



**BOBSTUDIO**

PRACOWNIA ARCHITEKTONICZNO  
БЪУСОМНІА КОНСТРУКЦІЈНА

STAROSTWO POWIATOWE

w Kartuszech

WYDZIAŁ BUDOWNICTWA

PRACOWNIA ARCHITEKTONICZNO

- KONSTRUKCYJNA

31-413 Kraków, ul. Wileńska 7E/9

tel./fax (12) 358-15-63

e-mail: [biuro@bobstudio.eu](mailto:biuro@bobstudio.eu)

[www.bobstudio.eu](http://www.bobstudio.eu)

## BUDYNEK HALI „HP 13/20”

### PROJEKT KONSTRUKCYJNY

Autor projektu:	Nr uprawnień	Podpis, pieczęćka
mgr inż. Wojciech Malec	PDK/0170/POOK/09	Wojciech Malec mgr inż. budownictwa i ładowego upr. bud. do projektowania bez ograniczeń w specjalności konstrukcyjno-budowlanej nr ewid. PDK/0170-POOK/09

*Adoptacja:*

mgr inż. Zdzisław Lipkowski  
upr. bud. Nr 2276/Gd/85

83-300 Kartuszy, ul. Prokowska 11 B  
tel. 058 681-14-66 kom. 660-448-124

inż. Marcin Klein  
Uprawnienia budowlane do projektowania  
bez ograniczeń w specjalności  
konstrukcyjno-budowlanej  
Nr ewid. POM / 0283 / POOK / 08  
członek POIIB  
Nr ewid. POM / BO / 0147 / 09

**OPIS DO PROJEKTU BUDOWLANEGO**  
**CZĘŚĆ KONSTRUKCYJNA**  
**BUDYNEK HALI "HP 13/20"**

**STAROSTWO POWIATOWE**  
w Kartuzach  
**WYDZIAŁ BUDOWNICTWA**  
83-300 Kartuzy, ul. 11-go Listopada 7

**1. Podstawy opracowania:**

Projekt architektoniczny

**2. Zakres opracowania.**

Opis techniczny

Obliczenia statyczne

Rys. konstrukcyjne

**3. Dane techniczne zastosowanych materiałów**

Beton kl. B25 – fundamenty

Stal zbrojeniowa kl. A-I -strzemiona

Stal zbrojeniowa kl. A-IIIN -zbrojenie główne

Stal gatunku St3SX, St3SY, St3S, w zależności od grubości elementu i przeznaczenia.

**4. Zakres stosowania projektu**

Przyjęto, że budynek jest zlokalizowany w następujących strefach oddziaływań środowiskowych:

Strefa obciążenia śniegiem - III,

Strefa obciążenia wiatrem - I,

**5. Opis konstrukcji.**

Hala jednonawowa o konstrukcji stalowej. Konstrukcję nośną stanowią ramy z ryglem dachowym.

Słupy ram zaprojektowano z dwuteowników IPE300 przegubowo zamocowane w stopach fundamentowych. Konstrukcja dachu stalowa z rygli z dwuteowników IPE300 ze stali St3S.

W konstrukcji zastosowano połączenia śrubowe ze śrub kl.8.8. oraz kl.12.9. Pokrycie zaprojektowane z płyt warstwowych max. gr. 15cm z wkładem styropianowym lub blachy trapezowej opartej na ryglach za pośrednictwem płatwi.

Płatwie zaprojektowano jako ciągłe wieloprzęsłowe z profili walcowanych na gorąco:

z dwuteownika równoległościennego IPE120 lub zamiennie z wyrobów profilowanych na zimno typ: Zetownik Z150x68/60x2 produkcji „Pruszyński” lub równoważne pod względem charakterystyki wytrzymałościowej.

Rygle ścienne zaprojektowano jako spawane na montażu z rury kwadratowej RK 80x80x4mm lub zamiennie z wyrobów profilowanych na zimno typ: Ceownik C150x60x2 produkcji „Pruszyński” lub równoważne pod względem charakterystyki wytrzymałościowej.

Stopy fundamentowe o wymiarach wg rysunków szczegółowych z betonu B25. Konstrukcje fundamentów należy zabezpieczyć poprzez wykonanie izolacji przeciwwilgociowej. Fundamenty posadowić należy na podkładzie z betonu B10.

**– Konstrukcja dachu**

Konstrukcję dachu stanowią rygle stalowe. Rygle stalowe wykonano z dwuteownika IPE300 w rozstawie co ~4,0m. Płatwie dachowe stalowe zaprojektowano jako ciągłe i wolnopodparte z profilu IPE120 montaż do rygła za pomocą śrub 4M8 kl. 12.9. Stosując płatwie z wyrobów profilowanych na zimno typ: Zetownik Z150x68/60x2 produkcji „Pruszyński” należy je wykonać jako ciągłe wieloprzęsłowe z zakładami nad podporach według technologii producenta. Montaż płatwi do rygli dachowej poprzez łączniki stalowe montowane do rygli za pomocą śrub 4M8 kl. 12.9.

Elementy stalowe konstrukcji dachowej należy zabezpieczyć przeciw-ogniowo i antykorozyjnie.

**– Stężenia**

W polach szczytowych w dachu zaprojektowano tężniki połaciowe. Stężenia wykonano z prętów stalowych fi 16. Ściany podłużne usztywnione zostały stężeniami z rur kwadratowych ze stali St3S oraz prętami stalowymi fi 16. Montaż konstrukcji rozpocząć od pola ze stężeniami pionowymi.



## - Fundamenty

Fundamenty pod konstrukcję hali zaprojektowano jako żelbetowe stopowe z betonu B25. Fundamenty wykonać na warstwie 10 cm podbetonu B10. Po montażu konstrukcji stalowej należy dobetonować brakujące fragmenty ław żelbetowych w obrębie słupów.

Wymiary fundamentów obliczono dla gruntów nośnych średnio spoistych glin piaszczystych, w stanie plastycznym do głębokości 2B poniżej posadowienia budowli. Głębokość posadowienia fundamentów poniżej granicy przemarzania gruntu. Woda gruntowa nie występuje w poziomie posadowienia fundamentów. Średnie max jednostkowe obciążenie podłoża pod fundamentem wynosi 150 kPa.

## 6. Zabezpieczenie antykorozyjne

Elementy należy zabezpieczyć antykorozyjnie poprzez malowanie konstrukcji w wytwórni. Śruby i łączniki ocynkowane. Przed wykonaniem konstrukcji należy ją oczyścić do 2-go stopnia czystości przez śrutowanie. Wszystkie ostre krawędzie konstrukcji stalowej należy zaokrąglić promieniem  $r = 2 \text{ mm}$ .

## 7. Roboty warsztatowe

Wszystkie elementy konstrukcji stalowej powinny być wykonane przez wyspecjalizowane zakłady produkcji zgodnie z wymaganiami i przepisami dotyczącymi wytwarzania tego rodzaju konstrukcji. Wszystkie elementy wysyłkowe należy wykonać w warsztacie, stosując połączenia spawane. Dokładna technologia robót spawalniczych zostanie opracowana przez wykonawcę elementów warsztatowych. Klasa wykonania konstrukcji (jakość i dokładność wykonania spoin oraz całych elementów, dokładność wiercenia otworów dla połączeń śrubowych) wg normy PN-B-06200 „Konstrukcje stalowe budowlane – Warunki wykonania i odbioru - Wymagania podstawowe”. Klasa konstrukcji 2.

## 8. Wytyczne realizacji robót i montażu

Montaż konstrukcji można rozpocząć po sprawdzeniu i odbiorze prawidłowości wykonania fundamentów oraz sprawdzenia poziomów słupów pod względem zgodności z założeniami projektowymi. Montaż konstrukcji stalowej należy przeprowadzić w oparciu o przepisy bhp, warunki techniczne wykonania i odbioru konstrukcji stalowych. Podczas wykonywania prac montażowych należy na bieżąco kontrolować geodezyjnie odchylenia oraz stabilność całej konstrukcji. W razie konieczności należy wykonać dodatkowe usztywnienia konstrukcji poprzez odciały stężące. W czasie montażu należy zwracać szczególną uwagę na zachowanie stateczności całej konstrukcji jak i jej poszczególnych elementów.

### UWAGI:

- Wykonanie zabezpieczyć przed zalaniem przez wody opadowe.
- Posadowienie fundamentów wykonać na podkładzie z chudego betonu.
- Podczas wylewania fundamentów osadzić pręty łącznikowe elementów żelbetowych.
- W trakcie wykonywania fundamentów nie można dopuścić do zalania, rozmoczenia, wysuszenia lub przemarznięcia podłoża fundamentów.
- *Wymiary fundamentów należy każdorazowo zaprojektować i obliczyć dla rzeczywistych warunków gruntowo – wodnych i sytuacyjnych.*

mgr inż. arch. Bogdan Kowalski

upr. nr 5979/Gd/94

inż. Marcin Klein  
Uprawnienia budowlane do projektowania  
bez ograniczeń w specjalności  
konstrukcyjno-budowlanej  
Nr ewid. POM / 0283 / POK / 08  
członek POiIB  
Nr ewid. POM / BO / 0147 / 09

Projektant :

mgr inż. Wojciech Malec

Wojciech Malec

mgr inż. budownictwa lądowego  
upr. bud. do projektowania bez ograniczeń  
w specjalności konstrukcyjno-budowlanej  
nr ewid. POK/570/POK/09

# ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ CZĘŚĆ KONSTRUKCYJNA BUDYNEK HALI "HP 13/20"

**STAROSTWO POWIATOWE**  
w Kartuzach  
**WYDZIAŁ BUDOWNICTWA**  
83-300 Kartuzy, ul. 11-go Listopada 7

## Zestawienie obciążeń na dach [kN/m<sup>2</sup>]

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m <sup>2</sup>	$\gamma_f$	$k_d$	Obc. obl. kN/m <sup>2</sup>
1.	Płyta warstwowa gr 15cm [0,150kN/m <sup>2</sup> ]	0,15	1,30	--	0,20
2.	Obciążenie śniegiem połaci bardziej obciążonej dachu dwuspadowego wg PN-80/B-02010/Az1/Z1-1 (strefa 3, A=300 m n.p.m. -> Q <sub>k</sub> = 1,200 kN/m <sup>2</sup> , nachylenie połaci 11,3 st. -> C <sub>2</sub> =0,8) [0,960kN/m <sup>2</sup> ]	0,96	1,50	0,00	1,44
3.	Obciążenie wiatrem połaci nawietrznej dachu wg PN-B-02011:1977/Az1/Z1-3 (strefa I, H=300 m n.p.m. -> q <sub>k</sub> = 0,30kN/m <sup>2</sup> , teren A, z=H=7,5 m, -> C <sub>e</sub> =0,88, budowla zamknięta, wymiary budynku H=7,5 m, B=13,0 m, L=24,0 m, kąt nachylenia połaci dachowej alfa = 11,3 st. -> wsp. aerodyn. C=-0,9, beta=1,80) [-0,425kN/m <sup>2</sup> ]	-0,43	1,50	0,00	-0,65

## Zestawienie obciążeń na płatwie [kN/m].

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m	$\gamma_f$	$k_d$	Obc. obl. kN/m
1.	Płyta warstwowa gr 15cm szer. 2,10 m [(0,150kN/m <sup>2</sup> )·2,10m]	0,32	1,30	--	0,42
2.	Obciążenie śniegiem połaci bardziej obciążonej dachu dwuspadowego wg PN-80/B-02010/Az1/Z1-1 (strefa 3, A=300 m n.p.m. -> Q <sub>k</sub> = 1,200 kN/m <sup>2</sup> , nachylenie połaci 11,3 st. -> C <sub>2</sub> =0,8) szer.2,10 m [0,960kN/m <sup>2</sup> ·2,10m]	2,02	1,50	0,00	3,03
<b>Σ:</b>		<b>2,34</b>	<b>1,47</b>	<b>--</b>	<b>3,45</b>





# OBLICZENIA STATYCZNE CZĘŚĆ KONSTRUKCYJNA BUDYNEK HALI "HP 13/20"

**STAROSTWO POWIATOWE**  
w Kartuzach  
**WYDZIAŁ BUDOWNICTWA**  
83-300 Kartusy, ul. 11-go Listopada 7

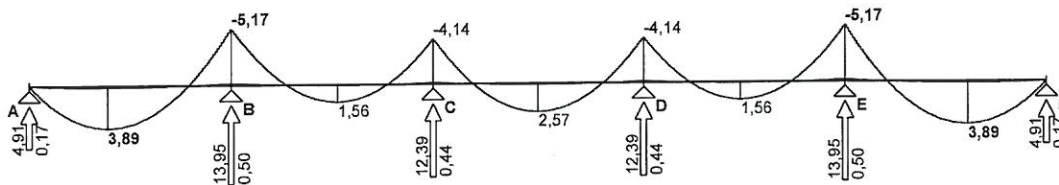
## 1. Płatwie dachowe – IPE120 / Z150x68/60x2

Parametry belki:

- współczynnik obciążenia dla ciężaru własnego belki  $\gamma_f = 1,10$
- udział ciężaru własnego na kierunkach wg kąta odchylenia przekroju od pionu ( $\alpha = 11,30^\circ$ ):
  - składowa pionowa = 98,1%, składowa pozioma = 19,6%

**Obwiednia sił wewnętrznych**

Momenty zginające  $M_x$  [kNm]:



### ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

Belka zginana dwukierunkowo

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

Przekrój: **IPE 120**

$$A_{vy} = 5,28 \text{ cm}^2, A_{vx} = 8,06 \text{ cm}^2, m = 10,4 \text{ kg/m}$$

$$J_x = 318 \text{ cm}^4, J_y = 27,7 \text{ cm}^4, J_\omega = 889 \text{ cm}^6, J_T = 1,74 \text{ cm}^4, W_x = 53,0 \text{ cm}^3, W_y = 8,65 \text{ cm}^3$$

Stal: **St3**

#### Nośności obliczeniowe przekroju:

- zginanie: dla  $M_x \rightarrow$  klasa przekroju 1 ( $\alpha_p = 1,074$ )  $M_{Rx} = 12,23 \text{ kNm}$   
dla  $M_y \rightarrow$  klasa przekroju 1 ( $\alpha_p = 1,250$ )  $M_{Ry} = 2,32 \text{ kNm}$
- ścinanie: dla  $V_y \rightarrow$  klasa przekroju 1  $V_{Ry} = 65,84 \text{ kN}$   
dla  $V_x \rightarrow$  klasa przekroju 1  $V_{Rx} = 100,56 \text{ kN}$

### Belka

#### Nośność na zginanie

Przekrój z = 1,57 m (P3: śnieg)

Współczynnik zwichrzenia  $\phi_L = 0,425$

Momenty maksymalne  $M_{x,max} = 3,89 \text{ kNm}$ ,  $M_{y,max} = 0,00 \text{ kNm}$

$$(54) \quad M_{x,max} / (\phi_L \cdot M_{Rx}) + M_{y,max} / M_{Ry} = 0,747 + 0,000 = 0,747 < 1$$

#### Nośność na ścinanie

Przekrój z = 16,16 m (P3: śnieg)

Maksymalna siła poprzeczna  $V_{y,max} = 7,49 \text{ kN}$

$$(53) \quad V_{y,max} / V_{Ry} = 0,114 < 1$$

Przekrój z = 16,16 m (P1: Przypadek 1)

Maksymalna siła poprzeczna  $V_{x,max} = 0,05 \text{ kN}$

$$(53) \quad V_{x,max} / V_{Rx} = 0,001 < 1$$

#### Nośność na zginanie ze ścinaniem

Przekrój z = 16,16 m (P3: śnieg)

$$V_{y,max} = 7,49 \text{ kN} < V_o = 0,6 \cdot V_{Ry} = 39,50 \text{ kN} \rightarrow \text{warunek niemiernodajny}$$

Przekrój z = 16,16 m (P1: Przypadek 1)

$$V_{x,max} = 0,05 \text{ kN} < V_o = 0,3 \cdot V_{Rx} = 30,17 \text{ kN} \rightarrow \text{warunek niemiernodajny}$$

#### Stan graniczny użytkowania

Przekrój z = 1,77 m (P3: śnieg)

Ugięcia maksymalne  $f_{k,y,max} = 5,39 \text{ mm}$ ,  $f_{k,x,max} = 0,00 \text{ mm}$

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

$$f_{k,max} = (f_{k,y,max}^2 + f_{k,x,max}^2)^{0,5} = 5,39 \text{ mm} < f_{gr} = 11,43 \text{ mm} \quad (47,1\%)$$



Stosując płatwie z wyrobów profilowanych na zimno typ: Zetownik Z150x68/60x2, produkcji „Pruszyński” należy je wykonać jako ciągle wieloprzęsłowe z zakładami nad podporach według technologii producenta lub równoważne innego producenta pod względem charakterystyki wytrzymałościowej.

STAROSTWO POWIATOWE  
W KARTUZY  
URZĘDNIK SŁUŻBY  
83-300 Kartuzy, ul. 11-go Listopada 7



**L = 4,160 m**

Rozstaw płatwi : a = 2,100 m

Obciążenia:

Przypadek 1: Obciążenie obliczeniowe (typ 1)  $Q_d = 1,700 \text{ kN/m}^2$

Przypadek 2: Obciążenie obliczeniowe (typ 2)  $Q_{dN} = 1,700 \text{ kN/m}^2$  N = 10,000 kN

Przypadek 3: Ssanie wiatru w = 0,650 kN/m<sup>2</sup>

Przypadek 4: Obciążenie charakterystyczne (dla ugięcia L/200) q = 1,100 kN/m<sup>2</sup>

**Wyniki:**

Płatów Z150x68/60x2.00

Stal: S350GD Ciężar 0,061 kN/m

Wykorzystanie nośności

Przypadek 1 67%

Przypadek 2 76%

Przypadek 3 31%

Przypadek 4 43%

Wymagana liczba tężników w każdym przęśle: 0

Do zadanych obciążeń dodano automatycznie ciężar własny płatwi.

## 2. RAMA NOŚNA : SŁUP S1 , RYGIEL R1 - IPE300

Węzły:

nr węzła	x [m]	y [m]	typ podpory	kat
1	0,00	0,00	przegubowa	0
2	0,00	5,90		
3	6,16	7,06		
4	12,34	0,00	przegubowa	0
5	12,34	5,90		

Pręty:

nr pręta	węzeł początkowy	węzeł końcowy	typ przekroju	połączenie początek	połączenie koniec
1	1	2	IPE 300	szttywne	szttywne
2	2	3	IPE 300	szttywne	szttywne
3	5	3	IPE 300	szttywne	szttywne
4	4	5	IPE 300	szttywne	szttywne

Typy przekrojów prętowych:

nazwa	materiał	A [cm <sup>2</sup> ]	J <sub>x</sub> [cm <sup>4</sup> ]	h [cm]	e <sub>h</sub>	E [MPa]	ρ <sub>s</sub> [kg/m <sup>3</sup> ]
IPE 300	Stal St3	53,80	8360,00	30,0	0,500	205000	7850

**OBCIĄŻENIA:** (wartości obliczeniowe)

Przypadek P1: Ciężar własny ( $\gamma_f = 1,20$ )

L.p.	element	opis
1	konstrukcja	ciężar własny

Przypadek P2: Obciążenie od obudowy ścian ( $\gamma_f = 1,20$ )

L.p.	element	opis
1	pręty 1, 4	obciążenie rozłożone q = 0,72 kN/m na całej długości pręta

Przypadek P3: stałe ( $\gamma_f = 1,20$ )

L.p.	element	opis
1	pręty 2, 3	siła skupiona F = 0,90 kN w odległości a = 0,00 m
2	pręty 2, 3	siła skupiona F = 1,64 kN w odległości a = 2,06 m
3	pręty 2, 3	siła skupiona F = 1,64 kN w odległości a = 4,12 m
4	pręty 2, 3	siła skupiona F = 1,64 kN w odległości a = 6,18 m



Przypadek P4: śnieg ( $\gamma_f = 1,5$ )

STAROSTWO POWIATOWE  
w Kartuzach  
WYDZIAŁ BUDOWNICTWA  
83-300 Kartuzy, ul. 11-go Listopada 7

L.p.	element	opis
1	pręt 2, 3	siła skupiona $F = 7,00$ kN w odległości $a = 0,00$ m
2	pręty 2, 3	siła skupiona $F = 12,09$ kN w odległości $a = 2,06$ m
3	pręty 2, 3	siła skupiona $F = 12,09$ kN w odległości $a = 4,12$ m
4	pręty 2, 3	siła skupiona $F = 7,00$ kN w odległości $a = 6,18$ m

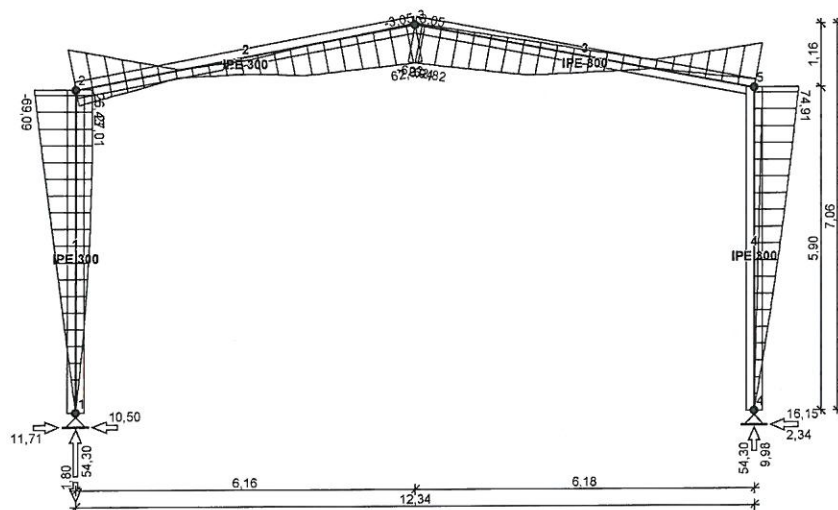
Przypadek P5: wiatr ( $\gamma_f = 1,5$ )

L.p.	element	opis
1	pręt 1	obciążenie rozłożone równoległe do osi X $q = 2,04$ kN/m na całej długości pręta
2	pręt 4	obciążenie rozłożone równoległe do osi X $q = 1,17$ kN/m na całej długości pręta
3	pręt 2	siła skupiona $F = -3,00$ kN w odległości $a = 0,00$ m
4	pręt 2	siła skupiona $F = -5,36$ kN w odległości $a = 2,06$ m
5	pręt 2	siła skupiona $F = -5,36$ kN w odległości $a = 4,12$ m
6	pręt 2	siła skupiona $F = -3,00$ kN w odległości $a = 6,18$ m
7	pręt 3	siła skupiona $F = 1,50$ kN w odległości $a = 0,00$ m
8	pręt 3	siła skupiona $F = 2,38$ kN w odległości $a = 2,06$ m
9	pręt 3	siła skupiona $F = 2,38$ kN w odległości $a = 4,12$ m
10	pręt 3	siła skupiona $F = 1,50$ kN w odległości $a = 6,18$ m

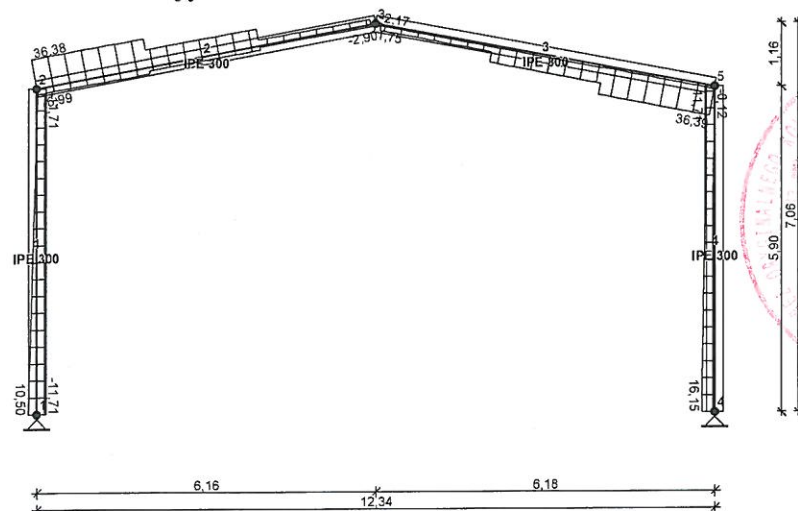
## WYNIKI:

### Obwiednia sił wewnętrznych

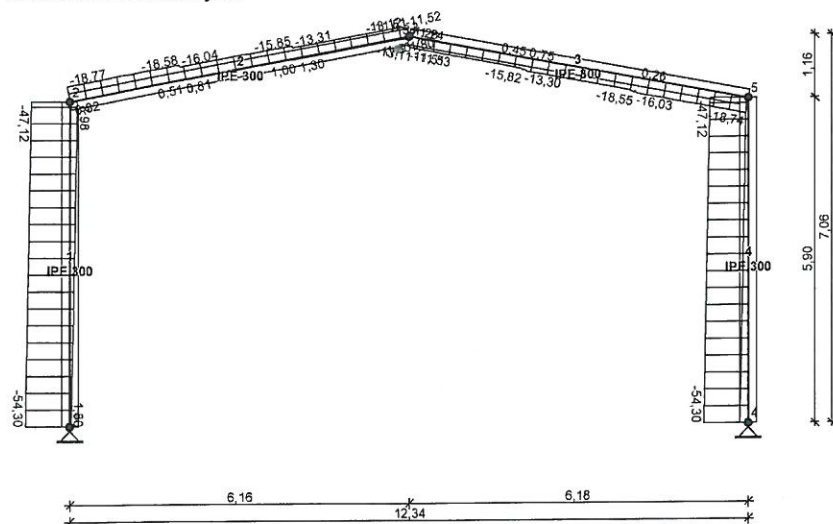
Obwiednia momentów zginających:



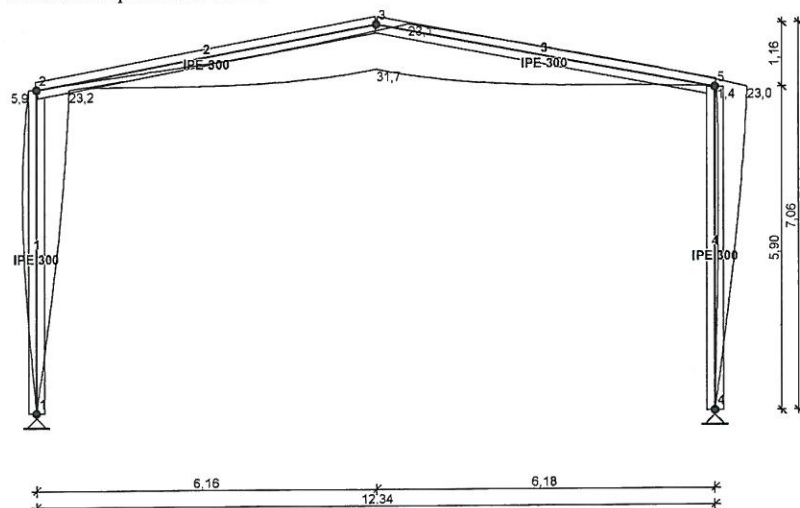
Obwiednia sił tnących:



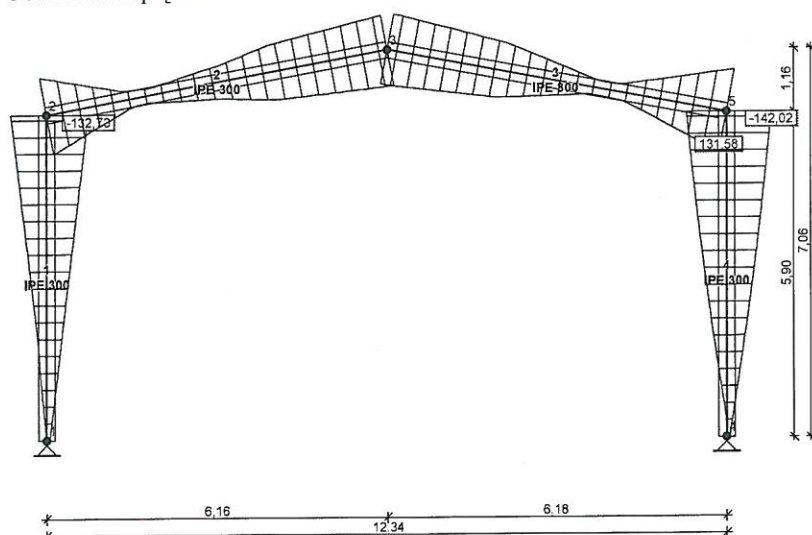
Obwiednia sił osiowych:



Obwiednia przemieszczeń:



Obwiednia naprężeń:



Ekstremalne reakcje podporowe:

węzeł (podpora)	$R_y$ [kN]	$R_x$ [kN]	M [kNm]	kombinacja
1 (A)	54,30	11,71	—	K2: 1,0·P1+1,0·P2+1,0·P3+1,0·P4
	-1,80	-10,50	—	K4: 1,0·P1+1,0·P2+1,0·P3+1,0·P5
4 (B)	54,30	-11,71	—	K2: 1,0·P1+1,0·P2+1,0·P3+1,0·P4
	9,98	-6,78	—	K4: 1,0·P1+1,0·P2+1,0·P3+1,0·P5
	16,12	-2,34	—	K1: 1,0·P1+1,0·P2+1,0·P3
	48,16	-16,15	—	K3: 1,0·P1+1,0·P2+1,0·P3+1,0·P4+1,0·P5

Ekstremalne siły wewnętrzne:

pręt	x [m]	N [kN]	kombinacja
1	0,00	-54,30	K2: 1,0·P1+1,0·P2+1,0·P3+1,0·P4
	5,90	8,98	K4: 1,0·P1+1,0·P2+1,0·P3+1,0·P5
2	0,00	-18,77	K2: 1,0·P1+1,0·P2+1,0·P3+1,0·P4
	6,27	1,80	K4: 1,0·P1+1,0·P2+1,0·P3+1,0·P5
3	0,00	-18,74	K2: 1,0·P1+1,0·P2+1,0·P3+1,0·P4
	6,29	1,26	K4: 1,0·P1+1,0·P2+1,0·P3+1,0·P5
4	0,00	-54,30	K2: 1,0·P1+1,0·P2+1,0·P3+1,0·P4





**Ekstremalne przemieszczenia:**

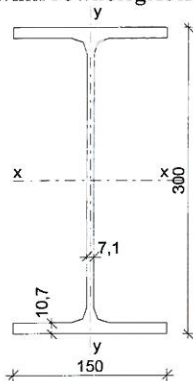
pręt	x [m]	v <sub>x</sub> [mm]	v <sub>y</sub> [mm]	kombinacja
1	5,90	-0,2	5,9	K2: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
	4,01	-0,1	10,0	K2: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
	5,90	0,0	-23,2	K4: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P5
2	6,27	22,8	-3,9	K4: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P5
	6,27	-5,9	-31,2	K2: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
3	6,29	-27,1	19,1	K3: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4+1,0-P5
	6,29	-5,9	31,2	K2: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
	2,64	-22,6	-6,3	K4: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P5
4	5,90	-0,2	-5,9	K2: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
	5,31	-0,2	-28,0	K3: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4+1,0-P5

**Napężenia ekstremalne:**

pręt	x [m]	$\sigma_{max}$ [MPa]	$\sigma_{min}$ [MPa]	kombinacja
1	5,90 m	115,21	—	K2: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
	5,90 m	—	-132,73	K2: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
2	0,00 m	120,48	—	K2: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
	0,00 m	—	-127,46	K2: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
3	0,00 m	131,58	—	K3: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4+1,0-P5
	0,00 m	—	-137,23	K3: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4+1,0-P5
4	5,90 m	126,79	—	K3: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4+1,0-P5
	5,90 m	—	-142,02	K3: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4+1,0-P5

**ŚLUP S1 - IPE300**

Dwuteownik równoległościenny IPE 300 (wg PN-H-93419:1997)



**Wymiary przekroju**

h = 300 mm, b<sub>f</sub> = 150 mm  
t<sub>w</sub> = 7,1 mm, t<sub>f</sub> = 10,7 mm  
r = 15,0 mm

**Cechy geometryczne przekroju**

A = 53,80 cm<sup>2</sup>, A<sub>y</sub> = 21,30 cm<sup>2</sup>, A<sub>xx</sub> = 32,10 cm<sup>2</sup>  
J<sub>x</sub> = 8360 cm<sup>4</sup>, J<sub>y</sub> = 604,0 cm<sup>4</sup>  
W<sub>x</sub> = 557,0 cm<sup>3</sup>, W<sub>y</sub> = 80,50 cm<sup>3</sup>  
W<sub>pl,x</sub> = 628,0 cm<sup>3</sup>, W<sub>pl,y</sub> = 123,9 cm<sup>3</sup>  
i<sub>x</sub> = 12,50 cm, i<sub>y</sub> = 3,350 cm  
J<sub>ω</sub> = 125900 cm<sup>6</sup>, J<sub>T</sub> = 20,12 cm<sup>4</sup>  
W<sub>ω</sub> = 1161 cm<sup>4</sup>, S<sub>x</sub> = 314,0 cm<sup>3</sup>  
A<sub>L</sub> = 1,160 m<sup>2</sup>/mb, A<sub>G</sub> = 2,749 m<sup>2</sup>/t  
U/A = 215,6 m<sup>-1</sup>, m = 42,20 kg/m

**Stal:** St3, f<sub>d</sub> = 215 MPa, λ<sub>p</sub> = 84,0;

**Nośność obliczeniowa przy rozciąganiu**

N<sub>Rt</sub> = 1157 kN

**Nośność obliczeniowa przy ściskaniu**

N<sub>Rc</sub> = 1157 kN (klasa: 2, ψ = 1,000)

• wyboczenie giętne względem osi x-x

l<sub>ex</sub> = 6,00 m, λ<sub>x</sub> = 48,0, N<sub>cr,x</sub> = 4698 kN, λ̄<sub>x</sub> = 1,15 · pierw(N<sub>Rc</sub>/N<sub>cr,x</sub>) = 0,571 wg "a" → φ<sub>x</sub> = 0,951

φ<sub>x</sub> · N<sub>Rc</sub> = 1100 kN

• wyboczenie giętne względem osi y-y

l<sub>ey</sub> = 6,00 m, λ<sub>y</sub> = 179,1, N<sub>cr,y</sub> = 339,5 kN, λ̄<sub>y</sub> = 1,15 · pierw(N<sub>Rc</sub>/N<sub>cr,y</sub>) = 2,132 wg "b" → φ<sub>y</sub> = 0,209

φ<sub>y</sub> · N<sub>Rc</sub> = 241,3 kN

• wyboczenie skrętne

l<sub>ω</sub> = 6,00 m, N<sub>cr,ω</sub> = 1384 kN



$$\bar{\lambda}_\omega = 1,15 \cdot \sqrt{N_{Re} / N_{cr,\omega}} = 1,051 \quad \text{wg "b"} \rightarrow \varphi_\omega = 0,615$$

$$\varphi_\omega \cdot N_{Re} = 711,9 \text{ kN}$$

#### Nośność obliczeniowa przy zginaniu

$$M_{Rx} = 119,8 \text{ kNm} \quad (\text{klasa: 1, pominięto rezerwę plastyczną przekroju} \rightarrow \alpha_{px} = 1,000)$$

$$M_{Ry} = 17,31 \text{ kNm} \quad (\text{klasa: 1, pominięto rezerwę plastyczną przekroju} \rightarrow \alpha_{py} = 1,000)$$

• ustalenie współczynnika zwichrzenia  
pominięto zwichrzenie elementu  $\rightarrow \varphi_L = 1,000$

#### Nośność obliczeniowa przy ścinaniu

$$V_{Ry} = 265,6 \text{ kN} \quad (\text{klasa: 1, } \varphi_{py} = 1,000)$$

$$V_{Rx} = 400,3 \text{ kN} \quad (\text{klasa: 1, } \varphi_{px} = 1,000)$$

#### Nośność obliczeniowa przy zginaniu ze ścinaniem

$$V_y = 30,00 \text{ kN} < V_{0,y} = 0,6 \cdot V_{Ry} = 159,4 \text{ kN} \rightarrow M_{Rx,V} = M_{Rx}$$

$$V_x = 30,00 \text{ kN} < V_{0,x} = 0,3 \cdot V_{Rx} = 120,1 \text{ kN} \rightarrow M_{Ry,V} = M_{Ry}$$

#### Obciążenie elementu

$$N = 60,00 \text{ kN}, \quad M_x = 80,00 \text{ kNm}, \quad V_y = 30,00 \text{ kN}, \quad V_x = 30,00 \text{ kN}$$

#### Warunki nośności elementu

$$(57) \quad \Delta_x = 0,013; \quad \text{założono } \beta_x = 1,0$$

$$(58) \quad N / (\varphi_x \cdot N_{Re}) + \beta_x \cdot M_x / M_{Rx} + \Delta_x = 0,055 + 0,668 + 0,013 = 0,736 < 1$$

$$(39) \quad N / (\varphi_y \cdot N_{Re}) = 0,249 < 1$$

$$(55) \quad N / N_{Re} + M_x / M_{Rx,V} = 0,052 + 0,668 = 0,720 < 1$$

$$(53) \quad V_y / V_{Ry} = 0,113 < 1$$

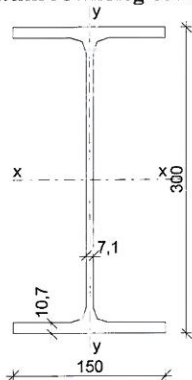
$$(56) \quad V_y = 30,00 \text{ kN} < V_{Ry,N} = V_{Ry} \cdot \sqrt{1 - (N/N_{Re})^2} = 265,3 \text{ kN} \quad (11,3\%)$$

$$(53) \quad V_x / V_{Rx} = 0,075 < 1$$

$$(56) \quad V_x = 30,00 \text{ kN} < V_{Rx,N} = V_{Rx} \cdot \sqrt{1 - (N/N_{Re})^2} = 399,7 \text{ kN} \quad (7,5\%)$$

#### RAMA - R1 IPE300

Dwuteownik równoległościenny IPE 300 (wg PN-H-93419:1997)



#### Wymiary przekroju

$$h = 300 \text{ mm}, \quad b_f = 150 \text{ mm}$$

$$t_w = 7,1 \text{ mm}, \quad t_f = 10,7 \text{ mm}$$

$$r = 15,0 \text{ mm}$$

#### Cechy geometryczne przekroju

$$A = 53,80 \text{ cm}^2, \quad A_{yy} = 21,30 \text{ cm}^2, \quad A_{xx} = 32,10 \text{ cm}^2$$

$$J_x = 8360 \text{ cm}^4, \quad J_y = 604,0 \text{ cm}^4$$

$$W_x = 557,0 \text{ cm}^3, \quad W_y = 80,50 \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,x} = 628,0 \text{ cm}^3, \quad W_{pl,y} = 123,9 \text{ cm}^3$$

$$i_x = 12,50 \text{ cm}, \quad i_y = 3,350 \text{ cm}$$

$$J_\omega = 125900 \text{ cm}^6, \quad J_T = 20,12 \text{ cm}^4$$

$$W_\omega = 1161 \text{ cm}^4, \quad S_x = 314,0 \text{ cm}^3$$

$$A_L = 1,160 \text{ m}^2/\text{mb}, \quad A_G = 2,749 \text{ m}^2/\text{t}$$

$$U/A = 215,6 \text{ m}^{-1}, \quad m = 42,20 \text{ kg/m}$$

**Stal:** St3,  $f_d = 215 \text{ MPa}$ ,  $\lambda_p = 84,0$ ;



### Nośność obliczeniowa przy rozciąganiu

$$N_{Rt} = 1157 \text{ kN}$$

### Nośność obliczeniowa przy ściskaniu

$$N_{Rc} = 1157 \text{ kN} \text{ (klasa: 2, } \psi = 1,000)$$

pominięto wyoboczenie elementu  $\rightarrow \varphi_x = 1,0; \varphi_y = 1,0; \varphi_\omega = 1,0$

### Nośność obliczeniowa przy zginaniu

$$M_{Rx} = 119,8 \text{ kNm} \text{ (klasa: 1, pominęto rezerwę plastyczną przekroju } \rightarrow \alpha_{px} = 1,000)$$

$$M_{Ry} = 17,31 \text{ kNm} \text{ (klasa: 1, pominęto rezerwę plastyczną przekroju } \rightarrow \alpha_{py} = 1,000)$$

• ustalenie współczynnika zwichrzenia

$$l_{zw} = 2,50 \text{ m; warunki podparcia: P,P; } \mu_y = 1,00, \mu_\omega = 1,00;$$

obc. równomiernie rozłożone przyłożone do pasa ściskanego

$$M_{cr} = 255,20 \text{ kNm, } \bar{\lambda}_L = 1,15 \cdot \text{pierw}(M_{Rx}/M_{cr}) = 0,788, \text{ wg "a}_0" \rightarrow \varphi_L = 0,899$$

$$\varphi_L \cdot M_{Rx} = 107,7 \text{ kNm}$$

### Nośność obliczeniowa przy ścinaniu

$$V_{Ry} = 265,6 \text{ kN} \text{ (klasa: 1, } \varphi_{py} = 1,000)$$

$$V_{Rx} = 400,3 \text{ kN} \text{ (klasa: 1, } \varphi_{px} = 1,000)$$

### Nośność obliczeniowa przy zginaniu ze ścinaniem

$$V_y = 50,00 \text{ kN} < V_{0,y} = 0,6 \cdot V_{Ry} = 159,4 \text{ kN} \rightarrow M_{Rx,V} = M_{Rx}$$

$$V_x = 20,00 \text{ kN} < V_{0,x} = 0,3 \cdot V_{Rx} = 120,1 \text{ kN} \rightarrow M_{Ry,V} = M_{Ry}$$

### Obciążenie elementu

$$N = 25,00 \text{ kN, } M_x = 80,00 \text{ kNm, } V_y = 50,00 \text{ kN, } V_x = 20,00 \text{ kN}$$

### Warunki nośności elementu

$$(57) \Delta_x = 0,006; \text{ założono } \beta_x = 1,0$$

$$(58) N / (\varphi_x \cdot N_{Rc}) + \beta_x \cdot M_x / (\varphi_L \cdot M_{Rx}) + \Delta_x = 0,022 + 0,743 + 0,006 = 0,770 < 1$$

$$(57) \Delta_y = 0,000; \text{ założono } \beta_y = 1,0$$

$$(58) N / (\varphi_y \cdot N_{Rc}) + \beta_y \cdot M_y / (\varphi_L \cdot M_{Ry}) + \Delta_y = 0,022 + 0,743 + 0,000 = 0,764 < 1$$

$$(55) N / N_{Rc} + M_x / M_{Rx,V} = 0,022 + 0,668 = 0,690 < 1$$

$$(53) V_y / V_{Ry} = 0,188 < 1$$

$$(56) V_y = 50,00 \text{ kN} < V_{Ry,N} = V_{Ry} \cdot \text{pierw}(1 - (N/N_{Rc})^2) = 265,5 \text{ kN} \quad (18,8\%)$$

$$(53) V_x / V_{Rx} = 0,050 < 1$$

$$(56) V_x = 20,00 \text{ kN} < V_{Rx,N} = V_{Rx} \cdot \text{pierw}(1 - (N/N_{Rc})^2) = 400,2 \text{ kN} \quad (5,0\%)$$

## 3. Połączenia

### Połączenia spawane Słup S1- Rygiel Słupa S1 (węzeł sztywny)

- Grubość spoin pachwinowych łączących półki belki i półkę słupa  $a_f = 4.00 \text{ [mm]}$
- Grubość spoin pachwinowych łączących środknik belki i półkę słupa  $a_w = 4.00 \text{ [mm]}$
- Wzmocnienie dolne rygla słupa z 1/2 IPE300
- Wzmocnienie słupa z blachy 12mm

### Połączenia spawane Rygla R1 - IPE 300 (węzeł sztywny w kalenicy)

- Połączenie spawane doczołowe belka – blacha – belka
- Grubość spoin pachwinowych łączących półki belki i blachę czołową  $a_f = 6.00 \text{ [mm]}$
- Grubość spoin pachwinowych łączących środknik belki i blachę czołową  $a_w = 4.00 \text{ [mm]}$
- Wzmocnienie dolne rygla z lewej i z prawej 1/2 IPE300

### Połączenia śrubowe Rama R1 - Rygiel Słupa S1

- Śruby łączące blachy czołowe
- Klasa śruby Klasa 8.8
- Średnica śruby  $d = 20.00 \text{ [mm]}$

STAROSTWO POWIATOWE  
w Kartuzach  
WYDZIAŁ BUDOWNICTWA  
83-300 Kartuzy, ul. 11-go Listopada 7





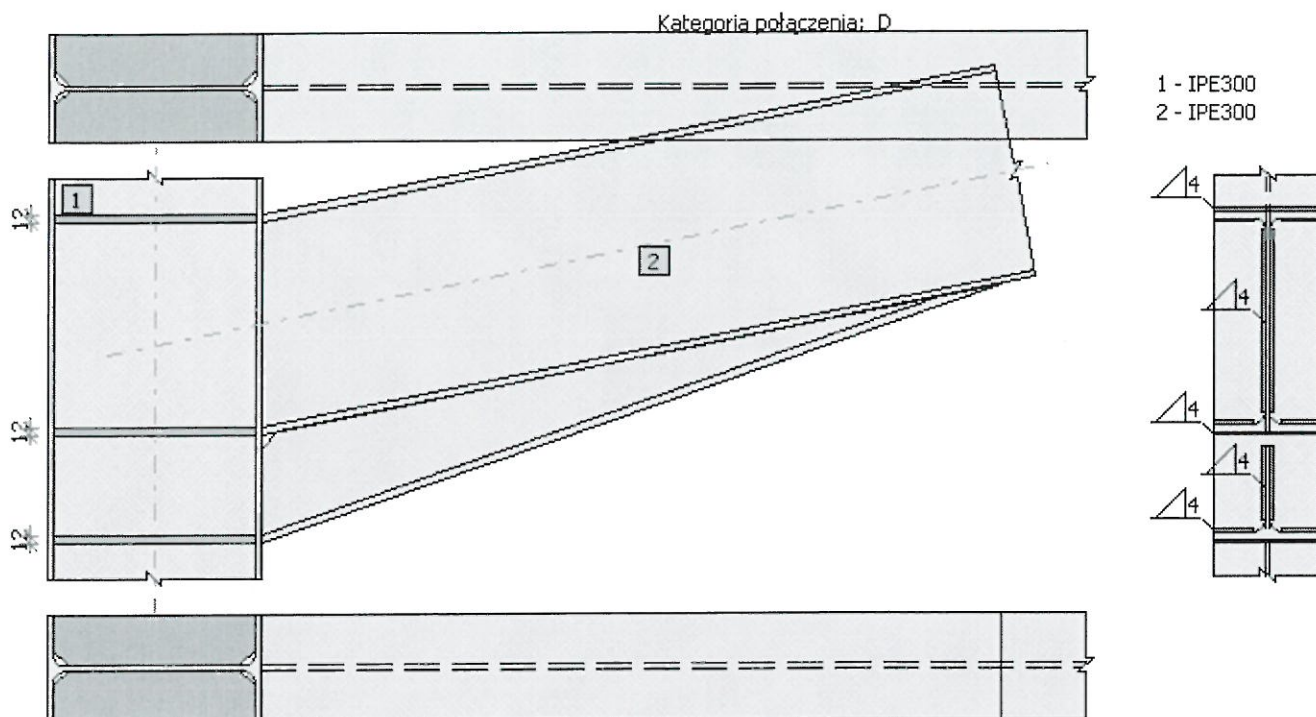
BeamRigidColumn  
v. 0.9.9.3

Belka - słup (blacha czołowa)



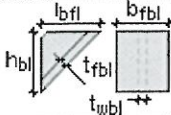
PN-90/B-03200

Wycena  
0.50

STAROSTWO POWIATOWE  
w Kartuzach  
WYDZIAŁ BUDOWNICTWA  
ul. 11-go Listopada 7



## Dane

Słup						
	IPE300			St3SX		
Belka						
	IPE300			St3SX		
Wzmocnienie dolne						
	$l_{bl}$	$h_{bl}$	$t_{wbl}$	$b_{fbl}$	$t_{fbl}$	$t_{r_{fbl}}$
	1050.00[mm]	150.00[mm]	7.10[mm]	150.00[mm]	10.70[mm]	10.70[mm]
Materiał	Klasa	$f_d$	$R_e$	$R_m$		
	St3SX	215.00[MPa]	235.00[MPa]	375.00[MPa]		

## Spoiny

Grubość spoin pachwinowych łączących półki belki i półkę słupa  $a_f = 4.00$  [mm]

Grubość spoin pachwinowych łączących środknik belki i półkę słupa  $a_w = 4.00$  [mm]

Grubość spoin pachwinowych łączących półkę wzmocnienia dolnego i półkę słupa  $a_{fl} = 4.00$  [mm]

Grubość spoin pachwinowych łączących łożysko wzmocnienia dolnego i półkę słupa

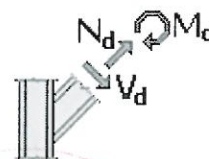
$a_{wl} =$

4000 [mm]  
**STAROSTWO POWIATOWE**  
 w Kartuzach  
**WYDZIAŁ BUDOWNICTWA**  
 83-300 Kartuszy, ul. 11-go Listopada 7

## Siły

### Obciążenie obliczeniowe

Siła podłużna	$N_d =$	-60.00	[kN]
Siła poprzeczna	$V_d =$	40.00	[kN]
Moment zginający	$M_d =$	75.00	[kNm]



## Rezultaty

Spoiny pachwinowe łączące belkę i półkę słupa

### Punkt w którym sprawdzane są naprężenia

$z_i = 237.94 [mm]$

Naprężenie normalne prostopadłe	$\sigma_{\perp} = 77.09 [MPa]$	[ Rysunek 24 ]
$ \sigma_{\perp}  \leq f_d$	$ 77.09 [MPa]  < 215.00 [MPa]$	<b>0.36</b> ✓
Naprężenie styczne prostopadłe	$\tau_{\perp} = 77.09 [MPa]$	[ Rysunek 24 ]
Współczynnik wytrzymałości spoin	$\chi = 0.70$	[ Rysunek 24 ]
$\chi \sqrt{[\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2)]} \leq f_d$	$107.92 [MPa] < 215.00 [MPa]$	<b>0.50</b> ✓

### Punkt w którym sprawdzane są naprężenia

$z_i = 209.74 [mm]$

Naprężenie normalne prostopadłe	$\sigma_{\perp} = 67.24 [MPa]$	[ Rysunek 24 ]
$ \sigma_{\perp}  \leq f_d$	$ 67.24 [MPa]  < 215.00 [MPa]$	<b>0.31</b> ✓
Naprężenie styczne prostopadłe	$\tau_{\perp} = 67.24 [MPa]$	[ Rysunek 24 ]
Naprężenie styczne równoległe	$\tau_{\parallel} = 25.14 [MPa]$	[ Rysunek 24 ]
Współczynnik wytrzymałości spoin	$\chi = 0.70$	[ Rysunek 24 ]
$\chi \sqrt{[\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)]} \leq f_d$	$98.94 [MPa] < 215.00 [MPa]$	<b>0.46</b> ✓

### Punkt w którym sprawdzane są naprężenia

$z_i = -43.78 [mm]$

Naprężenie normalne prostopadłe	$\sigma_{\perp} = 9.28 [MPa]$	[ Rysunek 24 ]
$ \sigma_{\perp}  \leq f_d$	$ 9.28 [MPa]  < 215.00 [MPa]$	<b>0.04</b> ✓
Naprężenie styczne prostopadłe	$\tau_{\perp} = 9.28 [MPa]$	[ Rysunek 24 ]
Naprężenie styczne równoległe	$\tau_{\parallel} = 25.14 [MPa]$	[ Rysunek 24 ]
Współczynnik wytrzymałości spoin	$\chi = 0.70$	[ Rysunek 24 ]
$\chi \sqrt{[\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)]} \leq f_d$	$33.13 [MPa] < 215.00 [MPa]$	<b>0.15</b> ✓

### Punkt w którym sprawdzane są naprężenia

$z_i = -71.99 [mm]$

Naprężenie normalne prostopadłe	$\sigma_{\perp} = 19.13 [MPa]$	[ Rysunek 24 ]
---------------------------------	--------------------------------	----------------



$ \sigma_{\perp}  \leq f_d$	$ 19.13[MPa]  < 215.00[MPa]$	0.09	✓
Napężenie styczne prostopadłe	$\tau_{\perp} = 19.13[MPa]$	[ Rysunek 24 ]	
Współczynnik wytrzymałości spoin	$\chi = 0.70$	[ Rysunek 24 ]	

STAROSTWO POWIATOWE  
KRAKÓW  
WYDZIAŁ BUDOWNICTWA  
83-300 Kraków, ul. Rynek 7

$\chi \sqrt{[\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2)]} \leq f_d$	$26.79[MPa] < 215.00[MPa]$	0.12	✓
--	----------------------------	------	---

<b>Punkt w którym sprawdzane są napężenia</b>	$z_i = -192.80[mm]$
---	---------------------

Napężenie normalne prostopadłe	$\sigma_{\perp} = 61.32[MPa]$	[ Rysunek 24 ]
--------------------------------	-------------------------------	----------------

$ \sigma_{\perp}  \leq f_d$	$ 61.32[MPa]  < 215.00[MPa]$	0.29	✓
-----------------------------	------------------------------	------	---

Napężenie styczne prostopadłe	$\tau_{\perp} = 61.32[MPa]$	[ Rysunek 24 ]
-------------------------------	-----------------------------	----------------

Napężenie styczne równoległe	$\tau_{\parallel} = 25.14[MPa]$	[ Rysunek 24 ]
------------------------------	---------------------------------	----------------

Współczynnik wytrzymałości spoin	$\chi = 0.70$	[ Rysunek 24 ]
----------------------------------	---------------	----------------

$\chi \sqrt{[\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)]} \leq f_d$	$91.10[MPa] < 215.00[MPa]$	0.42	✓
---	----------------------------	------	---

<b>Punkt w którym sprawdzane są napężenia</b>	$z_i = -221.99[mm]$
---	---------------------

Napężenie normalne prostopadłe	$\sigma_{\perp} = 71.51[MPa]$	[ Rysunek 24 ]
--------------------------------	-------------------------------	----------------

$ \sigma_{\perp}  \leq f_d$	$ 71.51[MPa]  < 215.00[MPa]$	0.33	✓
-----------------------------	------------------------------	------	---

Napężenie styczne prostopadłe	$\tau_{\perp} = 71.51[MPa]$	[ Rysunek 24 ]
-------------------------------	-----------------------------	----------------

Współczynnik wytrzymałości spoin	$\chi = 0.70$	[ Rysunek 24 ]
----------------------------------	---------------	----------------

$\chi \sqrt{[\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2)]} \leq f_d$	$100.12[MPa] < 215.00[MPa]$	0.47	✓
--	-----------------------------	------	---





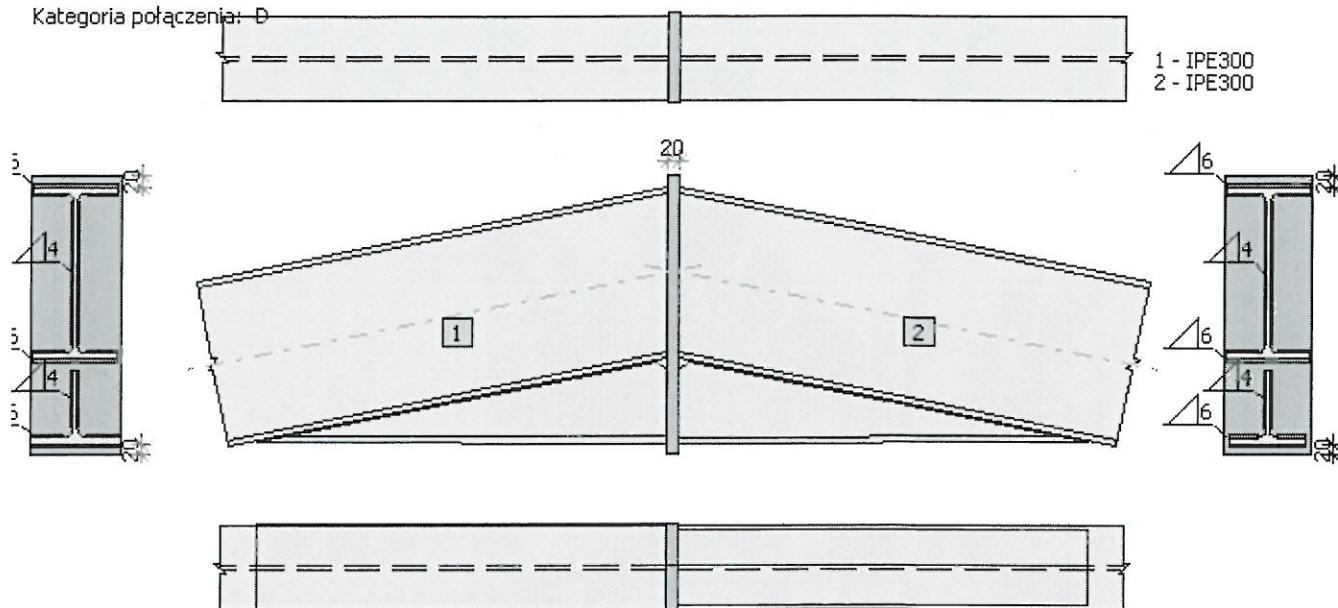
Belka - belka (blacha czołowa)

BeamsRigid v.  
0.9.9.3

PN-90/B-03200

STAROSTWO POWIATOWE  
w Kartuszech  
WYDZIAŁ BUDOWNICTWA  
0.45 83-300 Kartuzy, pl. 11-go Listopada 7

Kategoria połączenia: D



## Dane

Lewa belka		
	IPE300	St3SX

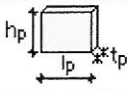
Prawa belka		
	IPE300	St3SX

Lewe dolne wzmocnienie						
	$l_{bl}$	$h_{bl}$	$t_{wbl}$	$b_{fbl}$	$t_{fbl}$	$tr_{fbl}$
	750.00[mm]	150.00[mm]	7.50[mm]	160.00[mm]	11.50[mm]	11.50[mm]
Materiał	Klasa	$f_d$	$R_e$	$R_m$		
	St3SX	215.00[MPa]	235.00[MPa]	375.00[MPa]		

Prawe dolne wzmocnienie						
	$l_{bl}$	$h_{bl}$	$t_{wbl}$	$b_{fbl}$	$t_{fbl}$	$tr_{fbl}$
	750.00[mm]	150.00[mm]	6.60[mm]	135.00[mm]	10.20[mm]	10.20[mm]

Materiał	Klasa	$f_d$	$R_e$	$R_m$
	St3SX	215.00 [MPa]	235.00 [MPa]	375.00 [MPa]

STAROSTWO POWIATOWE  
w Kartusku  
WYDZIAŁ BUDOWNICTWA  
83-300 Kartuzy, ul. 11-go Listopada 7

Blacha czołowa				
	$l_p$	$h_p$	$t_p$	
	160.00 [mm]	495.93 [mm]	20.00 [mm]	
Materiał	Klasa	$f_d$	$R_e$	$R_m$
	St3SX	205.00 [MPa]	225.00 [MPa]	375.00 [MPa]

## Spoiny

### Strona lewa

Grubość spoin pachwinowych łączących półki belki i blachę czołową  $a_f = 6.00$  [mm]

Grubość spoin pachwinowych łączących środknik belki i blachę czołową  $a_w = 4.00$  [mm]

Grubość spoin pachwinowych łączących półkę wzmocnienia dolnego i blachę czołową  $a_{fl} = 6.00$  [mm]

Grubość spoin pachwinowych łączących środknik wzmocnienia dolnego i blachę czołową  $a_{wl} = 4.00$  [mm]

### Strona prawa

Grubość spoin pachwinowych łączących półki belki i blachę czołową  $a_f = 6.00$  [mm]

Grubość spoin pachwinowych łączących środknik belki i blachę czołową  $a_w = 4.00$  [mm]

Grubość spoin pachwinowych łączących półkę wzmocnienia dolnego i blachę czołową  $a_{fl} = 6.00$  [mm]

Grubość spoin pachwinowych łączących środknik wzmocnienia dolnego i blachę czołową  $a_{wl} = 4.00$  [mm]

## Siły

### Obciążenie obliczeniowe

Siła podłużna  $N_{dL} = -25.00$  [kN]

Siła poprzeczna  $V_{dL} = -40.00$  [kN]

Moment zginający  $M_{dL} = 80.00$  [kNm]

Siła podłużna  $N_{dP} = -25.00$  [kN]

Siła poprzeczna  $V_{dP} = -40.00$  [kN]

Moment zginający  $M_{dP} = 80.00$  [kNm]



## Rezultaty

### Strona lewa

Spoiny pachwinowe łączące belkę i blachę czołową

Punkt w którym sprawdzane są naprężenia

$z_i = 244.23$  [mm]

Naprężenie normalne prostopadłe

$\sigma_{\perp} = 64.22$  [MPa]

[Rysunek 24]



$ \sigma_{\perp}  \leq f_d$	$ 64.22[MPa]  < 205.00[MPa]$	0.31	✓
Napężenie styczne prostopadłe	$\tau_{\perp} = 64.22[MPa]$	[ Rysunek 24 ]	
Współczynnik wytrzymałości spoin	$\chi = 0.70$	[ Rysunek 24 ]	
$\chi \sqrt{[\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2)]} \leq f_d$	$89.91[MPa] < 205.00[MPa]$	0.44	✓

Punkt w którym sprawdzane są naprężenia		$z_i = 215.02[mm]$	
Napężenie normalne prostopadłe	$\sigma_{\perp} = 56.36[MPa]$	[ Rysunek 24 ]	
$ \sigma_{\perp}  \leq f_d$	$ 56.36[MPa]  < 205.00[MPa]$	0.27	✓
Napężenie styczne prostopadłe	$\tau_{\perp} = 56.36[MPa]$	[ Rysunek 24 ]	
Napężenie styczne równoległe	$\tau_{\parallel} = -21.76[MPa]$	[ Rysunek 24 ]	
Współczynnik wytrzymałości spoin	$\chi = 0.70$	[ Rysunek 24 ]	
$\chi \sqrt{[\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)]} \leq f_d$	$83.19[MPa] < 205.00[MPa]$	0.41	✓

Punkt w którym sprawdzane są naprężenia		$z_i = -38.50[mm]$	
Napężenie normalne prostopadłe	$\sigma_{\perp} = 8.82[MPa]$	[ Rysunek 24 ]	
$ \sigma_{\perp}  \leq f_d$	$ 8.82[MPa]  < 205.00[MPa]$	0.04	✓
Napężenie styczne prostopadłe	$\tau_{\perp} = 8.82[MPa]$	[ Rysunek 24 ]	
Napężenie styczne równoległe	$\tau_{\parallel} = -21.76[MPa]$	[ Rysunek 24 ]	
Współczynnik wytrzymałości spoin	$\chi = 0.70$	[ Rysunek 24 ]	
$\chi \sqrt{[\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)]} \leq f_d$	$29.13[MPa] < 205.00[MPa]$	0.14	✓

Punkt w którym sprawdzane są naprężenia		$z_i = -67.71[mm]$	
Napężenie normalne prostopadłe	$\sigma_{\perp} = 16.69[MPa]$	[ Rysunek 24 ]	
$ \sigma_{\perp}  \leq f_d$	$ 16.69[MPa]  < 205.00[MPa]$	0.08	✓
Napężenie styczne prostopadłe	$\tau_{\perp} = 16.69[MPa]$	[ Rysunek 24 ]	
Współczynnik wytrzymałości spoin	$\chi = 0.70$	[ Rysunek 24 ]	
$\chi \sqrt{[\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2)]} \leq f_d$	$23.37[MPa] < 205.00[MPa]$	0.11	✓

Punkt w którym sprawdzane są naprężenia		$z_i = -185.21[mm]$	
Napężenie normalne prostopadłe	$\sigma_{\perp} = 48.33[MPa]$	[ Rysunek 24 ]	
$ \sigma_{\perp}  \leq f_d$	$ 48.33[MPa]  < 205.00[MPa]$	0.24	✓
Napężenie styczne prostopadłe	$\tau_{\perp} = 48.33[MPa]$	[ Rysunek 24 ]	
Napężenie styczne równoległe	$\tau_{\parallel} = -21.76[MPa]$	[ Rysunek 24 ]	
Współczynnik wytrzymałości spoin	$\chi = 0.70$	[ Rysunek 24 ]	
$\chi \sqrt{[\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)]} \leq f_d$	$72.62[MPa] < 205.00[MPa]$	0.35	✓

Punkt w którym sprawdzane są naprężenia		$z_i = -217.71[mm]$
Naprężenie normalne prostopadłe	$\sigma_{\perp} = 57.08[MPa]$	[Rysunek 24]
$ \sigma_{\perp}  \leq f_d$	$ 57.08[MPa]  < 205.00[MPa]$	0.28 <input checked="" type="checkbox"/>
Naprężenie styczne prostopadłe	$\tau_{\perp} = 57.08[MPa]$	[Rysunek 24]
Współczynnik wytrzymałości spoin	$\chi = 0.70$	[Rysunek 24]
$\chi \cdot \sqrt{[\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2)]} \leq f_d$	$79.92[MPa] < 205.00[MPa]$	0.39 <input checked="" type="checkbox"/>

## Strona prawa

Spoiny pachwinowe łączące belkę i blachę czołową

Punkt w którym sprawdzane są naprężenia		$z_i = 237.87[mm]$
Naprężenie normalne prostopadłe	$\sigma_{\perp} = 65.75[MPa]$	[Rysunek 24]
$ \sigma_{\perp}  \leq f_d$	$ 65.75[MPa]  < 205.00[MPa]$	0.32 <input checked="" type="checkbox"/>
Naprężenie styczne prostopadłe	$\tau_{\perp} = 65.75[MPa]$	[Rysunek 24]
Współczynnik wytrzymałości spoin	$\chi = 0.70$	[Rysunek 24]
$\chi \cdot \sqrt{[\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2)]} \leq f_d$	$92.05[MPa] < 205.00[MPa]$	0.45 <input checked="" type="checkbox"/>

Punkt w którym sprawdzane są naprężenia		$z_i = 208.66[mm]$
Naprężenie normalne prostopadłe	$\sigma_{\perp} = 57.48[MPa]$	[Rysunek 24]
$ \sigma_{\perp}  \leq f_d$	$ 57.48[MPa]  < 205.00[MPa]$	0.28 <input checked="" type="checkbox"/>
Naprężenie styczne prostopadłe	$\tau_{\perp} = 57.48[MPa]$	[Rysunek 24]
Naprężenie styczne równoległe	$\tau_{\parallel} = -21.76[MPa]$	[Rysunek 24]
Współczynnik wytrzymałości spoin	$\chi = 0.70$	[Rysunek 24]
$\chi \cdot \sqrt{[\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)]} \leq f_d$	$84.69[MPa] < 205.00[MPa]$	0.41 <input checked="" type="checkbox"/>

Punkt w którym sprawdzane są naprężenia		$z_i = -44.85[mm]$
Naprężenie normalne prostopadłe	$\sigma_{\perp} = 11.11[MPa]$	[Rysunek 24]
$ \sigma_{\perp}  \leq f_d$	$ 11.11[MPa]  < 205.00[MPa]$	0.05 <input checked="" type="checkbox"/>
Naprężenie styczne prostopadłe	$\tau_{\perp} = 11.11[MPa]$	[Rysunek 24]
Naprężenie styczne równoległe	$\tau_{\parallel} = -21.76[MPa]$	[Rysunek 24]
Współczynnik wytrzymałości spoin	$\chi = 0.70$	[Rysunek 24]
$\chi \cdot \sqrt{[\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)]} \leq f_d$	$30.62[MPa] < 205.00[MPa]$	0.15 <input checked="" type="checkbox"/>

Punkt w którym sprawdzane są naprężenia		$z_i = -74.06[mm]$
Naprężenie normalne prostopadłe	$\sigma_{\perp} = 19.38[MPa]$	[Rysunek 24]



$ \sigma_{\perp}  \leq f_d$	$ 19.38[MPa]  < 205.00[MPa]$
Napężenie styczne prostopadłe	$\tau_{\perp} = 19.38[MPa]$
Współczynnik wytrzymałości spoin	$\chi = 0.70$

0.09  
[ Rysunek 24 ]

$$\chi \sqrt{[\sigma_{\perp}]^2 + 3[\tau_{\perp}]^2} \leq f_d \quad 27.13[MPa] < 205.00[MPa]$$

0.13 ☒

Punkt w którym sprawdzane są napężenia		$z_i = -195.86[mm]$
Napężenie normalne prostopadłe	$\sigma_{\perp} = 53.86[MPa]$	[ Rysunek 24 ]
$ \sigma_{\perp}  \leq f_d$	$ 53.86[MPa]  < 205.00[MPa]$	0.26 <input checked="" type="checkbox"/>
Napężenie styczne prostopadłe	$\tau_{\perp} = 53.86[MPa]$	[ Rysunek 24 ]
Napężenie styczne równoległe	$\tau_{\parallel} = -21.76[MPa]$	[ Rysunek 24 ]
Współczynnik wytrzymałości spoin	$\chi = 0.70$	[ Rysunek 24 ]
$\chi \sqrt{[\sigma_{\perp}]^2 + 3[\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2]} \leq f_d$	$79.88[MPa] < 205.00[MPa]$	0.39 <input checked="" type="checkbox"/>

Punkt w którym sprawdzane są napężenia		$z_i = -224.06[mm]$
Napężenie normalne prostopadłe	$\sigma_{\perp} = 61.84[MPa]$	[ Rysunek 24 ]
$ \sigma_{\perp}  \leq f_d$	$ 61.84[MPa]  < 205.00[MPa]$	0.30 <input checked="" type="checkbox"/>
Napężenie styczne prostopadłe	$\tau_{\perp} = 61.84[MPa]$	[ Rysunek 24 ]
Współczynnik wytrzymałości spoin	$\chi = 0.70$	[ Rysunek 24 ]
$\chi \sqrt{[\sigma_{\perp}]^2 + 3[\tau_{\perp}]^2} \leq f_d$	$86.58[MPa] < 205.00[MPa]$	0.42 <input checked="" type="checkbox"/>





Belka - belka (blacha czołowa)

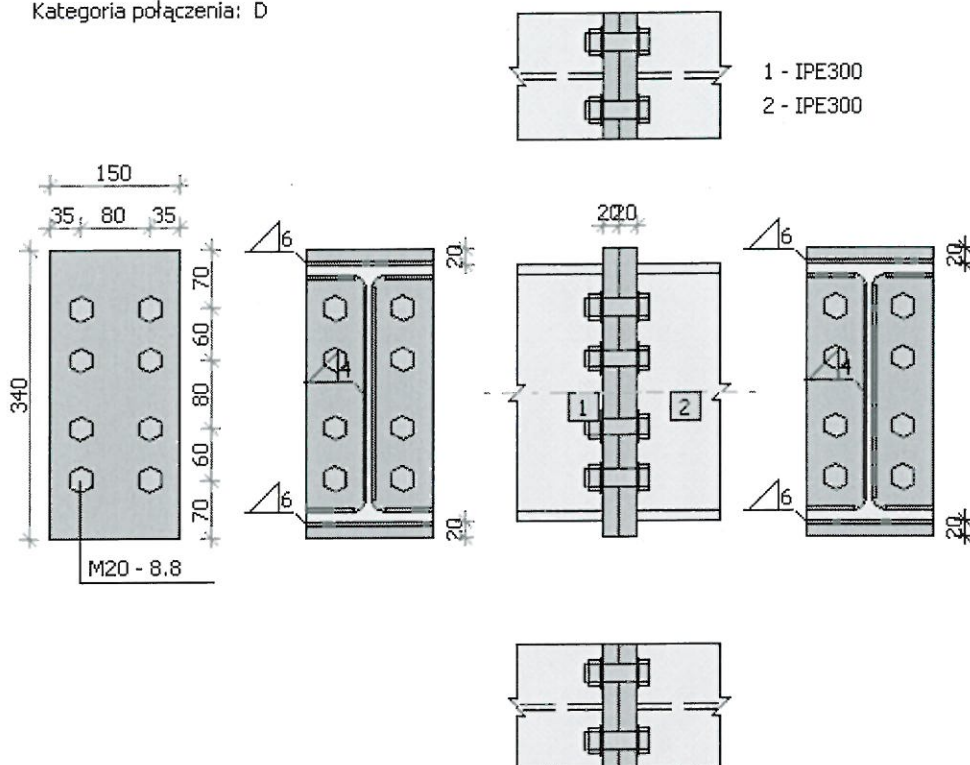
BeamsRigid v.  
0.9.9.3

PN-90/B-03200

Wyczerpanie  
0.70

STAROSTWO POWIATOWE  
w Kartuzach  
WYDZIAŁ BUDOWNICTWA  
ul. 12-go Listopada 7

Kategoria połączenia: D



## Dane

Lewa belka		
	IPE300	St3SX

Prawa belka		
	IPE300	St3SX

Blacha czołowa				
	$l_p$	$h_p$	$t_p$	
	150.00[mm]	340.00[mm]	20.00[mm]	
Materiał	Klasa	$f_d$	$R_e$	$R_m$
	St3SX	205.00[MPa]	225.00[MPa]	375.00[MPa]

## Śruby łączące blachy czołowe

Klasa śruby  
Średnica śruby

Klasa 8.8  
d = 20.00 [mm]

## Spoiny

### Strona lewa

Grubość spoin pachwinowych łączących półki belki i blachę czołową	$a_f =$	6.00 [mm]
Grubość spoin pachwinowych łączących środnik belki i blachę czołową	$a_w =$	4.00 [mm]

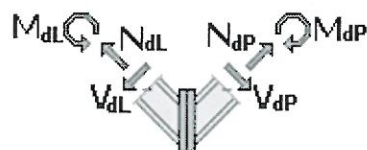
### Strona prawa

Grubość spoin pachwinowych łączących półki belki i blachę czołową	$a_f =$	6.00 [mm]
Grubość spoin pachwinowych łączących środnik belki i blachę czołową	$a_w =$	4.00 [mm]

## Siły

### Obciążenie obliczeniowe

Siła podłużna	$N_{dL} =$	-30.00	[kN]
Siła poprzeczna	$V_{dL} =$	-40.00	[kN]
Moment zginający	$M_{dL} =$	-70.00	[kNm]
Siła podłużna	$N_{dP} =$	-30.00	[kN]
Siła poprzeczna	$V_{dP} =$	-40.00	[kN]
Moment zginający	$M_{dP} =$	-70.00	[kNm]



## Rezultaty

### Strona lewa

#### Śruby łączące blachy czołowe

#### Nośność na ścinanie

Siła składowa w śrubie od wpływu siły podłużnej	$S = -5.00 [kN]$
Miarodajna nośność obliczeniowa śruby	$S_R = 117.34 [kN]$

$ S  \leq S_R$	$ -5.00 [kN]  < 117.34 [kN]$	0.04	<input checked="" type="checkbox"/>
----------------	------------------------------	------	-------------------------------------

#### Parametry blachy czołowej

Współczynnik efektu dwigni	$t_{min} = 18.80 [mm]$	[6.2.4.3 (a)]
Współczynnik efektu dwigni	$\beta = 1.61$	[6.2.4.3 (84)]

#### Nośność na zginanie

### Stan graniczny nośności

Rzeczywisty moment zginający	$M_0 = -70.00[kNm]$	
Nośność ze względu na zerwanie śrub	$M_{Rjd} = 103.72[kNm]$	[6.2.4.3 (89)]
$ M_0  \leq M_{Rjd}$	$ -70.00[kNm]  < 103.72[kNm]$	0.67 <input checked="" type="checkbox"/>

## Punkt w którym sprawdzane są naprężenia

 $z_i = 153.00[mm]$ 

Naprężenie normalne prostopadłe	$\sigma_{\perp} = -101.77[MPa]$	[ Rysunek 24 ]
$ \sigma_{\perp}  \leq f_d$	$ -101.77[MPa]  < 205.00[MPa]$	0.50 <input checked="" type="checkbox"/>
Naprężenie styczne prostopadłe	$\tau_{\perp} = -101.77[MPa]$	[ Rysunek 24 ]
Współczynnik wytrzymałości spoin	$\chi = 0.70$	[ Rysunek 24 ]
$\chi \sqrt{[\sigma_{\perp}]^2 + 3[\tau_{\perp}]^2} \leq f_d$	$142.48[MPa] < 205.00[MPa]$	0.70 <input checked="" type="checkbox"/>

## Punkt w którym sprawdzane są naprężenia

 $z_i = 124.30[mm]$ 

Naprężenie normalne prostopadłe	$\sigma_{\perp} = -83.45[MPa]$	[ Rysunek 24 ]
$ \sigma_{\perp}  \leq f_d$	$ -83.45[MPa]  < 205.00[MPa]$	0.41 <input checked="" type="checkbox"/>
Naprężenie styczne prostopadłe	$\tau_{\perp} = -83.45[MPa]$	[ Rysunek 24 ]
Naprężenie styczne równoległe	$\tau_{\parallel} = -20.11[MPa]$	[ Rysunek 24 ]
Współczynnik wytrzymałości spoin	$\chi = 0.70$	[ Rysunek 24 ]
$\chi \sqrt{[\sigma_{\perp}]^2 + 3[\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2]} \leq f_d$	$119.35[MPa] < 205.00[MPa]$	0.58 <input checked="" type="checkbox"/>

## Punkt w którym sprawdzane są naprężenia

 $z_i = -124.30[mm]$ 

Naprężenie normalne prostopadłe	$\sigma_{\perp} = -83.45[MPa]$	[ Rysunek 24 ]
$ \sigma_{\perp}  \leq f_d$	$ -83.45[MPa]  < 205.00[MPa]$	0.41 <input checked="" type="checkbox"/>
Naprężenie styczne prostopadłe	$\tau_{\perp} = -83.45[MPa]$	[ Rysunek 24 ]
Naprężenie styczne równoległe	$\tau_{\parallel} = -20.11[MPa]$	[ Rysunek 24 ]
Współczynnik wytrzymałości spoin	$\chi = 0.70$	[ Rysunek 24 ]
$\chi \sqrt{[\sigma_{\perp}]^2 + 3[\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2]} \leq f_d$	$119.35[MPa] < 205.00[MPa]$	0.58 <input checked="" type="checkbox"/>

## Punkt w którym sprawdzane są naprężenia

 $z_i = -153.00[mm]$ 

Naprężenie normalne prostopadłe	$\sigma_{\perp} = -101.77[MPa]$	[ Rysunek 24 ]
$ \sigma_{\perp}  \leq f_d$	$ -101.77[MPa]  < 205.00[MPa]$	0.50 <input checked="" type="checkbox"/>
Naprężenie styczne prostopadłe	$\tau_{\perp} = -101.77[MPa]$	[ Rysunek 24 ]
Współczynnik wytrzymałości spoin	$\chi = 0.70$	[ Rysunek 24 ]
$\chi \sqrt{[\sigma_{\perp}]^2 + 3[\tau_{\perp}]^2} \leq f_d$	$142.48[MPa] < 205.00[MPa]$	0.70 <input checked="" type="checkbox"/>

Strona prawa

Śruby łączące blachy czołowe



Siła składowa w śrubie od wpływu siły podłużnej

$S = -5.00 [kN]$

Miarodajna nośność obliczeniowa śruby

$S_R = 117.34 [kN]$

$|S| \leq S_R$

$|-5.00 [kN]| < 117.34 [kN]$

0.04



## Parametry blachy czołowej

Współczynnik efektu dźwigni

$t_{\min} = 18.80 [mm]$

[6.2.4.3 (a)]

Współczynnik efektu dźwigni

$\beta = 1.61$

[6.2.4.3 (84)]

## Nośność na zginanie

## Stan graniczny nośności

Rzeczywisty moment zginający

$M_0 = -70.00 [kNm]$

Nośność ze względu na zerwanie śrub

$M_{Rjd} = 103.72 [kNm]$

[6.24.3 (89)]

$|M_0| \leq M_{Rjd}$

$|-70.00 [kNm]| < 103.72 [kNm]$

0.67



## Spoiny pachwinowe łączące belkę i blachę czołową

## Punkt w którym sprawdzane są naprężenia

$z_i = 153.00 [mm]$

Naprężenie normalne prostopadłe

$\sigma_{\perp} = -101.77 [MPa]$

[ Rysunek 24 ]

$|\sigma_{\perp}| \leq f_d$

$|-101.77 [MPa]| < 205.00 [MPa]$

0.50



Naprężenie styczne prostopadłe

$\tau_{\perp} = -101.77 [MPa]$

[ Rysunek 24 ]

Współczynnik wytrzymałości spoin

$\chi = 0.70$

[ Rysunek 24 ]

$\chi \sqrt{[\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2)]} \leq f_d$

$142.48 [MPa] < 205.00 [MPa]$

0.70



## Punkt w którym sprawdzane są naprężenia

$z_i = 124.30 [mm]$

Naprężenie normalne prostopadłe

$\sigma_{\perp} = -83.45 [MPa]$

[ Rysunek 24 ]

$|\sigma_{\perp}| \leq f_d$

$|-83.45 [MPa]| < 205.00 [MPa]$

0.41



Naprężenie styczne prostopadłe

$\tau_{\perp} = -83.45 [MPa]$

[ Rysunek 24 ]

Naprężenie styczne równoległe

$\tau_{\parallel} = -20.11 [MPa]$

[ Rysunek 24 ]

Współczynnik wytrzymałości spoin

$\chi = 0.70$

[ Rysunek 24 ]

$\chi \sqrt{[\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)]} \leq f_d$

$119.35 [MPa] < 205.00 [MPa]$

0.58



## Punkt w którym sprawdzane są naprężenia

$z_i = -124.30 [mm]$

Naprężenie normalne prostopadłe

$\sigma_{\perp} = -83.45 [MPa]$

[ Rysunek 24 ]

$|\sigma_{\perp}| \leq f_d$

$|-83.45 [MPa]| < 205.00 [MPa]$

0.41



Naprężenie styczne prostopadłe

$\tau_{\perp} = -83.45 [MPa]$

[ Rysunek 24 ]

Naprężenie styczne równoległe

$\tau_{\parallel} = -20.11 [MPa]$

[ Rysunek 24 ]

Współczynnik wytrzymałości spoin

$\chi = 0.70$

[ Rysunek 24 ]

$$\chi \sqrt{[\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)]} \leq f_d$$

$$119.35 [MPa] < 205.00 [MPa]$$

STADOSTWO POWIATOWE  
w Kartusach  
WYDZIAŁ BUDOWNICTWA  
83-300 Kartuzy, ul. 11-go Listopada 7

0.58

Punkt w którym sprawdzane są naprężenia

$$z_i = -153.00 [mm]$$

Naprężenie normalne prostopadłe

$$\sigma_{\perp} = -101.77 [MPa]$$

[ Rysunek 24 ]

$$|\sigma_{\perp}| \leq f_d$$

$$|-101.77 [MPa]| < 205.00 [MPa]$$

0.50



Naprężenie styczne prostopadłe

$$\tau_{\perp} = -101.77 [MPa]$$

[ Rysunek 24 ]

Współczynnik wytrzymałości spoin

$$\chi = 0.70$$

[ Rysunek 24 ]

$$\chi \sqrt{[\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2)]} \leq f_d$$

$$142.48 [MPa] < 205.00 [MPa]$$

0.70



#### 4. Fundamenty – Stopa Fundamentowa

STAROSTWO POWIATOWE  
w Kartuzach

WYDZIAŁ BUDOWNICTWA  
83-300 Kartuzy, ul. 11-go Listopada 7

Opis podłoża:

N	nazwa gruntu	h [m]	nawodnio na	$\rho_o^{(n)}$ [t/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{f,min}$	$\gamma_{f,max}$	$\phi_u^{(n)}$ [°]	$c_u^{(n)}$ [kPa]	$M_o$ [kPa]	$M$ [kPa]
1	Gliny piaszczyste	6,00	nie	2,10	0,90	1,10	16,26	28,14	28843	32045

Napężenie dopuszczalne dla podłoża  $\sigma_{dop}$  [kPa] = 150,0 kPa

Kombinacje obciążeń obliczeniowych:

N	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]	$\Delta e$ [kPa/m]
1	długotrwałe	17,00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	długotrwałe	55,00	12,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	długotrwałe	49,00	17,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	długotrwałe	-1,00	11,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	długotrwałe	10,00	7,00	0,00	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 (**RB500**) →  $f_{yk} = 500$  MPa,  $f_{yd} = 420$  MPa,  $f_{tk} = 550$  MPa otulina zbrojenia  $c_{nom} = 50$  mm

Założenia obliczeniowe:

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

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

Stosunek wartości obc. obliczeniowych N do wartości obc. charakterystycznych  $N_k$   $N/N_k = 1,20$

Nośność pionowa podłoża:

Decyduje: kombinacja nr 3

Decyduje nośność w poziomie: posadowienia fundamentu

Obliczeniowy opór graniczny podłoża  $Q_{Rn} = 1007,9$  kN

$N_r = 113,5$  kN <  $m \cdot Q_{Rn} = 816,4$  kN (13,9%)

Nośność (stateczność) podłoża z uwagi na przesunięcie poziome:

Decyduje: kombinacja nr 3

Decyduje nośność w poziomie: posadowienia fundamentu

Obliczeniowy opór graniczny podłoża  $Q_{Rt} = 54,4$  kN

$T_r = 17,0$  kN <  $m \cdot Q_{Rt} = 39,2$  kN (43,4%)

Obciążenie jednostkowe podłoża:

Decyduje: kombinacja nr 3

Napężenie maksymalne  $\sigma_{max} = 80,2$  kPa

$\sigma_{max} = 80,2$  kPa <  $\sigma_{dop} = 150,0$  kPa (53,5%)

Stateczność fundamentu na obrót:

Decyduje: kombinacja nr 4

Decyduje moment wywracający  $M_{oB,2-3} = 12,90$  kNm, moment utrzymujący  $M_{uB,2-3} = 41,14$  kNm

$M_o = 12,90$  kNm <  $m \cdot M_u = 29,6$  kNm (43,6%)

Osiadanie:

Decyduje: kombinacja nr 2

Osiadanie pierwotne  $s' = 0,05$  cm, wtórne  $s'' = 0,04$  cm, całkowite  $s = 0,08$  cm (8,5%)

Wymiarowanie zbrojenia:

Wzdłuż boku B:

Decyduje: kombinacja nr 3

Zbrojenie potrzebne  $A_s = 1,10$  cm<sup>2</sup>

Przyjęto konstrukcyjnie 8 prętów  $\phi 12$  mm o  $A_s = 9,05$  cm<sup>2</sup>

Wzdłuż boku L:

Decyduje: kombinacja nr 3

Zbrojenie potrzebne  $A_s = 0,80$  cm<sup>2</sup>

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

Adaptacja

mgr inż. Zdzisław

83-300 Kartuzy, ul. 11-go Listopada 7  
tel. 058 681-14-62

mgr inż. arch. Bogdan Kowalski

upr. nr 8879/Gd/94

KONIEC OBŁICZANIA  
Uprawnienia budowlane do projektowania  
bez ograniczeń w specjalności  
konstrukcyjno-budowlanej  
Nr ewid. POM / 0283 / POK / 08  
członek POIIB  
Nr ewid. POM / BO / 0147 / 09

Wojciech Małec

mgr inż. budownictwa ogólnego  
upr. bud. do projektowania bez ograniczeń  
w specjalności konstrukcyjno-budowlanej  
Nr ewid. POK/0173 POK/09

mgr inż. arch. Bogdan Kowalski

upr. nr 8879/Gd/94