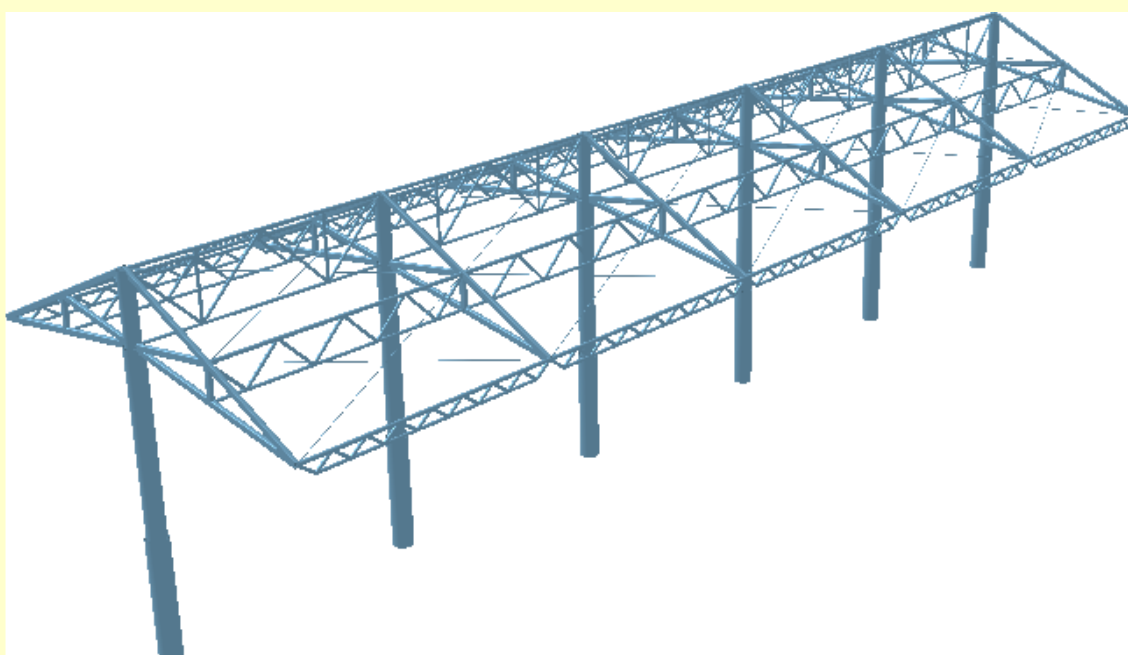


# KONSTRUKCJE ZADASZEŃ I PAWILONÓW TARGOWISKA MIEJSKIEGO

INWESTOR:  
URZĄD GMINY WYSZKÓW

ADRES:  
WYSZKÓW, ul. Dworcowa



AUTOR OPRACOWANIA KONSTRUKCJI:  
***BIURO INŻYNIERYJNO – PROJEKTOWE***  
***PROJEKTOWANIE I NADZÓR BUDOWLANY***

inż. Michał Korczakowski  
07-200 Wyszaków ul. Żytnia 78a tel. 0-501 765 887

ZLECENIE I WSPÓŁPRACA:  
mgr inż. arch. Wojciech Smótkowski

WRZESIEŃ 2009

## SPIS ZAWARTOŚCI

### **I. INFORMACJE OGÓLNE**

- I.I. Podstawa opracowania
- I.II. Zakres opracowania
- I.III. Cel opracowania

#### **ZAŁOŻENIA KONSTRUKCYJNE**

- II.I. Układ konstrukcyjny obiektu
- II.II. Kategoria geotechniczna
- II.III. Warunki posadowienia
- II.IV. Obciążenia

### **II. ZASTOSOWANE SCHEMATY STATYCZNE**

### **III. NORMY I MATERIAŁY ŹRÓDŁOWE**

### **IV. PODSTAWOWE ELEMENTY KONSTRUKCJI**

Fundamenty	Słupy
Nadproża	Słupki kotwiące ściany kolankowej
Wieżce żelbetowe	Konstrukcje dachu pawilonów
Ściany nośne zewnętrzne nadziemia	Konstrukcje wiat
Ściany nośne fundamentowe	

### **V. PODSTAWOWE WYNIKI OBLICZEŃ STATYCZNYCH**

- A. ZADASZENIE CIAGÓW KOMUNIKACYJNYCH
- B. ZADASZENIA PAWILONÓW

### **VI. CZĘŚĆ RYSUNKOWA**

- 1. RYS NR K-01 KONSTRUKCJE

## Część konstrukcyjna

### **I. INFORMACJE OGÓLNE**

#### **I.I. Podstawa opracowania**

Niniejsze opracowanie zostało wykonane na zlecenie architekta prowadzącego mgr inż. arch. Wojciecha Smółkowskiego

Podstawę techniczną stanowi:

- Projekt architektoniczno – budowlany,
- Wytyczne architekta prowadzącego,
- Uzgodnienia międzybranżowe
- Obowiązujące normy i przepisy

#### **I.II. Zakres opracowania.**

Przedmiotem opracowania jest „Część konstrukcyjna Projektu Budowlanego” zadaszeń i pawilonów targowiska miejskiego w Wyszowie przy ul. Dworcowej

Zakres i szczegółowość opracowania obejmuje główne elementy konstrukcyjne budynku w założeniu o przyjęty układ konstrukcyjny, które są wynikiem obliczeń statycznych, w większości zostały przedstawione w formie wydruków komputerowych w odniesieniu do rysunków schematów określających położenie wymiarowanych elementów. Wybrany układ konstrukcyjny nie jest wynikiem wariantowej analizy ekonomiczno konstrukcyjnej, zawiera jedynie rozwiązania materiałowo – konstrukcyjne niewykraczające poza obszar wyznaczony przez bryłę obiektu (architekturę) dla prawidłowego i bezpiecznego funkcjonowania uwzględniającą lokalizację i przeznaczenie.

Dla prawidłowego wykonania obiektu wskazane jest wykonanie projektu techniczno – roboczego konstrukcji budynku, który swoją zawartością oraz szczegółowością w sposób graficzny przedstawia występujące w nim wszystkie elementy konstrukcyjne wraz z ich ilościami i zestawieniami niezbędnymi dla prawidłowego wykonania oraz opracowania kosztów budowy.

#### **I.III. Cel opracowania**

Celem opracowania jest przedstawienie rozwiązań technicznych w zakresie konstrukcji.

Dokładność opracowania pozwala na uzyskanie pozwolenia na budowę oraz niezbędnych uzgodnień i opinii.

### **II. ZAŁOŻENIA KONSTRUKCYJNE**

#### **II.I. Układ konstrukcyjny obiektu**

Pawilony parterowe ściany zewnętrzne murowane z cegły klinkierowej, oparte na wylewanej ścianie fundamentowej zbrojonej podłużnie wieńcem, dach dwuspadowy i jednospadowy w lekkiej konstrukcji stalowej opartej na ścianach i podciągu stalowym. Zadaszenie ciągów komunikacji stanowią wiaty w lekkiej konstrukcji stalowej na opartej na słupach środkowych wspornikowych utwierdzonych w stopach, w celu zwiększenia sztywności słupów oraz zabezpieczenia przed uderzeniem pojazdami zabetonować wewnątrz słupy, które należy zazbroić zgodnie z rysunkami i połączyć ze zbrojeniem stopy

#### **II.II. Kategoria geotechniczna obiektu projektowanego obiektu**

##### **W miejscowości w Wyszów przy ul. Dworcowej**

- ❖ Projektowany obiekt budowlany ze względu na proste warunki gruntowe oraz posadowienie bezpośrednie zaliczony jest do pierwszej kategorii geotechnicznej.
- ❖ Ustalenia końcowe  
Na podstawie wywiadu środowiskowego oraz miejscowych odkrywek stwierdzono możliwość posadowienia w/w obiektu. Do obliczeń przyjęto wytrzymałość gruntu  $2 \text{ kg} / \text{cm}^2$ . (Piaski drobne  $I_d=0,7$ )

#### **II.III. Warunki posadowienia**

Wymiarowanie fundamentów (rodzaj, wielkość) przeprowadzono wg PN-81/B-03020 w oparciu o założone maksymalne wartości naprężeń w gruncie na krawędzi fundamentu dla ław  $200 \text{ kPa}$  i dla stóp  $200 \text{ kPa}$ . Woda gruntowa w poziomie posadowienia nie występuje ( $-1,35 \text{ m}$  ppt.).

Założono wykonanie obiektu w tzw. „suchym” wykopie, tak, więc nie przewiduje się żadnych dodatkowych zabiegów mających na celu obniżenie zwierciadła wody gruntowej.

Przed przystąpieniem do realizacji należy skonfrontować rzeczywiste warunki gruntowe z założonymi w projekcie w przypadku znacznych odstępstw należy wykonać ponowne obliczenia uwzględniające rzeczywiste cechy stanu gruntu.

W przypadku występowania w wykopie gruntów spoistych w postaci lokalnych soczewek należy je bezwzględnie usunąć „do dna” i zastąpić kontrolowanym nasypem budowlanym w postaci piasku średniego, grubego żwiru i pospółki zagęszczonych warstwami, lub chudego betonu.

Zabrania się przekopywać grunt poniżej projektowanych fundamentów

W przypadku znacznych odstępstw rzeczywistych warunków stanu gruntu z założonymi w projekcie należy wystąpić pisemnie o ocenę stanu możliwości posadowienia do autora projektu.

## II.IV. Obciążenia

Tablica 1. Obciążenia zmienne

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m <sup>2</sup>	γ	k <sub>d</sub>	Obc. obl. kN/m <sup>2</sup>
1.	Obciążenie śniegiem połaci bardziej obciążonej dachu dwuspadowego wg PN-80/B-02010/Az1/Z1-1 (strefa 2 -> q <sub>k</sub> = 0,9 kN/m <sup>2</sup> , nachylenie połaci 25,0 st. -> C2=1,067) [0,960kN/m <sup>2</sup> ]	0,96	1,50	0,00	1,44
2.	Obciążenie wiatrem połaci nawietrznej wiaty dwuspadowej wg PN-77/B-02011/Z1-9 (strefa I, niższa od 5 m -> q <sub>k</sub> = 0,20kN/m <sup>2</sup> , teren A, z=H=4,7 m, -> Ce=1,00, wymiary wiaty H=4,7 m, L=48,0 m, kąt nachylenia połaci dachowej alfa = 25,0 st. -> wsp. aerodyn. C=2,000, beta=1,80) [0,720kN/m <sup>2</sup> ]	0,72	1,30	0,00	0,94
3.	Obciążenie śniegiem połaci bardziej obciążonej dachu dwuspadowego wg PN-80/B-02010/Az1/Z1-1 (strefa 2 -> q <sub>k</sub> = 0,9 kN/m <sup>2</sup> , nachylenie połaci 8,2 st. -> C2=0,8) [0,720kN/m <sup>2</sup> ]	0,72	1,50	0,00	1,08
Σ:		2,40	1,44	--	3,46

Tablica 2. Obciążenia stałe

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m <sup>2</sup>	γ	k <sub>d</sub>	Obc. obl. kN/m <sup>2</sup>
1.	Łożacz szklana gr.1,2cm z szkła hartowanego	0,30	1,20	--	0,36
2.	Blacha falista stalowa o wysokości faldy 43,5 (T-40) gr. 0,88 mm [0,097kN/m <sup>2</sup> ]	0,10	1,30	--	0,13
Σ:		0,40	1,22	--	0,49

Tablica 3. Obciążenia zmienne

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m	γ	k <sub>d</sub>	Obc. obl. kN/m
1.	Obciążenie śniegiem połaci bardziej obciążonej dachu dwuspadowego wg PN-80/B-02010/Az1/Z1-1 (strefa 2 -> q <sub>k</sub> = 0,9 kN/m <sup>2</sup> , nachylenie połaci 25,0 st. -> C2=1,067) szer. 1,65 m [0,960kN/m <sup>2</sup> ]-1,65m]	1,58	1,50	0,00	2,37
2.	Obciążenie wiatrem połaci nawietrznej wiaty dwuspadowej wg PN-77/B-02011/Z1-9 (strefa I, niższa od 5 m -> q <sub>k</sub> = 0,20kN/m <sup>2</sup> , teren A, z=H=4,7 m, -> Ce=1,00, wymiary wiaty H=4,7 m, L=48,0 m, kąt nachylenia połaci dachowej alfa = 25,0 st. -> wsp. aerodyn. C=2,000, beta=1,80) szer. 1,65 m [0,720kN/m <sup>2</sup> ]-1,65m]	1,19	1,30	0,00	1,55
Σ:		2,77	1,41	--	3,92

Tablica 4. Obciążenia stałe

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m	γ	k <sub>d</sub>	Obc. obl. kN/m
1.	Łożacz szklana gr.1,2cm z szkła hartowanego szer. 1,65 m	0,49	1,20	--	0,59
Σ:		0,49	1,20	--	0,59
q <sub>1</sub> = q/cos 25,0° =		0,54			0,65

Tablica 5. Obciążenia zmienne działające na łatę stalową

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m	γ	k <sub>d</sub>	Obc. obl. kN/m
1.	Obciążenie śniegiem połaci bardziej obciążonej dachu dwuspadowego wg PN-80/B-02010/Az1/Z1-1 (strefa 2 -> q <sub>k</sub> = 0,9 kN/m <sup>2</sup> , nachylenie połaci 8,2 st. -> C2=0,8) szer. 1,00 m [0,720kN/m <sup>2</sup> ]-1,00m]	0,72	1,50	0,00	1,08
Σ:		0,72	1,50	--	1,08

## III. ZASTOSOWANE SCHEMATY STATYCZNE.

Podstawowe elementy nośne jak:

- Nadproża zostały policzone jako belki wolnopodparte lub zamocowane.
- Belki i podciąg w zależności od warunków pracy jako jednoprzęsłowe zamocowane bądź wolnopodparte lub wieloprzęsłowe ciągłe.
- Ściany fundamentowe sprawdzono pod względem granicznego oporu podłoża obliczonego dla założonych prostych warunków gruntowych.
- Stopy fundamentowe – obliczono na rzeczywiste reakcje od słupów pod względem granicznego oporu podłoża obliczonego maks. naprężenia w podłożu gruntowym 150kPa. Sprawdzono także stopy ze względu na zginanie przyjmując miejsce maksymalnego momentu osłupa, oraz ze względu na przebiecie.
- Wiaty i płatwie kratowe wymiarowano jako prętowe układy kratowe
- Słupy zostały policzone wg PN obciążone obliczeniowymi sumami reakcji z obwiedni belek oraz podciągów

Do obliczeń statycznych wykorzystano oprogramowanie inżynierskie :

- „ABC Płyta” o nr licencji 1722
- „ABC OBIEKT 3D” o nr licencji 1722
- „SPECBUD” o nr licencji 2F67-C8E0
- „Konstruktor” licencja dla BIP Korczakowski [L02]

W niniejszym opracowaniu przedstawiono graficzne wyniki obliczeniowe w postaci proponowanych szkiców zbrojenie oraz przekrojów elementów z podanymi rodzajami użytych materiałów w oparciu o przyjęte obciążenia i schematy statyczne.

## IV. NORMY I MATERIAŁY ŹRÓDŁOWE

Obliczenia konstrukcji wykonano w oparciu o poniższe materiały źródłowe:

- ❖ PN-82/B-02000 – „Obciążenia budowli. Zasady ustalania wartości”
- ❖ PN-82/B-02001 – „Obciążenia budowli . Obciążenia stałe”
- ❖ PN-82/B-02003 – „Obciążenia budowli . Obciążenia zmienne i technologiczne. Podstawowe obciążenia technologiczne i montażowe”
- ❖ PN-80/B-02010 – „Obciążenia w obliczeniach statycznych . Obciążenie śniegiem”
- ❖ PN-77/B-02011 – „Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie wiatrem”
- ❖ PN-89/B-02361 – „Pochylenie połaci dachowych”
- ❖ PN-90/B-03000 – „Projekty budowlane. Obliczenia statyczne”
- ❖ PN-87/B-03002 – „Konstrukcje murowe. Obliczenia statyczne i projektowanie”
- ❖ PN-90/B-03200 – „Konstrukcje stalowe. Obliczenia statyczne i projektowanie”
- ❖ PN-84/B-03264 – „Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Obliczenia statyczne i projektowanie”
- ❖ PN-81/B-03150 – „Konstrukcje z drewna i materiałów drewnopochodnych. Obliczenia statyczne i projektowanie. Konstrukcje”
- ❖ PN-81/B-03020 – „Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie”
- ❖ „Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlano-montażowych”

## V. PODSTAWOWE ELEMENTY KONSTRUKCJI.

- Fundamenty:** Beton B20, max. średnica kruszywa d<sub>g</sub> = 20mm; otulina 5 cm; zbrojenie główne – # Stal A-IIIN (BSt500); zbrojenie poprzeczne – φ Stal A-I (St3SX), wykonywane na podbetonie gr. 10cm. Wymiary oraz rodzaje jak na rysunku konstrukcji. ściany fundamentowe zbrojone podłużnie 4#12; poprzeczne φ 8 co 25cm szczegóły na rysunkach. Stopy

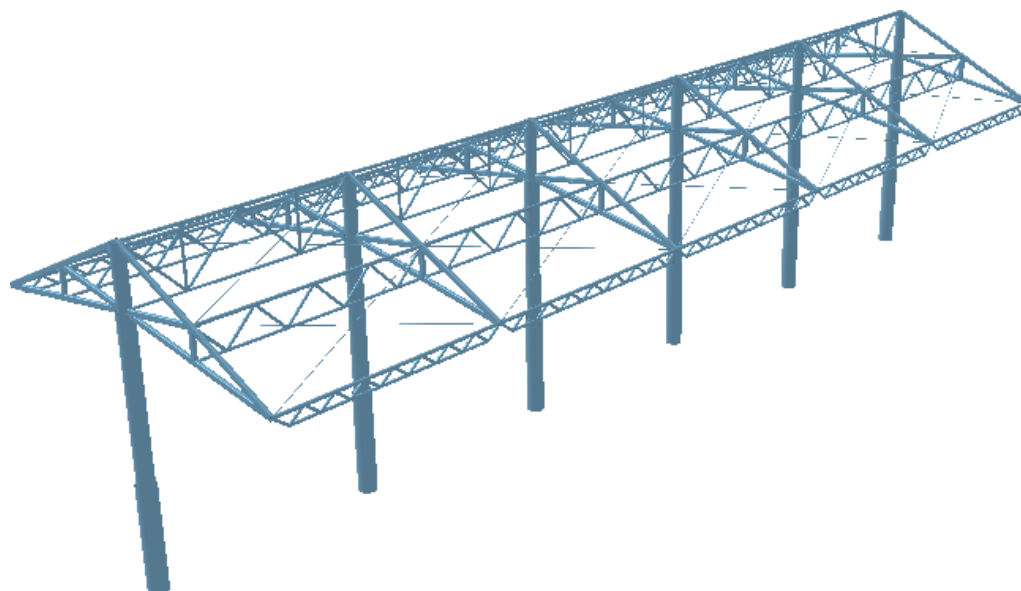
fundamentowe: Wymiary poziome jak na rzucie wysokość jak na rysunkach. Wypuścić pręty do połączenia ze słupami w ilości i średnicach jak w słupie. Obliczenia statyczne przeprowadzono dla najbardziej obciążonej stopy (reszta fundamentu obliczona na podstawie proporcjonalnego rozkładu naprężeń).

2. **Nadproża:** nadproża monolityczne żelbetowe 25x24cm oraz stalowe I 140(Beton B25, max. średnica kruszywa  $d_g=20\text{mm}$ ; otulina 2 cm; zbrojenie główne – # Stal A-IIIIN (BST500); zbrojenie poprzeczne –  $\phi$  A-I (St3SX).
3. **Wieńce żelbetowe:** (Beton B25, max. średnica kruszywa  $d_g=20\text{mm}$ ; otulina 3 cm; zbrojenie główne – # Stal A-IIIIN; zbrojenie poprzeczne –  $\phi$  A-I (St3SX) o wymiarach 24x 25 i 30x25 cm zbrojony w narożach 4#12 , zbrojenie poprzeczne  $\phi$  6 co 20cm
4. **Ściany nośne zewnętrzne nadziemna:** wykonane jako:
  - ❖ Jednowarstwowe z cegły klinkierowej gr 24cm murowane na zaprawie cementowej lub z dodatkiem plastyfikatora.
5. **Ściany nośne fundamentowe:** wykonane z:
  - ❖ betonu wylewanego kl B15 wg rysunków architektury
6. **Słupy:**
  - a. Żelbetowy rdzeń wypełniający w słupach stalowych okrągłych (Beton B25, max. średnica kruszywa  $d_g=15\text{mm}$ ; otulina 2 cm; zbrojenie główne – #12 Stal A-IIIIN (BST500) ; zbrojenie poprzeczne śr. 6mm co 15cm
  - b. Stalowe pawilonów z dwuteowników I140 ze stali St4V
7. **Konstrukcje dachu pawilonów:** Konstrukcje dachu pawilonów stanowią krokwie stalowe z dwuteowników I 80 w rozstawie co 1m oparte z jednej strony na murze oraz na Podciągu stalowym z dwuteownika I 140. Wszystkie elementy łączone spoinami pachwinowymi o gr.3mm lub 0,7 gr ścianki o cieńszym przekroju
8. **Konstrukcje wiat:** Konstrukcje wiat stanowią prętowe układy kratowe dźwigarów głównych o schemacie pracy odwróconym(pas górny rozciągany) oparte na stalowych słupach utwierdzonych w stopach fundamentowych. Jako podparcie dla pokrycia z płyt typu plexi zastosowano płatwie kratownicowe. Wszystkie elementy z zamkniętych profili rurowych kwadratowych prostokątnych i okrągłych. Elementy łączone przez spawanie spoinami czołowymi o gr. ścianki elementu przylegającego czołowo. Płatwie mocować do dźwigarów poprzez spawanie o wymogach jw.

## VI. PODSTAWOWE WYNIKI OBLICZEŃ STATYCZNYCH

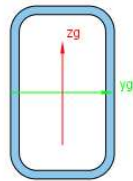
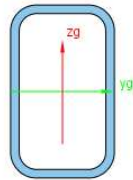
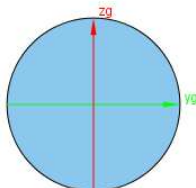
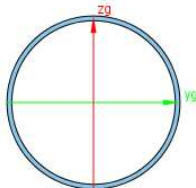
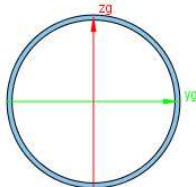
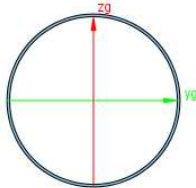
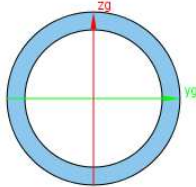
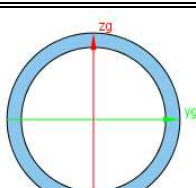
### A. ZADASZENIE CIĄGÓW KOMUNIKACYJNYCH

#### ❖ R3D3 RAMA3D - Widok 3D MODEL KONSTRUKCJI

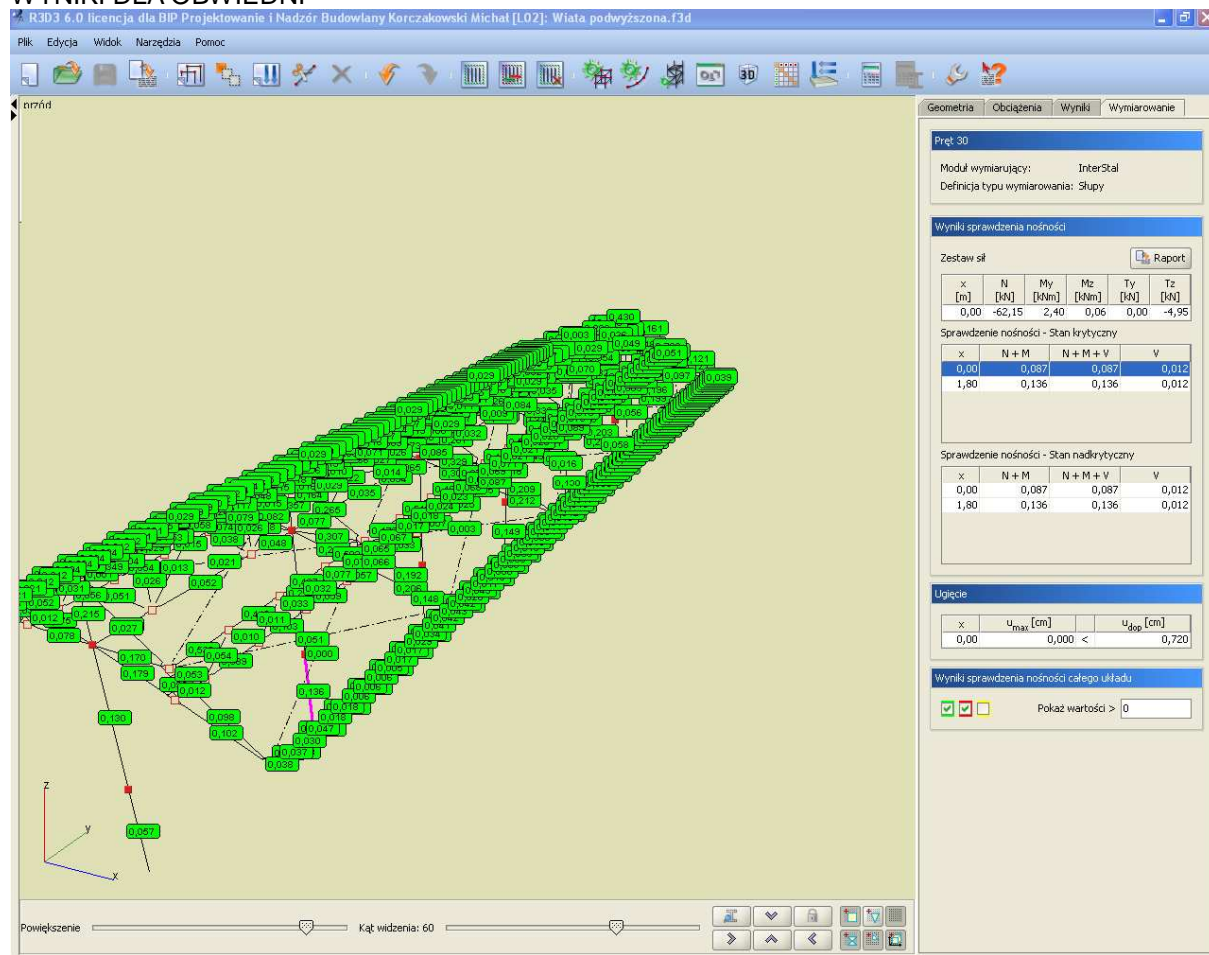


Parametry projektu	
<b>Geometria:</b> Szerokość(x): 6,612 m Długość(y): 20,000 m Wysokość(z): 5,542 m	Węzłów: 305 Podpór: 6 Prętów: 675 Grup prętów: 10 Profili: 8
<b>Suma obciążeń:</b> Kierunek x: 0,00 kN Kierunek y: 0,00 kN Kierunek z: -479,24 kN	Ciężar: 48,05 kN Grup stałych: 2 Grup zmiennych: 5 Grup multi: 0

**Dane  
Przekroje**

Nazwa		R 100 x 60 x 5				
Parametry przekroju	A = 13,92cm <sup>2</sup>					
	J <sub>x</sub> = 182cm <sup>4</sup>	J <sub>y</sub> = 169,72cm <sup>4</sup>	J <sub>z</sub> = 76,83cm <sup>4</sup>			
	α <sub>y-yg</sub> = 0°	J <sub>yg</sub> = 169,72cm <sup>4</sup>	J <sub>zg</sub> = 76,83cm <sup>4</sup>			
	W <sub>y max</sub> = 33,94cm <sup>3</sup>		W <sub>y min</sub> = 33,94cm <sup>3</sup>			
	W <sub>z max</sub> = 25,61cm <sup>3</sup>		W <sub>z min</sub> = 25,61cm <sup>3</sup>			
Materiał	Stal St4V	E = 205GPa	G = 80GPa	Cieź. = 78,5kN/m <sup>3</sup>		
Nazwa		R 100 x 60 x 5 - 3				
Parametry przekroju	A = 13,92cm <sup>2</sup>					
	J <sub>x</sub> = 182cm <sup>4</sup>	J <sub>y</sub> = 169,72cm <sup>4</sup>	J <sub>z</sub> = 76,83cm <sup>4</sup>			
	α <sub>y-yg</sub> = 0°	J <sub>yg</sub> = 169,72cm <sup>4</sup>	J <sub>zg</sub> = 76,83cm <sup>4</sup>			
	W <sub>y max</sub> = 33,94cm <sup>3</sup>		W <sub>y min</sub> = 33,94cm <sup>3</sup>			
	W <sub>z max</sub> = 25,61cm <sup>3</sup>		W <sub>z min</sub> = 25,61cm <sup>3</sup>			
Materiał	Stal St4V	E = 205GPa	G = 80GPa	Cieź. = 78,5kN/m <sup>3</sup>		
Nazwa		ϕ 12				
Parametry przekroju	A = 1,13cm <sup>2</sup>					
	J <sub>x</sub> = 0,2cm <sup>4</sup>	J <sub>y</sub> = 0,1cm <sup>4</sup>	J <sub>z</sub> = 0,1cm <sup>4</sup>			
	α <sub>y-yg</sub> = 0°	J <sub>yg</sub> = 0,1cm <sup>4</sup>	J <sub>zg</sub> = 0,1cm <sup>4</sup>			
	W <sub>y max</sub> = 0,17cm <sup>3</sup>		W <sub>y min</sub> = 0,17cm <sup>3</sup>			
	W <sub>z max</sub> = 0,17cm <sup>3</sup>		W <sub>z min</sub> = 0,17cm <sup>3</sup>			
Materiał	Stal St4V	E = 205GPa	G = 80GPa	Cieź. = 78,5kN/m <sup>3</sup>		
Nazwa		ϕ 219,1 / 6,0				
Parametry przekroju	A = 40,13cm <sup>2</sup>					
	J <sub>x</sub> = 4 563,89cm <sup>4</sup>	J <sub>y</sub> = 2 278,07cm <sup>4</sup>	J <sub>z</sub> = 2 278,07cm <sup>4</sup>			
	α <sub>y-yg</sub> = 0°	J <sub>yg</sub> = 2 278,07cm <sup>4</sup>	J <sub>zg</sub> = 2 278,07cm <sup>4</sup>			
	W <sub>y max</sub> = 207,95cm <sup>3</sup>		W <sub>y min</sub> = 207,95cm <sup>3</sup>			
	W <sub>z max</sub> = 207,95cm <sup>3</sup>		W <sub>z min</sub> = 207,95cm <sup>3</sup>			
Materiał	Stal St4V	E = 205GPa	G = 80GPa	Cieź. = 78,5kN/m <sup>3</sup>		
Nazwa		ϕ 273,0 / 8,0				
Parametry przekroju	A = 66,55cm <sup>2</sup>					
	J <sub>x</sub> = 11 703,43cm <sup>4</sup>	J <sub>y</sub> = 5 841,78cm <sup>4</sup>	J <sub>z</sub> = 5 841,78cm <sup>4</sup>			
	α <sub>y-yg</sub> = 0°	J <sub>yg</sub> = 5 841,78cm <sup>4</sup>	J <sub>zg</sub> = 5 841,78cm <sup>4</sup>			
	W <sub>y max</sub> = 427,97cm <sup>3</sup>		W <sub>y min</sub> = 427,97cm <sup>3</sup>			
	W <sub>z max</sub> = 427,97cm <sup>3</sup>		W <sub>z min</sub> = 427,97cm <sup>3</sup>			
Materiał	Stal St4V	E = 205GPa	G = 80GPa	Cieź. = 78,5kN/m <sup>3</sup>		
Nazwa		ϕ 323,9 / 5,0 - 1				
Parametry przekroju	A = 50,05cm <sup>2</sup>					
	J <sub>x</sub> = 12 738,85cm <sup>4</sup>	J <sub>y</sub> = 6 358,61cm <sup>4</sup>	J <sub>z</sub> = 6 358,61cm <sup>4</sup>			
	α <sub>y-yg</sub> = 0°	J <sub>yg</sub> = 6 358,61cm <sup>4</sup>	J <sub>zg</sub> = 6 358,61cm <sup>4</sup>			
	W <sub>y max</sub> = 392,63cm <sup>3</sup>		W <sub>y min</sub> = 392,63cm <sup>3</sup>			
	W <sub>z max</sub> = 392,63cm <sup>3</sup>		W <sub>z min</sub> = 392,63cm <sup>3</sup>			
Materiał	Stal St4V	E = 205GPa	G = 80GPa	Cieź. = 78,5kN/m <sup>3</sup>		
Nazwa		ϕ 48,3 / 5,0				
Parametry przekroju	A = 6,8cm <sup>2</sup>					
	J <sub>x</sub> = 32,31cm <sup>4</sup>	J <sub>y</sub> = 16,13cm <sup>4</sup>	J <sub>z</sub> = 16,13cm <sup>4</sup>			
	α <sub>y-yg</sub> = 0°	J <sub>yg</sub> = 16,13cm <sup>4</sup>	J <sub>zg</sub> = 16,13cm <sup>4</sup>			
	W <sub>y max</sub> = 6,68cm <sup>3</sup>		W <sub>y min</sub> = 6,68cm <sup>3</sup>			
	W <sub>z max</sub> = 6,68cm <sup>3</sup>		W <sub>z min</sub> = 6,68cm <sup>3</sup>			
Materiał	Stal St4V	E = 205GPa	G = 80GPa	Cieź. = 78,5kN/m <sup>3</sup>		
Nazwa		ϕ 60,3 / 5,0				
Parametry przekroju	A = 8,68cm <sup>2</sup>					
	J <sub>x</sub> = 66,95cm <sup>4</sup>	J <sub>y</sub> = 33,42cm <sup>4</sup>	J <sub>z</sub> = 33,42cm <sup>4</sup>			
	α <sub>y-yg</sub> = 0°	J <sub>yg</sub> = 33,42cm <sup>4</sup>	J <sub>zg</sub> = 33,42cm <sup>4</sup>			
	W <sub>y max</sub> = 11,08cm <sup>3</sup>		W <sub>y min</sub> = 11,08cm <sup>3</sup>			
	W <sub>z max</sub> = 11,08cm <sup>3</sup>		W <sub>z min</sub> = 11,08cm <sup>3</sup>			
Materiał	Stal St4V	E = 205GPa	G = 80GPa	Cieź. = 78,5kN/m <sup>3</sup>		

## WYNIKI DLA OBWIEDNI



**UWAGA:** ze względu na obszerność wyników obliczeniowych nie zamieszczono w opracowaniu szczegółowych wyników, które są dostępne w siedzibie firmy.

# ZAKOTWIENIE SŁUPA STALOWEGO

## Geometria układu

### Dane ogólne

Połączenie obciążone mimośrodowo.

Siła ścisająca  $N = 65.0$  [kN]

Moment zginający  $M = 20.0$  [kNm]

Klasa stali elementów połączenia: St4v

Klasa betonu fundamentu: B20

**Wyznaczenie maksymalnych naprężeń pod blachą poziomą. Sprawdzenie kotwi.**

Mimośród  $e > (A/6)$ .

Naprężenia pod podstawą oblicza się wg wzoru (35) PN-B-03215:1998.

Zakres strefy docisku wyznacza się z równania (32) PN-B-03215:1998.

$$x^3 + 3px^2 + k(x-1)(1+p) = x^3 + 3(0.033)x^2 + 0.046(x-0.550)(0.550+(0.033)) = 0$$

$$x = 0.186 \text{ [m]}$$

Sprawdzenie nośności kotwi rozciąganych.

$$F_t = \frac{N_c(p+x/3)}{1-x/3} = \frac{65.0(0.033+0.186/3)}{0.550-0.186/3} = 12.602 \text{ [kN]}$$

$$F_t = 12.6 \text{ [kN]} \leq nS_R = 2 \cdot 103.0 = 206.0 \text{ [kN]}$$

Nie przekroczona nośność kotwi rozciąganych.

Sprawdzenie naprężeń maksymalnych pod blachą podstawy.

$$\sigma_c = \frac{2(N_c + F_t)}{x_b} = \frac{2(65.0 + 12.6)}{0.186 \cdot 0.55} = 1518.9 \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

$$\sigma_c = 1.519 \text{ [MPa]} \leq f_b = 7.120 \text{ [MPa]}$$

Naprężenia pod blachą podstawy są mniejsze niż wytrzymałość obliczeniowa podstawy na docisk.

**Obliczenia grubości blachy poziomej.**

Grubość blachy podstawy określa się dla maksymalnego momentu zginającego w poszczególnych częściach blachy od odporu fundamentu.

Przyjęto, że poszczególne płyty mogą mieć następujące schematy podparcia:

belka utwierdzona, płyta kołowa utwierdzona na obwodzie.

Momenty oblicza się dla pasma blachy o jednostkowej szerokości.

Płyta okrągła utwierdzona na obwodzie.

Promień płyty  $R = 0.161$  [m]

$$M_1 = \frac{1}{16} \sigma_c R^2 = \frac{1}{16} 1518.9 \cdot 0.161^2 = 2.5 \text{ [kNm]}$$

Belka utwierdzona na żeberkach.

Rozpiętość  $L = 0.275$  [m]

$$M_2 = \frac{1}{12} \sigma_c L^2 = \frac{1}{12} 1518.9 \cdot 0.275^2 = 9.6 \text{ [kNm]}$$

Maksymalny moment zginający.

$$M_{\max} = \max(M_1, M_2) = \max(2.5, 9.6) = 9.6 \text{ [kNm]}$$

Minimalna grubość blachy poziomej.

$$T_{\min} = \left( \frac{6M_{\max}}{f_d} \right)^{0.5} = \left( \frac{6 \cdot 9.6 \cdot 10^{-10}}{225.0} \right)^{0.5} = 0.016 \text{ [m]}$$

$$T_{\text{obl}} = 0.016 \text{ m} \leq T_{\text{przyjęte}} = 0.018 \text{ m}$$

Prawidłowo przyjęta grubość blachy poziomej.

**Obliczenia spoin poziomych.**

Spoina pachwinowa obwodowa.

Sprawdzenie warunków konstrukcyjnych grubości spoin pachwinowych.

$$0.2t_{\max} \leq a \leq 0.7t_{\min}, a \geq 3\text{mm}$$

$$0.7 \cdot 5.0 = 3.5 \text{ [mm]} < 4.0 \text{ [mm]}$$

**Przyjęto zbyt dużą grubość spoiny, ze względu na warunki konstrukcyjne.**

Sprawdzenie nośności spoiny pachwinowej.

Założono, że spoiny przy kształtowniku współpracują.

Sumaryczna długość spoin  $\Sigma L_{\text{sp}} = 3.423$  [m]

Całkowity moment bezwładności spoin poziomych  $I_{\text{sp}} = 0.001247$  [m<sup>4</sup>]

Wyznaczenie składowych naprężeń.

Od siły pionowej i momentu zginającego:

$$\sigma_{\max} = \frac{N}{a \Sigma L_{\text{sp}}} + \frac{M_{x_{\max}}}{I_{\text{sp}}} = \frac{65.0}{0.004 \cdot 3.423} + \frac{20.0 \cdot 0.26}{0.001247} = 8887.9 \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

$$\sigma_{\text{prost}} = \tau_{\text{prost}} = \frac{\sigma_{\max}}{1.4142} = \frac{8.9}{1.4142} = 6.3 \text{ [MPa]}$$

Od siły rozwarstwiającej:

Parametry geometryczne przekroju złożonego z blach pionowych i blachy podstawy, położonego po zewnętrznej stronie kształtownika.

Szerokość blachy współpracującej podstawy  $b_{\text{wsp}} = 0.122$  [m]

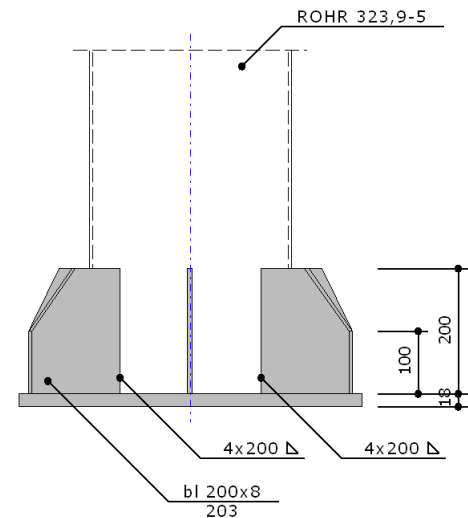
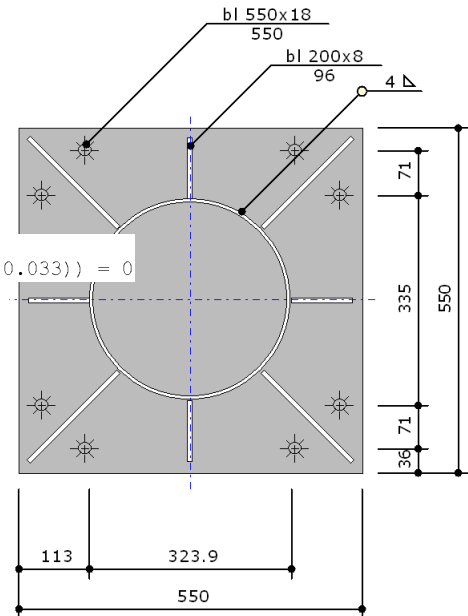
Położenie osi obojętnej przekroju  $y_{\text{sr}} = 0.039$  [m]

$$\tau_{\text{rown}} = \frac{V_a S}{I_x 2a} = \frac{33.5 \cdot 0.000065}{0.000017 \cdot 2 \cdot 0.004} = 15668.9 \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

Warunek wytrzymałości wzór (93) PN-90/B-03200:

$$\chi(\sigma_{\text{prost}}^2 + 3(\tau_{\text{rown}}^2 + \tau_{\text{prost}}^2))^{0.5} \leq f_d$$

$$0.7(6.3^2 + 3(15.7^2 + 6.3^2))^{0.5} = 20.9 \text{ [MPa]} \leq f_d = 225.0 \text{ [MPa]}$$



Moment bezwładności przekroju  $I_x = 0.000017$  [m<sup>4</sup>]

Moment statyczny blachy podstawy względem osi obojętnej  $S = 0.000065$  [m<sup>3</sup>]

Siła poprzeczna w przekroju  $V_a = 33.5$  [kN]

Naprężenia styczne (rozwarstwiające)



Nośność spoin poziomych jest wystarczająca.

#### Obliczenia spoin pionowych.

Obliczenia spoin pachwinowych łączących każde żeberko z słupem (dwie spoiny).

Sprawdzenie warunków konstrukcyjnych grubości spoin pachwinowych.

$$0.2t_{\max} \leq a \leq 0.7t_{\min}, a \geq 3\text{mm}$$

$$0.2 \cdot 5.0 = 1.0 [\text{mm}] \leq 4.0 [\text{mm}] \leq 0.7 \cdot 18.0 = 12.6 [\text{mm}]$$

Poprawnie przyjęto grubość spoiny, ze względu na warunki konstrukcyjne.

Sprawdzenie naprężeń zgodnie z wzorem (93) PN-90/B-03200.

$$\text{Moment bezwładności przekroju dwóch spoin } I_x = 0.00000533 [\text{m}^4]$$

$$\text{Siła przenoszona przez pojedyncze żeberko } V_a = 33.5 [\text{kN}]$$

$$\text{Moment przenoszony przez pojedyncze żeberko } M_a = 3.8 [\text{kNm}]$$

Wyznaczenie naprężeń  $\tau_{\text{równ}}$ :

$$\tau_{\text{równ}} = \frac{V_a}{2a l} = \frac{33.5 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 0.004 \cdot 0.200} = 20.9 [\text{MPa}]$$

Wyznaczenie naprężeń  $\tau_{\text{prost}}$  i  $\sigma_{\text{równ}}$ :

$$\sigma = \frac{0.5 M 10^{-3} H_{\text{BlPion}}}{I_x} = \frac{0.5 \cdot 3.8 \cdot 0.200 \cdot 10^{-3}}{0.00000533} = 71.3 [\text{MPa}]$$

$$\tau_{\text{prost}} = \sigma_{\text{równ}} = 0.707 \sigma = 0.707 \cdot 71.3 = 50.4 [\text{MPa}]$$

$$\chi(\sigma_{\text{prost}}^2 + 3(\tau_{\text{równ}}^2 + \tau_{\text{prost}}^2))^{0.5} \leq f_d$$

$$0.7(50.4^2 + 3(20.9^2 + 50.4^2))^{0.5} = 75.0 [\text{MPa}] \leq f_d = 235.0 [\text{MPa}]$$

Nośność pachwinowych spoin pionowych jest wystarczająca.

#### Obliczenia blach pionowych.

Parametry geometryczne przekroju złożonego z blachy pionowej i części współpracującej blachy podstawy.

$$\text{Położenie osi obojętnej przekroju } y_{sr} = 0.039 [\text{m}]$$

$$\text{Szerokość blachy współpracującej podstawy } b_{wsp} = 0.122 [\text{m}]$$

$$\text{Moment bezwładności przekroju } I_x = 0.000017 [\text{m}^4]$$

$$\text{Pole przekroju przenoszącego siłę tnącą (tylko blachy pionowe)} A_v = 0.0016 [\text{m}^2]$$

$$\text{Siła poprzeczna w przekroju } V_a = 33.5 [\text{kN}]$$

$$\text{Moment zginający w przekroju } M_a = 3.8 [\text{kNm}]$$

Sprawdzenie nośności żeberk na ścinanie.

$$V_r = 0.58 A_v f_d = 0.58 \cdot 0.0016 \cdot 235.0 \cdot 10^3 = 218.1 [\text{kN}] \geq V_a = 33.5 [\text{kN}]$$

Nośność blach pionowych na ścinanie jest wystarczająca.

Sprawdzenie maksymalnych naprężeń w blachach pionowych.

$$\sigma_{\max} = \frac{M_a (T_{\text{BlPoz}} + H_{\text{BlPion}} - y_{sr})}{I_x} = \frac{3.8 \cdot 10^{-3} (0.018 + 0.200 - 0.039)}{0.000017} = 39.2 [\text{MPa}] \leq f_d = 235.0 [\text{MPa}]$$

Maksymalne naprężenia w blachach pionowych nie są przekroczone.

**UWAGA** w blasze podstawy wyciąć otwór o średnicy 30cm dla wprowadzenia rdzenia żelbetowego

## Fundamenty

Opis fundamentu:

Typ: stopa prostopadłościenna

Wymiary:

$$B = 1.60 \text{ m} \quad L = 1.10 \text{ m} \quad H = 0.35 \text{ m}$$

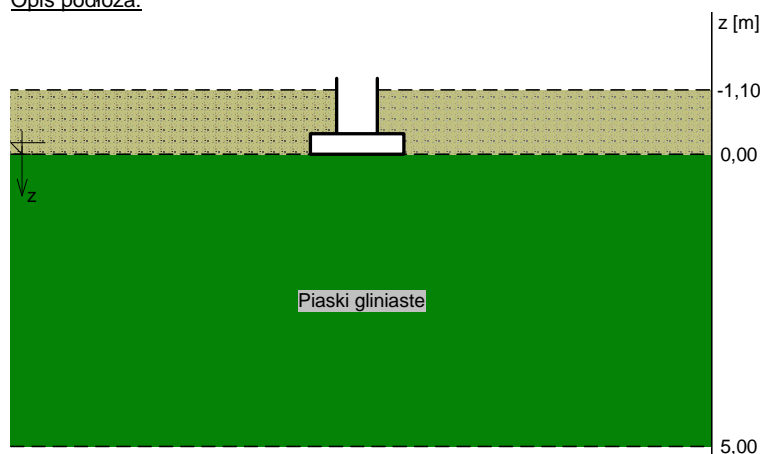
Opis podłoża:

$$B_s = 0.70 \text{ m} \quad L_s = 0.70 \text{ m} \quad e_B = 0.00 \text{ m} \quad e_L = 0.00 \text{ m}$$

Posadowienie fundamentu:

$$D = 1.10 \text{ m} \quad D_{\min} = 1.10 \text{ m}$$

brak wody gruntowej w zasypce



Nr	nazwa gruntu	h [m]	nawodnion a	$\rho_s^{(0)}$ [t/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{l,\min}$	$\gamma_{l,\max}$	$\phi_0^{(0)}$ [°]	$c_u^{(0)}$ [kPa]	$M_0$ [kPa]	$M$ [kPa]
1	Piaski gliniaste	5.00	nie	2.10	0.90	1.10	17.80	31.58	36039	40039

Naprężenie dopuszczalne dla podłoża  $\sigma_{\text{dop}}$  [kPa] = 150.0 kPa

# Kombinacje obciążeń obliczeniowych:

Nr	typ obc.	N [kN]	T <sub>B</sub> [kN]	M <sub>B</sub> [kNm]	T <sub>L</sub> [kN]	M <sub>L</sub> [kNm]	e [kPa]	Δe [kPa/m]
1	długotrwałe	65,00	5,18	22,50	0,00	0,00	0,00	0,00

## Materiały:

### Zasyпка:

ciężar objętościowy: 20,00 kN/m<sup>3</sup>  
współczynniki obciążenia:  $\gamma_{f,min} = 0,90$ ;  $\gamma_{f,max} = 1,20$

### Beton:

klasa betonu: **B20** (C16/20) →  $f_{cd} = 10,67$  MPa,  $f_{ctd} = 0,87$  MPa,  
 $E_{cm} = 29,0$  GPa

ciężar objętościowy: 24,00 kN/m<sup>3</sup>  
współczynniki obciążenia:  $\gamma_{f,min} = 0,90$ ;  $\gamma_{f,max} = 1,10$

### Zbrojenie:

klasa stali: A-IIIIN (**RB500W**) →  $f_{yk} = 500$  MPa,  $f_{yd} = 420$  MPa,  $f_{tk}$   
= 550 MPa  
otulina zbrojenia  $c_{nom} = 85$  mm

## Założenia obliczeniowe:

Współczynniki korekcyjne oporu granicznego podłoża:

- dla nośności pionowej  $m = 0,81$
- dla stateczności fundamentu na przesunięcie  $m = 0,72$
- dla stateczności na obrót  $m = 0,72$

Współczynnik kształtu przy wpływie zagłębienia na nośność podłoża:  $\beta = 1,50$

Współczynnik tarcia gruntu o podstawę fundamentu:  $f = 0,50$

Współczynniki redukcji spójności:

- przy sprawdzaniu przesunięcia: 0,50
- przy korekcie nachylenia wypadkowej obciążenia: 1,00

Czas trwania robót: powyżej 1 roku ( $\lambda = 1,00$ )

Stosunek wartości obc. obliczeniowych N do wartości obc.

charakterystycznych  $N_k$   $N/N_k = 1,20$

## WYNIKI-PROJEKTOWANIE:

### WARUNKI STANÓW GRANICZNYCH PODŁOŻA - wg PN-81/B-03020

#### Nośność pionowa podłoża:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje nośność w poziomie: **posadowienia fundamentu**

Obliczeniowy opór graniczny podłoża  $Q_{Rd} = 938,0$  kN

$N_k = 104,1$  kN <  $m \cdot Q_{Rd} = 759,8$  kN (13,70%)

#### Nośność (stateczność) podłoża z uwagi na przesunięcie poziome:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje nośność w poziomie: **posadowienia fundamentu**

Obliczeniowy opór graniczny podłoża  $Q_{Rd} = 50,3$  kN

$T_k = 5,2$  kN <  $m \cdot Q_{Rd} = 36,2$  kN (14,30%)

#### Obciążenie jednostkowe podłoża:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Napężenie maksymalne  $\sigma_{max} = 111,0$  kPa

$\sigma_{max} = 111,0$  kPa <  $\sigma_{dop} = 150,0$  kPa (73,98%)

#### Stateczność fundamentu na obrót:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje moment wywracający  $M_{oB,2-3} = 24,31$  kNm, moment

utrzymujący  $M_{uB,2-3} = 76,36$  kNm

$M_o = 24,31$  kNm <  $m \cdot M_u = 55,0$  kNm (44,22%)

#### Osiadanie:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Osiadanie pierwotne  $s' = 0,04$  cm, wtórne  $s'' = 0,03$  cm, całkowite

$s = 0,07$  cm

$s = 0,07$  cm <  $s_{dop} = 1,00$  cm (7,46%)

### OBLICZENIA WYTRZYMAŁOŚCIOWE FUNDAMENTU - wg PN-B-03264: 2002

#### Nośność na przebicie:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Pole powierzchni wielokąta  $A = 0,22$  m<sup>2</sup>

Siła przebijająca  $N_{sd} = (g+q)_{max} \cdot A = 24,0$  kN

Nośność na przebicie  $N_{Rd} = 197,3$  kN

$N_{sd} = 24,0$  kN <  $N_{Rd} = 197,3$  kN (12,18%)

#### Wymiarowanie zbrojenia:

Wzdłuż boku B:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Zbrojenie potrzebne  $A_s = 1,97$  cm<sup>2</sup>

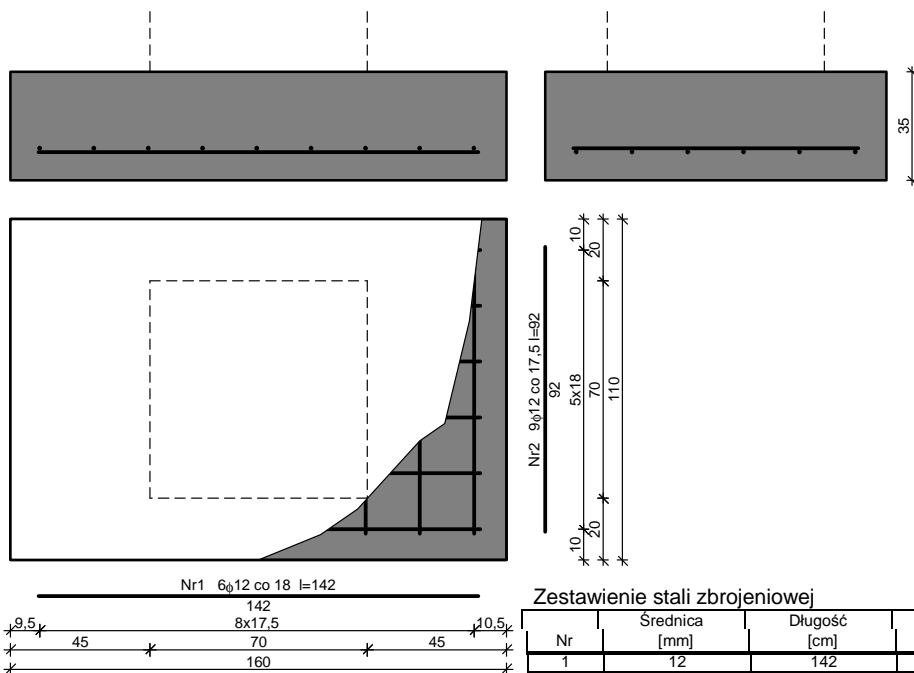
Przyjęto konstrukcyjnie **6 prętów  $\phi 12$  mm** o  $A_s = 6,79$  cm<sup>2</sup>

Wzdłuż boku L:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Zbrojenie potrzebne  $A_s = 0,86$  cm<sup>2</sup>

Przyjęto konstrukcyjnie **9 prętów  $\phi 12$  mm** o  $A_s = 10,18$  cm<sup>2</sup>



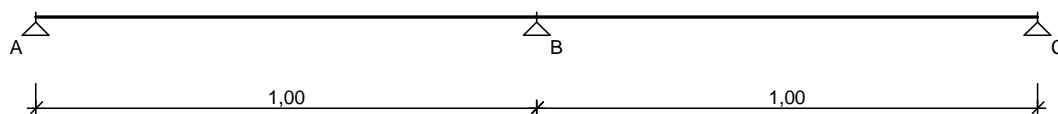
## Zestawienie stali zbrojeniowej

Nr	Średnica [mm]	Długość [cm]	Liczba [szt.]	RB500W
1	12	142	6	8,52
2	12	92	9	8,28
Długość wg średnic [m]				16,9
Masa 1mb pręta [kg/mb]				0,888
Masa wg średnic [kg]				15,0
Masa wg gatunku stali [kg]				15,0
Razem [kg]				15

## B. ZADASZENIA PAWILONÓW

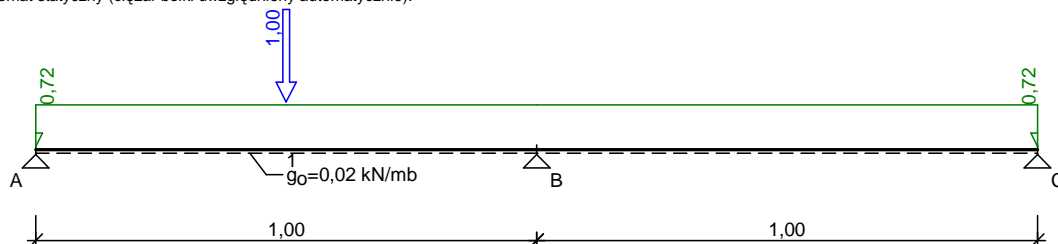
Łata stalowa:

SCHEMAT BELKI



OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI

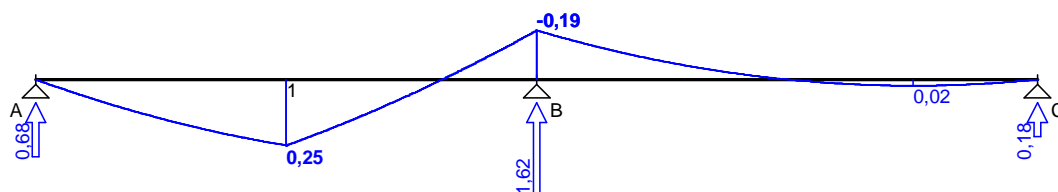
Przypadek **P1: Przypadek 1** ( $\eta_i = 1,15$ ) śnieg + człowiek  
Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Przypadek **P1: Przypadek 1**

Momenty zginające [kNm]:



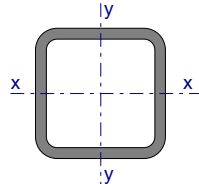
ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

Wykorzystanie rezerwy plastycznej przekroju: tak;

Parametry analizy zwichrzenia:

- obciążenie przyłożone na pasie górnym belki;
- obciążenie działa w dół;
- brak stężeń bocznych na długości przęsła belki;

WYMIAROWANIE WG PN-90/B-03200



Przekrój: **30x30x2,5**

$A_y = 1,38 \text{ cm}^2$ ,  $m = 2,03 \text{ kg/m}$

$J_x = 3,16 \text{ cm}^4$ ,  $J_y = 3,16 \text{ cm}^4$ ,  $J_w = 0,00 \text{ cm}^6$ ,  $J_T = 0,00 \text{ cm}^4$ ,  $W_x = 2,10 \text{ cm}^3$

Stal: **St4**

Nośności obliczeniowe przekroju:

- zginanie: klasa przekroju 1 ( $\alpha_p = 1,177$ )

- ścinanie: klasa przekroju 1

$M_R = 0,58 \text{ kNm}$   
 $V_R = 18,74 \text{ kN}$

**Belka**

Nośność na zginanie

Przekrój  $z = 0,50 \text{ m}$

Współczynnik zwichrzenia  $\phi_L = 1,000$

Moment maksymalny  $M_{\max} = 0,25 \text{ kNm}$

$M_{\max} / (\phi_L \cdot M_R) = 0,430 < 1$

Nośność na ścinanie

Przekrój  $z = 1,00 \text{ m}$

Maksymalna siła poprzeczna  $V_{\max} = -1,06 \text{ kN}$

$V_{\max} / V_R = 0,056 < 1$

Nośność na zginanie ze ścinaniem

$V_{\max} = -1,06 \text{ kN} < V_0 = 0,3 \cdot V_R = 5,62 \text{ kN} \rightarrow$  warunek niemiernodajny

Stan graniczny użytkowania

Przekrój  $z = 0,47 \text{ m}$

Ugięcie maksymalne  $f_{k,\max} = 2,55 \text{ mm}$

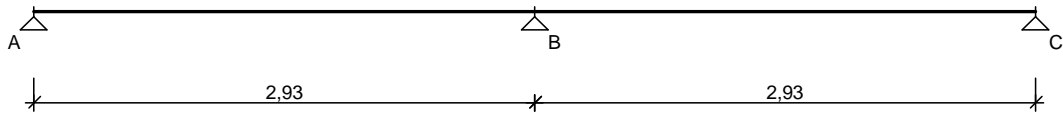
Ugięcie graniczne  $f_{gr} = l_0 / 350 = 2,86 \text{ mm}$

$f_{k,\max} = 2,55 \text{ mm} < f_{gr} = 2,86 \text{ mm}$

**UWAGA :** Ze względu na minimalną szerokość podpór stosowanych dla pokrycia z blachy trapezowej T-35 przyjęto najmniejszy możliwy przekrój tj 40x40x2

## Krokiec stalowa:

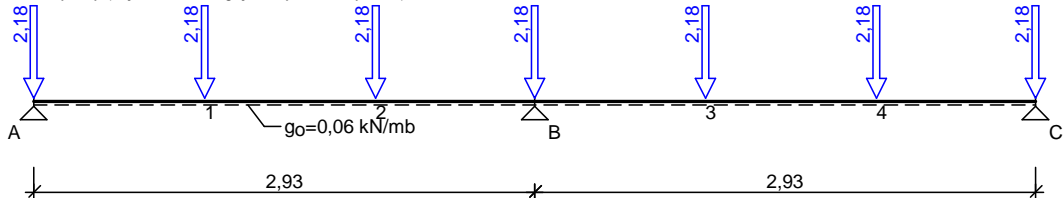
### SCHEMAT BELKI



### OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI

Przypadek **P1: Przypadek 1** ( $\gamma = 1,15$ )

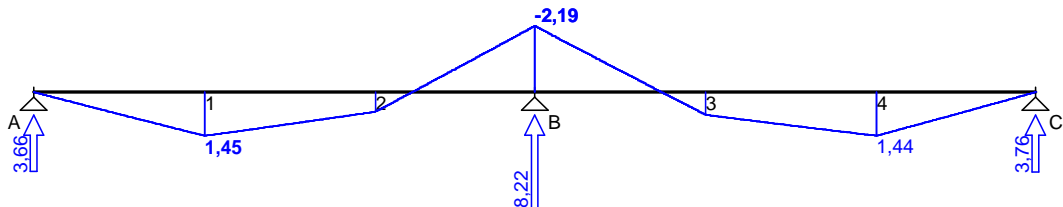
Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



### WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Przypadek **P1: Przypadek 1**

Momenty zginające [kNm]:



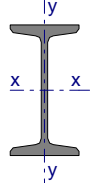
### ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

Wykorzystanie rezerwy plastycznej przekroju: tak;

Parametry analizy zwichrzenia:

- obciążenie przyłożone na pasie górnym belki;
- obciążenie działa w dół;
- brak stężeń bocznych na długości przęseł belki;

### WYMIAROWANIE WG PN-90/B-03200



Przekrój: **I 80**

$A_v = 3,12 \text{ cm}^2$ ,  $m = 5,94 \text{ kg/m}$

$J_x = 77,8 \text{ cm}^4$ ,  $J_y = 6,29 \text{ cm}^4$ ,  $J_w = 84,0 \text{ cm}^6$ ,  $J_T = 0,93 \text{ cm}^4$ ,  $W_x = 19,5 \text{ cm}^3$

Stal: **St3**

#### Nośności obliczeniowe przekroju:

- zginanie: klasa przekroju 1 ( $\alpha_p = 1,085$ )

$M_R = 4,55 \text{ kNm}$

- ścinanie: klasa przekroju 1

$V_R = 38,91 \text{ kN}$

#### Belka

##### Nośność na zginanie

Przekrój  $z = 2,93 \text{ m}$

Współczynnik zwichrzenia  $\phi_L = 0,764$

Moment maksymalny  $M_{\max} = -2,19 \text{ kNm}$

$M_{\max} / (\phi_L \cdot M_R) = 0,629 < 1$

##### Nośność na ścinanie

Przekrój  $z = 2,93 \text{ m}$

Maksymalna siła poprzeczna  $V_{\max} = -3,07 \text{ kN}$

$V_{\max} / V_R = 0,079 < 1$

##### Nośność na zginanie ze ścinaniem

$V_{\max} = -3,07 \text{ kN} < V_0 = 0,6 \cdot V_R = 23,34 \text{ kN} \rightarrow$  warunek niemiarodajny

##### Stan graniczny użytkowania

Przekrój  $z = 4,63 \text{ m}$

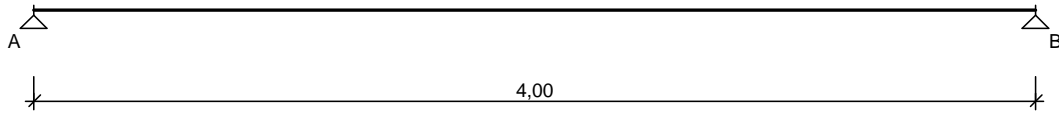
Ugięcie maksymalne  $f_{k,\max} = 4,66 \text{ mm}$

Ugięcie graniczne  $f_{gr} = l_0 / 350 = 8,37 \text{ mm}$

$f_{k,\max} = 4,66 \text{ mm} < f_{gr} = 8,37 \text{ mm}$

## Podciąg stalowy:

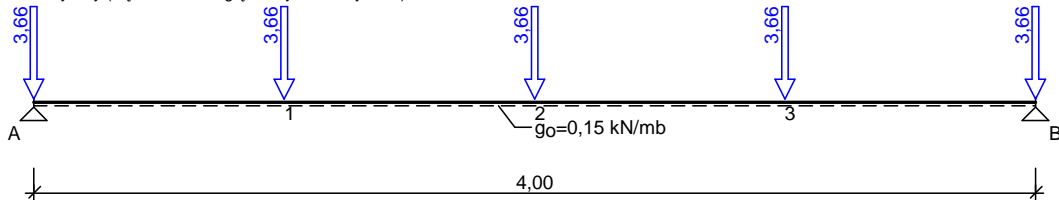
### SCHEMAT BELKI



### OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI

Przypadek **P1: Przypadek 1** ( $\gamma_i = 1,15$ )

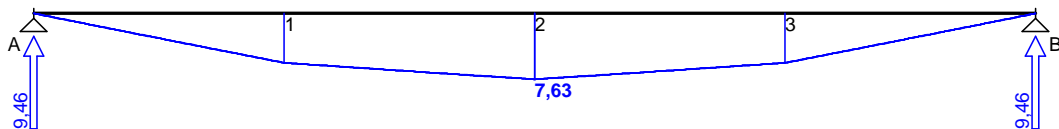
Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



### WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Przypadek **P1: Przypadek 1**

Momenty zginające [kNm]:



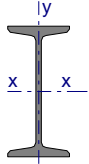
### ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

Wykorzystanie rezerwy plastycznej przekroju: tak;

Parametry analizy zwichrzenia:

- obciążenie przyłożone na pasie górnym belki;
- obciążenie działa w dół;
- brak stężeń bocznych na długości przęseł belki;

### WYMIAROWANIE WG PN-90/B-03200



Przekrój: **I 140**

$A_y = 7,98 \text{ cm}^2$ ,  $m = 14,3 \text{ kg/m}$

$J_x = 573 \text{ cm}^4$ ,  $J_y = 35,2 \text{ cm}^4$ ,  $J_{\omega} = 1520 \text{ cm}^6$ ,  $J_T = 4,68 \text{ cm}^4$ ,  $W_x = 81,9 \text{ cm}^3$

Stal: **St4**

#### Nośności obliczeniowe przekroju:

- zginanie: klasa przekroju 1 ( $\alpha_p = 1,081$ )

$M_R = 20,81 \text{ kNm}$

- ścinanie: klasa przekroju 1

$V_R = 108,77 \text{ kN}$

#### Nośność na zginanie

Przekrój  $z = 2,00 \text{ m}$

Współczynnik zwichrzenia  $\phi_L = 0,462$

Moment maksymalny  $M_{\max} = 7,63 \text{ kNm}$

$M_{\max} / (\phi_L \cdot M_R) = 0,795 < 1$

#### Nośność na ścinanie

Przekrój  $z = 4,00 \text{ m}$

Maksymalna siła poprzeczna  $V_{\max} = -5,80 \text{ kN}$

$V_{\max} / V_R = 0,053 < 1$

#### Nośność na zginanie ze ścinaniem

$V_{\max} = -5,80 \text{ kN} < V_o = 0,6 \cdot V_R = 65,26 \text{ kN} \rightarrow$  warunek niemiarodajny

#### Stan graniczny użytkowania

Przekrój  $z = 2,00 \text{ m}$

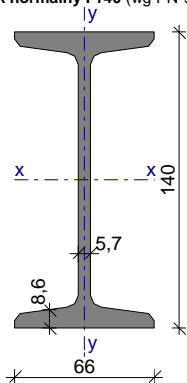
Ugięcie maksymalne  $f_{k,\max} = 8,99 \text{ mm}$

Ugięcie graniczne  $f_{gr} = l_o / 350 = 11,43 \text{ mm}$

$f_{k,\max} = 8,99 \text{ mm} < f_{gr} = 11,43 \text{ mm}$

## Słup stalowy:

Dwuteownik normalny I 140 (wg PN-91/H-93407)



### Wymiary przekroju

h = 140 mm, b<sub>f</sub> = 66 mm  
t<sub>w</sub> = 5,7 mm, t<sub>f</sub> = 8,6 mm  
r = 5,7 mm, r<sub>1</sub> = 3,4 mm

### Cechy geometryczne przekroju

A = 18,20 cm <sup>2</sup>	A <sub>vy</sub> = 7,980 cm <sup>2</sup>	A <sub>vx</sub> = 11,35 cm <sup>2</sup>
J <sub>x</sub> = 573,0 cm <sup>4</sup>	J <sub>y</sub> = 35,20 cm <sup>4</sup>	
W <sub>x</sub> = 81,90 cm <sup>3</sup>	W <sub>y</sub> = 10,70 cm <sup>3</sup>	
W <sub>pl,x</sub> = 95,20 cm <sup>3</sup>	W <sub>pl,y</sub> = 19,73 cm <sup>3</sup>	
i <sub>x</sub> = 5,610 cm	i <sub>y</sub> = 1,400 cm	
I <sub>w</sub> = 1520 cm <sup>6</sup>	I <sub>T</sub> = 4,680 cm <sup>4</sup>	
W <sub>o</sub> = 70,00 cm <sup>4</sup>	S <sub>x</sub> = 47,60 cm <sup>3</sup>	
A <sub>L</sub> = 0,506 m <sup>2</sup> /mb,	A <sub>G</sub> = 3,536 m <sup>2</sup> /t	

U/A = 277,9 m<sup>-1</sup>, m = 14,30 kg/m

**Stal:** St4, f<sub>d</sub> = 235 MPa, λ<sub>p</sub> = 80,3;

### Nośność obliczeniowa przy rozciąganiu

N<sub>Rt</sub> = 427,7 kN

### Nośność obliczeniowa przy ściskaniu

N<sub>Rc</sub> = 427,7 kN (klasa: 1, ψ = 1,000)  
• wyboczenie giętne względem osi x-x  
l<sub>ex</sub> = 2,80 m, λ<sub>x</sub> = 49,9, λ̄<sub>x</sub> = λ<sub>x</sub>/λ<sub>p</sub> = 0,621 wg "a" → φ<sub>x</sub> = 0,933  
φ<sub>x</sub>·N<sub>Rc</sub> = 399,0 kN  
• wyboczenie giętne względem osi y-y  
l<sub>ey</sub> = 2,80 m, λ<sub>y</sub> = 200,0, λ̄<sub>y</sub> = λ<sub>y</sub>/λ<sub>p</sub> = 2,489 wg "b" → φ<sub>y</sub> = 0,156  
φ<sub>y</sub>·N<sub>Rc</sub> = 66,79 kN

### Nośność obliczeniowa przy zginaniu

M<sub>Rx</sub> = 20,81 kNm (klasa: 1, α<sub>px</sub> = 1,081)  
M<sub>Ry</sub> = 3,143 kNm (klasa: 1, α<sub>py</sub> = 1,250)  
• ustalenie współczynnika zwichrzenia  
pominięto zwichrzenie elementu → φ<sub>L</sub> = 1,000

### Nośność obliczeniowa przy ścinaniu

V<sub>Ry</sub> = 108,8 kN (klasa: 1, φ<sub>pv</sub> = 1,000)  
V<sub>Rx</sub> = 154,7 kN (klasa: 1, φ<sub>pvx</sub> = 1,000)

### Obciążenie elementu

N = 10,00 kN

### Warunki nośności elementu

φ = min (φ<sub>x</sub>, φ<sub>y</sub>) = 0,156  
(39) N / (φ·N<sub>Rc</sub>) = 0,150 < 1

## Zakotwienie słupa:

### Z-2

#### Geometria układu

##### Dane ogólne

Połączenie obciążone osiowo.  
Siła ściskająca N = 11,0 [kN]  
Klasa stali elementów połączenia: St4V  
Klasa betonu fundamentu: B20  
**Wyznaczenie maksymalnych naprężeń pod blachą poziomą.**  
Prostokątna blacha podstawy.

$$\sigma_c = \frac{N}{A \cdot B} = \frac{11,0}{0,180 \cdot 0,190} = 321,6 \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

$$\sigma_c = 0,322 \text{ [MPa]} \leq f_b = 7,120 \text{ [MPa]}$$

Naprężenia pod blachą podstawy są mniejsze niż wytrzymałość obliczeniowa podstawy na docisk.  
**Obliczenia grubości blachy poziomej.**  
Obliczenia grubości blachy zgodnie ze wzorem B.3. Załącznik B, PN-B-03215:1998.

$$T_1 = 1,7 \left( \frac{b_f h \sigma_c}{m f_d} \right)^{0,5} = 1,7 \left( \frac{0,07 \cdot 0,14 \cdot 321,6 \cdot 10^{-1}}{8,0 \cdot 235,0} \right)^{0,5} = 0,002 \text{ m}$$

Obliczenia grubości blachy dla płyty wspornikowej.  
Długość płyty wspornikowej L<sub>2</sub> = 0,06 [m]  
ω<sub>2</sub> = 1,73 L<sub>2</sub> = 1,73 · 0,06 = 0,107

$$T_2 = \omega_2 \left( \frac{\sigma_c}{f_d} \right)^{0,5} = 0,107 \left( \frac{321,637 \cdot 10^{-10}}{235,0} \right)^{0,5} = 0,004 \text{ [m]}$$

Minimalna grubość blachy podstawy powinna być większa od maksymalnej z wartości T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>.

$$T_{\min} = \max(T_1, T_2) = \max(0,002, 0,004) = 0,004 \text{ [m]}$$

$$T_{\text{obl}} = 0,004 \text{ m} \leq T_{\text{przyjęte}} = 0,010 \text{ m}$$

Prawidłowo przyjęta grubość blachy poziomej.

#### Obliczenia spoin poziomych.

Spoina pachwinowa obwodowa.

Sprawdzenie warunków konstrukcyjnych grubości spoin pachwinowych.

$$0,2 t_{\max} \leq a \leq 0,7 t_{\min}, a \geq 3 \text{ mm}$$

$$0,2 \cdot 10,0 = 2,0 \text{ [mm]} \leq 4,0 \text{ [mm]} \leq 0,7 \cdot 8,6 = 6,0 \text{ [mm]}$$

Poprawnie przyjęto grubość spoiny, ze względu na warunki konstrukcyjne.

Sprawdzenie nośności obwodowej spoiny pachwinowej przy obciążeniu osiowym.

$$\text{Sumaryczna długość spoin } \Sigma L_{\text{sp}} = 0,464 \text{ [m]}$$

Naprężenia w spoinie:

$$\tau = \frac{N}{a \Sigma L_{\text{sp}}} = \frac{11,0}{0,004 \cdot 0,464} = 5926,7 \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

$$\tau = 5,9 \text{ [MPa]} \leq \alpha_{\text{prost}} f_d = 0,9 \cdot 235,0 = 211,5 \text{ [MPa]}$$

Nośność spoin poziomych jest wystarczająca.

