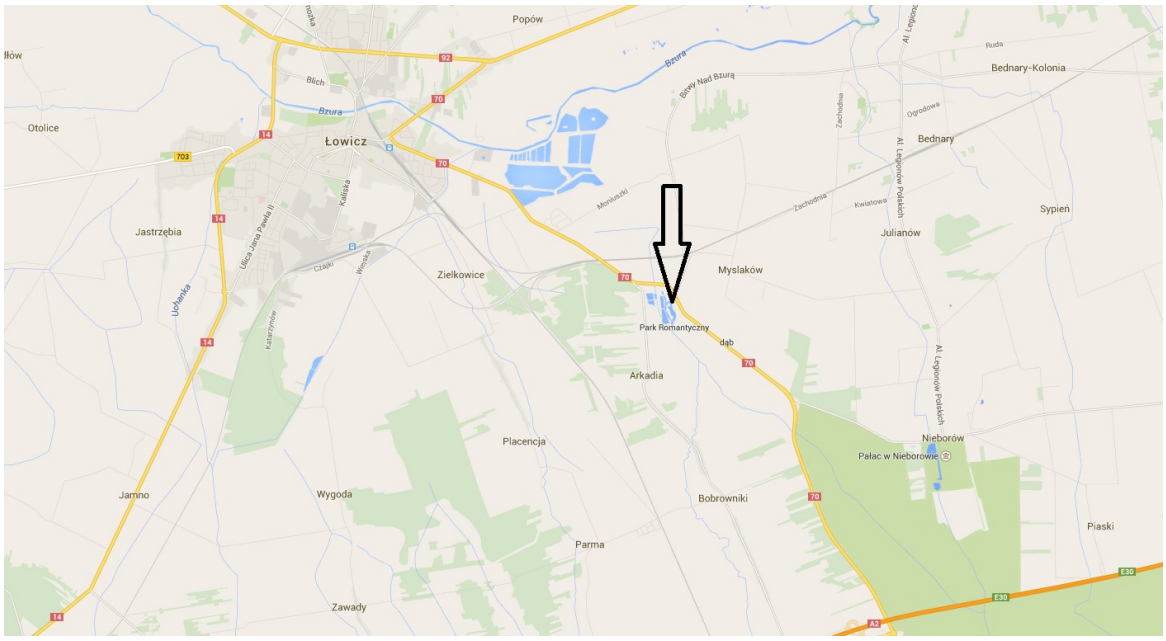
  PN-EN-1993-1-1: 2006 Eurokod 3: Projektowanie konstrukcji stalowych; Część 1-1; Reguły ogólne i reguły dla budynków.

- 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,

Obliczenia statyczno – wytrzymałościowe realizowane zostały przy pomocy elektronicznych technik obliczeniowych przy użyciu oprogramowania firmy Autodesk w postaci pakietu Robot. Pozwala to na ekonomiczne i racjonalne dobieranie przekrojów.

3. Opis ogólny obiektu

Początki powstania obiektu datuje się na koniec XVIII wieku. Świątynia została wzniesiona w 1783 w parku w Arkadii, nad brzegiem stawu. Budynek murowany parterowy, oparty na planie zbliżonym do prostokąta. Od strony stawu z portykowym szczytem. Na przeciwległym boku znajduje się kolumnada oparta na planie półkola w głębi, przy której umieszczono jedno z wejść do obiektu. Od strony stawu znajduje się główne wejście do świątyni. Przed wejściem usytuowano schody prowadzące do stawu. Główne wejście do obiektu prowadzi do największej, a zarazem głównej sali świątyni, której sufit zdobi plafon z „Jutrzenką" autorstwa Jana Piotra Norblina. Około połowę powierzchni świątyni obejmuje główna sala, w pozostałej części znajdują się mniejsze, z licznymi zdobieniami i elementami nawiązującymi do epoki romantyzmu.



Fot.1 Mapa lokalizująca obiekt (wg Mapy Google).

Fot.2 Widok ogólny świątyni

Układ nośny budynku stanowią murowane ściany zewnętrzne oraz układ ścian wewnętrznych wyznacza równocześnie układ funkcjonalny pomieszczeń. W trzech pomieszczeniach dekoracyjne sufity wykonano w formie kopuł. Konstrukcje dwóch kopuł wykonano jako sklepienia murowane, a trzecie (reprezentacyjne) sklepienie posiada konstrukcję drewnianą. W pozostałych pomieszczeniach sufity wykonane są, jako sufity tynkowe na trzcinie na deskowaniu pełnym. Konstrukcję nośną stropów w postaci belek 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 dużych przekrojach krokwi i tramów sprawiają, że przestrzeń poddasza jest znacząco ograniczona i poruszanie się w jej przestrzeni jest trudne. Dodatkowe utrudnienie stanowi świetlik znajdujący się we wschodniej części budynku oraz wypiętrzona do przestrzeni poddasza konstrukcja plafonu nad salą główną. Konstrukcja plafonu wypełnia przestrzeń poddasza do poziomu krokwi oraz jętek, przez co w najwęższym miejscu możliwość poruszania się jest ograniczona do niewielkich przesmyków. Za konstrukcją plafonu znajduje się trudno dostępny fragment stropu drewnianego nad portykiem.

4. Rozwiązania konstrukcyjno – materiałowe

4.1. Opis układu konstrukcyjnego

Istniejący budynek to jednokondygnacyjny obiekt w planie zbliżonym kształtem do prostokąta. Obiekt ten został wzniesiony, jako murowany. Na podstawie oględzin obiektu oraz na podstawie informacji zawartej w ekspertyzie techniczno-budowlanej opracowanej w styczniu 2015 roku przez autorów niniejszego opracowania można ocenić, że stan techniczny zachowania konstrukcji jest dobry w zakresie elementów konstrukcji ścian i posadowienia obiektu i dostateczny dla konstrukcji więźby dachowej.

Układ nośny budynku stanowią murowane ściany zewnętrzne oraz układ ścian wewnętrznych wyznaczających równocześnie układ funkcjonalny pomieszczeń. Budynek został przekryty dachem dwuspadowym ze świetlikiem w części wschodniej. Więźbę dachową stanowi układ krokwiowo - jętkowy. Jeden z wiązarów dachu wykonano odmiennie, jako wieszarowy ze strzemieniem z płaskownika, stanowiącym podwieszenie tramu do wieszaka. Równolegle 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 przeniesienie sił rozporu od krokwi oraz przeniesienie obciążeń na poszczególne elementy.

Pokrycie dachowe i drewniane wiązary zostały wtórnie wykonane w latach 90-tych XXwieku. Założono całkowitą wymianę pokrycia i drewnianych wiązarów dachowych nie noszących śladów historycznych złącz ciesielskich

4.2. Założenia projektowe

Lokalizacja obiektu: Arkadia koło Nieborowa

Strefa zależna od głębokości przemarzania gruntów:

strefa:	I
min. głębokość posadowienia:	1,0 m

Strefa obciążenia śniegiem gruntu:

strefa:	II
min. obc. charakt. śniegiem gruntu	0,9 kN/m^2

Strefa obciążenia wiatrem:

strefa:	1
wartość bazowa ciśnienia prędkości	0,30 kN/m^2

4.3. Więźba dachowa

Dach nad budynkiem wykonany jest w postaci drewnianego układu krokwiowo-jętkowego wspartego na zewnętrznych ścianach murowanych za pośrednictwem drewnianych tramów. Lokalnie w części zachodniej obiektu w obrębie plafonu układ krokwiowo-jętkowy został zamieniony na układ wieszarowy ze strzemieniem z płaskownika, stanowiącym podwieszenie tramu do wieszaka. Stan techniczny zachowania elementów więźby dachowej należy ocenić, jako dostateczny. Na ocenę taką wpływają głównie skutki porażenia drewna przez drewnojady, uszkodzenia struktury, ubytki przekrojów w poszczególnych elementach spowodowane porażeniem przez grzyby. Stopień tych ubytków dla elementów drewnianych miejscowo dochodzi do około 50% w przypadku tramów i belek i około 5% w przypadku krokwi. Uszkodzenia te wymagają podjęcia natychmiastowych prac remontowych obejmujących ochronę drewna przed dalszym żerowaniem szkodnika oraz niezbędnymi pracami wzmacniającymi ustrój nośny więźby.

Do najważniejszych wad uszkodzeń więźby należy zaliczyć jej utrwalone odkształcenia widoczne w strefie plafonu. Spowodowało to oparcie dachu na konstrukcji plafonu i jego postępujące uszkodzenia wywołane pogłębiającym się naciskiem na drewniane krążyny stanowiące ustrój nośny plafonu. Dla redukcji tych odkształceń użytkownik obiektu zamontował na połaci dachu siatkę z przewodów grzejnych zapewniającą ochronę tej części dachu przed obciążeniem śniegiem.

Kąt nachylenia połaci dachowej wynosi 20º, elementy drewniane więźby dachowej należy sklasyfikować, jako elementy o klasie wytrzymałościowej C24 w przypadku konstrukcji nośnej (krokwie, tramy, słupy, płatwie i belki).

Przestrzenne przemieszczenia więźby dachowej powodujące deformację plafonu należy ustabilizować.

Istnieją dwie możliwości zabezpieczenia konstrukcji plafonu przed oddziaływaniem odkształconego dachu. Pierwsza polegałaby na stworzeniu dodatkowego podparcia w kalenicy dachu co zapewniałoby możliwość skorygowania utrwalonych ugięć wiązarów krokwiowo-jętkowych i wyeliminowanie sił rozporu.

Drugi sposób wprowadzony jako zalecenie użytkownika tego obiektu zakłada wymianę pokrycia i remont więźby dachowej na nawie z odpowiednią korektą kalenicy dachu. W tej wersji konieczne jest wprowadzenie zabezpieczeń zapewniających bezpieczne i trwałe przeniesienie sił rozporu od więźby dachowej krokwiowo-jętkowej. Uwzględniono również korektę usytułowania jętki nad plafonem. Główną przesłanką projektową jest zachowanie zabytkowej struktury ciesielskiej w maksymalnym stopniu.Należy uwzględnić konieczną wymianę elementów wtórnych, natomiast w obrębie struktury historycznej (tam gdzie to możliwe) nie zakłada się wymiany drewna tylko zabezpieczenie i wzmocnienie węzłów podporowych.

Przy założeniu całkowitej wymiany pokrycia dachowego oraz wtórnych elementów więźby dachowej należy wykonać stalowe ściągi w obrębie plafonu przenoszące siły rozporu z drewnianych krokwi. Więźbę dachową należy wykonać jako układ wiązarów krokwiowo-jętkowych. Celem ograniczenia nadmiernych ugięć krokwi w obrębie plafonu przewiduje się remont wiązarów dachowych z wprowadzeniem niezbędnych wzmocnień krokwi lub ich wymianie ze zmienną wysokość położenia jętki w stosunku do krokwi wynikającą z geometrii plafonu i możliwości wykonawczych montażu.

Istniejące elementy drewnianych tramów i murłat należy zabezpieczyć przed występującymi zjawiskami lub mogącymi wystąpić na powierzchni drewna w postaci:

- żerowania szkodnika przez zastosowanie środków chemicznych np. Remmers Multi GS lub równorzędne środki o zbliżonych parametrach,

- grzybami, przez zastosowanie środków chemicznych np. Remmers Adolit M flüssig lub równorzędnych o zbliżonych parametrach,
- działaniem ognia przez zastosowanie ochronnych środków chemicznych np. Remmers Brandschutz lub równorzędnych o zbliżonych parametrach,
- wzmacniające strukturę drewna np. Remmers Epoxi-Holzverfestigung lub równorzędnych o zbliżonych parametrach.

Na czas prac związanych z remontem pokrycia pokrycia dachowego i więźby dachowej należy bezwzględnie wykonać namiot ochronny w obrębie planowanej inwestycji. Namiot ochronny musi zabezpieczyć obiekt Świątyni Diany przed czynnikami atmosferycznymi a w szczególności przed opadami deszczu lub śniegu.

4.4. Plafon

Konstrukcję nośną plafonu znajdującego się nad salą reprezentacyjną stanowią drewniane krążyny formujące kopułę plafonu. Krążyny wsparte są obwodowo na murowanych ścianach nośnych uzupełnionych w narożach belkami drewnianymi zmniejszającymi rozpiętości krążyn oraz pośrednio na tramach wykonanych w płaszczyźnie stropu nad parterem.

Stan techniczny zachowania elementów należy ocenić, jako dostateczny. Na ocenę tą wpływają głównie stan porażenia drewna przez drewnojady, uszkodzenia jego struktury, ubytki w poszczególnych drewnianych elementach. Stopień tych ubytków dochodzi miejscowo do około 15%. Uszkodzenia te wymagają podjęcia natychmiastowych prac związanych z ochroną drewna przed dalszymi procesami niszczącymi w postaci żerowania drewnojadów.

Celem wzmocnienia naroży plafonu w miejscu koncentracji naprężeń przewidziano do wykonania dodatkowe wzmocnienia krążyn przy zastosowaniu przykładek dwustronnych. Przykładki należy wykonać ze sklejek iglastych wodoodpornych na bazie żywic melaminowych (spoina wodoodporna) grubości 12mm. Należy zastosować sklejki o klasie wytrzymałości na zginanie F30 ($fm_{0,5}$=45N/mm^2)

Dodatkowo elementy drewniane plafonu należy zabezpieczyć przed następującymi procesami niszczącymi strukturę drewna lub mogącymi wystąpić:

- żerowanie szkodnika przez zastosowanie środków chemicznych np. Remmers Multi GS lub równorzędne środki o zbliżonych parametrach,
- grzybami, przez zastosowanie środków chemicznych np.Remmers Adolit M flüssig lub równorzędnych o zbliżonych parametrach,
- działaniem ognia przez zastosowanie ochronnych środków chemicznych np. Remmers Brandschutz lub równorzędnych o zbliżonych parametrach,
- wzmacniające strukturę drewna np. Remmers Epoxi-Holzverfestigung lub równorzędnych o zbliżonych parametrach.

4.5. Belki drewniane stropu nad portykiem

Nad portykiem wykonany jest strop belkowy z deskowaniem pełnym mocowanym od spodu belek. Na deskowaniu wykonany jest tynk wapienny na trzcinie. Istniejące belki drewniane nad portykiem stanowiące elementy wsporcze stropu wykazują znaczne osłabienia przekrojów sięgające miejscowo nawet wskaźnika 100% (belki drewniane są całkowicie skorodowane).

Belki drewniane należy, zatem traktować, jako nienośne i wprowadzić dodatkowe elementy stanowiące konstrukcję nośną dla istniejącego stropu drewnianego.

Przewidziano do wykonania wymianę skorodowanych belek a belki posiadające niewielkie ubytki przekroju należy należy uzupełnić masami z trocin i wiór drewnianych zespolonych spoiwem żywicznym np. Remmers PU-Holzersatzmasse SET lub równorzędnych o zbliżonych parametrach.

4.6. Zabezpieczenie plafonu podczas prac remontowych

W czasie prowadzenia prac remontowych na poddaszu powierzchnia plafonu będzie narażona na dodatkowe oddziaływania wyjątkowe wynikające z prowadzenia tych prac. Oddziaływania te mogą spowodować niekontrolowane zarysowania i zniszczenia warstwy wyprawowej powierzchni plafonu. Należy przewidzieć system niezbędnych wzmocnień i zabezpieczeń konserwatorskich mających na celu uniknięcie niepożądanych skutków tych oddziaływań.

Przed przystąpieniem do prac wzmacniających powierzchnię drewnianych belek, krążyn i deskowania należy oczyścić i zabezpieczyć przed drewnojadami i grzybami przez zastosowanie niezbędnych środków ochronnych drewna w postaci środków chemicznych np. Remmers Multi GS lub równorzędne środki o zbliżonych parametrach w przypadku zabezpieczenia dla żerowania szkodników oraz zastosowanie środków chemicznych np.Remmers Adolit M flüssig lub równorzędnych o zbliżonych parametrach w przypadku ochrony przed grzybami.

Zalecane jest wprowadzenie niezbędnych wzmocnień belek ukośnych w narożach plafonu przy użyciu drewnianych przykładek z drewna klasy C30.

Naroża krążyn plafonu należy wzmocnić za pomocą dwustronnych przykładek wykonanych ze sklejek iglastych wodoodpornych na bazie żywic melaminowych (spoina wodoodporna) grubości 12mm. Należy zastosować sklejki o klasie wytrzymałości na zginanie F30 ($fm_{0,5}$=45N/mm^2)

Zabezpieczenie powierzchni stropu można osiągnąć na kilka sposobów. Sposób, który proponujemy zabezpiecza strop przed czynnikami mechanicznymi podczas prowadzenia prac remontowych.

Po wykonaniu niezbędnych wzmocnień konstrukcji drewnianej plafonu należy powierzchnię górną krążyn, belek i deskowania obłożyć folią wysokoparoprzepuszczalną (1850-3000 g/m^2/24h). Nie dopuszcza się ułożenia folii niskoprzepuszczalnych (20-100 g/m^2/24h), ani polietylenowych z mikroporowatym filmem. Następnie przestrzeń między krążynami należy wypełnić warstwą 10cm wełny mineralnej, na której należy wykonać natryskową warstwę pianki poliuretanowej samogasnącej w ten sposób, aby minimalna grubość pianki nad krążyną drewnianą plafonu wynosiła 5cm. Jako zabezpieczenie przeciwpożarowe należy dodatkowo wykonać powłokę zabezpieczającą (farby paroprzepuszczalnej np.”Thermoshield”).

Podczas prac remontowych należy prowadzić monitoring rys na powierzchni plafonu i tynków w oparciu o porozumienia z konserwatorem zabytku. Dostępne na rynku metody pomiarów polegają w większości na umieszczeniu na rysie (szczelinie) czujników. Są to zazwyczaj plomby gipsowe, płytki szklane tensometry indukcyjne czy też czujniki mechaniczne np. firmy NeoStrain- są to jednak rozwiązania, które wpływałyby niszcząco na powierzchnię plafonu. Zaleca się w tej sytuacji monitoring w postaci fotograficznej z okresowymi pomiarami rys przy użyciu mierników szczelin (ręcznych).

4.7. Zabezpieczenie plafonu i jego otoczenia na etapie funkcjonowania.

Wprowadzone w projekcie zabezpieczenie plafonu podczas prac remontowych i opisanych w punkcie 4.6 jest zabezpieczeniem docelowym, stanowiącym konstrukcję plafonu również na etapie późniejszego funkcjonowania.

W celu dodatkowego zabezpieczenia plafonu i jego otoczenia na etapie późniejszego funkcjonowania należy zapewnić stateczność konstrukcji wsporczej plafonu tj. ścian nośnych Świątyni Diany. Służyć temu ma wprowadzenie płaszcza rozsączającego wodę opadową od fundamentów ściany Świątyni.

4.8. Założenia materiałowe

Istniejące elementy więźby dachowej wykonane są z drewna iglastego, litego. Na podstawie przeprowadzonych przez autorów opracowania badań i ocen należy ocenić istniejące drewno, jako drewno klasy C24. Elementy drewniane wykazują widoczne oznaki porażenia biologicznego oraz porażenia drewnojadami. Zaleca się wykonanie niezbędnych prac związanych z oczyszczeniem i zabezpieczeniem struktury drewna przed tymi zagrożeniami. Powierzchnię elementów drewnianych należy zabezpieczyć środkami impregnacyjnymi w zakresie zabezpieczeń przed drewnojadami oraz grzybami, a ponadto należy wykonać powłokę zabezpieczeń przeciwpożarowych oraz lokalnie wzmacniających strukturę drewna. Zastosowane środki ochrony chemicznej powinny posiadać odpowiednie atesty i być dopuszczone do stosowania w istniejących warunkach. Należy wykluczyć stosowanie środków solnych jako środków powodujących uszkodzenia struktury drewna.

Nowoprojektowane elementy drewniane należy wykoanać z drewna klasy C24 i zabezpieczyć antykorozyjnie i przeciwogniowo np. środkami Remmers. Przykładki krążyn należy wykonać ze sklejek iglastych wodoodpornych na bazie żywic melaminowych (spoina wodoodporna) grubości 12mm. Należy zastosować sklejki o klasie wytrzymałości na zginanie F30 ($fm_{0,5}$=45N/mm^2).

5. Zalecenia

5.1. Zalecenia wykonawcze

Wszystkie prace należy wykonywać zgodnie z zasadami sztuki budowlanej w oparciu o ustalenia branż architektonicznej, konstrukcyjnej i instalacyjnych pod nadzorem Inspektora Nadzoru Inwestorskiego. Podane rozwiązania materiałowe należy traktować, jako przykładowe z możliwością ich zamiany po konsultacji z Projektantem. Zakres niniejszego opracowania wykonano, jako fragment pełnej dokumentacji projektowej

<u>Specyfikacje i założenia:</u>

1. Elementy drewniane należy zabezpieczyć przed drewnojadami, grzybami oraz przeciwpożarowo do klasy niepalnej
2. Elementy drewniane wykazujące znaczne porażenia owadami sięgającymi ponad 2,0cm w stosunku do pierwotnych wymiarów przekrojowych należy uzupełnić

przez flekowanie drewna bądź przez zastosowanie uzupełnień ze środków chemicznych w postaci mas z wiórami drewnianymi lub mieszanek z trocinami.

3. Zaleca się wykonanie zabezpieczenia przed drewnojadami w postaci impregnatu Remmers Multi GS lub równorzędnych środków o zbliżonych parametrach,
4. Wykonanie zabezpieczenia przed grzybami należy zrealizować przez zastosowanie impregnacyjnych środków chemicznych np.Remmers Adolit M flüssig lub równorzędnych o zbliżonych parametrach,
5. Wykonanie zabezpieczenia elementów drewnianych przed działaniem ognia należy zrealizować przez zastosowanie ochronnych środków chemicznych np. Remmers Brandschutz lub równorzędnych o zbliżonych parametrach do klasy odporności ogniowej niepalnej
6. Zaleca się wykonanie wzmocnienia struktury drewna np. Remmers Epoxi-Holzverfestigung lub równorzędnych o zbliżonych parametrach,
7. Uzupełnienie struktury drewna należy wykonać przez flekowanie albo przez wypełnienie ubytków masami wiórów drewnianych np. Remmers PU-Holzersatzmasse SET lub równorzędnych o zbliżonych parametrach.
8. Zabezpieczenie plafonu należy wykonać jako system złożony z folii wysokoparoprzepuszczalnej (1850-3000 g/m^2/24h). Nie dopuszcza się ułożenia folii niskoprzepuszczalnych (20-100 g/m^2/24h), ani polietylenowych z mikroporowatym filmem.
9. Jako drugi element warstwowego systemu zabezpieczenia plafonu należy zastosować wełnę mineralną grubości 10cm.
10. Jako główne zabezpieczenie plafonu należy wykonać warstwę natryskową z pianki poliuretanowej samogasnącej w ten sposób, aby minimalna grubość pianki nad krążyną drewnianą plafonu wynosiła 5cm. Jest to zabezpieczenie na czas prowadzenia prac konserwatorskich oraz zabezpieczenie docelowe plafonu.
11. Kotwienie wzmocnień do ścian murowanych oraz stosowanie wzmocnień w postaci przykładek ze sklejek iglastych dla krążyn plafonu należy prowadzić po całkowitym demontażu istniejącego pokrycia i więźby dachowej z możliwości nieograniczonego dostępu do elementów.
12. **Elementy wzmocnień krążyn, mocowań i ich schematy wykonawczy należy dokładnie ustalić w formie nadzorów autorskich po wykonaniu całkowitego demontażu pokrycia dachowego i więźby dachowej.**
13. W obrębie świetlika w części wschodniej obiektu należy wykonać pierścień drewniany wspierający krokwie na konstrukcji świetlika w poziomie ich styku.
14. Po wykonaniu pierścienia wzmacniającego konstrukcję nośną świetlika zalecane jest usunięcie tymczasowych słupków wspierających krokwie.
15. Poddasze należy zabezpieczyć przed przegrzewaniem w okresie letnim. Należy w tym celu wykonać izolację termiczną stropu poddasza w postaci warstwy wełny mineralnej grubości 10cm pokrytej natryskową warstwą pianki poliuretanowej samogasnącej grubości 5cm.
16. Wymiana pokrycia dachowego wymagać będzie zastosowania niezbędnych środków zapobiegawczych zabezpieczających poddasze przed czynnikami atmosferycznymi a w szczególności przed opadami atmosferycznymi. W tym celu należy wykonać namiot ochronny w obrębie prowadzonych prac budowlanych chroniących obiekt przed czynnikami atmosferycznymi a w szczególności przed opadami deszczu lub śniegu.
17. Jako pokrycie wtórne połaci dachowej należy zastosować blachę miedzianą na deskowaniu pełnym. Z uwagi na stwierdzony stopień skorodowania istniejącego deskowania i zakresu planowany prac remontowych zaleca się całkowitą wymianę

deskowania. Deskowanie należy wykonać z desek grubości 25mm z drewna klasy C24 i zabezpieczyć przed korozją biologiczną i przeciwogniowo.

18. Blachę miedzianą należy wykonać, jako pokrycie z blachy miedzianej na rąbek stojący. Jako system mocowania blachy do deskowania należy zastosować żabki przesuwne pozwalające na przenoszenie odkształceń termicznych na połaci dachowej.

Wymiana pokrycia dachowego stwarza możliwość prawidłowego rozwiązania problemu odprowadzania wody opadowej z połaci dachowych do rur spustowych. Należy rozważyć zastąpienie rynien pogrążonych, odpowiednio ukształtowanymi zastawami dachowymi, nie zmieniającymi kształtu dachu.

5.2. Założenia do programu BIOZ

Prace budowlane prowadzone w obrębie planowanej inwestycji należy prowadzić zgodnie z zasadami i wytycznymi BIOZ oraz BHP. W ramach planowanej Inwestycji wykonywane prace będą narażały na następujące niebezpieczeństwa życia i zdrowia ludzkiego:

a) Prace budowlane stanu surowego oraz prace wykończeniowe (np. przy transporcie elementów) wykonywane będą jako prace na wysokości. Pracownicy winni posiadać odpowiednie przeszkolenie oraz zabezpieczenia,
b) Gniazda oraz otwory pod elementy wzmocnień konstrukcji wykonywane będą jako wiercone lub wycinane przy pomocy specjalistycznego sprzętu mechanicznego. Pracownicy winni posiadać odpowiednie przeszkolenie oraz uprawnienia w tym zakresie.
c) Prace budowlane realizowane będą w bezpośrednim sąsiedztwie ruchu pieszych. Należy opracować system zabezpieczeń gwarantujących bezpieczeństwo ruchu, a szczególnie ruchu pieszych i pracowników przez zastosowanie barier ograniczających dostęp osób nieupoważnionych na teren budowy.
d) Prace budowlane zabezpieczeń poddasza obiektu będą wymagały użycia powłok malarskich oraz wykonania niezbędnych uzupełnień masami chemii budowlanej. Należy przewidzieć naturalne przewietrzenie przestrzeni poddasza oraz zabezpieczenie pracowników w środki ochrony indywidualnej na czas wykonywania tych prac.

Stąd należy dokładnie ustalić harmonogram oraz plan wykonywanych prac budowlanych w odniesieniu do zastosowanej technologii prowadzenia robót budowlanych.

6. Obliczenia statyczno - wytrzymałościowe:

6.1. Zestawienie obciążeń:

Zestawienie obciążeń dla plafonu:

Zestawienie obciążeń dla stropu typowego										
warstwy	*h*			*γ [kN/m³]*		*q_k [kN/m²]*		*γ_f*	*q_d [kN/m²]*	
pianka poliuretanowa	**25**	*cm*	x	0,50	x	0,125	x	1,35	0,169	*kN/m²*
folia wysokoparoprzepuszczalna			x		x	0,01	x	1,35	0,014	*kN/m²*
krążyny			x		x	0,12	x	1,35	0,162	*kN/m²*
deskowanie	**2,5**	*cm*	x	6,00	x	0,15	x	1,35	0,203	*kN/m²*
tynk cem.-wap.	**1,5**	*cm*	x	19,00	x	0,285	x	1,35	0,385	*kN/m²*
						0,69			**0,932**	***kN/m²***
obc. użytkowe						0,50	x	1,5	0,750	*kN/m²*
						1,19			**1,682**	***kN/m²***

Zestawienie obciążeń dachu

nachylenie połaci dachu:	α_1 =	**20**	°
	$\cos\alpha_1$ =	*0,940*	
rozstaw krokwi	l =	**100**	cm
rozstaw łat/kontrłat	$l_ł$ =	**100**	cm

A/ stałe:

	[cm]		[cm]		[kN/m³]	[kN/m²]		[kN/m²]			[kN/m²]
blacha						0,120	=	0,120	x	1,35	0,162
deskowanie pełne	2,5	x	100	x	6,00	0,150	=	0,150	x	1,35	0,203
folia paroprzep.						0,010	=	0,010	x	1,35	0,014
krokwie	15	x	20	x	6,00	0,180	=	0,180	x	1,35	0,243
								0,460			**0,621**

B/ użytkowe: jako wykluczające się ze śniegiem — 0,500 — **0,500** x 1,50 **0,750**

		μ_i		C_e		C_t		s_k					
C/ śnieg:	*1)*	0,80	x	1,00	x	1,00	x	0,90	=	**0,720**	x	1,50	**1,080**
										1,680			**2,451**

Zestawienie obciążeń śniegiem:

PN-EN 1991-1-3 Oddziaływania na konstrukcje. Oddziaływania ogólne.
Obciążenie śniegiem

Lokalizacja budynku: **Arkadia**
Strefa obciążenia śniegiem [Tab. NB.1]:
2
Wysokość nad poziomem morza:
A = **85** m.n.p.m
Kąt nachylenia połaci dachowej

α_1 =	**20**	°	α_2 =	**20**	°
α_1 =	44,44	%	α_2 =	44,44	%

Rodzaj warunków terenowych [Tab. 5.1]:
Normalny
Obciążenie śniegiem dachów w trwałej i przejściowej sytuacji obliczeniowej:

$s = \mu_i * C_e * C_t * s_k$

s_k =	**0,90**	kN/m^2	- wartość charakter. obciążenia śniegiem gruntu [Tab. NB.1]
C_t =	**1,00**		- współczynnik termiczny [pkt. 5.2 (8)]
C_e =	**1,00**		- współczynnik ekspozycji [Tab. 5.1]
$\mu_1(\alpha_1)$ =	**0,8**		- współczynnik kształtu dachu [pkt. 5.3, Tab. 5.2]
$\mu_1(\alpha_2)$ =	**0,8**		- współczynnik kształtu dachu [pkt. 5.3, Tab. 5.2]

Przypadek (i):

$s(\mu_1(\alpha_1))$ =	**0,72**	kN/m^2	- wartość charakterystyczna obciążenia śniegiem dachu
$s(\mu_1(\alpha_2))$ =	**0,72**	kN/m^2	- wartość charakterystyczna obciążenia śniegiem dachu
γ_f =	**1,5**		- wartość współczynnika obciążeniowego

$s_d = s_k * \gamma_f$

$s_d(\mu_1(\alpha_1))$ =	**1,08**	kN/m^2	- wartość obliczeniowa obciążenia śniegiem dachu
$s_d(\mu_1(\alpha_2))$ =	**1,08**	kN/m^2	- wartość obliczeniowa obciążenia śniegiem dachu

Zestawienie obciążeń wiatrem:

Lokalizacja budynku: **Arkadia**
Strefa obciążenia wiatrem [rys. NB.1]: **1**
Kategoria terenu [tab.4.1]:
III - obszary regularnie pokryte roślinnością albo budynkami lub pojedynczymi
Wysokość nad poziomem morza
a = **85** m.n.p.m
Wysokość nad poziomem terenu:
z = **9** m
Bazowa prędkość wiatru [pkt 4.2]:

$v_b = c_{dir} * c_{season} * v_{b,0}$

$v_{b,0}$ =	22,00	m/s	- wartość podstawowa bazowej prędkości wiatru [tab.NB.1]
c_{dir} =	1,0		- współczynnik kierunkowy [tab. NB.2]
c_{season} =	1,0		- współczynnik sezonowy
v_b =	22,00	m/s	

Średnia prędkość wiatru [pkt 4.3]:

$v_m(z) = c_r(z) * c_o(z) * v_b$

$c_r(z)$ =	0,794		- współczynnik chropowatości [tab. NB.3]
$c_o(z)$ =	1,0		- współczynnik rzeźby terenu (orografii)
$v_m(z)$ =	17,47	m/s	

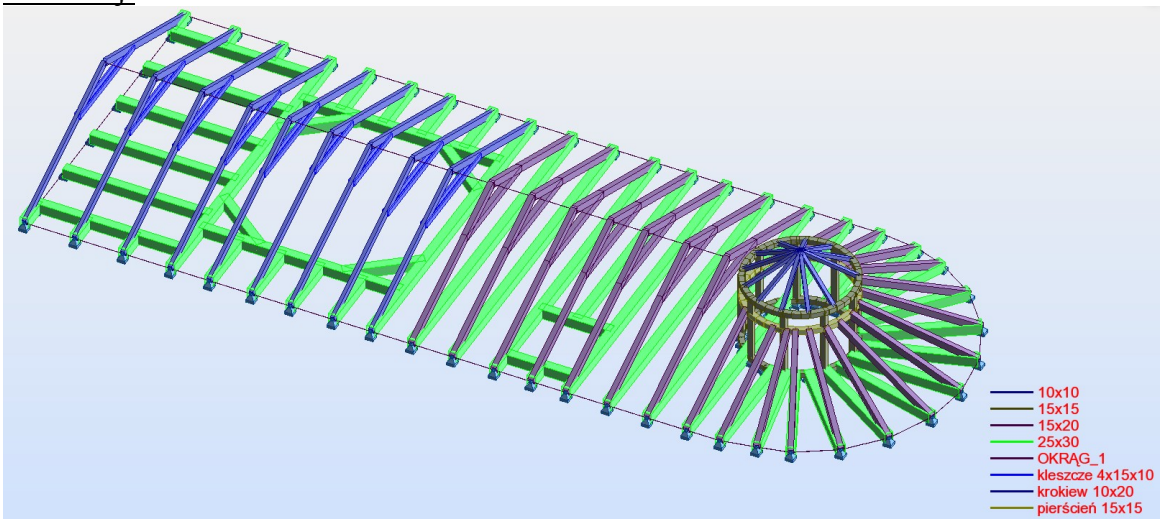
Wartość szczytowa ciśnienia prędkości [tab. 4.5]:

$q_p(z) = [1+7*(I_v(z)]*0,5*\rho*v_m^2(z) = c_e(z)*q_b$

$q_{b,0}$ =	0,300	kN/m^2	- podstawowa wartość ciśnienia prędkości wiatru [tab. NB.1]
$q_b = 0,5*\rho*v_b^2$			- wartość bazowa ciśnienia prędkości
q_b =	0,303	kN/m^2	
$c_e(z)$ =	1,839		- współczynnik ekspozycji [tab. NB.3]
$q_p(z)$ =	0,556	kN/m^2	

6.2. Więźba dachowa

Przestrzenny model obliczeniowy wspomagający obliczenia numeryczne dla więźby dachowej:



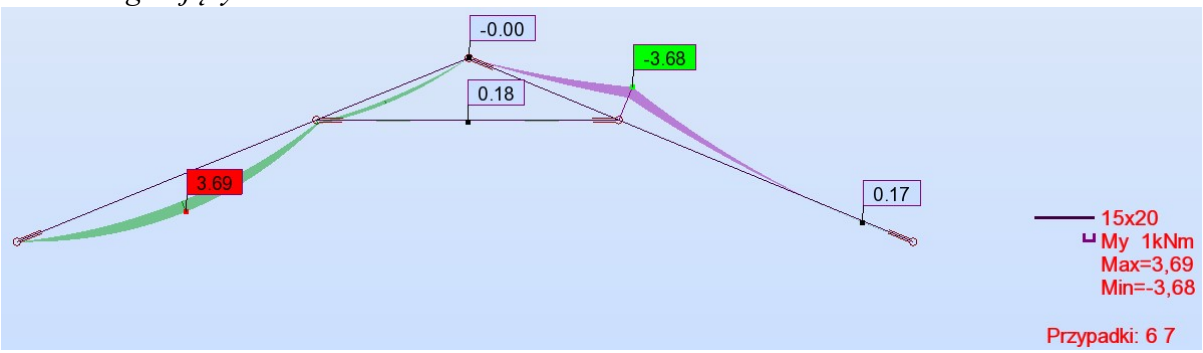
Przedstawiony model obliczeniowy uwzględnia usunięcie słupów tymczasowych w części wschodniej obiektu oraz wprowadzenie zalecanych uzupełnień krążyn w obrębiew świetlika oraz nowoprojektowany układ więźby dachowej w obrębie plafonu

6.2.1. Wiązary dachowe -istniejące

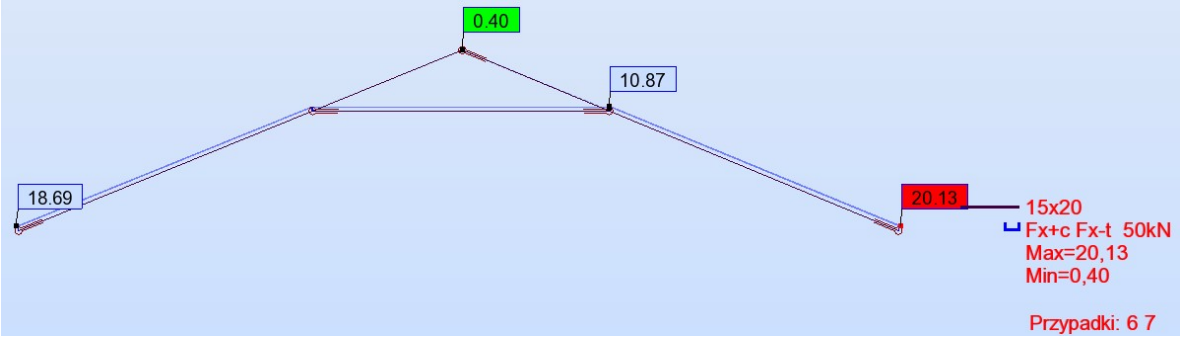
Schemat pracy krokwi:

Istaniejący wiązar drewniany stanowi układ krokwiowo-jętkowy. Krokwie dachu drewnianego poddasza nieużytkowego pracują, jako elementy belkowe o schemacie elementu dwuprzęsłowego, podpartego przegubowo na murłatach i pośrednio jętkami.. Elementy te posiadają przekrój 15x20cm i są obciążone w sposób ciągły, równomiernie rozłożony. Maksymalny rozstaw krokwi dachowych wynosi 1,03÷1,43m. Obliczenia sił przekrojowych przeprowadzono numerycznie. A kombinację oddziaływań uwzględniono zgodnie z wytycznymi normy obciążeniowej wg. Eurokodu

Moment zginający:



Siły ściskające:



Siły ścinające:

Analiza SGN

PN-EN 1995-1:2005/A1:2008 - Weryfikacja grup prętów (SGN) 9

Rezultaty | Komunikaty

Pręt		Profil	Materiał	Lay	Laz	Wytęż.	Przypadek
Grupa : 9 krokwie jętki istn.							
25	OK	15x20	C24	89.30	119.07	0.22	6 SGN

Analiza SGU

PN-EN 1995-1:2005/A1:2008 - Weryfikacja grup prętów (SGU) 9

Rezultaty | Komunikaty

Pręt		Profil	Materiał	Prop.(u	Przyp.(uy)	Prop.(u	Przyp.(uz)
Grupa : 9 krokwie jętki istn.							
2	OK	15x20	C24	0.00	1(1+0.6)*1 + 1(1+0.	0.19	1(1+0.6)*1 + 1(1+0.

Istniejące wymiary krokwi zapewniają spełnienie warunków normatywnych w zakresie stanów granicznych nośności i użytkowalności elementów. Elementy drewniane należy zabezpieczyć antykorozyjnie oraz przeciw pożarowo.

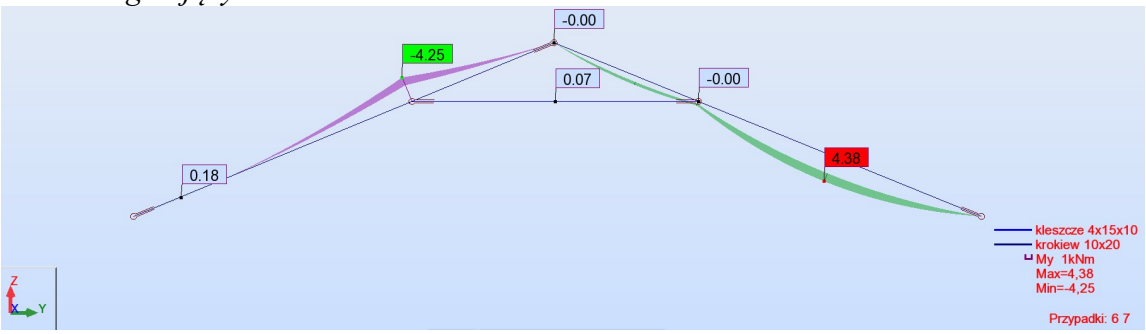
6.2.2. Wiązary dachowe-projektowane

W obrębie występowania plafonu w Świątyni Diany należy wykonać nowy układ więźby dachowej uwzględniający przejęcie sił rozporu od parcia krokwi. Wykonanie nowej więźby wynika również z utrwalonych odkształceń istniejącej więźby i zagrożenia konstrukcji plafonu.

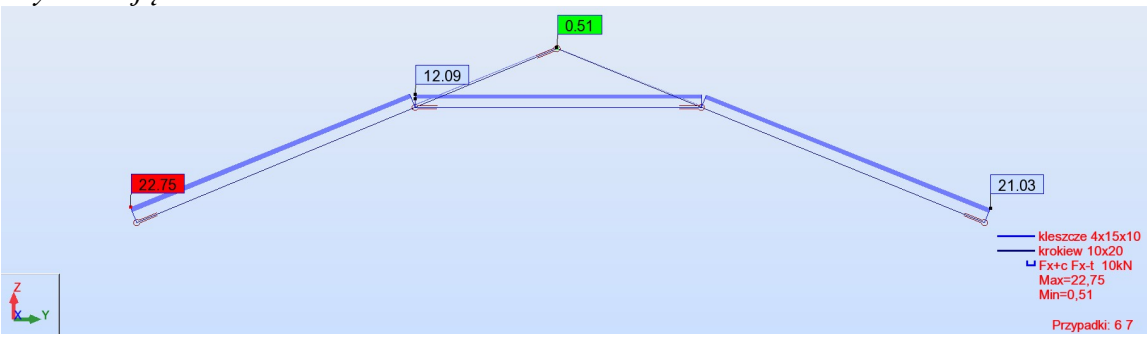
Należy wykonać ściągi stalowe w płaszczyźnie tramów przenoszące siły rozporu i pozwalające na dalsze bezpieczne użytkowanie obiektu.

Przyjęto do wykonania układ więźby dachowej w obrębie plafonu jako układ krokwiowo jętkowy (kleszczowy). Jętki należy wykonać w postaci przykładek z desek 2x4x15cm mocowanych z krokwiami o przekroju 10x20cm śrubami stalowymi 3xM10 w każdym węźle. Jętki stanowią element przenoszący siły rozporu w płaszczyźnie dachu. Obliczenia sił przekrojowych przeprowadzono numerycznie.

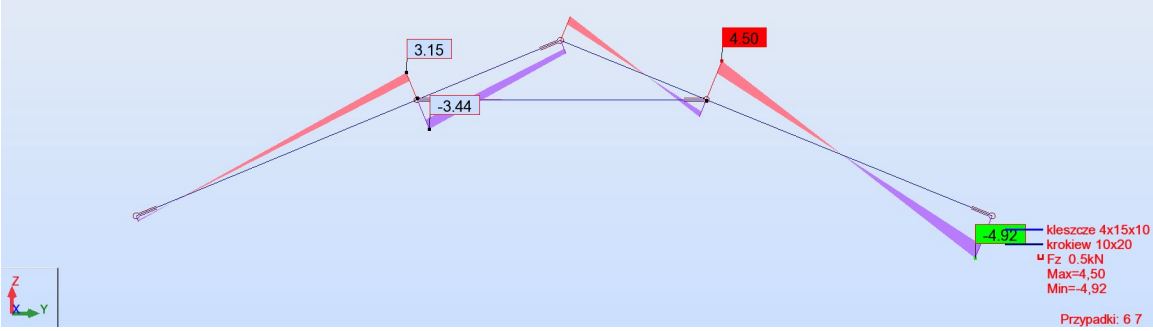
Moment zginający:



Siły ściskające:



Siły ścinające:



Analiza SGN

PN-EN 1995-1:2005/A1:2008 - Weryfikacja grup prętów (SGN) 7 8

Rezultaty | Komunikaty

Pręt		Profil	Materiał	Lay	Laz	Wytęż.	Przypadek
Grupa : 7 krokiew projekt							
59	OK	krokiew 10x20	C24	89.30	178.60	0.40	6 SGN
Grupa : 8 jętka-kleszcz proj.							
61	OK	kleszcze 4x15x10	C24	73.90	45.10	0.10	6 SGN

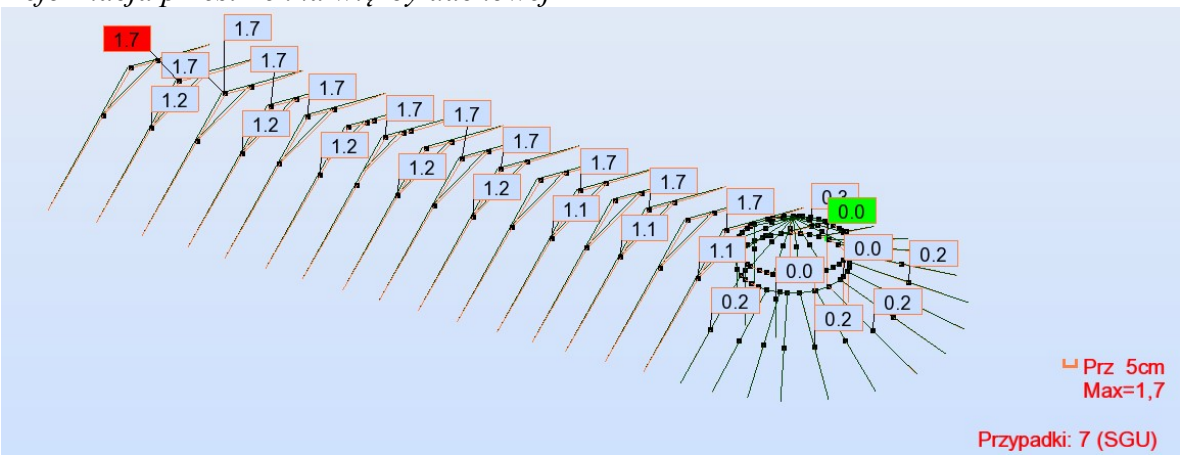
Analiza SGU

PN-EN 1995-1:2005/A1:2008 - Weryfikacja grup prętów (SGU) 7 8

Rezultaty | Komunikaty

Pręt		Profil	Materiał	Prop.(u	Przyp.(uy)	Prop.(u	Przyp.(uz)
Grupa : 7 krokiew projekt							
40	OK	krokiew 10x20	C24	0.00	wiatr	0.28	1(1+0.6)*1 + 1(1+0.
Grupa : 8 jętka-kleszcz proj.							
38	OK	kleszcze 4x15x1	C24	0.00	wiatr	0.02	1(1+0.6)*1 + 1(1+0.

Deformacja przestrzenna więźby dachowej



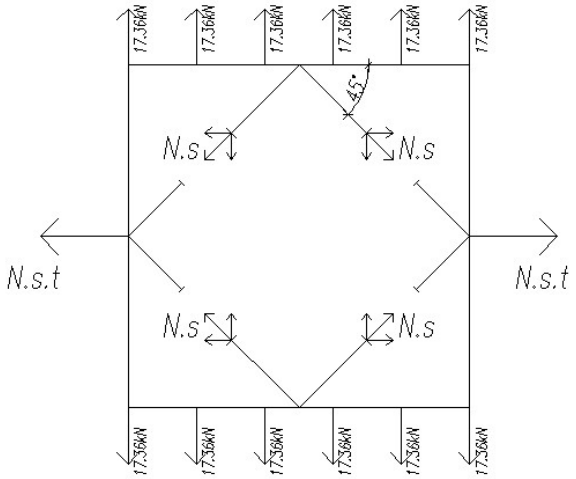
Krokwi drewniane wykonane z drewna klasy C24 o przekroju 10x20cm stężone w 2/3 długości kleszczami drewnianymi 2x5x15cm spełniającymi funkcję jętek z drewna klasy C24 zapewniają spełnienie warunków normatywnych w zakresie stanów granicznych nośności i użytkowalności elementów. Elementy drewniane należy zabezpieczyć antykorozyjnie oraz przeciw pożarowo.

6.2.3. Ściągi stalowe (rozporowe)

Celem przeniesienia sił rozporu powstałych od sił ściskających należy wykonać dodatkowe ściągi stalowe w płaszczyźnie tramów. Ściągi należy wykonać w postaci prętów prostych 2x2Ø20mm i śrub rzymskich. Należy wykonać naciąg wstępny ściągów nie powodujący wprowadzenie nowych sił w ustrój a jedynie zapewniający przejmowanie sił od rozporu krokwi.

Nośność ściągu 2Ø20mm na rozciąganie wynosi 2x3,14cm^{2}x225MP=141,3kN
Maksymalna siła pozioma (rozporowa) od parcia krokwi: N=11,2kN
Siła wypadkowa na odcinku wykonanego plafonu: N.w=4x17,36kN=69,44 kN

Schemat działania sił rozporowych w płaszczyźnie tramów w obrębie plafonu



Wypadkowa siła działająca na ściąg stalowy:

$N_w := 4 \cdot 17.36kN$

$N_s := N_w \cdot \sqrt{2} = 98.203 \cdot kN$

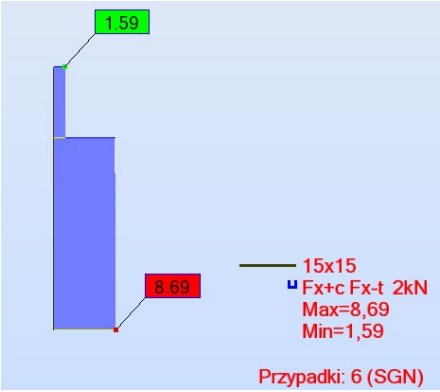
$N_{s.t} := N_w = 69.44 \cdot kN$

Przyjęto do wykonania ściagi stalowe wykonane z prętów prostych 2x2Ø20mm o nośności na rozciąganie równej 2x141,3kN= 282,6 kN.
Ściągi stalowe należy wykonać ze stali S235 i zabezpieczyć antykorozyjnie.
Należy zapewnić bezpieczne przekazanie sił ze ściągów stalowych na poprzeczne drewniane tremy. W tym celu poprzeczne tramy drewniane należy zespolić ze ścianami murowanymi i zakotwić w nich projektowane ściągi stalowe.

6.2.4. Istniejące słupy świetlika

Istniejące słupy świetlika posiadają przekrój 15x15cm. Słupy te stanowią elementy wsporcze konstrukcji świetlika oraz przenoszą siły z krokwi za pośrednictwem drewnianego pierścienia ściskanego. Obliczenia sił przekrojowych przeprowadzono numerycznie.

Siły ściskające:



Istniejący przekrój słupa zapewnia spełnienie warunków normatywnych w zakresie stanów granicznych nośności i użytkowalności elementów.

6.2.5. Pierścień rozporowy

Celem oparcia krokwi w obrębie świetlika w części wschodniej obiektu należy wykonać pierścień drewniany umieszczony między słupami wieży świetlika. Pierścień będzie elementem ściskanym oraz będzie przenosił siły pionowe na słupy drewniane wieży. Pierścień należy wykonać z drewna klasy C24 o wymiarach przekroju 15x15cm.

6.2.6. Wyniki analizy statyczno-wytrzymałościowej dla elementów drewnianych

Wymiarowanie istniejących i nowoprojektowanych elementów więźby dachowej zostało przeprowadzone przy wsparciu obliczeniowego modelu 3D. Pozwala to na racjonalne i ekonomiczne dobory przekrojów.

PN-EN 1995-1:2005/A1:2008 - Weryfikacja grup prętów (SGN) 7do11

Rezultaty | Komunikaty

Pręt		Profil	Materiał	Lay	Laz	Wytęż.	Przypadek
Grupa : 7 krokiew projekt							
597	OK	krokiew 5x20	C24	89.30	357.20	0.68	6 SGN
Grupa : 8 jętka-kleszcz proj.							
599	OK	kleszcze 4x1	C24	73.90	68.88	0.05	6 SGN
Grupa : 9 krokwie jętki istn.							
25	OK	15x20	C24	89.30	119.07	0.22	6 SGN
Grupa : 10 pierścień drewniany							
495	OK	pierścień 15x	C24	0.85	0.85	0.16	6 SGN
Grupa : 11 słupy drewniane							
113	OK	15x15	C24	46.19	46.19	0.03	6 SGN

Notka oblicz. | Zamknij | Pomoc

Wytężenie: Analiza | Mapa

Punkty obliczeniowe
podział : n = 3
ekstrema : brak
dodatkowe : brak

PN-EN 1995-1:2005/A1:2008 - Weryfikacja grup prętów (SGU) 7do11

Rezultaty | Komunikaty

Pręt		Profil	Materiał	Prop.(u	Przyp.(uy)	Prop.(u	Przyp.(uz)
Grupa : 7 krokiew projekt							
40	OK	krokiew 5x20	C24	0.01	wiatr	0.27	1(1+0.6)*1 + 1(1+0.
Grupa : 8 jętka-kleszcz proj.							
38	OK	kleszcze 4x1	C24	0.00	wiatr	0.02	1(1+0.6)*1 + 1(1+0.
Grupa : 9 krokwie jętki istn.							
2	OK	15x20	C24	0.00	1(1+0.6)*1 + 1(1+0.	0.19	1(1+0.6)*1 + 1(1+0.
Grupa : 10 pierścień drewniany							
493	OK	pierścień 15x	C24	0.00	1(1+0.6)*1 + 1(1+0.	0.00	1(1+0.6)*1 + 1(1+0.
Grupa : 11 słupy drewniane							
107	OK	15x15	C24	0.00	1(1+0.6)*1 + 1(1+0.	0.01	1(1+0.6)*1 + 1(1+0.

Notka oblicz. | Zamknij | Pomoc

Wytężenie: Analiza | Mapa

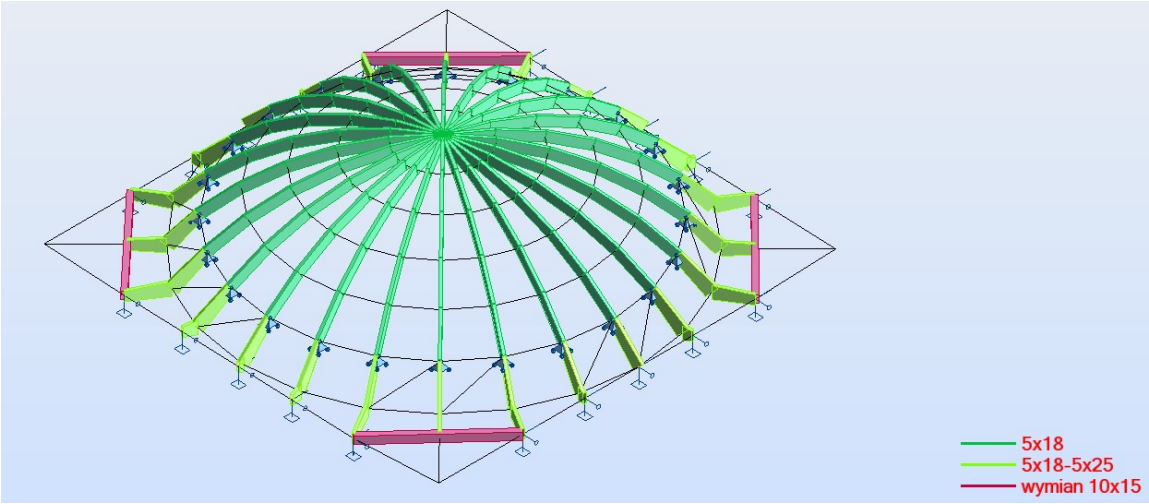
Punkty obliczeniowe
podział : n = 3
ekstrema : brak
dodatkowe : brak

Analizowane przekroje elementów więźby dachowej posiadają dostateczną nośność do przeniesienia normatywnych obciążeń dla stanów granicznych nośności i użytkowalności.

Istniejące elementy więźby dachowej i nowoprojektowane elementy należy zabezpieczyć przed drewnojadami, grzybami oraz przeciwpożarowo zgodnie z zaleceniami podanymi w zaleceniach do niniejszego opracowania.

6.3. Plafon

Przestrzenny model obliczeniowy wspomagający obliczenia numeryczne dla plafonu:

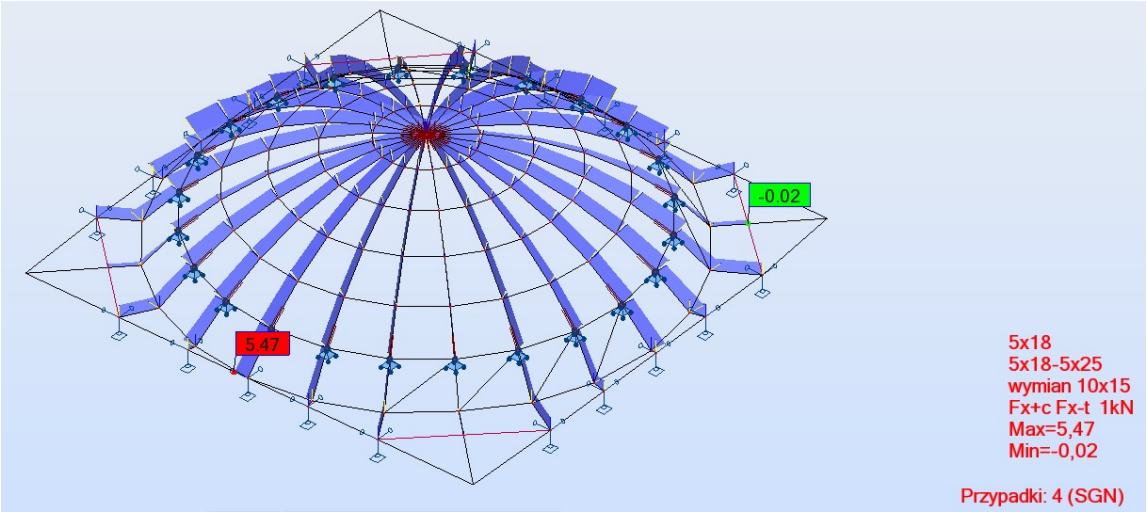


Przedstawiony model obliczeniowy uwzględnia wprowadzone wzmocnienia celem ustabilizowania i wzmocnienia plafonu na czas prowadzenia robót remontowych oraz w czasie normalnego użytkowania.

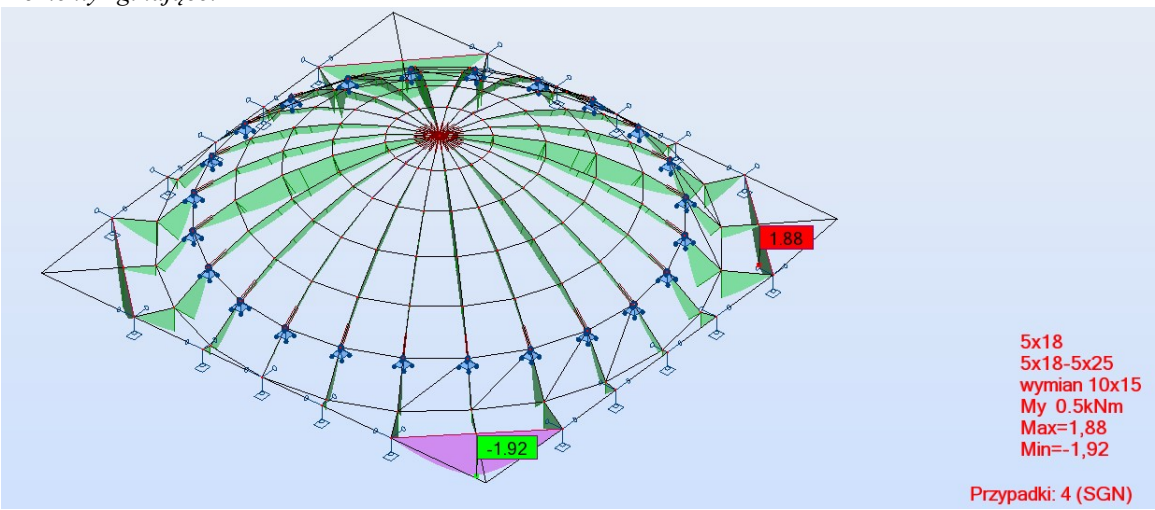
6.3.1. Zabezpieczenie krążyn plafonu

Istniejące krążyny plafonu posiadają konstrukcję drewnianą. Krążyny posiadają stały przekrój 5x18cm w górnej części kopuły oraz zmienną wysokość przekroju w dolnej części krążyn (na załamaniu sufitu).

Siły ściskające:



Momenty zginające:



Wyniki analizy statyczno wytrzymałościowej dla elementów drewnianych:

PN-EN 1995-1:2005/A1:2008 - Weryfikacja grup prętów (SGN) 1 2

Rezultaty | Komunikaty

Pręt		Profil	Materiał	Lay	Laz	Wytęż.	Przypadek
Grupa : 1 krazyna gora							
67	OK	5x18	C24	14.53	52.32	0.34	4 SGN
Grupa : 2 krazyna dol							
409 Belka drewn	OK	5x18-5x25	C24	1.37	5.88	0.47	4 SGN

Analizowane przekroje elementów plafonu posiadają dostateczną nośność do przeniesienia normatywnych obciążeń dla stanów granicznych nośności i użytkowalności. Analizując jednak stan zachowania krążyn oraz zakres planowanych prac zabezpieczających i domniemane obciążenia poddasza i wartości zabytkowe Świątyni Diany zaleca się wykonać dodatkowe wzmocnienia naroży krążyn w miejscu koncentracji naprężeń. Wzmocnienia należy wykonać w postaci dwustronnych przykładek ze sklejek iglastych wodoodpornych na bazie żywic melaminowych (spoina wodoodporna) grubości 12mm. Należy zastosować sklejki o klasie wytrzymałości na zginanie F30 (fm0,5=45N/mm2). Przykładki należy łączyć z krążynami przy pomocy śrub przelotowych M8. Elementy drewniane plafonu należy zabezpieczyć przed drewnojadami, grzybami oraz przeciwpożarowo zgodnie z zaleceniami podanymi w zaleceniach do niniejszego opracowania.

6.3.2. Wzmocnienie belek drewnianych plafonu

Celem wzmocnienia belek drewnianych w narożach plafonu należy wykonać przykładki drewniane w postaci belek o przekroju zbliżonym do połowy przekroju pierwotnego. Przykładki należy wykonać dwustronnie i łączyć je między sobą śrubami stalowymi M8. Na etapie prowadzenia prac remontowych plafonu należy dokonać ponownych oględzin istniejących gniazd belek celem potwierdzenia ich dobrego stanu technicznego.

Zespolone belki plafonu pracować będą według schematu belki jednoprzęsłowej obciążonej równomiernie oraz punktowo w miejscu oparcia krążyn.

Wyniki analizy statyczno wytrzymałościowej dla elementów stalowych.

PN-EN 1995-1:2005/A1:2008 - Weryfikacja prętów (SGU ; SGN) 7do9 129

Rezultaty | Komunikaty

Pręt		Profil	Materiał	Lay	Laz	Wytęż.	Przypadek	Prop.(u	Przyp.(uy)	Prop.(u	Przyp.(uz)
7 Belka_7	OK	wymian 10x15	C24	55.16	82.74	0.52	4 SGN	0.04	1(1+0.6)*1 + 1(1+0.	0.31	1(1+0.6)*1 + 1(1+0.
8 Belka_8	OK	wymian 10x15	C24	54.57	81.85	0.50	4 SGN	0.04	1(1+0.6)*1 + 1(1+0.	0.30	1(1+0.6)*1 + 1(1+0.
9 Belka_9	OK	wymian 10x15	C24	54.60	81.91	0.50	4 SGN	0.04	1(1+0.6)*1 + 1(1+0.	0.30	1(1+0.6)*1 + 1(1+0.
129 Belka_129	OK	wymian 10x15	C24	55.25	82.88	0.52	4 SGN	0.05	1(1+0.6)*1 + 1(1+0.	0.31	1(1+0.6)*1 + 1(1+0.

Analizowane przekroje elementów plafonu należy dodatkowo wzmocnić przykładkami drewnianymi 2x5x15cm zespolonych z belkami drewnianymi w narożach konstrukcji plafonu. Na podstawie przeprowadzonej analizy statyczno-wytrzymałościowej można stwierdzić, że przyjęte przekroje elementów stalowych posiadają wystarczającą nośność do przeniesienia normatywnych obciążeń dla stanów granicznych nośności i użytkowalności. Elementy należy zabezpieczyć antykorozyjnie i przeciwogniowo.

6.3.3. Belki nad portykiem

Istniejące belki drewniane nad portykiem znajdują się w złym stanie technicznym. Przekroje belek są znacznie skorodowane, a osłabienia przekrojów sięgają miejscami całkowitego zużycia przekroju. Zaleca się wykonanie wzmocnienia i rekonstrukcji istniejących belek drewnianych masami z wiórów drewnianych lub mieszanek żywicznych z trocinami według opisu podanego w zaleceniach niniejszego opracowania np. Remmers PU-Holzersatzmasse SET lub równorzędnych o zbliżonych parametrach.

Belki skorodowane w 100% należy wymienieć na belki drewniane z drewna klasy C24 zabezpieczone zntykorozyjnie i przeciw pożarowo

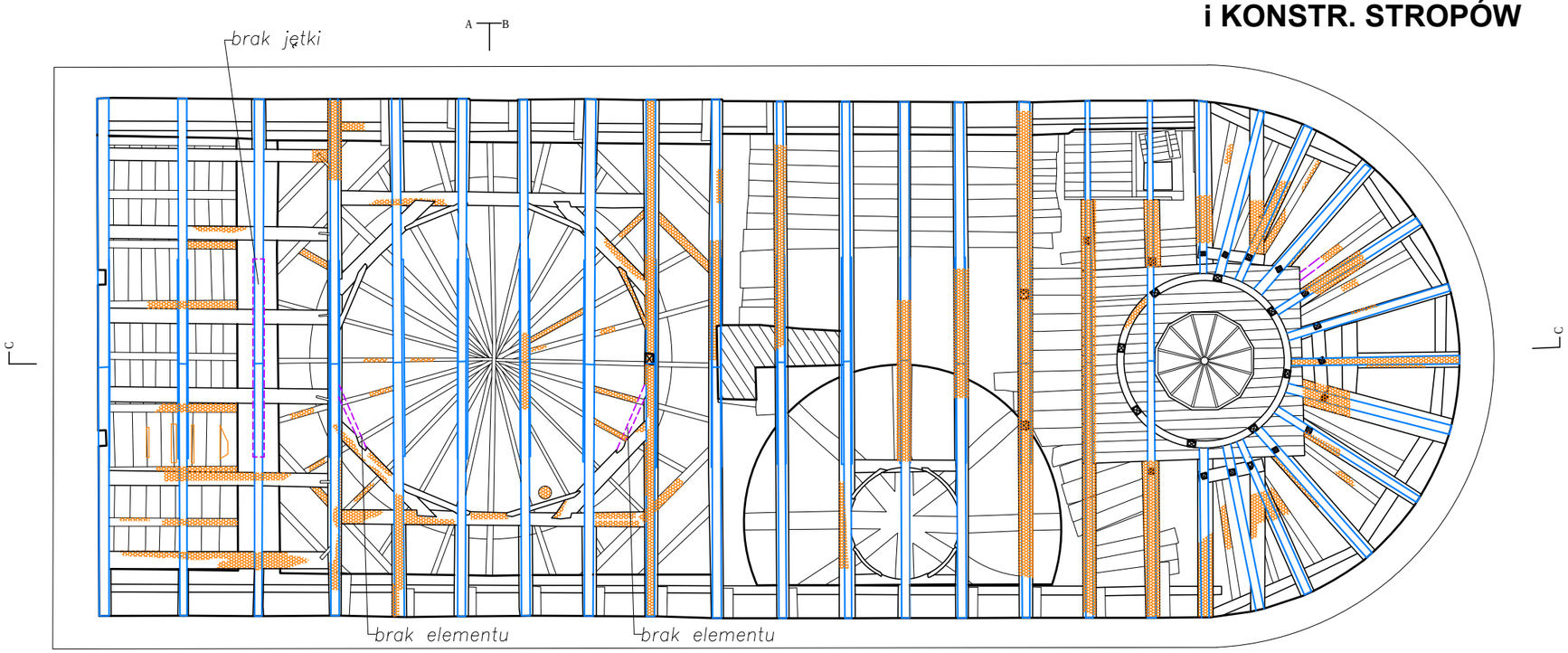
6.3.4. Wymian stalowy

W obrębie wejścia na poddasze należy wykonać wymian stalowy stanowiący element wsporczy tramów drewnianych. Wymian (belka stalowa) pracuje według schematu belki wolnopodpartej wspartej na ścianach murowanych parteru. Wymian należy wykonać z profilu C 260 ze stali S235.

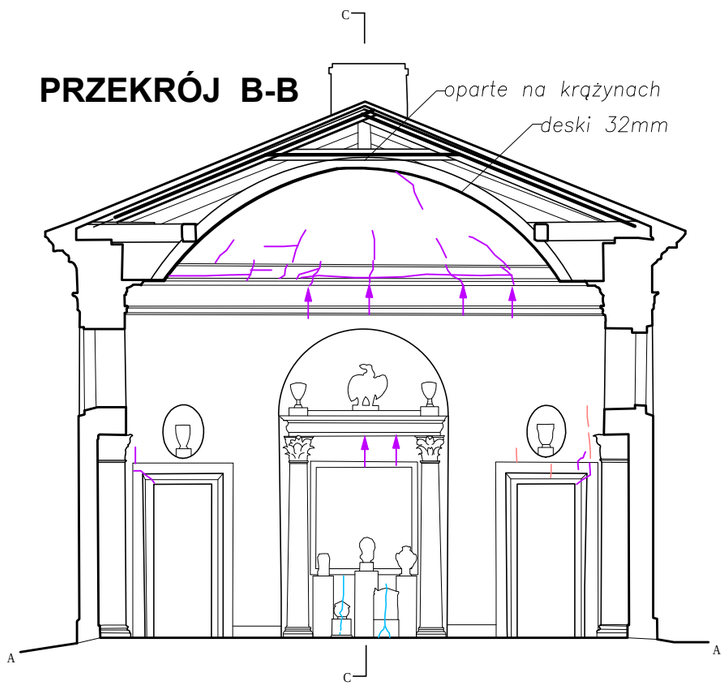
7. Opracowanie rysunkowe:

KB-01. Stan istniejący. Rzut dachu i przekroje
KB-02. Rzut i przekroje więźby dachowej.
KB-03. Rzut i przekroje belek drewnianych w poziomie poddasza
KB-04. Zabezpieczenie plafonu
KB-05. Projektowany płaszcz obwodowy

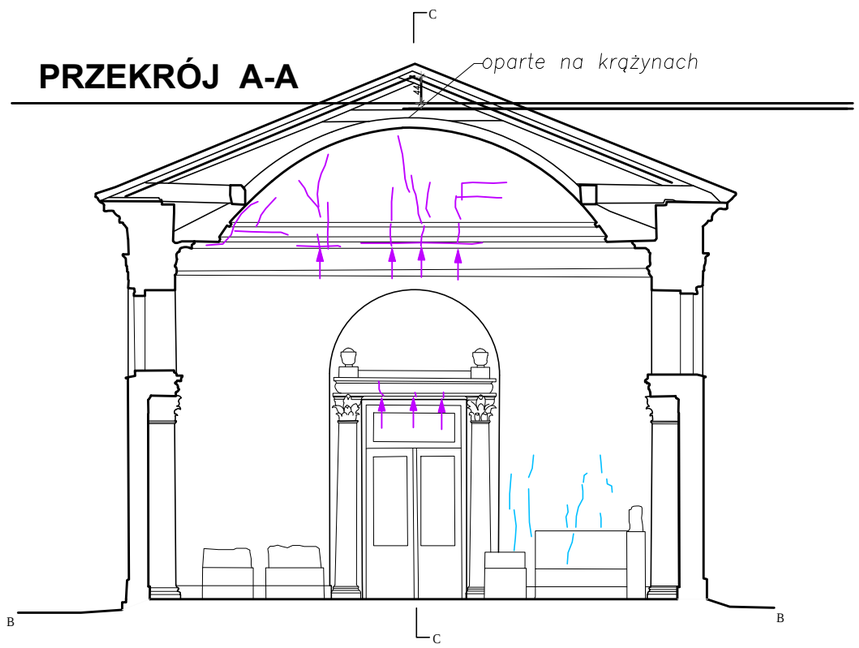
RZUT WIĘŹBY
i KONSTR. STROPÓW



PRZEKRÓJ B-B



PRZEKRÓJ A-A



PB_SWIATYNIA DIANY

DATA	INDEX	ZMIANA

LEGENDA:

rysy

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

N nadproże
odsp. odspojenie
ub. ubytek
porażenie owadami
zawilgocenie i zasolenie

RYSUNEK

Stan istniejący
RZUT DACHU I PRZEKROJE

OPRACOWANIE

Projekt konstrukcyjny wzmocnienia więźby dachowej oraz konstrukcji plafonu w "Swiątyni Diany" w Arkadii koło Nieborowa

ZLECENIODAWCA

MONUMENT SERVICE Sp. z o. o. Spółka komandytowa, ul. Raszyńska 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

AUTORZY OPRACOWANIA:
dr inż. Stanisław Karczmarczyk
upr. nr 224/69

mgr inż. Stanisław Czernik
upr. nr MAP/0437/PWBKb/15

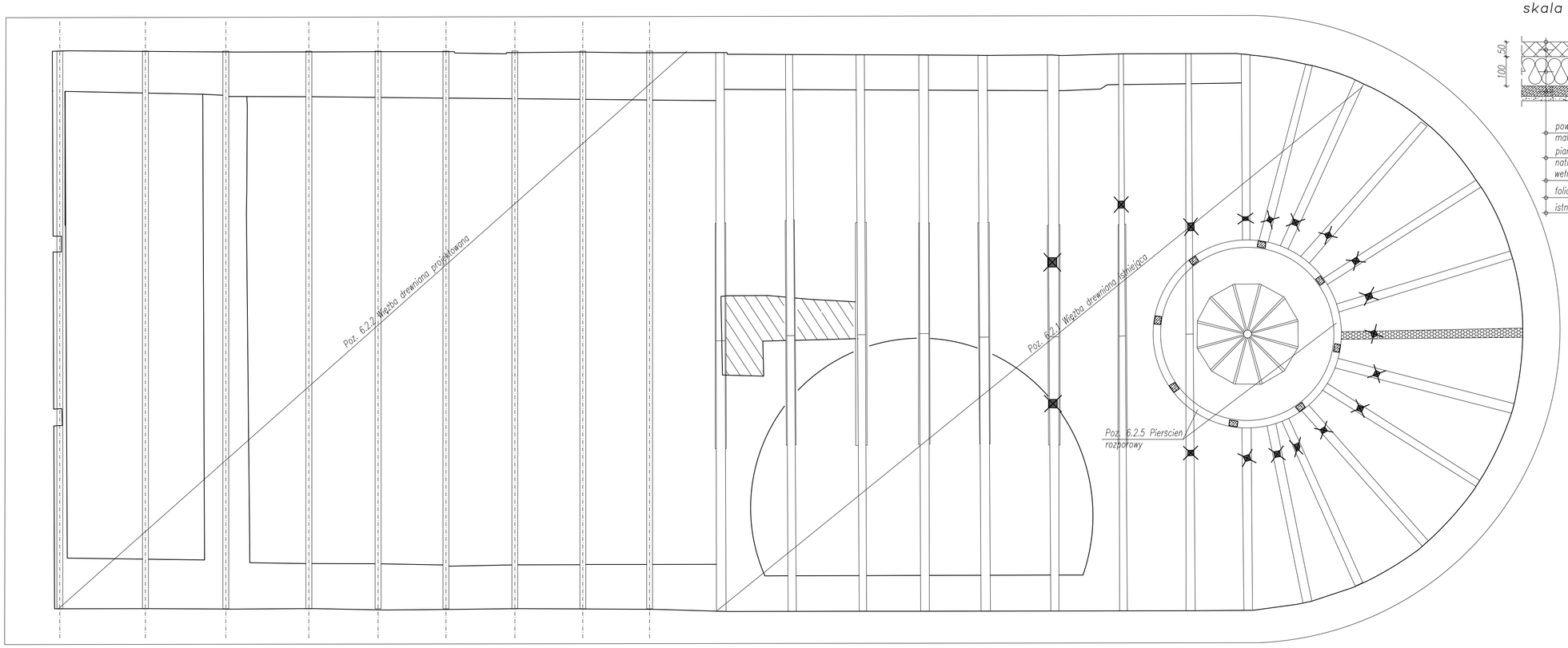
WSPÓŁPRACA:
tech. bud. Marta Mazur

SPRAWDZAJĄCY:
dr inż. Wiesław Bereza upr nr 146/2001

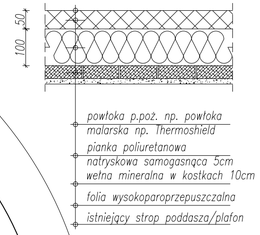
DATA	SKALA	OPRAC.	REWIZJA	NR RYS.
08.2016	1:100	MM	–	PB_01

Przedmiotowy projekt chroniony jest prawem autorskim zgodnie z ustawą z dnia 4 luty 1994 roku oraz późniejszymi zmianami. Powielanie zwielokrotnianie egzemplarzy, odsprzedaż lub jakiekolwiek inne wprowadzanie do obrotu, udostępnianie osobom trzecim, a także wykorzystywanie opracowania w formie projektu wykonawczego bez zgody Autora jest zabronione.

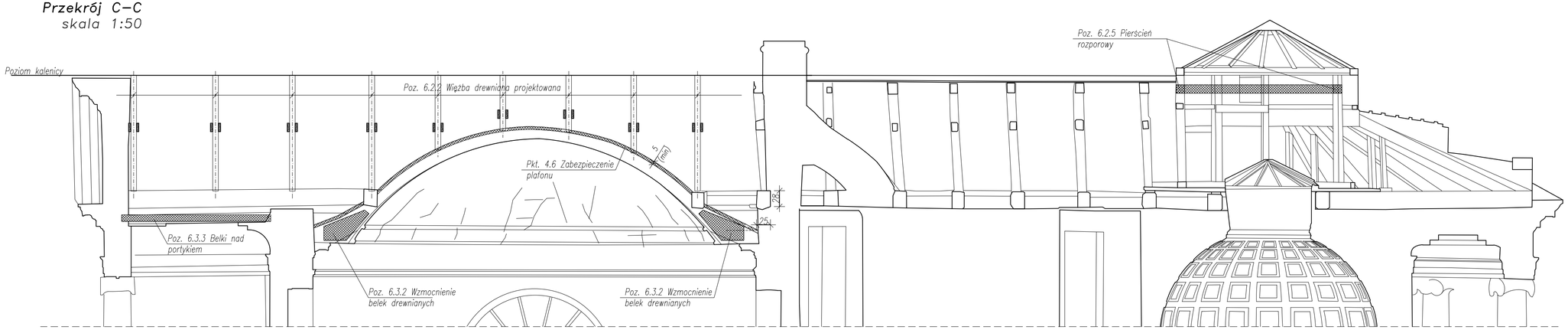
Rzut więźby dachowej oraz zalecanych wzmocnień i napraw
skala 1:50



Zabezpieczenie powierzchni poddasza przed przegrzaniem
skala 1:10



Przekrój C–C
skala 1:50



PB_SWIATYNIA DIANY

DREWNO C24
STAL S235
ŚRUBY KLASY 10.9 oraz 8.8

DATA	INDEX	ZMIANA

LEGENDA:

- porażenie owadami
- element do usunięcia

UWAGA !

1.Wszystkie wymiary i wielkości zweryfikować na budowie.
2.Wszystkie zmiany uzgodnić z Projektantem.
3.Rysunek należy czytać wraz ze specyfikacją, rysunkami architektonicznymi i branżowymi.
4.Hierarchia dokumentacji:
1)Projekt architektoniczny,
2)Projekt konstrukcji,
3)Projekty instalacji.
5 Do wykonania nowoprojektowanej więźby dachowej można przystąpić po wcześniejszym wykonaniu tymczasowego zabezpieczenia obiektu przed opadami atmosferycznymi
6 Zabezpieczenie plafonu należy wykonać w postaci warstwy natryskowej pianki poliuretanowej wykonanej na warstwie podkładu z wełny mineralnej 10cm i folii wysopa-paroprzepuszczalnej wg. wytycznych podanych w opisie technicznym projektu.
7 Kotwienie elementów stalowych należy wykonać jako kotwy chemiczne poliestrowe osadzone w ścianach murowanych przy minimalnej głębokości kotwienia wynoszącej podwójnej grubości cegieł.
8 Usunięcie słupów tymczasowych w obrębie świetlika można wykonać dopiero po wykonaniu pierścienia wzmacniającego w świetliku.
9 Elementy drewniane więźby dachowej należy zabezpieczyć antykorozyjnie oraz przeciwpożarowo oraz dodatkowo wykonać powłoki wzmacniające strukturę drewna.

RYSUNEK

Rzut i przekrój więźby dachowej

OPRACOWANIE

Projekt konstrukcyjny wzmocnienia więźby dachowej oraz konstrukcji plafonu w "Swiątyni Diany" w Arkadii koło Nieborowa

ZLECENIODAWCA

MONUMENT SERVICE Sp. z o. o. Spółka komandytowa, ul. Raszyńska 2, 05–816 Michałowice

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

AUTORZY OPRACOWANIA:
dr inż. Stanisław Karczmarczyk
upr. nr 224/69

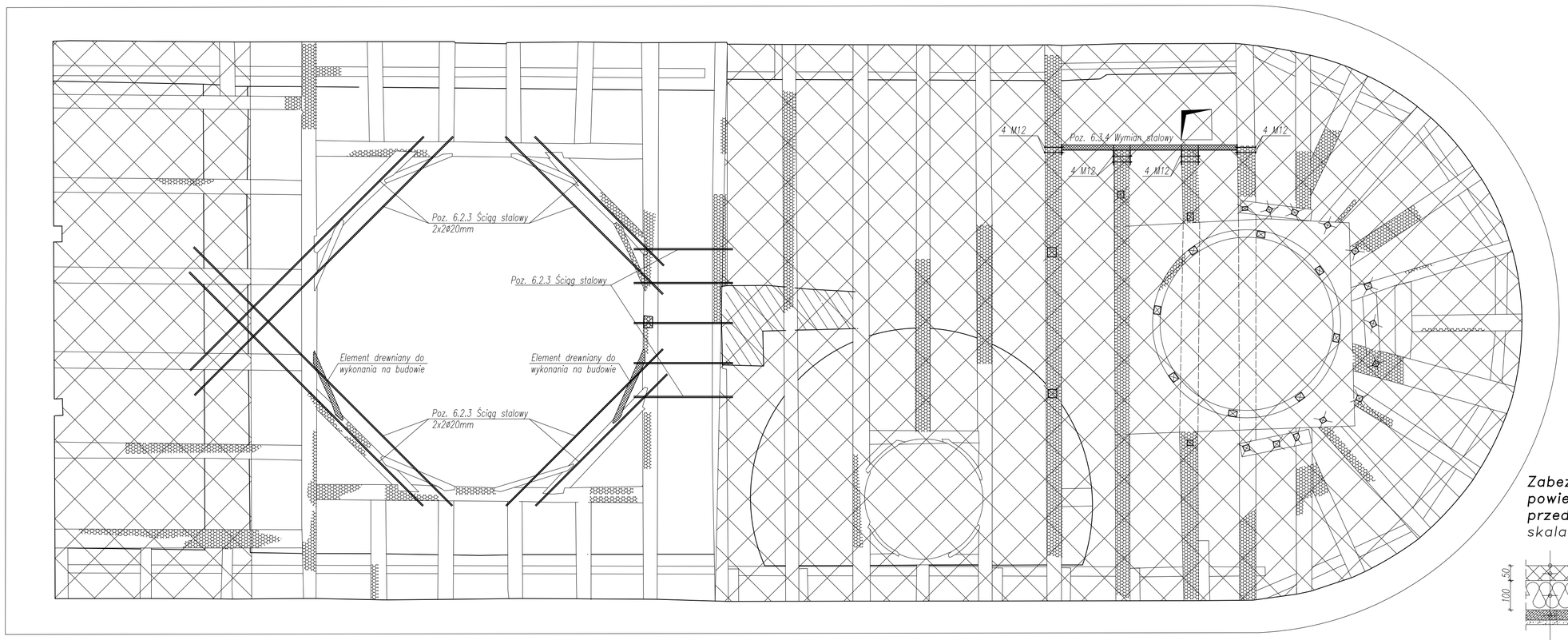
mgr inż. Stanisław Czernik
upr. nr MAP/0437/PWBKb/15

WSPÓŁPRACA:
tech. bud. Marta Mazur

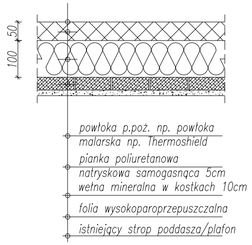
SPRAWDZAJĄCY:
dr inż. Wiesław Bereza upr nr 146/2001

DATA	SKALA	OPRAC.	REWIZJA	NR RYS.
08.2016	1:50	SC	–	KB–02

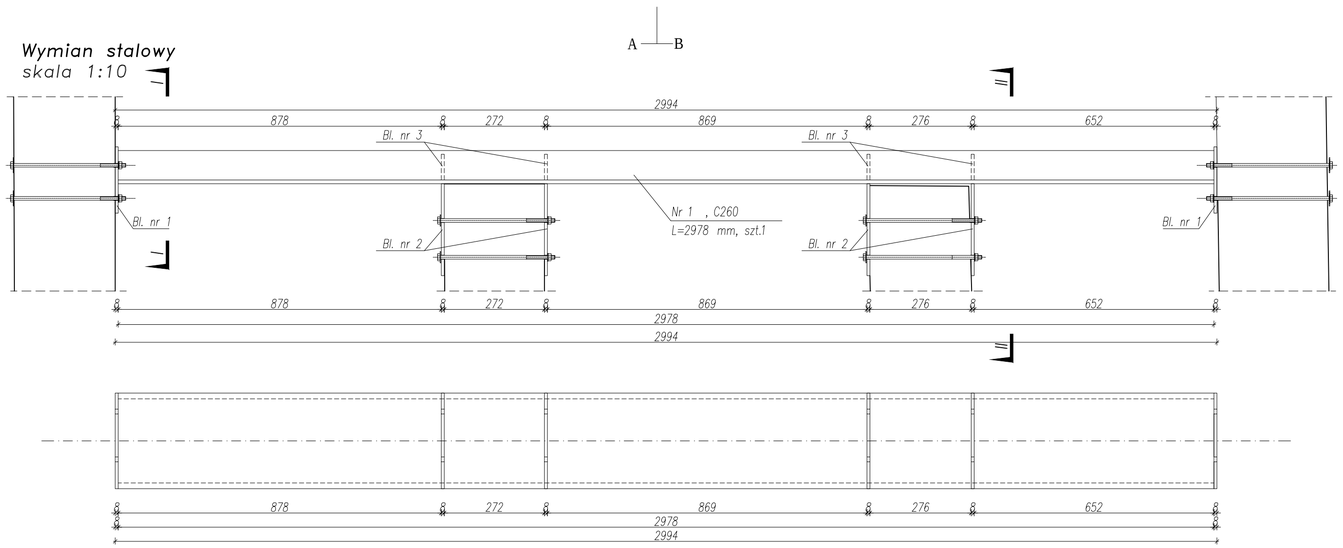
Rzut belek w poziomie tramów więźby dachowej
skala 1:50



Zabezpieczenie powierzchni poddasza przed przegrzaniem
skala 1:10

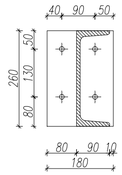


Wymian stalowy
skala 1:10

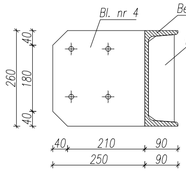


Przekrój I–I
skala 1:10

Nr 2 ,bl.8 x180
x260 , szt.2

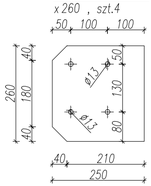


Przekrój II–II
skala 1:10



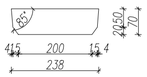
Blacha nr 4
skala 1:10

Nr 4 ,bl.8 x250
x260 , szt.4



Blacha nr 3
skala 1:10

Nr 3 ,bl.8 x238
x70 , szt.4



Lp.	Nazwa	gr. [mm]	b [mm]	długość [mm]	sztuk	elementów	długość całk. [m]	masa [kg/mb]	masa całk [kg]
1	C260			2978	1	1	2,98	48,30	143,8
2	Blacha	8	180	260	2	1	0,52	11,36	5,9
3	Blacha	8	238	70	4	1	0,28	15,02	4,2
4	Blacha	8	250	260	4	1	1,04	15,78	16,4
								Razem [kg]	**170,36**
								Dodatek na spoiny [kg]	**2,56**
								Razem + dodatek na spoiny [kg]	**172,92**

PB_SWIATYNIA DIANY

DREWNO C24
STAL S235
ŚRUBY KLASY 10.9 oraz 8.8

DATA	INDEX	ZMIANA

LEGENDA:
- porażenie owadami
- element do usunięcia
- element do odtworzenia
- powierzchnia zabezpieczona przed przegrzaniem w okresie letnim

UWAGA !

1.Wszystkie wymiary i wielkości zweryfikować na budowie.
2.Wszystkie zmiany uzgodnić z Projektantem.
3.Rysunek należy czytać wraz ze specyfikacją, rysunkami architektonicznymi i branżowymi.
4.Hierarchia dokumentacji:
1)Projekt architektoniczny,
2)Projekt konstrukcji,
3)Projekty instalacji.
5 Do wykonania nowoprojektowanej więźby dachowej można przystąpić po wcześniejszym wykonaniu tymczasowego zabezpieczenia obiektu przed opadami atmosferycznymi
6 Zabezpieczenie plafonu należy wykonać w postaci warstwy natryskowej pianki poliuretanowej wykonanej na warstwie podkładu z wełny mineralnej 10cm i foli wysopo-paroprzepuszczalnej wg. wytycznych podanych w opisie technicznym projektu.
7 Kotwienie elementów stalowych należy wykonać jako kotwy chemiczne poliestrowe osadzone w ścianach murowanych przy minimalnej głębokości kotwienia wynoszącej podwójnej grubości cegieł.
8 Usunięcie słupów tymczasowych w obrębie świetlika można wykonać dopiero po wykonaniu pierścienia wzmacniającego w świetliku.
9 Elementy drewniane więźby dachowej należy zabezpieczyc antykorozyjnie oraz przeciwpożarowo oraz dodatkowo wykonać powłoki wzmacniające strukturę drewna.

RYSUNEK
Rzut i przekrój belek drewnianych w poziomie stropu poddasza

OPRACOWANIE
Projekt konstrukcyjny wzmocnienia więźby dachowej oraz konstrukcji plafonu w "Świątyni Diany" w Arkadii koło Nieborowa

ZLECENIODAWCA
MONUMENT SERVICE Sp. z o. o. Spółka komandytowa, ul. Raszyńska 2, 05–816 Michałowice

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

AUTORZY OPRACOWANIA:
dr inż. Stanisław Karczmarczyk
upr. nr 224/69

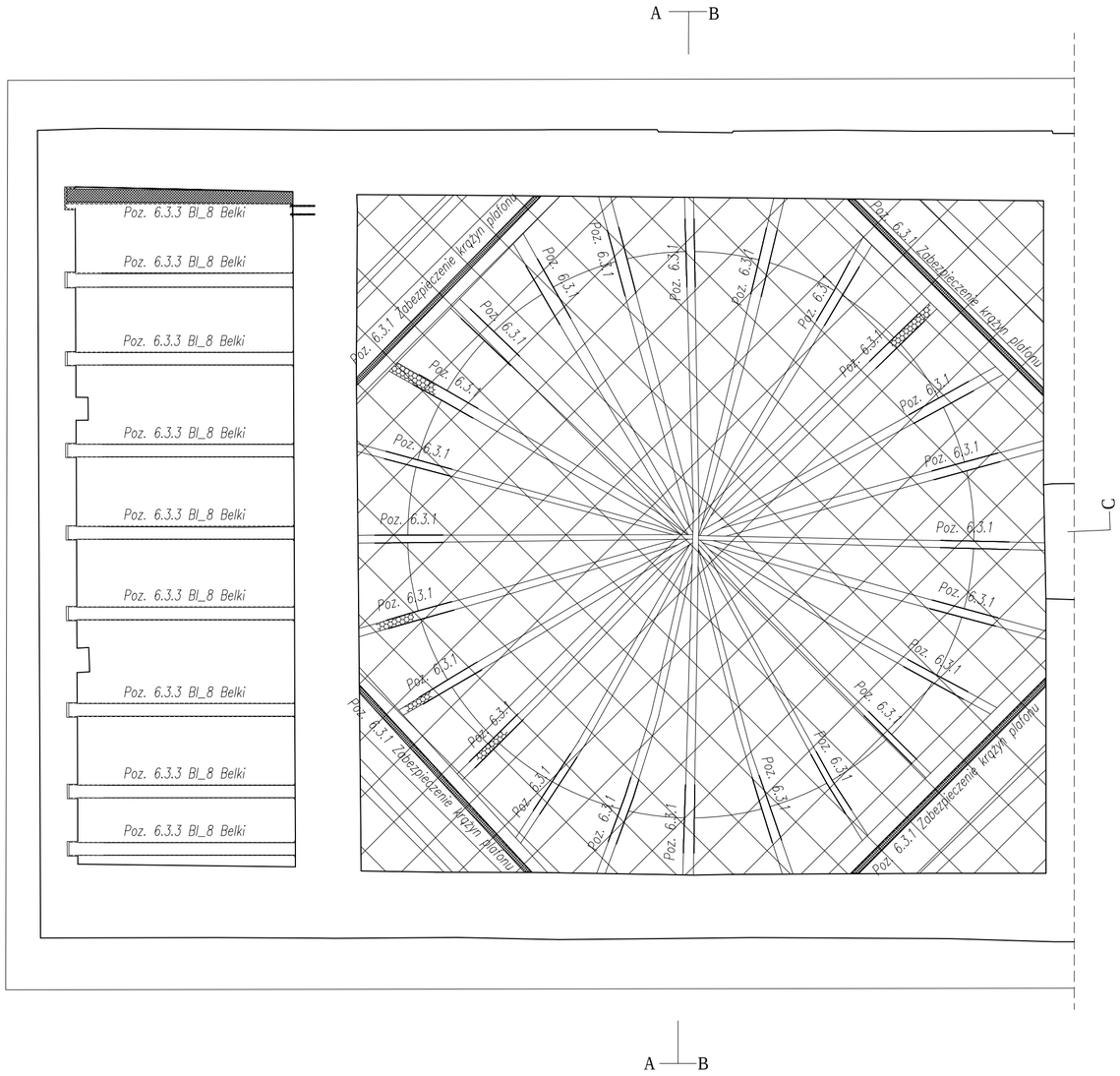
mgr inż. Stanisław Czernik
upr. nr MAP/0437/PWBKb/15

WSPÓŁPRACA:
tech. bud. Marta Mazur

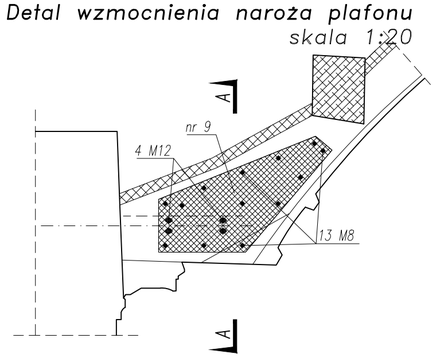
SPRAWDZAJĄCY:
dr inż. Wiesław Bereza upr nr 146/2001

DATA	SKALA	OPRAC.	REWIZJA	NR RYS.
08.2016	1:50	SC	–	KB–03

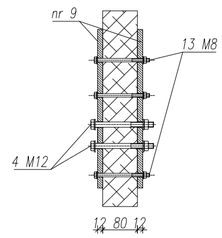
Wzmocnienie i zabezpieczenie konstrukcji plafonu
skala 1:50



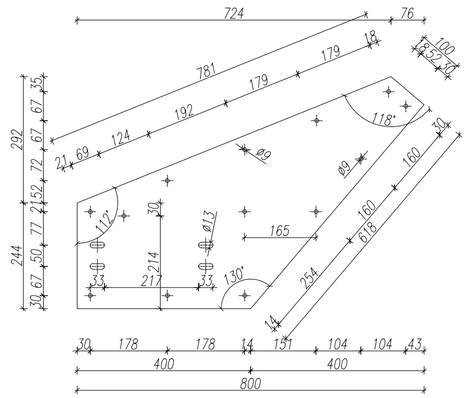
Detal wzmocnienia naroża plafonu
skala 1:20



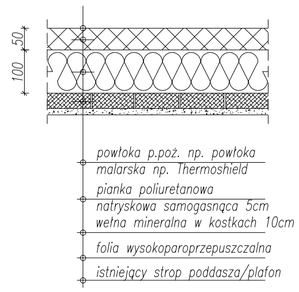
Przekrój A–A
skala 1:10



Przykładka nr 9
skala 1:10



Zabezpieczenie powierzchni poddasza przed przegrzaniem
skala 1:10



PB_SWIATYNIA DIANY

DREWNO C24
STAL S235
ŚRUBY KLASY 10.9 oraz 8.8

DATA	INDEX	ZMIANA

LEGENDA:

- porażenie owadami
- element do usunięcia
- element do odtworzenia
- powierzchnia zabezpieczona przed przegrzaniem w okresie letnim

UWAGA !

1.Wszystkie wymiary i wielkości zweryfikować na budowie.
2.Wszystkie zmiany uzgodnić z Projektantem.
3.Rysunek należy czytać wraz ze specyfikacją, rysunkami architektonicznymi i branżowymi.
4.Hierarchia dokumentacji:
1)Projekt architektoniczny,
2)Projekt konstrukcji,
3)Projekty instalacji.
5 Do wykonania nowoprojektowanej więźby dachowej można przystąpić po wcześniejszym wykonaniu tymczasowego zabezpieczenia obiektu przed opadami atmosferycznymi
6 Zabezpieczenie plafonu należy wykonać w postaci warstwy natryskowej pianki poliuretanowej wykonanej na warstwie podkładu z wełny mineralnej 10cm i folii wysopo–paroprzepuszczalnej wg. wytycznych podanych w opisie technicznym projektu.
7 Kotwienie elementów stalowych należy wykonać jako kotwy chemiczne poliestrowe osadzane w ścianach murowanych przy minimalnej głębokości kotwienia wynoszącej podwójnej grubości cegieł.
8 Usunięcie słupów tymczasowych w obrębie świetlika można wykonać dopiero po wykonaniu pierścienia wzmacniającego w świetliku.
9 Elementy drewniane więźby dachowej należy zabezpieczyć antykorozyjnie oraz przeciwpożarowo oraz dodatkowo wykonać powłoki wzmacniające strukturę drewna.
10. Długości belek zweryfikować na budowie.
11 Elementy drewniane plafonu i belek portyku należy zabezpieczyć antykorozyjnie oraz przeciwpożarowo oraz dodatkowo wykonać powłoki uzupełniające i wzmacniające strukturę drewna.

RYSUNEK
Zabezpieczenie plafonu

OPRACOWANIE
Projekt konstrukcyjny wzmocnienia więźby dachowej oraz konstrukcji plafonu w "Swiątyni Diany" w Arkadii koło Nieborowa

ZLECENIODAWCA
MONUMENT SERVICE Sp. z o. o. Spółka komandytowa, ul. Raszyńska 2, 05–816 Michałowice

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

AUTORZY OPRACOWANIA:
dr inż. Stanisław Karczmarczyk
upr. nr 224/69

mgr inż. Stanisław Czernik
upr. nr MAP/0437/PWBKb/15

WSPÓŁPRACA:
tech. bud. Marta Mazur

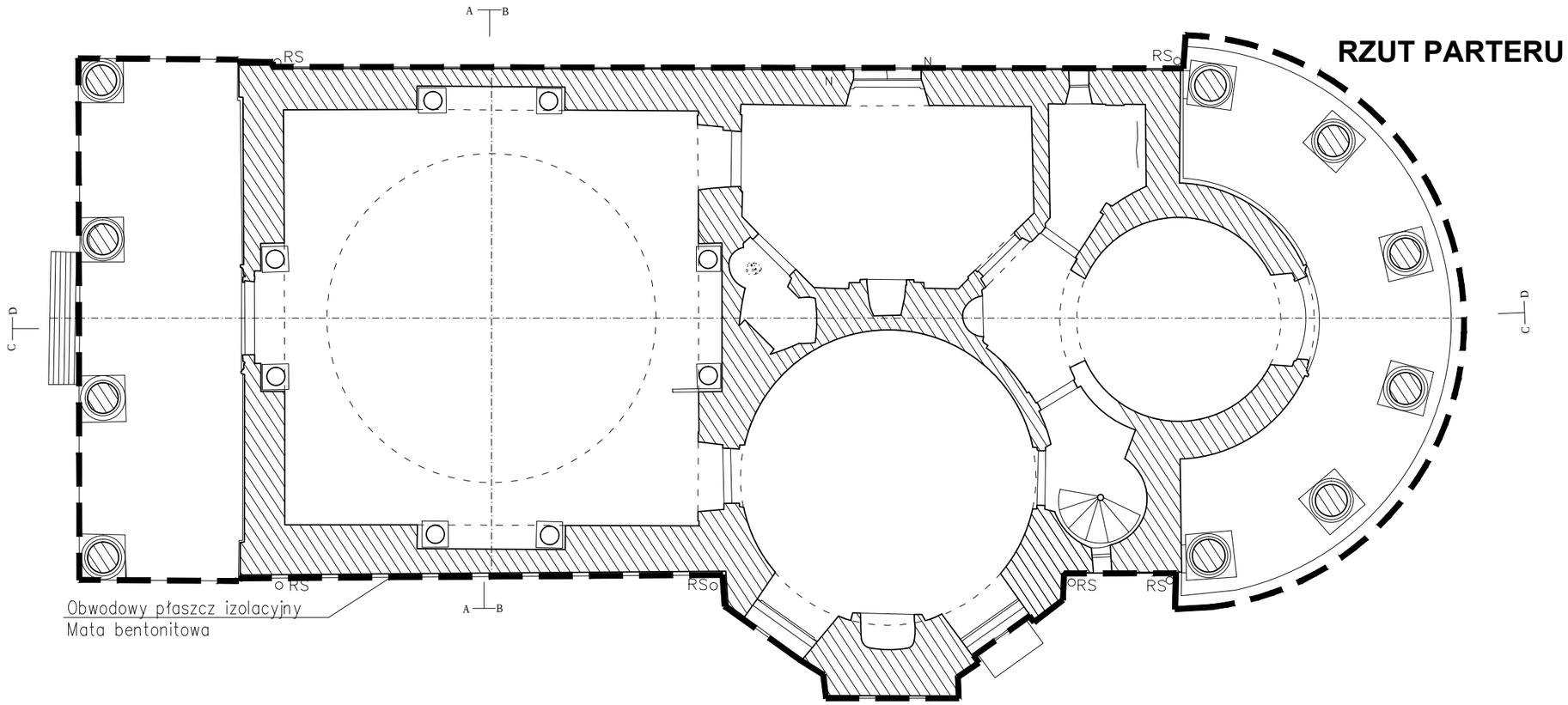
SPRAWDZAJĄCY:
dr inż. Wiesław Bereza upr nr 146/2001

DATA	SKALA	OPRAC.	REWIZJA	NR RYS.
08.2016	1:50	SC	–	KB–04

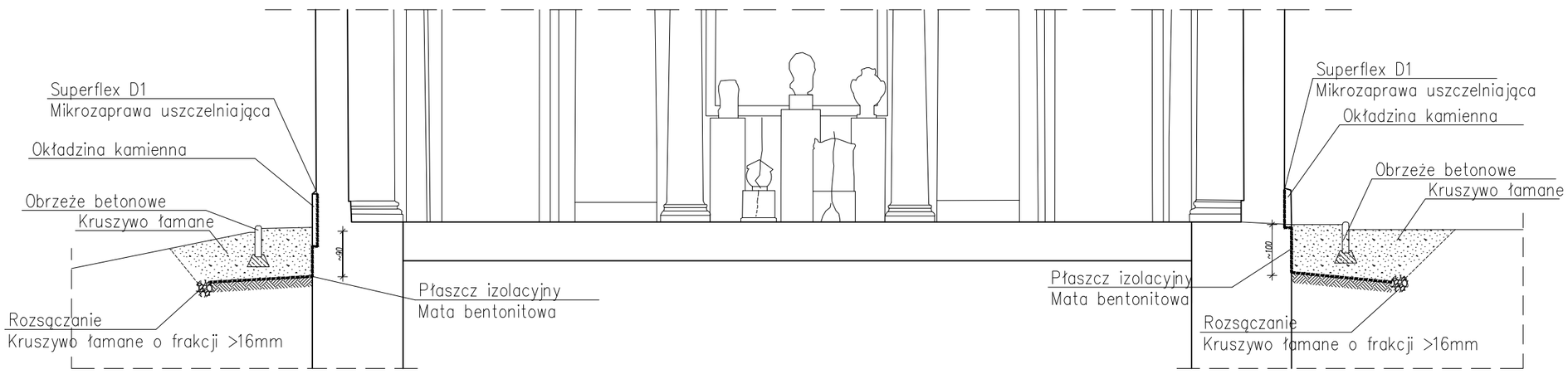
PB_SWIATYNIA DIANY

DATA	INDEX	ZMIANA

RZUT PARTERU



PRZEKRÓJ B-B



Uwaga:
Dla zabezpieczenia przed podciąganiem kapliarnym należy zastosować efektywną blokadę opartą na emisji pola elektromagnetycznego np. Wigopol.

RYSUNEK
Projektowany płaszcz obwodowy

OPRACOWANIE
Projekt konstrukcyjny wzmocnienia więźby dachowej oraz konstrukcji plafonu w "Swiątyni Diany" w Arkadii koło Nieborowa

ZLECENIODAWCA
MONUMENT SERVICE Sp. z o. o. Spółka komandytowa, ul. Raszyńska 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

AUTORZY OPRACOWANIA:
dr inż. Stanisław Karczmarczyk
upr. nr 224/69

mgr inż. Stanisław Czernik
upr. nr MAP/0437/PWBKb/15

WSPÓŁPRACA:
tech. bud. Marta Mazur

SPRAWDZAJĄCY:
dr inż. Wiesław Bereza upr nr 146/2001

DATA	SKALA	OPRAC.	REWIZJA	NR RYS.
08.2016	1:100	MM	–	PB_05

Przedmiotowy projekt chroniony jest prawem autorskim zgodnie z ustawą z dnia 4 luty 1994 roku oraz późniejszymi zmianami. Powielanie zwielokrotnianie egzemplarzy, odsprzedaż lub jakiekolwiek inne wprowadzanie do obrotu, udostępnianie osobom trzecim, a także wykorzystywanie opracowania w formie projektu wykonawczego bez zgody Autora jest zabronione