

EGZEMPLARZ NR:

JEDNOSTKA PROJEKTOWA:



MARCIN GRZYBEK KONSTRUKCJE
02-463 Warszawa, ul. Naukowa 9/35
e-mail: biuro@grzybek.co
telefon: 500 254 369

NAZWA OPRACOWANIA:

**EKSPERTYZA TECHNICZNA W ZAKRESIE STANU TECHNICZNEGO OZDOBNEJ KULI NA
SZCZYCIE DACH PAŁACU**

KATEGORIA OBIEKTU: IX, XIV

ADRES OBIEKTU: **ul. Modlińska 105 , Jabłonna**

JEDNOSTKA EWIDENCYJNA:

140802_2

OBRĘB EWIDENCYJNY:

0005 JABŁONNA PAN

DZIAŁKA EWIDENCYJNA:

4/5

INWESTOR:

POLSKA AKADEMIA NAUK
pl. Defilad 1, 00-901 Warszawa

PROJEKTANT:

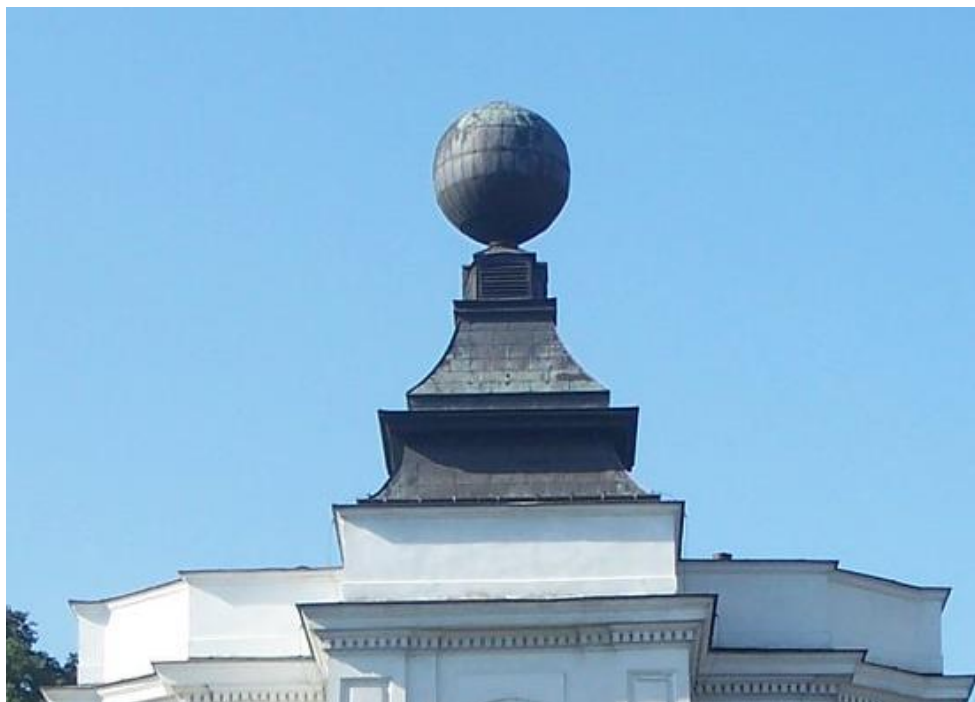
MGR INŻ. MARCIN GRZYBEK

NR UPRAWNIENÍ:

LOD/2081/POOK/13

Specjalność
budowlana

konstrukcyjno-



Warszawa, 13.07.2024r.

1. Spis zawartości

1. Spis zawartości	2
2. Opis Techniczny.....	3
2.1. Przedmiot opracowania	3
2.2. Podstawa opracowania.....	3
2.3. Opis istniejącej konstrukcji	3
3. Obciążenia.....	9
3.1. Obciążenia stałe i użytkowe.....	9
3.2. Obciążenie wiatrem	9
4. Obliczenia.....	10
4.1. Wariant I- kula zamocowana na słupie drewnianym- obliczenia	11
4.2. Wariant II- kula zamocowana na słupie stalowym- obliczenia.....	16
5. Wnioski i zalecenia	22
5.1. Wnioski	22
5.2. Zalecenia	22
6. Uprawnienia.....	23

2. Opis Techniczny

2.1. Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest ekspertyza techniczna w zakresie stanu technicznego obiektu ozdobnej kuli zlokalizowanej na dachu pałacu Jabłonna.

2.2. Podstawa opracowania

- Ustawa PRAWO BUDOWLANE z dnia 7 Lipca 1994r. (Dz.U. 2020 poz. 1333)
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. 2002 nr 75 poz. 690)
- Książka „Zużycie Techniczne Obiektów Budowlanych. Metody i Kryteria Oceny”- Wydanie II- WACETOB Sp. z o.o
- Wytyczne inwestora
- Wizja lokalna
- Normy Eurokod

2.3. Opis istniejącej konstrukcji

2.3.1. Konstrukcja kuli

Obiekt w konstrukcji drewnianej o kształcie kuli o średnicy ok. 2,1m, zlokalizowany na szczycie dachu Pałacu Jabłonna. Poszycie kuli wykonane z blachy miedzianej na deskowaniu. Wewnętrzną konstrukcję kuli stanowią krążyny drewniane wykonane z desek i zamocowane do pionowego słupa drewnianego lub stalowego wychodzącego z konstrukcji dachu. W wnętrzu kuli słup obudowany jest deskami do których bezpośrednio zamocowana jest konstrukcja krążyn, sam słup nie jest widoczny i nie był możliwy pomiar jego gabarytu nie potwierdzenie z jakiego materiału jest wykonany.



Fot. 1. Widok kuli od strony dachu

Oględzin wnętrza kuli dokonano za mocą kamery inspekcyjnej wprowadzonej przez niewielki otwór. W widocznej konstrukcji nie stwierdzono uszkodzeń, zawilgoceń czy występowania grzybów czy innych nieprawidłowości, które mogły by wskazywać na nieprawidłowy stan konstrukcji. Stan wewnętrznej konstrukcji kluli ocenia się jako dobry.



Fot. 2. Widok wnętrza kuli. Widoczna obudowa słupa oraz węzeł i deski stanowiące zamocowanie krążyn poszycia kuli.

Od zewnątrz stanu kuli ocenia się jako dobry, nie stwierdzono uszkodzeń poszycia. W miejscu połączenia kuli z dachem, po częściowym zdemontowaniu blachy stwierdzono występowanie zanieczyszczeń, które mogą wskazywać na migrację wody pod blachę. W miejscu tym należy zdemontować blachę, oczyścić elementy drewniane, zaimpregnować preparatem przeciwgrzybiczym i odtworzyć poszycie z blachy tak aby zapewnić szczelność.



Fot. 3. Miejsce połączenia kuli z dachem. Widoczne zanieczyszczenia pod blachą

2.3.2. Konstrukcja dachu

Słup, na którym zamocowana jest kula wchodzi w konstrukcję dachu i zamocowany jest do więźby. Gabaryt słupa to 12x12cm. Słup na części wysokości obudowany jest dwustronnie profilami stalowymi IPE140. Profile te prawdopodobnie nie stanowią części pierwotnej konstrukcji dachu, w zostały wykonane w terminie późniejszym. Część elementów więźby widocznie odróżnia się kolorystycznie od pozostałych, co świadczy o tym, że są wykonane w innym czasie niż pierwotna konstrukcja. Na tej podstawie wnioskuję się, że był wykonywany remont- naprawa konstrukcji, w trakcie którego wymieniono części elementów drewnianych oraz dodano stalowe profile wzmacniające pionowy słup mocujący kuli.



Fot. 4. Słup, do którego zamocowana jest kula widoczny o strony strychu

Istnieje możliwość, że profile stalowe obudowujące słup zostały wyprowadzone ponad dach do wnętrza kuli, jednakże nie jest możliwe potwierdzenie tego faktu bez częściowego demontażu elementów kuli. Słup ze wnętrza kuli obudowany jest deskami. W dalszej analizie wykonano sprawdzenie obliczeniowe dwóch wariantów: ze słupem drewnianym i stalowym.



Fot. 5. Profil stalowy stanowiący obudowę słupa



Fot. 6. Profil stalowy stanowiący obudowę słupa w szczycie dachu

Stan słupa drewnianego, jego obudowy z profili stalowych oraz konstrukcji dachu ocenia się jak dobry. W widocznych miejscach nie stwierdzono uszkodzeń, zawilgoceń czy występowania grzybów czy innych nieprawidłowości, które mogły by wskazywać na nieprawidłowy stan konstrukcji.



Fot. 7. Miejsce połączenia nowej konstrukcji drewnianej ze starą

W jednym miejscu stwierdzono przerwę w węźle belki poziomej konstrukcji dachu. W miejscu tym należy wykonać wzmocnienie węzła poprzez za pomocą kątowników i płaskowników ciesielskich.



Fot. 8. Węzeł wymagający naprawy

3. Obciążenia

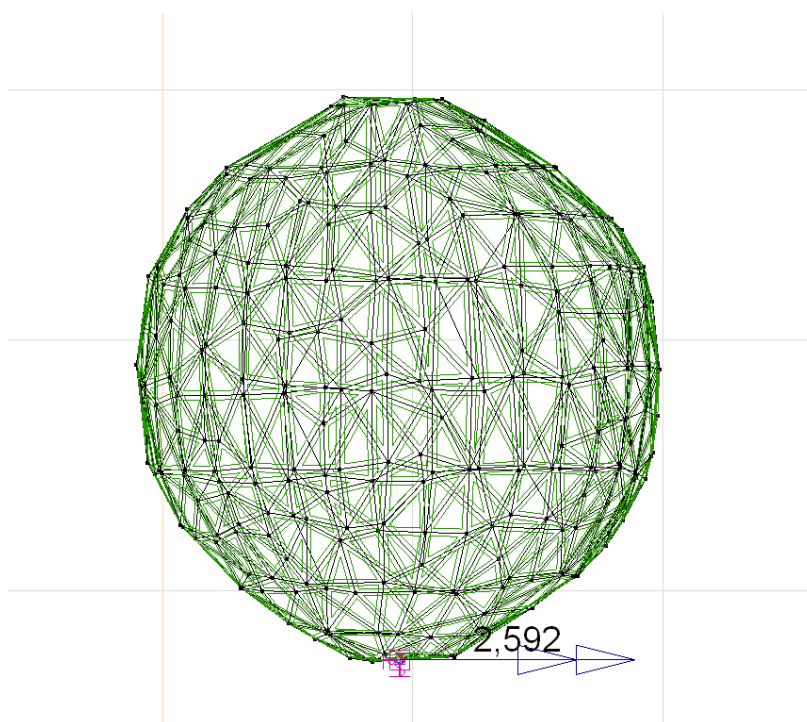
3.1. Obciążenia stałe i użytkowe

Kluczowym obciążeniem dla zamocowania kuli jest wiatr. Obciążenie stałe od ciężaru kuli zostało pominięte w dalszych obliczeniach jako bez wpływu na nośność zamocowania.

Obciążenia użytkowe nie występują.

3.2. Obciążenie wiatrem

Do obciążeń wiatrem przyjęto 1 strefę wiatrową i II kategorię terenu. Do wyznaczenia siły działającej na kulę, wykonano obliczenia numeryczne za pomocą cyfrowego tunelu aerodynamicznego. W wyniku obliczeń otrzymano charakterystyczny moment zamocowania równy 2,59 kNm. Przyjęto współczynnik bezpieczeństwa $\gamma_F=1,5$.



Fot. 9. Moment zamocowania kuli od obciążenia wiatrem na podstawie obliczeń numerycznych

4. Obliczenia

Z uwagi na fakt, że nie było możliwe odkrycie miejsca zamocowania kuli, ponieważ wiązało by się z jej częściową rozbiórką, obliczenia wykonano w dwóch wariantach. Wariant I, bardziej niekorzystny, zakłada, że kula zamocowana jest jedynie na słupie drewnianym i to on wychodzi ponad konstrukcję dachu. W wariantcie II założono, że profile stalowe obudowujące słup drewniany wychodzą ponad konstrukcję dachu i to one stanowią główny element mocujący kulę.

4.1. Wariant I- kula zamocowana na słupie drewnianym- obliczenia

WYMIAROWANIE ELEMENTU DREWNIANEGO

Wymiarowany element: 1

Węzły: 1-2

Norma: **Eurokod-PL**

[PN-EN 1995-1-1:2010](#)

Materiał: **C20**

Klasa użytkowania: 2

Przekrój poprzeczny: **120x120**

Przypadek obciążenia: **liniowa,(Auto) Decydująca**

Klasa trwania obciążenia: **liniowa,(Auto) Decydująca**

1. Siła normalna

[EN 1995-1-1: 6.1.2, 6.1.4](#)

Decydująca kombinacja: **[1,35*G]**

Klasa trwania obciążenia: **Stale**

Położenie przekroju decydującego: $x = 0,10 \cdot L = 0,10 \cdot 1 \cdot 10^3 = 1 \cdot 10^2$ mm

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{|N_x|}{A_x} = \frac{|(-65)|}{1,44 \cdot 10^4} = 0,0045 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{c,0,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{c,0,k}}{\gamma_M} = \frac{0,60 \cdot 19}{1,3} = 8,8 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_N = \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} = \frac{0,0045}{8,8} = 0,1 \% \quad (6.2) \quad \text{spełniony}$$

2. Zginanie (y)

[EN 1995-1-1: 6.1.6](#)

Decydująca kombinacja: **[1,35*0,85*G] {1,5*Wiatr X}**

Klasa trwania obciążenia: **Długotrwałe**

Położenie przekroju decydującego: $x = 0,10 \cdot L = 0,10 \cdot 1 \cdot 10^3 = 1 \cdot 10^2$ mm

$$k_{h,y} = \min \left(\left(\frac{150}{h} \right)^{0,2} ; 1,3 \right) = \min \left(\left(\frac{150}{120} \right)^{0,2} ; 1,3 \right) = 1,046 \quad (3.1)$$

$$f_{m,y,d} = \frac{k_{mod} \cdot k_{h,y} \cdot f_{m,k}}{\gamma_M} = \frac{0,70 \cdot 1,046 \cdot 20}{1,3} = 11 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{|M_y|}{W_y} = \frac{|(-3,51 \cdot 10^6)|}{2,88 \cdot 10^5} = 12 \text{ N/mm}^2 \quad (6.37)$$

$$\eta_{M_y} = \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{12}{11} = 108,2 \% \quad \text{niespełniony}$$

3. Zginanie (z)

EN 1995-1-1: 6.1.6

Decydująca kombinacja: $[1,35 \cdot 0,85 \cdot G] \{1,5 \cdot \text{Wiatr Y}\}$

Klasa trwania obciążenia: **Długotrwałe**

Położenie przekroju decydującego: $x = 0,10 \cdot L = 0,10 \cdot 1 \cdot 10^3 = 1 \cdot 10^2 \text{ mm}$

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{|M_z|}{W_z} = \frac{|(-3,51 \cdot 10^6)|}{2,88 \cdot 10^5} = 12 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{h,z} = \min \left(\left(\frac{150}{b} \right)^{0,2} ; 1,3 \right) = \min \left(\left(\frac{150}{120} \right)^{0,2} ; 1,3 \right) = 1,046 \quad (3.1)$$

$$f_{m,z,d} = \frac{k_{mod} \cdot k_{h,z} \cdot f_{m,k}}{\gamma_M} = \frac{0,70 \cdot 1,046 \cdot 20}{1,3} = 11 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_{M_z} = \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{12}{11} = 108,2 \% \quad \text{niepełniony}$$

4. Ścinanie(y)

EN 1995-1-1: 6.1.7

Decydująca kombinacja: $[1,35 \cdot 0,85 \cdot G] \{1,5 \cdot \text{Wiatr Y}\}$

Klasa trwania obciążenia: **Długotrwałe**

Położenie przekroju decydującego: $x = 0,10 \cdot L = 0,10 \cdot 1 \cdot 10^3 = 1 \cdot 10^2 \text{ mm}$

$$k_{cr} = 0,67 \quad (6.13a)$$

$$\tau_{V_y,d} = \frac{1,5 \cdot |V_y|}{k_{cr} \cdot b \cdot h} = \frac{1,5 \cdot |(-3900)|}{0,67 \cdot 120 \cdot 120} = 0,61 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{V_y,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{V_y,k}}{\gamma_M} = \frac{0,70 \cdot 3,6}{1,3} = 1,9 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_{V_y} = \frac{\tau_{V_y,d}}{f_{V_y,d}} = \frac{0,61}{1,9} = 31,3 \% \quad (6.13) \quad \text{spełniony}$$

5. Ścinanie(z)

EN 1995-1-1: 6.1.7

Decydująca kombinacja: $[1,35 \cdot 0,85 \cdot G] \{1,5 \cdot \text{Wiatr X}\}$

Klasa trwania obciążenia: **Długotrwałe**

Położenie przekroju decydującego: $x = 0,10 \cdot L = 0,10 \cdot 1 \cdot 10^3 = 1 \cdot 10^2 \text{ mm}$

$$k_{cr} = 0,67 \quad (6.13a)$$

$$\tau_{V_z,d} = \frac{1,5 \cdot |V_z|}{k_{cr} \cdot b \cdot h} = \frac{1,5 \cdot |3900|}{0,67 \cdot 120 \cdot 120} = 0,61 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,z,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{v,z,k}}{\gamma_M} = \frac{0,70 \cdot 3,6}{1,3} = 1,9 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_{v_z} = \frac{\tau_{v_z,d}}{f_{v,z,d}} = \frac{0,61}{1,9} = 31,3 \% \quad (6.13) \quad \text{spełniony}$$

6. Skręcanie

EN 1995-1-1: 6.1.8

Decydująca kombinacja: **[1,35*G]**

Klasa trwania obciążenia: **Stale**

Położenie przekroju decydującego: $x = 0,10 \cdot L = 0,10 \cdot 1 \cdot 10^3 = 1 \cdot 10^2 \text{ mm}$

$$\tau_{tor,d} = 0 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{v,k}}{\gamma_M} = \frac{0,60 \cdot 3,6}{1,3} = 1,7 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{shape} = \min \left(1 + 0,05 \cdot \frac{h}{b} ; 1,3 \right) = \min \left(1 + 0,05 \cdot \frac{120}{120} ; 1,3 \right) = 1,05 \quad (6.15)$$

$$\eta_{M_x} = \frac{\tau_{tor,d}}{k_{shape} \cdot f_{v,d}} = \frac{0}{1,05 \cdot 1,7} = 0 \% \quad (6.14) \quad \text{spełniony}$$

SPRAWDZENIE INTERAKCJI

7. Siła Normalna-Zginanie

EN 1995-1-1: 6.3.2, 6.2.4

Decydująca kombinacja: **[1,35*0,85*G] {1,5*Wiatr Y}**

Klasa trwania obciążenia: **Długotrwałe**

Położenie przekroju decydującego: $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 1 \cdot 10^3 = 0 \text{ mm}$

$$\eta_1 = \left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{|\sigma_{m,z,d}|}{f_{m,z,d}} = \left(\frac{0,0043}{10} \right)^2 + \frac{|0|}{11} + 0,7 \cdot \frac{|14|}{11} = 84,2 \% \quad (6.19)$$

$$\eta_2 = \left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \cdot \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{f_{m,y,d}} + \frac{|\sigma_{m,z,d}|}{f_{m,z,d}} = \left(\frac{0,0043}{10} \right)^2 + 0,7 \cdot \frac{|0|}{11} + \frac{|14|}{11} = 120,3 \% \quad (6.20)$$

$$\eta_{N,M} = \max(\eta_1 ; \eta_2) = \max(84,2 ; 120,3) = 120,3 \% \quad \text{niespełniony}$$

8. Ściskanie-Zginanie-Wyboczenie

EN 1995-1-1: 6.3.2

Wyłączone

9. Siła normalna-Zginanie-Zwichrzenie

EN 1995-1-1: 6.3.3

Wyłączone

10. Ścinanie-Skręcanie

DIN EN 1995-1-1/NA:2010-12 NCI NA.6.1.9 (no EN 1995-1-1 formula)

Decydująca kombinacja: [1,35*0,85*G] {1,5*Wiatr Y}

Klasa trwania obciążenia: **Długotrwałe**

Położenie przekroju decydującego: $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 1 \cdot 10^3 = 0 \text{ mm}$

W punkcie A (punkt środkowy na boku b); $\tau_{V_z,d} = 0$

$$\tau_{tor,d,A} = 0 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{V_y,d} = \frac{1,5 \cdot |V_y|}{k_{cr} \cdot h \cdot b} = \frac{1,5 \cdot |(-3900)|}{0,67 \cdot 120 \cdot 120} = 0,61 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_A = \frac{|\tau_{tor,d,A}|}{k_{shape} \cdot f_{v,d}} + \left(\frac{\tau_{V_y,d}}{f_{v,y,d}} \right)^2 = \frac{|0|}{1,05 \cdot 1,9} + \left(\frac{0,61}{1,9} \right)^2 = 9,8 \% \quad (NA.55)$$

W punkcie B (punkt środkowy na boku h); $\tau_{V_y,d} = 0$

$$\tau_{tor,d,B} = 0 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{V_z,d} = \frac{1,5 \cdot |V_z|}{k_{cr} \cdot h \cdot b} = \frac{1,5 \cdot |0|}{0,67 \cdot 120 \cdot 120} = 0 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_B = \frac{|\tau_{tor,d,B}|}{k_{shape} \cdot f_{v,d}} + \left(\frac{\tau_{V_z,d}}{f_{v,z,d}} \right)^2 = \frac{|0|}{1,05 \cdot 1,9} + \left(\frac{0}{1,9} \right)^2 = 0 \% \quad (NA.55)$$

W punkcie O (środek przekroju poprzecznego); $\tau_{tor,d,O} = 0$

$$\eta_O = \left(\frac{\tau_{V_y,d}}{f_{v,y,d}} \right)^2 + \left(\frac{\tau_{V_z,d}}{f_{v,z,d}} \right)^2 = \left(\frac{0,61}{1,9} \right)^2 + \left(\frac{0}{1,9} \right)^2 = 9,8 \% \quad (NA.55)$$

$$\eta_{V_y,V_z,M_x} = \max(\eta_A ; \eta_B ; \eta_O ; \eta_{V_y} ; \eta_{V_z}) = \max(9,8 ; 0 ; 9,8 ; 31,3 ; 0) = 31,3 \% \quad \text{spełniony}$$

11. Rozciągające naprężenie prostopadłe do osi w kalenicy

EN 1995-1-1: 6.4.3

Decydująca kombinacja: [1,35*G]

Klasa trwania obciążenia: **Stale**

Położenie przekroju decydującego: $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 1 \cdot 10^3 = 0 \text{ mm}$

$$\eta_{Apex} = 0 \% \quad (6.53) \quad \text{spełniony}$$

12. SGU (Stan graniczny użytkowalności) - Przemieszczenia końcowe

EN 1995-1-1: 2.2.3, 7.2

Decydująca kombinacja: **[G] {Wiatr X}**

Położenie przekroju decydującego: $x = 0,40 \cdot L = 0,40 \cdot 1 \cdot 10^3 = 400 \text{ mm}$

$$k_{def} = 0,8$$

Przedstawione wartości ugięć zawierają ustawioną korektę uwzględniającą przemieszczenia punktów końcowych.

$$w_{net,fin,z} = |w_{fin,z}| = |(-1)| = 1 \text{ mm}$$

$$w_{limit,z} = \frac{L}{300,0} = \frac{1 \cdot 10^3}{300,0} = 3,3 \text{ mm}$$

$$\eta_{SLS,z} = \frac{w_{net,fin,z}}{w_{limit,z}} = \frac{1}{3,3} = 30,4 \%$$

$$\eta_{SLS} = \eta_{SLS,z} = 30,4 \% \quad \text{spełniony}$$

Stan graniczny nośności jest przekroczony przy maksymalnym wykorzystaniu przekroju na poziomie 120%.

4.2. Wariant II- kula zamocowana na słupie stalowym- obliczenia

WYMIAROWANIE ELEMENTU STALOWEGO

Wymiarowany element: 1

Węzły: 3-4

Norma: Eurokod-PL

Materiał: S 235

Przekrój poprzeczny: IPE 140

Przypadek obciążenia: liniowa,(Auto) Decydująca

Wskaźnik dla sił sejsmicznych: 1,0

1. Siła normalna-Zginanie-Ścinanie

EN 1993-1-1: 6.2.1, 6.2.8, 6.2.9

Decydująca kombinacja: [1,35*0,85*G] {1,5*Wiatr Y}

Klasa przekroju: 1 (Wymiarowanie w zakresie plastycznym)

Położenie przekroju decydującego: $x = 0,000 \cdot L = 0,000 \cdot 1 \cdot 10^3 = 0 \text{ mm}$

$$N_{Ed} = -145 \text{ N} \quad V_{y,Ed} = -1950 \text{ N} \quad M_{z,Ed} = -1,95 \cdot 10^6 \text{ Nmm} = -1,950 \text{ kNm}$$

$$\eta_{NMV_{pl}} = \max(\eta_N; \eta_{M_{y,pl}}; \eta_{M_{z,pl}}; \eta_{V_z}; \eta_{V_y}) = \max(0; 0; 43,1; 0; 1,4) = 43,1 \% \quad \text{spełniony}$$

2. Siła normalna-Zginanie-Wyboczenie giętnie

EN 1993-1-1: 6.3.3, Załącznik B: Metoda 2

Wyłączone

3. Siła normalna-Zginanie-Zwichrzenie

EN 1993-1-1: 6.3.3, Załącznik B: Metoda 2

Decydująca kombinacja: [1,35*0,85*G] {1,5*Wiatr Y}

Klasa przekroju: 1 (Wymiarowanie w zakresie plastycznym)

Położenie przekroju decydującego: $x = 0,000 \cdot L = 0,000 \cdot 1 \cdot 10^3 = 0 \text{ mm}$

$$C_{my} = - - -$$

$$C_{mz} = \max(0,2 + 0,8 \cdot \alpha_{mz}, 0,4) = \max(0,2 + 0,8 \cdot 0,5, 0,4) = 0,6 \geq 0,4 \quad \text{Tabela B.3}$$

$$C_{mLT} = - - -$$

$$f_{yy} = \min(\lambda_y^* - 0,2; 0,8) = \min(0 - 0,2; 0,8) = 0$$

$$k_{yz} = 0,6 \cdot k_{zz} = 0,6 \cdot 0,6 = 0,36$$

$$k_{zz} = C_{mz} \cdot \left(1 + f_{zz} \cdot \frac{\frac{|N_{Ed}|}{\chi_z \cdot N_{pl,Rd}}}{\gamma_{M1}} \right) = 0,6 \cdot \left(1 + 0 \cdot \frac{\frac{|(-145)|}{1 \cdot 3,8602 \cdot 10^5}}{1} \right) = 0,6 \quad \text{Tabela Załącznik B.1, B.2}$$

$$\chi_y = 1 \quad (6.49)$$

$$\chi_z = 1 \quad (6.49)$$

$$\chi_{LT} = 1 \quad (6.56)$$

$$\eta_{NMLTBuckl_1} = \frac{|N_{Ed}|}{\chi_y \cdot A \cdot f_y} + k_{yz} \cdot \frac{|M_{z,Ed}|}{W_{pl,z} \cdot f_y} = \frac{|(-145)|}{1 \cdot 1643 \cdot 235} + 0,36 \cdot \frac{|(-1,95 \cdot 10^6)|}{1,9247 \cdot 10^4 \cdot 235} = 15,6 \% \quad (6.61)$$

$$\eta_{NMLTBuckl_2} = \frac{|N_{Ed}|}{\chi_z \cdot A \cdot f_y} + k_{zz} \cdot \frac{|M_{z,Ed}|}{W_{pl,z} \cdot f_y} = \frac{|(-145)|}{1 \cdot 1643 \cdot 235} + 0,6 \cdot \frac{|(-1,95 \cdot 10^6)|}{1,9247 \cdot 10^4 \cdot 235} = 25,9 \% \quad (6.62)$$

$$\eta_{NMLTBuckl} = 25,9 \% \quad \text{spełniony}$$

4. Nośność przekroju przy ścinaniu (y):

EN 1993-1-1: 6.2.6

Decydująca kombinacja: [1,35*0,85*G] {1,5*Wiatr Y}

Klasa przekroju: 1 (Wymiarowanie w zakresie plastycznym)

Położenie przekroju decydującego: $x = 0,000 \cdot L = 0,000 \cdot 1 \cdot 10^3 = 0 \text{ mm}$

$$A_{V,y} = 2 \cdot b \cdot t_f = 1007 \text{ mm}^2$$

$$V_{pl,Rd,y} = \frac{A_{V,y} \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = \frac{1007 \cdot 235}{\sqrt{3} \cdot 1} = 1,3668 \cdot 10^5 \text{ N} \quad (6.18)$$

$$\eta_{V_y} = \frac{|V_{y,Ed}|}{V_{pl,Rd,y}} = \frac{|(-1950)|}{1,3668 \cdot 10^5} = 1,4 \% \quad (6.17) \quad \text{spełniony}$$

5. Nośność środnika przy ścinaniu (niestateczność):

EN 1993-1-5: 5.1, 5.2, 5.3, 5.5, Załącznik A: A.3

Decydująca kombinacja: [1,35*0,85*G] {1,5*Wiatr X}

Klasa przekroju: 1 (Wymiarowanie w zakresie plastycznym)

Położenie przekroju decydującego: $x = 0,000 \cdot L = 0,000 \cdot 1 \cdot 10^3 = 0 \text{ mm}$

$$a_{max} = 1$$

$$\eta_w = 1,2 \quad 5.2 (2) \text{ Uwaga 2}$$

$$\varepsilon = 1$$

$$h_w = h - 2 \cdot t_f = 140 - 2 \cdot 6,9 = 126 \text{ mm}$$

$$\frac{h_w}{t_w} \leq \frac{72 \cdot \varepsilon}{\eta_w} \rightarrow V_{b,Rd} = V_{pl,Rd,z} = 1,0369 \cdot 10^5 \text{ N} \quad (5.1 (2))$$

$$\eta_{V_w} = \frac{|V_{z,Ed}|}{V_{b,Rd}} = \frac{|1950|}{1,0369 \cdot 10^5} = 1,9 \% \quad (5.10) \quad \text{spełniony}$$

6. Ścinanie środnika-Zginanie-Siła normalna

EN 1993-1-1: 6.2.9; EN 1993-1-5: 7.1

Decydująca kombinacja: [1,35*0,85*G] {1,5*Wiatr X}

Klasa przekroju: **1** (Wymiarowanie w zakresie plastycznym)

Położenie przekroju decydującego: $x = 0,000 \cdot L = 0,000 \cdot 1 \cdot 10^3 = 0 \text{ mm}$

$$M_{f,Rd} = b \cdot t_f \cdot f_y \cdot (h - t_p) = 73 \cdot 6,9 \cdot 235 \cdot (140 - 6,9) = 1,5755 \cdot 10^7 \text{ Nmm} = 15,755 \text{ kNm}$$

$$|M_{y,Ed}| \leq M_{f,Rd} \rightarrow \eta_{w,MN} = \frac{|M_{y,Ed}|}{M_{pl,Rd,y}} = \frac{|(-1,95 \cdot 10^6)|}{2,0761 \cdot 10^7} = 9,4 \% \quad (7.1) \quad \text{spełniony}$$

7. SGU (Stan graniczny użytkowości)

EN 1993-1-1: 7., EN 1990: 3.4, A1.4.

Decydująca kombinacja: **[G] {Wiatr Y}**

Klasa przekroju: **1** (Wymiarowanie w zakresie plastycznym)

Położenie przekroju decydującego: $x = 1,000 \cdot L = 1,000 \cdot 1 \cdot 10^3 = 1 \cdot 10^3 \text{ mm}$

$$w_x = 0 \text{ mm} \rightarrow \eta_{w_x} = 0 \%$$

$$w_y = |w_{y,i} - w_{y,0}| = |(-4,6) - (-1,3 \cdot 10^{-7})| = 4,6 \text{ mm}$$

$$w_{y,Limit} = \frac{H_{SLS}}{150,0} = \frac{1 \cdot 10^3}{150,0} = 6,7 \text{ mm}$$

$$\eta_{w_y} = \frac{w_y}{w_{y,Limit}} = \frac{4,6}{6,7} = 68,9 \%$$

$$\eta_{SLS} = \max(\eta_{w_x}; \eta_{w_y}) = \max(0; 68,9) = 68,9 \% \quad \text{spełniony}$$

Wyniki cząstkowe

8. Nośność przekroju przy sile normalnej:

EN 1993-1-1: 6.2.4

Decydująca kombinacja: **[1,35*G]**

Klasa przekroju: **1** (Wymiarowanie w zakresie plastycznym)

Położenie przekroju decydującego: $x = 0,000 \cdot L = 0,000 \cdot 1 \cdot 10^3 = 0 \text{ mm}$

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{1643 \cdot 235}{1} = 3,8602 \cdot 10^5 \text{ N} \quad (6.10)$$

$$\eta_N = \frac{|N_{Ed}|}{N_{pl,Rd}} = \frac{|(-171)|}{3,8602 \cdot 10^5} = 0 \% \quad (6.9) \quad \text{spełniony}$$

9. Nośność przekroju przy zginaniu (yy):

EN 1993-1-1: 6.2.5

Decydująca kombinacja: **[1,35*0,85*G] {1,5*Wiatr X}**

Klasa przekroju: **1** (Wymiarowanie w zakresie plastycznym)

Położenie przekroju decydującego: $x = 0,000 \cdot L = 0,000 \cdot 1 \cdot 10^3 = 0 \text{ mm}$

$$M_{pl,Rd,y} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{8,8344 \cdot 10^4 \cdot 235}{1} = 2,0761 \cdot 10^7 \text{ Nmm} = 20,761 \text{ kNm} \quad (6.13)$$

$$\eta_{M_{y,pl}} = \frac{|M_{y,Ed}|}{M_{pl,Rd,y}} = \frac{|(-1,95 \cdot 10^6)|}{2,0761 \cdot 10^7} = 9,4 \% \quad (6.12) \quad \text{spełniony}$$

10. Nośność przekroju przy zginaniu (zz):

EN 1993-1-1: 6.2.5

Decydująca kombinacja: [1,35*0,85*G] {1,5*Wiatr Y}

Klasa przekroju: 1 (Wymiarowanie w zakresie plastycznym)

Położenie przekroju decydującego: $x = 0,000 \cdot L = 0,000 \cdot 1 \cdot 10^3 = 0 \text{ mm}$

$$M_{pl,Rd,z} = \frac{W_{pl,z} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{1,9247 \cdot 10^4 \cdot 235}{1} = 4,523 \cdot 10^6 \text{ Nmm} = 4,523 \text{ kNm} \quad (6.13)$$

$$\eta_{M_{z,pl}} = \frac{|M_{z,Ed}|}{M_{pl,Rd,z}} = \frac{|(-1,95 \cdot 10^6)|}{4,523 \cdot 10^6} = 43,1 \% \quad (6.12) \quad \text{spełniony}$$

11. Nośność przekroju przy ścinaniu (z):

EN 1993-1-1: 6.2.6

Decydująca kombinacja: [1,35*0,85*G] {1,5*Wiatr X}

Klasa przekroju: 1 (Wymiarowanie w zakresie plastycznym)

Położenie przekroju decydującego: $x = 0,000 \cdot L = 0,000 \cdot 1 \cdot 10^3 = 0 \text{ mm}$

$$A_{V,z} = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f = 764 \text{ mm}^2$$

$$V_{pl,Rd,z} = \frac{A_{V,z} \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = \frac{764 \cdot 235}{\sqrt{3} \cdot 1} = 1,0369 \cdot 10^5 \text{ N} \quad (6.18)$$

$$\eta_{V_z} = \frac{|V_{z,Ed}|}{V_{pl,Rd,z}} = \frac{|1950|}{1,0369 \cdot 10^5} = 1,9 \% \quad (6.17) \quad \text{spełniony}$$

12. Sprawdzenie interakcji zginania ze ścinaniem

EN 1993-1-1: 6.2.1, 6.2.8, 6.2.9

Decydująca kombinacja dla interakcji N-M-V (nośność): [1,35*0,85*G] {1,5*Wiatr Y}

Klasa przekroju: 1 (Wymiarowanie w zakresie plastycznym)

Położenie przekroju decydującego: $x = 0,000 \cdot L = 0,000 \cdot 1 \cdot 10^3 = 0 \text{ mm}$

$$V_{z,Ed} = 0 \text{ N} \leq V_{pl,Rd,z}/2 = 5,1846 \cdot 10^4 \text{ N} \rightarrow \text{Wpływ siły tnącej na nośność przy zginaniu jest nieistotny.} \quad 6.2.8 (2)$$

$$V_{y,Ed} = -1950 \text{ N} \leq V_{pl,Rd,y}/2 = 6,8341 \cdot 10^4 \text{ N} \rightarrow \text{Wpływ siły tnącej na nośność przy zginaniu jest nieistotny.}$$

6.2.8 (2)

13. Sprawdzenie interakcji zginania z siłą normalną

EN 1993-1-1: 6.2.1, 6.2.8, 6.2.9

Decydująca kombinacja dla interakcji N-M-V (nośność): **[1,35*0,85*G] {1,5*Wiatr Y}**

Klasa przekroju: **1** (Wymiarowanie w zakresie plastycznym)

Położenie przekroju decydującego: $x = 0,000 \cdot L = 0,000 \cdot 1 \cdot 10^3 = 0 \text{ mm}$

$$n = \frac{|N_{Ed}|}{N_{pl,Rd}} = \frac{145}{3,8602 \cdot 10^5} = 0 = 0,04\% \leq 25\%$$

$$|N_{Ed}| = 145 \text{ N} \leq N_{lim,y} = \frac{h_w \cdot t_w \cdot f_y}{2 \cdot \gamma_{M0}} = \frac{126 \cdot 4,7 \cdot 235}{2 \cdot 1} = 6,9694 \cdot 10^4 \text{ N}$$

$$|N_{Ed}| = 145 \text{ N} \leq N_{lim,z} = \frac{h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{126 \cdot 4,7 \cdot 235}{1} = 1,3939 \cdot 10^5 \text{ N}$$

$$M_{N,y,Rd} = M_{y,V,Rd} = 2,0761 \cdot 10^7 \text{ Nmm} = 20,761 \text{ kNm}$$

$$M_{N,z,Rd} = M_{z,V,Rd} = 4,523 \cdot 10^6 \text{ Nmm} = 4,523 \text{ kNm}$$

$$\eta_{MN,1} = \frac{M_{y,Ed}}{M_{N,y,Rd}} = \frac{0}{2,0761 \cdot 10^7} = 0\%$$

$$\eta_{MN,2} = \frac{M_{z,Ed}}{M_{N,z,Rd}} = \frac{(-1,95 \cdot 10^6)}{4,523 \cdot 10^6} = 43,1\%$$

$$\alpha_{MN} = 2$$

$$\beta_{MN} = \max(5 \cdot n; 1) = \max(5 \cdot 0; 1) = 1$$

$$\eta_{MN,3} = \left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N,y,Rd}} \right)^{\alpha_{MN}} + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{N,z,Rd}} \right)^{\beta_{MN}} = \left(\frac{0}{2,0761 \cdot 10^7} \right)^2 + \left(\frac{(-1,95 \cdot 10^6)}{4,523 \cdot 10^6} \right)^1 = 43,1\% \quad (6.41)$$

$$\eta_{MN} = \max(\eta_{MN,1}; \eta_{MN,2}; \eta_{MN,3}; \eta_N) = \max(0; 43,1; 43,1; 0) = 43,1\% \quad \text{spełniony}$$

14. Nośność na wyboczenie:

EN 1993-1-1: 6.3.1

Wyłączone

15. Nośność na zwichrzenie:

EN 1993-1-1: 6.3.2

Decydująca kombinacja dla interakcji N-M-Zwichrzenie: **[1,35*0,85*G] {1,5*Wiatr Y}**

Klasa przekroju: **1** (Wymiarowanie w zakresie plastycznym)

Położenie przekroju decydującego: $x = 0,000 \cdot L = 0,000 \cdot 1 \cdot 10^3 = 0 \text{ mm}$

M_{cr} Metoda analizy: AutoMcr

Zwichrzenie nie jest decydujące. $M_y = 0 \text{ Nmm} \rightarrow \chi_{LT} = 1 \quad (6.57)$

$$M_{b,Rd} = \frac{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{1 \cdot 8,8344 \cdot 10^4 \cdot 235}{1} = 2,0761 \cdot 10^7 \text{ Nmm} = 20,761 \text{ kNm} \quad (6.55)$$

$$\eta_{M_b} = \frac{|M_{y,Ed}|}{M_{b,Rd}} = \frac{|0|}{2,0761 \cdot 10^7} = 0 \% \quad (6.54) \quad \text{spełniony}$$

Podpory boczne

Indeks	Poł. [m]	Wzgl. poł. [-]	Mimośr. [mm]	R_y [kN/m]	R_{xx} [kNm/rad]	R_{zz} [kNm/rad]	R_w [kNm ² /(1/m)]	Typ
1.	0	0	0	$1 \cdot 10^{10}$	$1 \cdot 10^{10}$	$1 \cdot 10^{10}$	0	Podpora z modelu

Stan graniczny nośności jest spełniony przy maksymalnym wykorzystaniu przekroju na poziomie 43%.

5. Wnioski i zalecenia

5.1. Wnioski

Istniejąca konstrukcja kuli oraz dachu jest w stanie zadowalającym. Nie stwierdzono istotnych uszkodzeń elementów drewnianych oraz stalowych. Nie było możliwe, bez rozbiórki części kuli, ocenienie miejsca połączenia jej z dachem oraz potwierdzenia czy słup na którym kula jest zamocowana jest drewniany czy stalowy. Oględziny za pomocą kamery wskazały, że słup wchodzący do wnętrza kuli jest dodatkowo obudowany za pomocą desek, co może sugerować, że jest to element stalowy. W związku z tym wykonano obliczeniowe sprawdzenie obu wariantów. Docelowo wymagana jest większa ingerencja w obudowę kuli i odkrycie jej miejsca połączenia poprzez częściowy demontaż blach miedzianej oraz elementów drewnianych. Pracę tę wymagają uzgodnienia z konserwatorem zabytków.

Obliczenia wykazały, że jeśli do wnętrza kuli wprowadzony jest jedynie słup drewniany 12x12cm, jego nośność jest niewystarczająca. Oczywiście obliczenia zawierają współczynniki bezpieczeństwa, więc nawet w przypadku przekroczenia obliczeniowej nośności elementu jest jeszcze zapas wynikający z tych współczynników. W przypadku, gdy kula zamocowana jest na słupie stalowym, mamy zapas jego nośności ok. 57%.

Nieinwazyjna odkrywka poszycia blaszanego w miejscu połączenia kuli z dachem wykazała zanieczyszczenia na elemencie drewnianym co sugeruje, że pod poszycie może dostawać się woda. W takiej sytuacji słup mocujący kule, niezależnie do tego czy jest drewniany czy stalowy, może być miejscowo skorodowany.

W dalszym etapie, w celu finalnego potwierdzenia rodzaju oraz stanu konstrukcji słupa, wymagane jest przeprowadzenie robót bardziej inwazyjnych polegających na demontażu części pokrycia blaszanego oraz elementów drewnianych. Prace te powinny zostać uzgodnione z konserwatorem zabytków i wykonane przez profesjonalną firmę dekabarską z doświadczeniem przy pracy na zabytkach.

5.2. Zalecenia

W dalszym etapie należy podjąć następujące działania:

- Uzgodnienie z konserwatorem zabytków możliwości wykonania odkrywek w ingerujących w poszycie i konstrukcję kuli
- Wykonanie odkrywek odsłaniających połączenie kuli z dachem w celu określenia konstrukcji słupa mocującego oraz jego stanu
- W przypadku potwierdzenia, że słup mocujący jest w konstrukcji stalowej i jego stan techniczny jest dobry- odtworzenie poszycia kuli
- W przypadku, jeśli się okaże, słup mocujący jest w konstrukcji drewnianej, należy zdemontować kulę i wykonać jego wymianę na stalowy- szczegółowe rozwiązanie może zostać określone dopiero po dodatkowych odkrywkach.

Wszystkie prace powinny zostać wykonane przez firmę specjalizującą się w renowacjach zabytków z doświadczeniem w pracach dekabarskich. Technologia robót oraz materiały powinny zostać dostosowane w sposób umożliwiający zachowanie historycznego charakteru obiektu w maksymalnym stopniu.

6. Uprawnienia

**Łódzka Okręgowa
Izba Inżynierów Budownictwa**
91-425 Łódź, ul. Północna 39
tel. (0-42) 638-97-39, fax (0-42) 630-55-39
NIP 725-18-49-040, REGON 473043690

Łódź, dnia 12 czerwca 2013 r.

**Łódzka Okręgowa Izba Inżynierów Budownictwa
Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna**

OKK/2756/907/13
sygn. akt. KK/D/7131/2081/13

DECYZJA

Na podstawie art. 24 ust. 1 pkt 2 Ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów, inżynierów budownictwa oraz urbanistów (*Dz. U. z 2001 r., Nr 5, poz. 42 z późn. zm.*) i art. 12 ust. 1 pkt 1 i 5, art. 13 ust. 1 pkt 1 i ust. 4, art. 14 ust. 1 pkt 2 i ust. 3 pkt 1 Ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (*tekst jedn. Dz. U. z 2010 r., Nr 243, poz. 1623 z późn. zm.*) oraz § 11 ust. 1 pkt 1 Rozporządzenia Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 28 kwietnia 2006 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (*Dz. U. z 2006 r., Nr 83, poz. 578 z późn. zm.*), po ustaleniu, że zostały spełnione warunki w zakresie przygotowania zawodowego oraz po złożeniu egzaminu na uprawnienia budowlane z wynikiem pozytywnym

**Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna
Łódzkiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa
stwierdza, że**

Pan Marcin Łukasz Grzybek

magister inżynier
kierunek budownictwo

urodzony dnia 16 kwietnia 1985 r. w Opocznie

otrzymuje

UPRAWNIENIA BUDOWLANE

numer ewidencyjny LOD/2081/POOK/13

**do projektowania bez ograniczeń
w specjalności konstrukcyjno-budowlanej**

UZASADNIENIE

W związku z uwzględnieniem w całości żądania strony, na podstawie art. 107 § 4 K.p.a. odstępuje się od uzasadnienia decyzji. Zakres nadanych uprawnień budowlanych wskazano na odwrocie decyzji.

Pouczenie

Od niniejszej decyzji służy odwołanie do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie, za pośrednictwem Łódzkiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w Łodzi, w terminie 14 dni od daty doręczenia decyzji.

Skład Orzekający Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej
Łódzkiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa:

Przewodniczący Składu Orzekającego OKK LOIIB
mgr inż. Zbigniew Cichoński

Członek Składu Orzekającego OKK LOIIB
mgr inż. Jan Gałązka

Członek Składu Orzekającego OKK LOIIB
mgr inż. Tomasz Kluska

Cichoński

Gałązka

Kluska



Pan Marcin Grzybek jest upoważniony do:

- 1) projektowania, sprawdzania projektów architektoniczno-budowlanych i sprawowania nadzoru autorskiego w odniesieniu do konstrukcji obiektu, zgodnie z art. 14 ust. 3 pkt 1 Prawa budowlanego i § 17 ust. 1 pkt 1 Rozporządzenia MTiB;
- 2) sporządzania projektu zagospodarowania działki lub terenu, zgodnie z § 15 Rozporządzenia MTiB;
- 3) sprawowania kontroli technicznej utrzymania obiektów budowlanych, zgodnie z art. 13 ust. 4 Prawa budowlanego.

Skład Orzekający Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej
Łódzkiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa:

Przewodniczący Składu Orzekającego OKK LOIIB
mgr inż. Zbigniew Cichonński

Członek Składu Orzekającego OKK LOIIB
mgr inż. Jan Gałązka

Członek Składu Orzekającego OKK LOIIB
mgr inż. Tomasz Kluska



Otrzymują:

1. Marcin Grzybek
Studzianna 62
26-315 Poświętne;
2. Rada Łódzkiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa;
3. Główny Inspektor Nadzoru Budowlanego;
4. a/a.



Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

ŁOD-SIA-INX-HBC *

Pan Marcin Łukasz GRZYBEK o numerze ewidencyjnym ŁOD/BO/9972/13
adres zamieszkania Studzianna 62, 26-315 Poświętne
jest członkiem Łódzkiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.
Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2023-09-01 do 2024-08-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2023-08-31 roku przez:

Piotr Parkitny, Zastępca Przewodniczącego Rady Łódzkiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

Zgodnie z art. 78¹ K.c.

§ 1. Do zachowania elektronicznej formy czynności prawnej wystarczy złożenie oświadczenia woli w postaci elektronicznej i opatrzenie go
kwalifikowanym podpisem elektronicznym.

§ 2. Oświadczenie woli złożone w formie elektronicznej jest równoważne z oświadczeniem woli złożonym w formie pisemnej.

* Weryfikację poprawności danych w niniejszym zaświadczeniu można sprawdzić za pomocą numeru weryfikacyjnego zaświadczenia na
stronie Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa www.piib.org.pl lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów
Budownictwa.

