

EKSPERTYZA TECHNICZNA

STANU TECHNICZNEGO POMNIKA POLEGŁYCH W DOLINIE ŚMIERCI



NAZWA ZADANIA: WYKONANIE EKSPERTYZY STANU TECHNICZNEGO POMNIKA POLEGŁYCH W DOLINIE ŚMIERCI W BYDGOSZCZY

ZLECENIE: NR WGK-I.271.1.81.2024 z dnia 08.08.2024

ZAMAWIAJĄCY: **Miasto Bydgoszcz**
Wydział Zieleni i Gospodarki Komunalnej
ul. Jezuicka 4a, 85-102 Bydgoszcz

**JEDNOSTKA
PROJEKTOWA:** **Biuro Konstrukcyjno-Doradcze Damian Wiluś**
ul. Bałtycka 47;
86-031 Osielsko

Zespół projektowy	Imię i nazwisko numer uprawnień	Specjalność	Data	Podpis
Opracował:	mgr inż. Damian Wiluś upr. nr KUP/0036/PWOK/06 do projektowania w specjalności konstrukcyjno-budowlanej w zakresie pełnym	Konstrukcyjna	wrzesień 2024	
Opracował:	mgr inż. Marcin Szałański	Konstrukcyjna	wrzesień 2024	

Egz. nr...

Bydgoszcz wrzesień 2024

Klauzula: Opracowanie o tytule j.w. jest zgodne z umową, a także obowiązującymi przepisami, normami i kompletne z punktu widzenia celu, któremu ma służyć.

Spis treści

1. OŚWIADCZENIE, UPRAWNIENIA	3
2. PRZEDMIOT EKSPERTYZY TECHNICZNEJ	6
3. CEL I ZAKRES EKSPERTYZY TECHNICZNEJ	6
4. WYKORZYSTANE MATERIAŁY I OPRACOWANIA	6
5. OPIS KONSTRUKCJI.....	7
6. OPIS SZCZEGÓŁOWY KONSTRUKCJI	7
6.1. Cokół betonowy i schody.....	7
6.2. Słupy stalowe	7
7. OCENA STANU TECHNICZNEGO.....	8
7.1. Cokół żelbetowy	9
7.2. Słupy stalowe	11
7.3. Zwieńczenia słupów oraz stężenie „kłosa”	12
8. WNIOSKI	16
9. ZALECENIA.....	17
Załącznik 1.WYCIĄG OBLICZENIOWY	19
Załącznik 2. RAPORT Z POMIARÓW ORAZ PRZEPROWADZENIA BADAŃ NIENISZCZĄCYCH KONSTRUKCJI STALOWEJ POMNIKA	27

Spis Rysunków

Rys. 1	Inwentaryzacja – rysunek zestawieniowy	45
Rys. 2	Inwentaryzacja – kłosa nr 1 (zdemontowany)	46
Rys. 3	Inwentaryzacja – kłosa nr 2.....	47
Rys. 4	Inwentaryzacja – kłosa nr 3.....	48
Rys. 5	Inwentaryzacja – kłosa nr 4 (stężający)	49
Rys. 6	Propozycja naprawy – kłosa nr 1	50
Rys. 7	Propozycja naprawy – kłosa nr 2.....	51
Rys. 8	Propozycja naprawy – kłosa nr 3.....	52
Rys. 9	Propozycja naprawy – kłosa nr 4 (stężający)	53

1. OŚWIADCZENIE, UPRAWNIENIA

Bydgoszcz dnia 2024-09-09

Niniejszym oświadczam, że sporządzona ekspertyza techniczna

POMNIKA POLEGŁYCH W DOLINIE ŚMIERCI W BYDGOSZCZY

została wykonana zgodnie z obowiązującymi przepisami, oraz zasadami wiedzy technicznej (zgodnie z art. 20 ust. 4 Prawa Budowlanego) i jest kompletna z punktu widzenia celu, któremu ma służyć.

mgr inż. Damian Wiluś

nr upr. KUP/0036/PWOK/06

do projektowania w specjalności

konstrukcyjno-budowlanej w zakresie pełny



KUJAWSKO
POMORSKA
OKRĘGOWA
IZBA
INŻYNIERÓW
BUDOWNICTWA

OKRĘGOWA KOMISJA KWALIFIKACYJNA

Bydgoszcz, dnia 26 czerwca 2006 r.

Sygn. akt: KUPOIIB/KK-0054-0020/06
KUPOIIB/KK-0055-0049/06

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.*), art. 13 ust. 1 pkt 1 i 2 i ust. 2, art. 14 ust. 1 pkt 2 i ust. 3 pkt 1 i 3 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (*Dz. U. z 2003 r. Nr 207, poz. 2016, z późn. zm.*) oraz § 11 ust. 1 pkt 1 w związku z § 28 ust. 1 rozporządzenia Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 28 kwietnia 2006 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (*Dz. U. 83, poz. 578*) w związku z art. 104 Kodeksu postępowania administracyjnego (*Dz. U. z 2000 r. Nr 98, poz. 1071, z późn. zm.*)

**Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna
n a d a j e**
Panu Damianowi Janowi Wiluś
magistrowi inżynierowi o kierunku budownictwo
urodzonemu dnia 17 października 1975 r. w Głogowie

UPRAWNIENIA BUDOWLANE

numer ewidencyjny KUP/0036/PWOK/06

do projektowania i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń w specjalności konstrukcyjno - budowlanej

w rozumieniu przepisów obowiązujących do 30 maja 2006 r. – podstawa prawna: § 28 ust. 1 rozporządzenia Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 28 kwietnia 2006 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (*Dz. U. Nr 96, poz. 817*)

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 odwrócie decyzji.

Pouczenie

Od niniejszej decyzji służy odwołanie do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie, za pośrednictwem Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej KUPOIIB w Bydgoszczy w terminie 14 dni od dnia jej doręczenia.

Skład Orzekający
Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej

- Otrzymują:
1. Pan Damian Jan Wiluś
ul. Bałtycka 47
86-031 Osielsko
 2. Okręgowa Rada Izby
 3. Główny Inspektor
Nadzoru Budowlanego
 4. a/a

mgr inż. Witold Przybylski

mgr inż. Andrzej Mańkowski

inż. Franciszek Szypliński





Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

KUP-FRN-IZ5-SRM *

Pan Damian Wiluś o numerze ewidencyjnym KUP/BO/0348/06
adres zamieszkania ul. Bałtycka 47, 86-031 Osielsko
jest członkiem Kujawsko-Pomorskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada
wymagane ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.
Niniejsze zaświadczenie jest ważne do dnia 2024-09-30.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2023-09-21 roku przez:

Renata Staszak, Przewodniczący Rady Kujawsko-Pomorskiej 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.

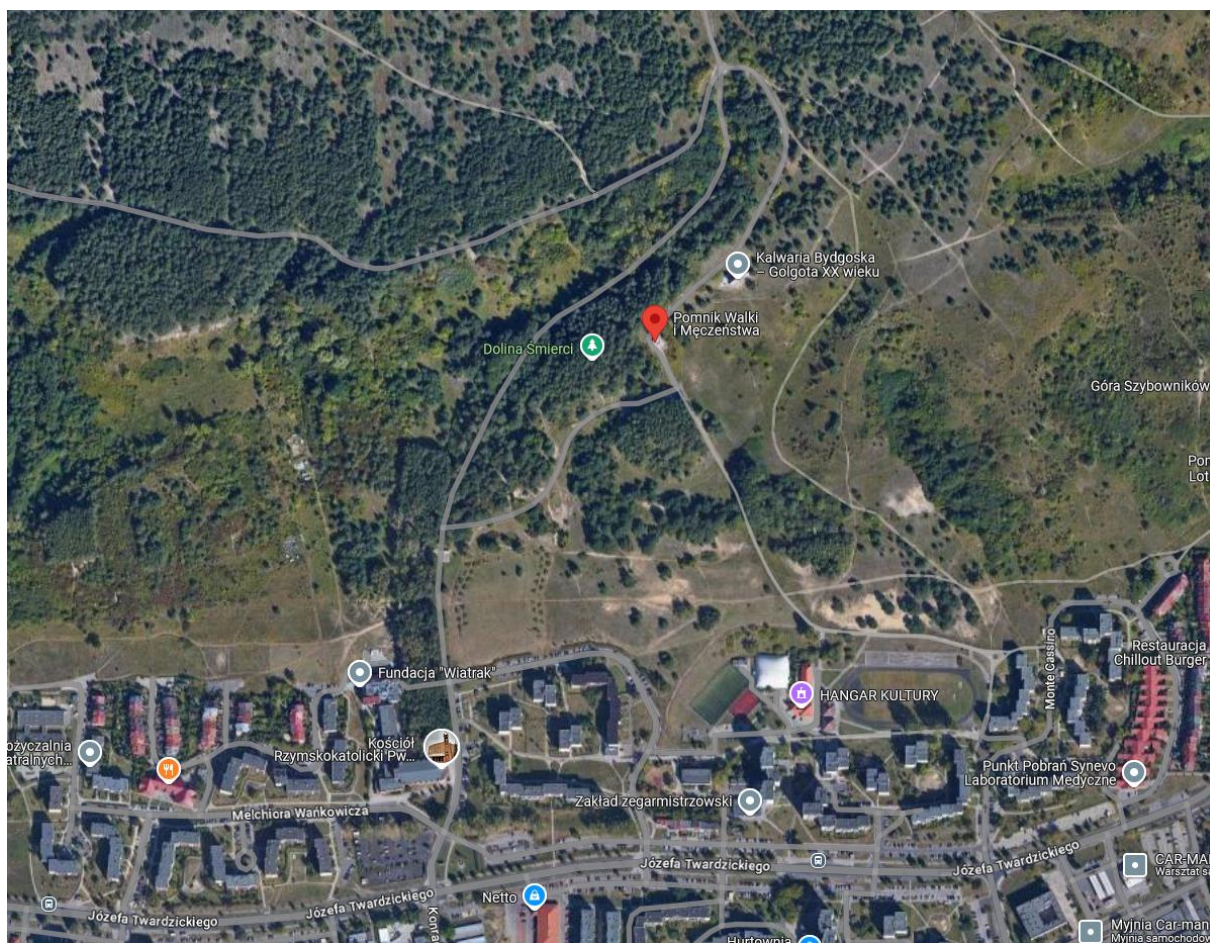
§ 2. Oświadczenie woli złożone w formie elektronicznej jest równoważne z oświadczeniem woli złożonym w formie pisemnej.

* 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.



2. PRZEDMIOT EKSPERTYZY TECHNICZNEJ

Przedmiotem ekspertyzy technicznej jest Pomnik Poległych w Dolinie Śmierci w Bydgoszczy. Pomnik zlokalizowany jest na wzgórzu w obrębie parku krajobrazowego w dzielnicy Fordon.



3. CEL I ZAKRES EKSPERTYZY TECHNICZNEJ

Celem ekspertyzy technicznej jest ocena stanu technicznego obiektu, weryfikacja nośności oraz sprawdzenie jakości spoin. Wnioski i zalecenia wykonania niezbędnych prac naprawczych dla dalszego użytkowania obiektu.

4. WYKORZYSTANE MATERIAŁY I OPRACOWANIA

- [1] Zlecenie nr WGK-I.271.1.81.2024 z dnia 08.08.2024, Zamawiający Miasto Bydgoszcz Wydział Gospodarki Komunalnej
- [2] Informacje uzyskane od Zamawiającego,
- [3] Wizje lokalne,
- [4] Inwentaryzacja,
- [5] Normy i przepisy budowlane
- [6] Raport z pomiarów oraz przeprowadzenia badań nieniszczących konstrukcji stalowej pomnika

5. OPIS KONSTRUKCJI

Przedmiotowy obiekt został zbudowany na początku lat siedemdziesiątych, około 50-cio letni pomnik ku czci pomordowanych w 1939 przez niemieckich nazistów mieszkańców Bydgoszczy i okolic. Budowla znajduje się w Dolinie Śmierci w dzielnicy Fordon w Bydgoszczy. Pomnik składa się z betonowego cokołu wysokości 6m z tablicami pamiątkowymi z którego wychodzą trzy stalowe słupów o wysokości około 20m. Każdy ze słupów zwieńczony jest elementem stalowym w kształcie „kłosa” o wysokości około 2,5m. Cała konstrukcja ma wysokość około 28,5m. Słupy na wysokości około 17m od poziomu cokołu stężone są elementem ozdobnym w kształcie „kłosa”. Przy cokole wykonano schody wachlarzowe z płyt lastrykowych.

6. OPIS SZCZEGÓŁOWY KONSTRUKCJI

6.1. Cokół betonowy i schody

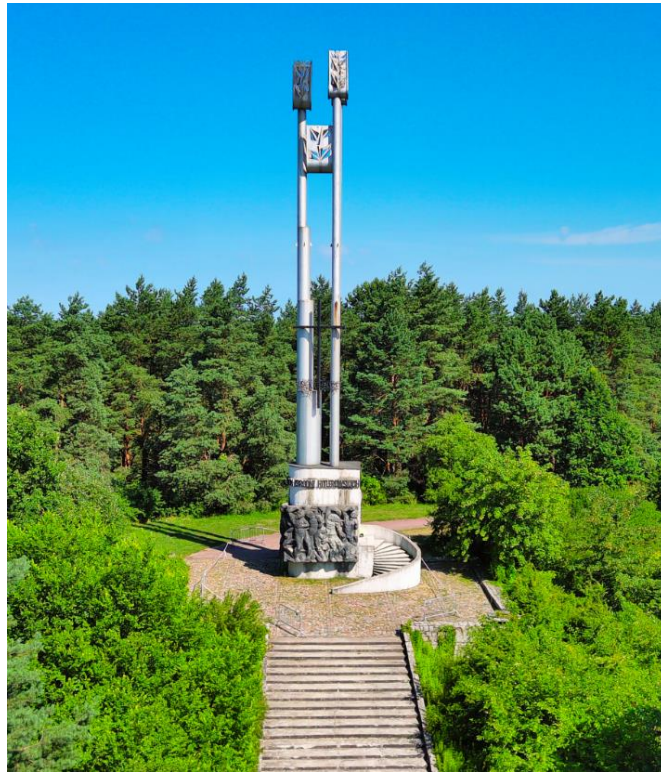
Dolną część pomnika stanowi cokół betonowy o wymiarach 3,9x2,7m i wysokości 6m z jednej strony zakończony półokrągło. Ustawione słupów tworzą trójkąt równoboczny o długości boku około 170cm. Każdy ze słupów o wysokości Do cokołu do krótszego boku doklejone są schody wachlarzowe prowadzące na podest zlokalizowanego na rzędnej 1,8m n.p.t. Wykonano 15 stopni z płyt lastrykowych o wysokości 12cm. Bieg schodowy od strony zewnętrznej zabezpieczony jest murkiem betonowym szerokości 20cm i wysokości 60cm. Całość konstrukcji wykończona jest tynkiem cementowym.

6.2. Słupy stalowe

Zasadniczą częścią pomnika są trzy słupy stalowe zwieńczone elementami ozdobnymi w kształcie U „kłosów”. Ustawione słupy tworzą trójkąt równoboczny o długości boku około 170cm. Każdy ze słupów o wysokości około 20m zbudowany jest z rur o innej i zmiennej na wysokości średnicy. Zastosowane słupy mają średnice od 1420mm (u podstawy) do 457mm (u góry). Dokładne wyspecyfikowanie przekrojów i grubości rur przedstawiono w dokumentacji rysunkowej. Każdy ze słupów zwieńczony jest elementem stalowym w kształcie U „kłosa” o wysokości około 2,5m i szerokości 1,0m. Kłos zbudowany jest z blachy gr.12mm, dla usztywnienia od czoła zamknięty płaskownikami o wymiarach 150x26mm. Na wysokości około 17m rury zostały stężone elementem stalowy w kształcie U „kłosa”. Kłos stanowiący stężenie jest o wysokości 2,75m i szerokości 1,4m, zbudowany jest z blachy gr. 12mm dla usztywnienia od czoła zamknięty płaskownikami o wymiarach 150x26mm. Całość konstrukcji jest zabezpieczona zestawem farb w kolorze szarym.

7. OCENA STANU TECHNICZNEGO

Ocenę stanu technicznego przeprowadzono w oparciu o szczegółowe oględziny obiektu oraz na podstawie szczegółowych pomiarów, badań i niwelacji.



Fot. 1 Widok pomnika z boku



Fot. 2 Widok pomnika z góry

7.1. Cokół żelbetowy

Zaobserwowano powierzchnię siatkę rys i spękań na warstwie zabezpieczającej konstrukcję betonową. Na murku betonowym przy schodach lokalnie występują pęknięcia szerokości 8mm.



Fot. 3 Siatka zarysować na warstwie zabezpieczającej cokół



Pęknięcie
cokołu

Pęknięcie
cokołu

Pęknięcie
murku

Fot. 4 Spękania na cokole i murku przy schodach

Pęknięcie
cokołu



Fot. 5 Spękania na cokole



Pęknięcie
murku



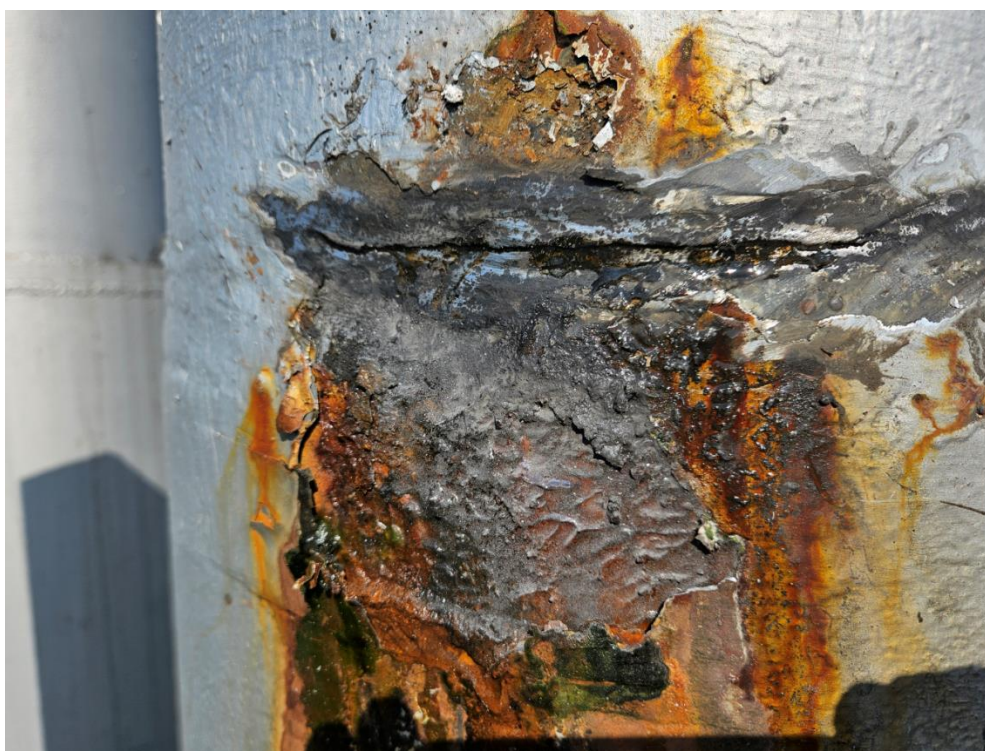
Fot. 6 Pęknięcie murku przy schodach o szerokości 8mm

7.2. Słupy stalowe

Zaobserwowano lokalne gniazda korozji wżerowej i lokalne złuszczenia farby. Zdiagnozowano pęknięcie spoiny łączącej segmenty rury i zaawansowaną korozję szczelinową.



Fot. 7 Lokalne ślady korozji w okolicach spoin



Fot. 8 Korozja szczelinowa w miejscu pęknięcia słupa nr 2

7.3. Zwieńczenia słupów oraz stężenie „kłosy”

Zaobserwowano liczne ogniska korozji wżerowej i ogólnej. Rozwiązania konstrukcyjne powodują zastoiska wody w nieckach (łożach) u podstawy „kłosów”, co sprzyja powstawaniu korozji wżerowej. Blacha nośna mocująca „kłos” do słupa skorodowała powyżej 80% przekroju, nominalnie miała gr. 12mm w chwili obecnej ~ 2mm. W wyniku tak dużych ubytków korozyjnych jeden z kłosów uległ odspojeniu od słupa i został zdemontowany. Stężenie słupów w wyniku ubytków korozyjnych odspoiło się od jednego słupa.



Fot. 9 Korozja ogólna „kłosa”



Fot. 10 Korozja blachy dolnej (łóża „kłosa”, elementu mocującego ‘kłos’ do słupa.



Fot. 11 Korozja wżerowa stężenia słupów



Fot. 12 Korozja stężenia słupów, nastąpiło odspojenie słupa



Fot. 13 Korozja żebra uszywniającego „kłos”, rozwarstwienie blachy jako produkt korozyjny



Fot. 14 „Kłos” po demontażu



Miejsce pomiaru grubości
blachy patrz fot. 16

Fot. 15 Skorodowana blachy nośnej mocującej „kłos” do słupa



Fot. 16 Pomiar grubości blachy nośnej mocyjacej „kłos” do słupa, grubość nominalna to 12mm, jest 2,3mm.

8. WNIOSKI

- Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe wykazały, że słupy posiadają zapasy nośności (patrz załącznik obliczeniowy);
- Brak mocowania stężenia do jednego ze słupów. Uszkodzone mocowanie wpływa na zmianę schematu statycznego i powoduje dużo większe odkształcenia konstrukcji np. od wiatru (przemieszczenia głowicy słupa stężonego to ~20mm, nie stężonego ~190mm). Brak stężenia powodowało cykliczne przemieszczenie „bujanie” słupa od wiatru, co przy zaawansowanej korozji „kłosa” było bezpośrednią przyczyną jego uszkodzenia. **Brak stężenia może zagrażać bezpieczeństwu konstrukcji.**
- Badania spoin wykazały liczne niezgodności spawalnicze oraz ubytki materiału konstrukcyjnego;
- Najgorszą jakość połączeń spawanych wykazują połączenia łączące „kłos” stężący ze słupami, spoiny nie spełniają wymagań klasy D wg PN-EN ISO 5817:2023-08 (jest to najniższa klasa jakości dla spoin). Zgodnie z normą nr PN-EN 1090 „Wykonywanie konstrukcji stalowych i aluminiowych” pomnik o tak dużej wysokości powinien być zrealizowany w klasie EXC3. Zgodnie z powyższą klasą wykonania spoiny powinny spełniać poziom jakość B wg normy PN-EN ISO 5817. Dla przedmiotowej budowli kryterium wykonania

spoin zostało obniżone do poziomu C jak dla wykonania konstrukcji w klasie EXC2. **Zgodnie z raportem z badań niektóre spoiny nie spełniają poziomu jakości D jak dla klasy EXC1, co dyskwalifikuje połączenia jako nośne.**

- Zaobserwowano pęknięcie spoiny łączącej segmenty słupa nr 2 na długości około 150mm, spoinę należy uzupełnić.
- Zaobserwowano liczne ogniska korozji wżerowej blachy łoża „kłosa”, która jest elementem nośnym mocującym „kłos” do słupa. Grubość blachy łoża w miejscu połączenia ze słupem to 2,3mm, grubość nominalna to 12mm. W chwili obecnej jeden „kłos” ze względu na korozję blachy mocującej został zdemontowany, blachy mocujące pozostałych „kłosów” są skorodowane w podobnym zakresie. Przyczyną tak zaawansowanej korozji jest brak odprowadzenia wód opadowych z łoża „kłosa”, co doprowadziło do nadmiernej korozji, to jest ~ 1mm ubytku na 5 lat.
- Zaobserwowano siatkę zarysowań na cokole betonowym pomnika, co może świadczyć o złej pielęgnacji podczas nakładania warstwy szpachlowej;
- Na ścianie schodów wachlarzowych zlokalizowano kilka pęknięć muru o szerokości do 8mm;
- Długi czas użytkowania obiektu, nieprofesjonalne wykonanie, jakość zastosowanych materiałów konstrukcyjnych i izolacyjnych, postępujące procesy korozyjne, niekorzystne oddziaływania klimatyczne, brak przeglądów okresowych oraz bieżących prac konserwacyjnych i naprawczych spowodowały szybko postępującą degradację obiektu.
- **Ze względu na zaawansowaną korozję blach łoża „kłosów” jako elementu nośnego mocującego „kłos” do słupa, należy jednoznacznie stwierdzić, że obiekt w chwili obecnej jest w stanie awaryjnym, może zagrażać bezpieczeństwu ludzi i mieniu. Należy niezwłocznie przystąpić do naprawy budowli, najlepiej jeszcze przed okresem zimowym. Doraźnie obiekt należy zabezpieczyć ogrodzeniem dla uniemożliwienia wejścia osobom postronnym.**

9. ZALECENIA

- Ze względu na bardzo zaawansowaną korozję blach łoża „kłosów”, których nie można naprawić lub wzmocnić. Pozostałe dwa „kłosy” oraz stężenie między słupowe należy zdemontować. Blachy łoża na warsztacie należy wymienić na nowe gr. 12mm;
- Dodatkowo między blachą łoża, a słupem wykonać żeberka wzmacniające, zgodnie z ideą przedstawioną w dokumentacji rysunkowej;
- Dolną część łoża, gdzie jest możliwość gromadzenia się wody należy zamknąć blachą. Blacha przekrywająca powinna być przyspawana szczelnie do pozostałych elementów „kłosa”, żeby do wnętrza nie dostawała się woda opadowa;
- Wszystkie nowe spoiny powinny spełniać poziom jakości B wg normy PN-EN ISO 5817;
- Wszystkie spoiny istniejące, które nie spełniają wymogów jakościowych, należy doprowadzić do poziomu jakości C wg PN-EN ISO 5817;
- Spoiny należy poddać ponownym badaniom wizualnym oraz magnetyczno-proszkowym po naprawie;

-
- Konstrukcję stalową należy wyczyścić do Sa 2,5, w miejscach trudno dostępnych do St3. Wykonać kompleksową naprawę powłok antykorozyjnych z zastawem farb epoksydowych o łącznej grubości w stanie suchym min. 260µm (np. grunt epoksydowy Temabond ST200 2x100 µm, warstwa nawierzchniowa – Temathane 50 60 µm), Kolor warstwy wierzchniej uzgodnić z Zamawiającym;
 - W miejscach pęknięć ściany przy schodach wykonać „zszycie” prętami w kształcie C średnicy Ø10 co 15cm. Pręty wkleić na klej epoksydowy;
 - Z elementów betonowych skuć istniejącą warstwę szpachlową i tynk, powierzchnię wypłastować, ubytki uzupełnić zaprawami PCC, całość zabezpieczyć hydrofobowo;
 - Wykonanie nowej warstwy z papy termozgrzewalnej na górze cokołu;
 - Przed przystąpieniem do naprawczych należy wykonać projekt remontu uzgodniony z administracją budowlaną

Opracowujący:

mgr inż. Damian Wiluś

nr upr. KUP/0036/PWOK/06

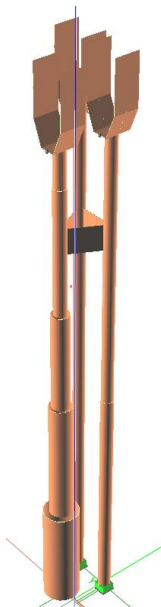
do projektowania w specjalności

konstrukcyjno-budowlanej

w zakresie pełnym

Załącznik 1. WYCIĄG OBLICZENIOWY

Schemat obiektu



Obliczenia przeprowadzono w programie RM3d.

Do obliczeń przyjęto model przestrzenny konstrukcji zbudowany na podstawie wykonanej inwentaryzacji obiektu.

Założenia projektowe

Ze względu na charakter obiektu oraz rok budowy obliczenia przeprowadzono na podstawie norm:

- PN-82/B-02001 – Obciążenia stałe
- PN-77/B02011 – Obciążenia wiatrem
- PN-90/B-03200 – Konstrukcje stalowe
- PN-82/B-02003 – Podstawowe obciążenia technologiczne i montażowe

Na podstawie badań materiałowych wykonanych przez firmę KORMOST określono twardość stali, która zawiera się w typowych wartościach dla stali konstrukcyjnej w gatunkach między S235, a S355.

Na podstawie powyższych wyników do obliczeń przyjęto stal St3S jako odpowiednik stali S235 dostępny w latach budowy pomnika.

1. ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ

1.1. Wiatr

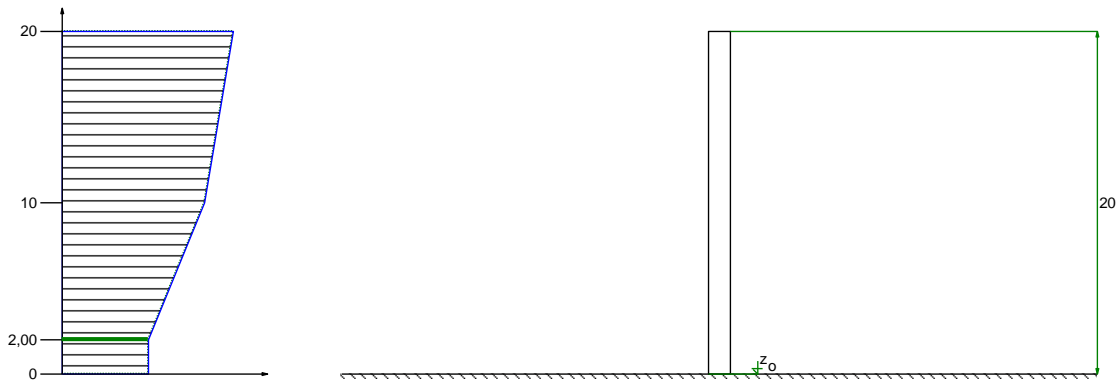
Rodzaj: wiatr

Typ: zmienne

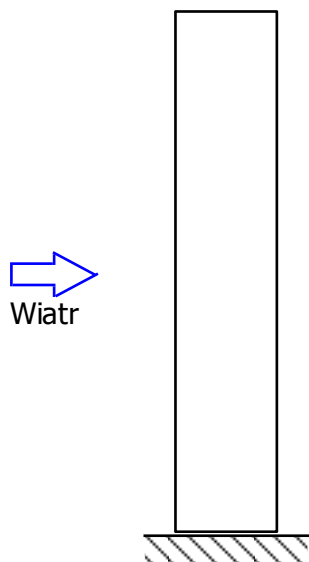
1.1.1. Wiatr słup

Charakterystyczne ciśnienie prędkości wiatru $q_k = 0,30 \text{ kN/m}^2$ przyjęto jak dla strefy I.

Współczynnik ekspozycji $C_e = 0,60$ przyjęto jak dla terenu A i wysokości nad poziomem gruntu $z = 2,00 \text{ m}$.



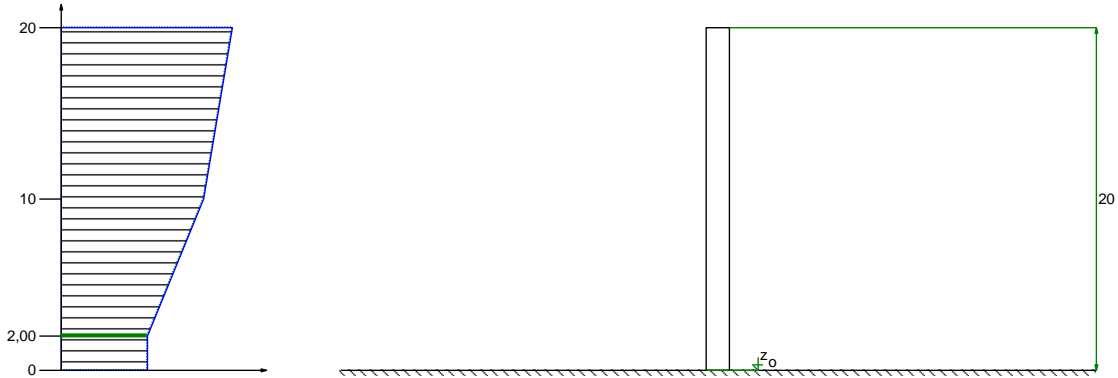
Współczynnik działania porywów wiatru $\beta = 1,80$ przyjęto jak do obliczeń budowli niepodatnych na dynamiczne działanie wiatru (logarytmiczny dekrement tłumienia $\Delta = 0,20$; okres drgań własnych $T = 0,20$ s).
 Współczynnik aerodynamiczny C równy jest $C = C_x = 1,20$, gdzie C_x jest współczynnikiem oporu aerodynamicznego.



Charakterystyczna wartość obciążenia wiatrem:
 $Q_k = 0,3 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,60 \cdot 1,20 \cdot 1,8 = 0,39 \text{ kN/m}^2$.
 Obliczeniowa wartość obciążenia wiatrem:
 $Q_o = 0,58 \text{ kN/m}^2$, $\gamma_f = 1,50$.

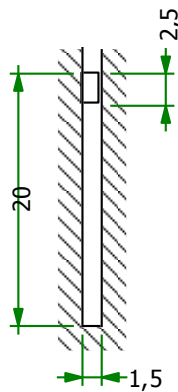
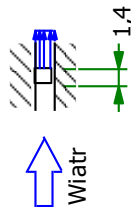
1.1.2. Wiatr kłos

Charakterystyczne ciśnienie prędkości wiatru $q_k = 0,30 \text{ kN/m}^2$ przyjęto jak dla strefy I .
Współczynnik ekspozycji $C_e = 0,60$ przyjęto jak dla terenu A i wysokości nad poziomem gruntu $z = 2,00 \text{ m}$.



Współczynnik działania porywów wiatru $\beta = 1,80$ przyjęto jak do obliczeń budowli niepodatnych na dynamiczne działanie wiatru (logarytmiczny dekrement tłumienia $\Delta = 0,20$; okres drgań własnych $T = 0,20 \text{ s}$).

Współczynnik aerodynamiczny C płyty lub ściany płaskiej o krawędziach bocznych sztywno zamocowanych i krawędzi dolnej swobodnej równy jest $C = C_p = 2,00$, gdzie C_p jest współczynnikiem różnicy ciśnienia zewnętrznego i wewnętrznego.



Charakterystyczna wartość obciążenia wiatrem:

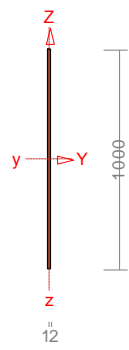
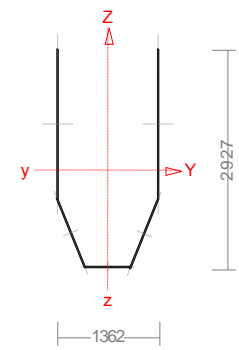
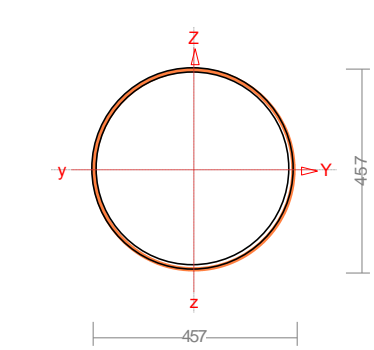
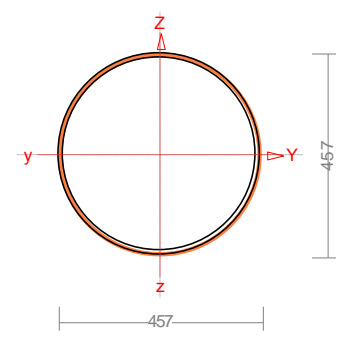
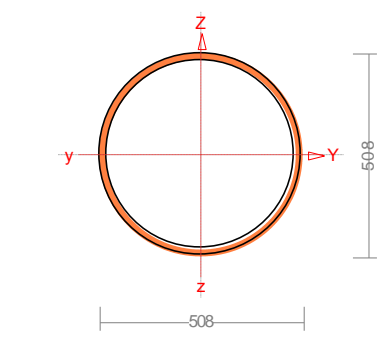
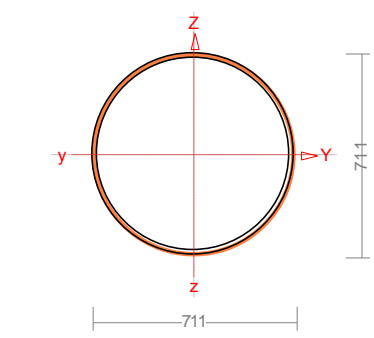
$$Q_k = 0,3 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,60 \cdot 2,00 \cdot 1,8 = 0,65 \text{ kN/m}^2.$$

Obliczeniowa wartość obciążenia wiatrem:

$$Q_o = 0,98 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_f = 1,50.$$

2. OBLICZENIA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWE

Przekroje:

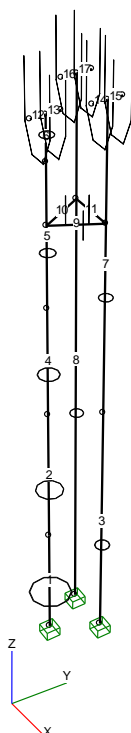
1 - B 1000x12		2 - klos		3 - R 457.0x10.0	
					
Materiał:	St3S (X,Y,V,W)	Materiał:	St3S (X,Y,V,W)	Materiał:	St3S (X,Y,V,W)
A [cm ²]	120,00	A [cm ²]	792,00	A [cm ²]	140,43
Jy [cm ⁴]	100000,00	Jy [cm ⁴]	6481112,69	Jy [cm ⁴]	35091,33
Jz [cm ⁴]	14,40	Jz [cm ⁴]	2776053,59	Jz [cm ⁴]	35091,33
Dyz [cm ⁴]	0,00	Dyz [cm ⁴]	2980,52	Dyz [cm ⁴]	0,00
α [Deg]	0,00	α [Deg]	-0,05	α [Deg]	0,00
Iy [cm ⁴]	100000,00	Iy [cm ⁴]	6481115,09	Iy [cm ⁴]	35091,33
Iz [cm ⁴]	14,40	Iz [cm ⁴]	2776051,19	Iz [cm ⁴]	35091,33
Jt [cm ⁴]	57,60	Jt [cm ⁴]	380,16	Jt [cm ⁴]	69526,37
Jω [cm ⁴]	0,00	Jω [cm ⁴]	1,3341E+10	Jω [cm ⁴]	0,00
iy [cm]	28,87	iy [cm]	90,46	iy [cm]	15,81
iz [cm]	0,35	iz [cm]	59,20	iz [cm]	15,81
is [cm]	28,87	is [cm]	108,11	is [cm]	22,36
m [kg/m]	94,20	m [kg/m]	621,72	m [kg/m]	110,24
4 - R 457.0x10.0		5 - R 508.0x17.5		6 - R *711x16	
					
Materiał:	St3S (X,Y,V,W)	Materiał:	St3S (X,Y,V,W)	Materiał:	St3S (X,Y,V,W)
A [cm ²]	140,43	A [cm ²]	269,67	A [cm ²]	349,35
Jy [cm ⁴]	35091,33	Jy [cm ⁴]	81202,14	Jy [cm ⁴]	211039,81
Jz [cm ⁴]	35091,33	Jz [cm ⁴]	81202,14	Jz [cm ⁴]	211039,81
Dyz [cm ⁴]	0,00	Dyz [cm ⁴]	0,00	Dyz [cm ⁴]	0,00
α [Deg]	0,00	α [Deg]	0,00	α [Deg]	0,00
Iy [cm ⁴]	35091,33	Iy [cm ⁴]	81202,14	Iy [cm ⁴]	211039,81
Iz [cm ⁴]	35091,33	Iz [cm ⁴]	81202,14	Iz [cm ⁴]	211039,81
Jt [cm ⁴]	69526,37	Jt [cm ⁴]	160761,50	Jt [cm ⁴]	418120,41
Jω [cm ⁴]	0,00	Jω [cm ⁴]	0,00	Jω [cm ⁴]	0,00
iy [cm]	15,81	iy [cm]	17,35	iy [cm]	24,58
iz [cm]	15,81	iz [cm]	17,35	iz [cm]	24,58
is [cm]	22,36	is [cm]	24,54	is [cm]	34,76
m [kg/m]	110,24	m [kg/m]	211,69	m [kg/m]	274,24
7 - R *914x10		8 - R *1420x20			

Material:	St3S (X,Y,V,W)	Material:	St3S (X,Y,V,W)	Material:	
A [cm ²]	284,00	A [cm ²]	879,65	A [cm ²]	
Jy [cm ⁴]	290147,16	Jy [cm ⁴]	2155572,38	Jy [cm ⁴]	
Jz [cm ⁴]	290147,16	Jz [cm ⁴]	2155572,38	Jz [cm ⁴]	
Dyz [cm ⁴]	0,00	Dyz [cm ⁴]	0,00	Dyz [cm ⁴]	
α [Deg]	0,00	α [Deg]	0,00	α [Deg]	
Iy [cm ⁴]	290147,16	Iy [cm ⁴]	2155572,38	Iy [cm ⁴]	
Iz [cm ⁴]	290147,16	Iz [cm ⁴]	2155572,38	Iz [cm ⁴]	
Jt [cm ⁴]	575085,29	Jt [cm ⁴]	4272096,68	Jt [cm ⁴]	
J ω [cm ⁴]	0,00	J ω [cm ⁴]	0,00	J ω [cm ⁴]	
iy [cm]	31,96	iy [cm]	49,50	iy [cm]	
iz [cm]	31,96	iz [cm]	49,50	iz [cm]	
is [cm]	45,20	is [cm]	70,01	is [cm]	
m [kg/m]	222,94	m [kg/m]	690,52	m [kg/m]	

Materialy:

Nr:	Rodzaj:	Nazwa:	E:	G:	v:	α_r :	ρ :	Ro:
			[GPa]	[GPa]	[-]	[1/K]	[kg/m ³]	[MPa]
66	Stal	St3S (X,Y,V,W)	205	80	0,3	0	7850	205

Schemat:



Pręty:

Nr:	Węzły:		Mocowania	Podatności	Mimośrod Imperfekcje	Orient. [deg]	L[m]:	F [m]:	Przekrój:
	A:	B:							
podkład.rmt (Kopia 1)									
1	4	3	P.P.: Szttywne			-131,5	4,100		8 R *1420x20
9	12	13	P.P.: Szttywne			0,0	1,700		1 B 1000x12
10	12	14	P.P.: Szttywne			0,0	1,700		1 B 1000x12
11	13	14	P.P.: Szttywne			0,0	1,600		1 B 1000x12
podkład.rmt (Kopia 1) (Kopia 1)									
2	6	4	P.P.: Szttywne			-137,4	5,000		7 R *914x10
3	5	1	P.P.: Szttywne			-129,9	9,100		5 R 508.0x17.5
Pozycja nr 5									
4	7	6	P.P.: Szttywne			-132,2	4,000		6 R *711x16
Pozycja nr 7									
5	8	7	P.P.: Szttywne			-137,4	5,000		5 R 508.0x17.5
Pozycja nr 8									
6	8	9	P.P.: Szttywne			140,4	1,500		4 R 457.0x10.0
Pozycja nr 10									
7	10	5	P.P.: Szttywne			-135,1	10,900		3 R 457.0x10.0
Pozycja nr 11									
8	11	2	P.P.: Szttywne			-135,0	20,100		4 R 457.0x10.0
Pozycja nr 12 (Kopia 1)									
13	16	9	P.P.: Szttywne		az:1,300	0,0	0,500		2 klos
					bz:1,300				
Pozycja nr 12									
12	9	15	P.P.: Szttywne		az:1,300	0,0	0,500		2 klos
					bz:1,300				
Pozycja nr 15									
14	10	17	P.P.: Szttywne		az:1,300	0,0	0,500		2 klos
					bz:1,300				
Pozycja nr 17									
15	10	18	P.P.: Szttywne		az:1,300	0,0	0,500		2 klos
					bz:1,300				
16	11	19	P.P.: Szttywne		az:1,300	0,0	0,500		2 klos
					bz:1,300				
17	11	20	P.P.: Szttywne		az:1,300	0,0	0,500		2 klos
					bz:1,300				

Obciążenia:

Nr pręta	Rodzaj:	Wartości char.		Współczynniki			Orient.	Kier.:	Położenie		Nazwa:
		Pa:	Pb:	γ_{f1} :	γ_{f2} :	ψ_d :	[deg]	[deg]	xa:	xb:	
CW: Ciężar własny - Stałe $\gamma_r=1,1/1,1$											
W: wiatr - Zmienne (Znaczenie: 1)											
1	Rozłożone	0,55	0,55	1,50		1,00	-90,0	90,0	0,00	4,10	Rozłożone
2	Rozłożone	0,36	0,36	1,50		1,00	-90,0	90,0	0,00	5,00	Rozłożone
3	Rozłożone	0,20	0,20	1,50		1,00	-90,0	90,0	0,00	9,10	Rozłożone
4	Rozłożone	0,30	0,30	1,50		1,00	-90,0	90,0	0,00	4,00	Rozłożone
5	Rozłożone	0,20	0,20	1,50		1,00	-90,0	90,0	0,00	5,00	Rozłożone
6	Rozłożone	0,20	0,20	1,50		1,00	90,0	-90,0	0,00	1,50	Rozłożone
7	Rozłożone	0,20	0,20	1,50		1,00	-90,0	90,0	0,00	10,90	Rozłożone
8	Rozłożone	0,20	0,20	1,50		1,00	-90,0	90,0	0,00	20,10	Rozłożone
11	Skupione	3,25		1,50		1,00	90,0	0,0	0,80		Skupione
12	Skupione	3,25		1,50		1,00	0,0	90,0	0,50		Skupione
14	Skupione	3,25		1,50		1,00	0,0	90,0	0,50		Skupione
16	Skupione	3,25		1,50		1,00	0,0	90,0	0,50		Skupione

Wyniki Obliczeń wg PN

Teoria I rzędu

RM_3d v. 8.105 licencja nr 1533

Sily Przekrojowe: Obciążenia obliczeniowe PN: CW W

Nr preta:	x [m]:	x/L:		Mx [kNm]:	My [kNm]:	Mz [kNm]:	Ty [kN]:	Tz [kN]:	N [kN]:
podkład.rmt (Kopia 1)									
1	0,000	0,000		-0,13	151,12	-126,28	-17,58	20,6	72,84
1	4,100	1,000		-0,13	240,79	-202,95	-19,82	23,14	41,69
9	0,000	0,000		0	61,76	-0,06	0,06	-59,76	8,26
9	1,700	1,000		0	-41,32	0,05	0,06	-61,52	8,26
10	0,000	0,000		0	62,24	-0,07	0,09	-57,71	9,58
10	1,700	1,000		0	-37,36	0,08	0,09	-59,47	9,58
11	0,000	0,000		0	15,99	-1,04	2,53	2,18	-4,35
11	0,800	0,500		0	17,4	0,98	2,53	1,35	-4,35
11	0,800	0,500		0	17,4	0,98	-2,35	1,35	-4,35
11	1,600	1,000		0	18,15	-0,89	-2,35	0,52	-4,35
podkład.rmt (Kopia 1) (Kopia 1)									
2	0,000	0,000		-0,13	48,45	-48,12	-17,62	16,85	85,1
2	5,000	1,000		-0,13	137,29	-141,19	-19,61	18,68	72,84
3	0,000	0,000		-1,09	1,83	-0,71	-2,5	2,36	-83,76
3	9,100	1,000		-1,09	32,81	-31,47	-4,26	4,45	-104,95
Pozycja nr 5									
4	0,000	0,000		-0,13	-18,25	18,13	-14,81	17,05	97,16
4	4,000	1,000		-0,13	52,63	-43,51	-16,02	18,39	85,1
Pozycja nr 7									
5	0,000	0,000		0	5,18	-5,63	-3,92	3,6	-8,66
5	2,100	0,420		-0,13	-61,02	66,05	-15,66	15,05	103,92
5	2,100	0,420		0	13,19	-14,35	-4,38	4,03	-13,55
5	5,000	1,000		-0,13	-16,53	19,72	-16,3	15,64	97,16
Pozycja nr 8									
6	0,000	0,000		0	4,88	5,89	-4,1	-3,39	-8,66
6	1,500	1,000		0	0	0	-3,76	-3,11	-6,84
Pozycja nr 10									
7	0,000	0,000		0	0	0	-3,45	3,44	-6,84
7	4,000	0,367		-1,09	-7,84	12,75	-1,24	0,66	-75,39
7	4,000	0,367		0	15,47	-15,5	-4,3	4,29	-11,69
7	10,900	1,000		-1,09	1,76	-0,87	-2,71	2,12	-83,76
Pozycja nr 11									
8	0,000	0,000		0	0	0	-3,45	3,45	-6,84
8	4,100	0,204		0	15,92	-15,92	-4,32	4,32	-11,81
8	4,100	0,204		0,81	-6,99	7,8	-0,02	-0,08	-70,76
8	4,600	0,229		0,81	-7	7,76	-0,13	0,02	-71,36
8	20,100	1,000		0,81	18,81	-19,7	-3,42	3,31	-90,16
Pozycja nr 12 (Kopia 1)									
13	0,000	0,000		0	0	0	0	0	0
13	0,500	1,000		0	-0,85	0	0,00	-3,42	0
Pozycja nr 12									
12	0,000	0,000		0	-7,19	0,01	0,00	3,42	-4,87
12	0,500	1,000		0	-6,34	0,01	0	0	-4,87
Pozycja nr 15									
14	0,000	0,000		0	-7,19	0,01	0,00	3,42	-4,87
14	0,500	1,000		0	-6,34	0,01	0	0	-4,87
Pozycja nr 17									
15	0,000	0,000		0	-0,85	0	0,00	3,42	0
15	0,500	1,000		0	0	0	0	0	0
16	0,000	0,000		0	-7,19	0,01	0,00	3,42	-4,87
16	0,500	1,000		0	-6,34	0,01	0	0	-4,87
17	0,000	0,000		0	-0,85	0	0,00	3,42	0
17	0,500	1,000		0	0	0	0	0	0

Wyniki wymiarowania wg PN-90/B-03200 (Stal_3d v. 3.70 licencja nr 1533)

Nr pręta:	Grupa:	Przekrój:	Warunek decydujący:	Nośność:	
2	podkład.rmt (Kopia 1) (Kopia 1)	7 - R *914x10	Zginanie (54)	0,216	<input type="checkbox"/>
5	Pozycja nr 7	5 - R 508.0x17.5	Zginanie (54)	0,213	<input type="checkbox"/>
10	podkład.rmt (Kopia 1)	1 - B 1000x12	Naprężenia (Tab. 5)	0,163	<input type="checkbox"/>
9	podkład.rmt (Kopia 1)	1 - B 1000x12	Naprężenia (Tab. 5)	0,158	<input type="checkbox"/>
8	Pozycja nr 11	4 - R 457.0x10.0	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,151	<input type="checkbox"/>
3	podkład.rmt (Kopia 1) (Kopia 1)	5 - R 508.0x17.5	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,126	<input type="checkbox"/>
7	Pozycja nr 10	3 - R 457.0x10.0	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,098	<input type="checkbox"/>
4	Pozycja nr 5	6 - R *711x16	Zginanie (54)	0,087	<input type="checkbox"/>
1	podkład.rmt (Kopia 1)	8 - R *1420x20	Zginanie (54)	0,074	<input type="checkbox"/>
6	Pozycja nr 8	4 - R 457.0x10.0	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,035	<input type="checkbox"/>

Wnioski:

Obliczenia sprawdzające słupów wykazał duże zapasy nośności, jest spełniony stan graniczny nośności i użytkowalności.

**Załącznik 2. RAPORT Z POMIARÓW ORAZ PRZEPROWADZENIA BADAŃ NIENISZCZĄCYCH
KONSTRUKCJI STALOWEJ POMNIKA**