
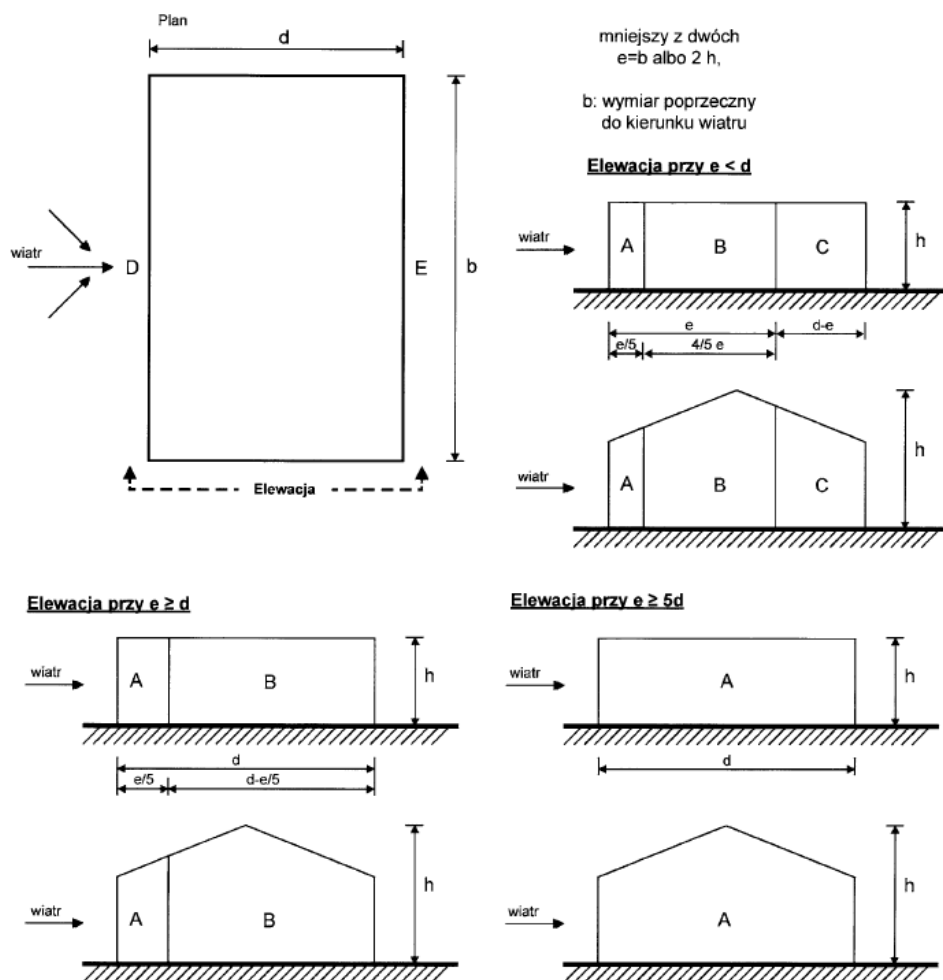


Biuro Konstrukcyjne FCJ 	Projekt: SALA SZKOŁA PŁOCK		Autor: S.P.C.	Data: 01.09.2023
	-	-	Nr proj. 23-938	Strona: 7


Zestawienie obciążeń

EN 1991-1-4:2005



Rysunek 7.5 – Oznaczenia ścian pionowych

UWAGA 1 Wartości $c_{pe,10}$ i $c_{pe,1}$ mogą być podane w Załączniku krajowym. Wartości zalecane podano w Tabeli 7.1, w zależności od stosunku h/d . Można zastosować interpolację liniową dla pośrednich wartości h/d . Wartości podane w Tabeli 7.1 stosuje się również do ścian budynków o dachach nachylonych, takich jak jedno – lub dwuspadowe.

Biuro Konstrukcyjne FCJ 	Projekt:		Autor:	Data: 01.09.2023
	SALA SZKOŁA PŁOCK		S.P.C.	Strona: 8
	-	-	Nr proj. 23-938	

OBCIĄŻENIE WIATREM wg PN-EN-1991-1-4					
parametry			oznaczenie	wartość	jednostka
Wysokość nad poziomem morza			A	100	m.n.p.m.
Wartość charakterystyczna ciśnienia prędkości wiatru	strefa	1	$q_{b,0}$	0,30	kN/m ²
Wysokość odniesienia			z	7,50	m
Współczynnik ekspozycji kategoria IV			$c_e(z) = 1,5 \cdot (z/10)^{0,29}$	1,38	-
Wartość szczytowa ciśnienia prędkości wiatru na wysokości odniesienia „z”			$q_p(z) = c_e(z) \cdot q_{b,0}$	0,41	-
Współczynnik częściowy			γ_M	1,50	-
Charakterystyczne obciążenie wiatrem pole A	C_{pe10}	-1,20	$w = q_{b,0} \cdot C_{pe10}$	-0,50	kN/m ²
Charakterystyczne obciążenie wiatrem pole B	C_{pe10}	-0,80	$w = q_{b,0} \cdot C_{pe10}$	-0,33	kN/m ²
Charakterystyczne obciążenie wiatrem pole C	C_{pe10}	-0,50	$w = q_{b,0} \cdot C_{pe10}$	-0,21	kN/m ²
Charakterystyczne obciążenie wiatrem pole D	C_{pe10}	0,80	$w = q_{b,0} \cdot C_{pe10}$	0,33	kN/m ²
Charakterystyczne obciążenie wiatrem pole E	C_{pe10}	-0,50	$w = q_{b,0} \cdot C_{pe10}$	-0,21	kN/m ²


Siły od wiatru na potrzeby obliczenia stężeń połączeniowych podłużnych

A=3,0m

B=3,70

Połąc nawietrzna $F_n = 3 \cdot 3,7 \cdot 0,33 = 3,66$ kN

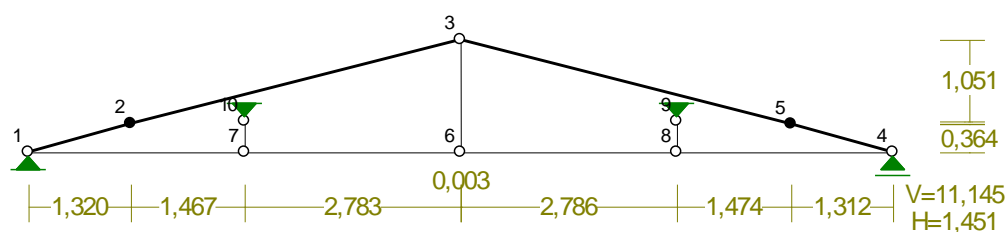
Połąc zawietrzna $F_z = 3 \cdot 3,7 \cdot 0,31 = 2,33$ kN

Biuro Konstrukcyjne FCJ 	Projekt:		Autor:	Data: 01.09.2023
	SALA SZKOŁA PŁOCK		S.P.C.	Strona: 9
	-	-	Nr proj. 23-938	

RM_Win v. 11.121 licencja nr 46581

NAZWA: dzwigar_nowy drewno

WĘZŁY:




WĘZŁY:

Nr:	X [m]:	Y [m]:	Nr:	X [m]:	Y [m]:
1	0,000	0,000	6	5,573	0,000
2	1,320	0,368	7	2,787	0,000
3	5,570	1,451	8	8,359	0,000
4	11,145	0,000	9	8,359	0,400
5	9,833	0,364	10	2,787	0,400

PODPORY:

P o d a t n o ś c i

Węzeł:	Rodzaj:	Kąt:	Dx (Do*) : [m / k N]	Dy:	DFi: [rad/kNm]
1	stała	0,0	0,0	0,0	
4	przesuwna	0,0	0,0*		
9	stała	180,0	0,0	0,0	
10	stała	180,0	0,0	0,0	

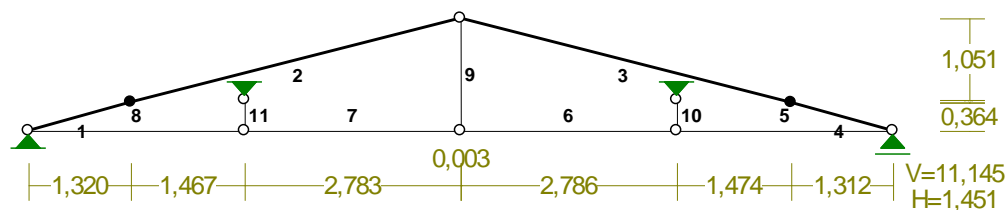
Biuro Konstrukcyjne FCJ 	Projekt: SALA SZKOŁA PŁOCK		Autor: S.P.C.	Data: 01.09.2023
	-	-	Nr proj. 23-938	Strona: 10

OSIADANIA:

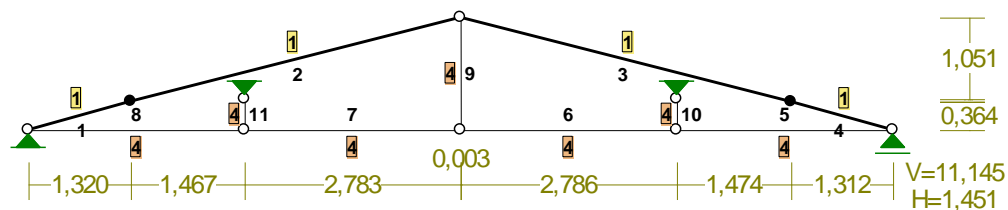
Węzeł: Kąt: $W_x (W_o^*) [m]$: $W_y [m]$: $F_{io} [grad]$:

B r a k O s i a d a ń

PRĘTY:



PRZEKROJE PRĘTÓW:



PRĘTY UKŁADU:

Typy prętów: 00 - sztyw.-sztyw.; 01 - sztyw.-przegub;
 10 - przegub-sztyw.; 11 - przegub-przegub
 22 - ciągnio

Pręt: Typ: A: B: $L_x [m]$: $L_y [m]$: $L [m]$: Red.EJ: Przekrój:

Biuro Konstrukcyjne FCJ 	Projekt: SALA SZKOŁA PŁOCK		Autor: S.P.C.	Data: 01.09.2023
				Strona: 11
	-	-	Nr proj. 23-938	


1	10	0	1	1,320	0,368	1,370	1,000	1 B 32x14
2	01	1	2	4,250	1,083	4,386	1,000	1 B 32x14
3	10	2	4	4,263	-1,087	4,399	1,000	1 B 32x14
4	01	4	3	1,312	-0,364	1,362	1,000	1 B 32x14
5	22	3	7	-2,786	0,000	2,786	1,000	4 R *30x15
6	22	7	5	-2,786	0,000	2,786	1,000	4 R *30x15
7	22	5	6	-2,786	0,000	2,786	1,000	4 R *30x15
8	22	6	0	-2,787	0,000	2,787	1,000	4 R *30x15
9	22	5	2	-0,003	1,451	1,451	1,000	4 R *30x15
10	22	7	8	0,000	0,400	0,400	1,000	4 R *30x15
11	22	6	9	0,000	0,400	0,400	1,000	4 R *30x15

WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

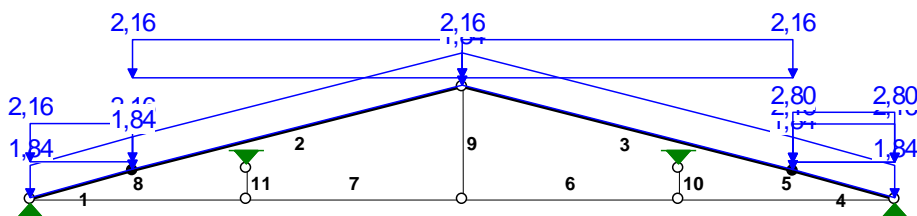
Nr.	A[cm ²]	I _x [cm ⁴]	I _y [cm ⁴]	W _g [cm ³]	W _d [cm ³]	h[cm]	Materiał:
1	448,0	38229	7317	2389	2389	32,0	1,6E+2 Drewno GL24h
4	7,1	4	4	3	3	3,0	1 S 235

STAŁE MATERIAŁOWE:

Materiał:	Moduł E: [kN/mm ²]	Napręż.gr.: [N/mm ²]	AlfaT: [1/K]
1 S 235	210	235,000	1,2E-5
156 Drewno GL24h	12	24,000	5,0E-6

Biuro Konstrukcyjne FCJ 	Projekt: SALA SZKOŁA PŁOCK		Autor:	Data: 01.09.2023
	-	-	S.P.C. Nr proj. 23-938	Strona: 12

OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt: Rodzaj: Kąt: P1 (Tg) : P2 (Td) : a [m] : b [m] :

Grupa: CW "Ciężar własny" Stałe $\gamma_G = 1,35/1,00$

Grupa: A "" Stałe $\gamma_G = 1,35/1,00$

1	Liniowe	0,0	1,84	1,84	0,00	1,37
2	Liniowe	0,0	1,84	1,84	0,00	4,39
3	Liniowe	0,0	1,84	1,84	0,00	4,40
4	Liniowe	0,0	1,84	1,84	0,00	1,36

Grupa: S "" Zmienne $\gamma_Q = 1,50$


1	Liniowe-Y	0,0	2,16	2,16	0,00	1,37
2	Liniowe-Y	0,0	2,16	2,16	0,00	4,39
3	Liniowe-Y	0,0	2,16	2,16	0,00	4,40
4	Liniowe-Y	0,0	2,16	2,16	0,00	1,36
4	Liniowe-Y	0,0	2,80	2,80	0,00	1,36

W Y N I K I wg PN-EN 1990

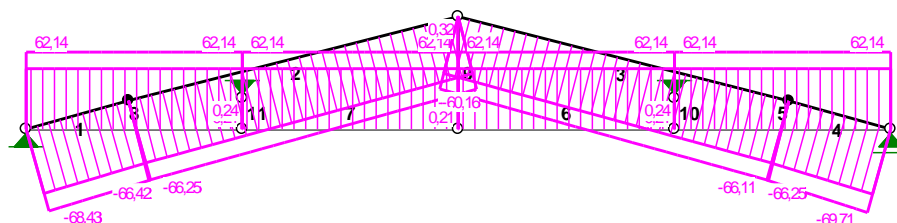
Teoria I-go rzędu

RM_Win v. 11.121 licencja nr 46581

OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Biuro Konstrukcyjne FCJ 	Projekt: SALA SZKOŁA PŁOCK		Autor: S.P.C.	Data: 01.09.2023
	-	-	Nr proj. 23-938	Strona: 14

NORMALNE :




SIŁY PRZEKROJOWE:

T.I rzędu


Obciążenia obl.: CW AS

Pręt:	x/L:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:
1	a	0,00	0,00	11,09	-53,76
	b	0,00	0,00	14,06	-68,43
	a	1,00	11,30	5,41	-52,18
	b	1,00	14,33	6,86	-66,42
2	a	0,00	11,30	6,58	-52,05
	b	0,00	14,33	8,35	-66,25
	b	0,36	20,91*	0,00	-64,13
	a	1,00	0,00	-11,73	-47,38
	b	1,00	0,00	-14,89	-60,33
3	a	0,00	0,00	12,07	-47,29
	b	0,00	0,00	15,55	-60,16
	b	0,67	22,83*	-0,02	-64,13
	a	1,00	12,73	-6,29	-51,98
	b	1,00	17,15	-7,75	-66,11
4	a	0,00	12,73	-5,20	-52,10
	b	0,00	17,15	-6,37	-66,25
	a	1,00	0,00	-13,49	-54,40
	b	1,00	0,00	-18,83	-69,71
5	a	0,00	0,00	-0,10	48,81
	b	0,00	0,00	-0,09	62,14
	a	0,50	-0,07*	0,00	48,81
	b	0,50	-0,06	0,00	62,14*
	a	1,00	0,00	0,10	48,81

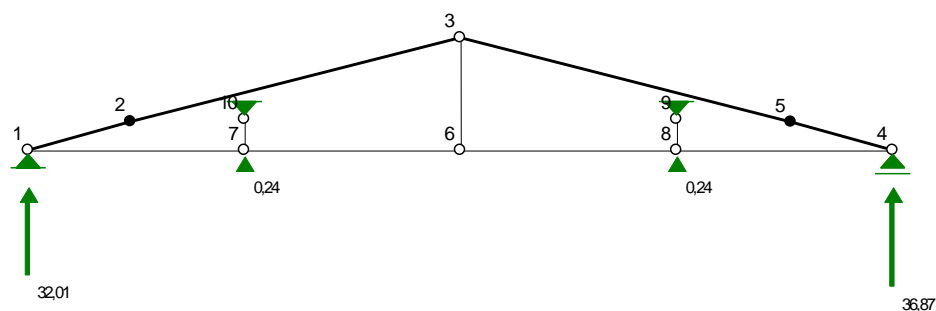
Biuro Konstrukcyjne FCJ 	Projekt:		Autor:	Data: 01.09.2023
	SALA SZKOŁA PŁOCK		S.P.C.	Strona: 15
	-	-	Nr proj. 23-938	

	b	1,00	2,786	0,00	0,09	62,14
6	a	0,00	0,000	0,00	-0,10	48,81
	b	0,00	0,000	0,00	-0,09	62,14
	a	0,50	1,382	-0,07*	0,00	48,81
	b	0,50	1,382	-0,06	0,00	62,14*
	a	1,00	2,786	0,00	0,10	48,81
	b	1,00	2,786	0,00	0,09	62,14
7	a	0,00	0,000	0,00	-0,10	48,81
	b	0,00	0,000	0,00	-0,09	62,14
	a	0,50	1,382	-0,07*	0,00	48,81
	b	0,50	1,382	-0,06	0,00	62,14*
	a	1,00	2,786	0,00	0,10	48,81
	b	1,00	2,786	0,00	0,09	62,14
8	a	0,00	0,000	0,00	-0,10	48,81
	b	0,00	0,000	0,00	-0,09	62,14
	a	0,50	1,383	-0,07*	0,00	48,81
	b	0,50	1,383	-0,06	0,00	62,14*
	a	1,00	2,787	0,00	0,10	48,81
	b	1,00	2,787	0,00	0,09	62,14
9	a	0,00	0,000	0,00	0,00	0,21
	b	0,00	0,000	0,00	0,00	0,18
	a	0,74	1,077	0,00*	0,00	0,29
	b	0,32	0,470	0,00*	0,00	0,21
	a	0,98	1,428	0,00	0,00*	0,32
	a	0,04	0,062	0,00	0,00*	0,21
	a	1,00	1,451	0,00	0,00	0,32
	b	1,00	1,451	0,00	0,00	0,27
10	a	0,00	0,000	0,00	0,00	0,21
	b	0,00	0,000	0,00	0,00	0,18
	a	1,00	0,400	0,00	0,00	0,24
	b	1,00	0,400	0,00	0,00	0,20
11	a	0,00	0,000	0,00	0,00	0,21
	b	0,00	0,000	0,00	0,00	0,18
	a	1,00	0,400	0,00	0,00	0,24
	b	1,00	0,400	0,00	0,00	0,20

* = Wartości ekstremalne

Biuro Konstrukcyjne FCJ 	Projekt:		Autor:	Data: 01.09.2023
	SALA SZKOŁA PŁOCK		S.P.C.	Strona: 16
	-	-	Nr proj. 23-938	

REAKCJE PODPOROWE:



REAKCJE PODPOROWE:

T.I rzędu

Obciążenia obl.: CW AS

Węzeł:		H [kN] :	V [kN] :	Wypadkowa [kN] :	M [kNm] :
1	a	0,00	25,22	25,22	
	b	0,00	32,01	32,01	
4	a	0,00	27,65	27,65	
	b	0,00	36,87	36,87	
9	a	0,00	0,24	0,24	
	b	0,00	0,20	0,20	
10	a	0,00	0,24	0,24	
	b	0,00	0,20	0,20	

REAKCJE PODPOROWE:

T.I rzędu


Obciążenia char.: CW AS

Węzeł:		H [kN] :	V [kN] :	Wypadkowa [kN] :	M [kNm] :
1		0,00	24,13	24,13	
4		0,00	27,37	27,37	
9		0,00	0,18	0,18	
10		0,00	0,18	0,18	

PRZEMIESZCZENIA WĘZŁÓW:

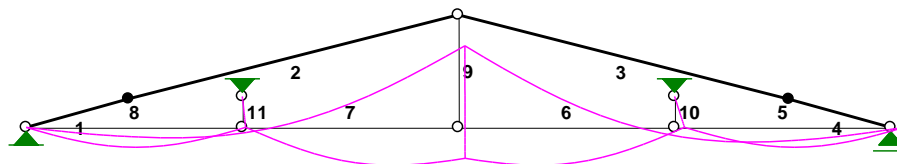
T.I rzędu

Obciążenia char.: CW AS

Biuro Konstrukcyjne FCJ 	Projekt:		Autor:	Data: 01.09.2023
	SALA SZKOŁA PŁOCK		S.P.C.	Strona: 17
	-	-	Nr proj. 23-938	

Węzeł:	Ux[m]:	Uy[m]:	Wypadkowe[m]:	Fi[rad] ([deg]):
1	0,00000	0,00000	0,00000	
2	0,00265	-0,01000	0,01034	-0,00633 (-0,362)
3	0,00175	-0,00814	0,00832	
4	0,00351	0,00000	0,00351	
5	0,00064	-0,01087	0,01089	0,00679 (0,389)
6	0,00176	-0,00814	0,00833	
7	0,00088	0,00000	0,00088	
8	0,00264	0,00000	0,00264	
9	0,00000	0,00000	0,00000	
10	0,00000	0,00000	0,00000	

PRZEMIESZCZENIA:




DEFORMACJE:

T.I rzędu

Obciążenia char.: CW AS

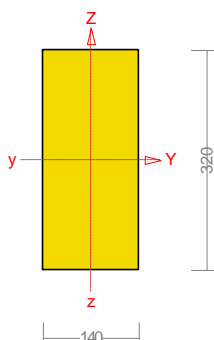
Pręt:	Wa[m]:	Wb[m]:	F1a[deg]:	F1b[deg]:	f[m]:	L/f:
1	0,0000	-0,0103	-0,470	-0,362	0,0003	4073,2
2	-0,0103	-0,0083	-0,362	0,312	0,0073	598,2
3	-0,0075	-0,0104	-0,344	0,389	0,0079	554,9
4	-0,0103	0,0009	0,389	0,520	0,0004	3333,4
5	0,0000	0,0000	0,343	-0,343	0,0052	534,4
6	0,0000	0,0081	0,510	-0,176	0,0052	534,4
7	0,0081	0,0000	0,176	-0,510	0,0052	534,4
8	0,0000	0,0000	0,343	-0,343	0,0052	533,9
9	-0,0017	-0,0017	0,000	0,000	0,0000	1,830E+6
10	-0,0026	0,0000	0,377	0,377	0,0000	1,21E+18
11	-0,0009	0,0000	0,126	0,126	0,0000	5,19E+18

Biuro Konstrukcyjne FCJ 	Projekt: SALA SZKOŁA PŁOCK		Autor: S.P.C.	Data: 01.09.2023
	-	-	Nr proj. 23-938	Strona: 18

Pręt nr 2

Wyniki wymiarowania elementów drewnianych wg PN-EN 1995 (Drew1995_3d v. 1.27 licencja nr 46581)

Zadanie: dzwigar_nowy drewno



Przekrój: 1 „B 32x14”

Wymiary przekroju:

$$h=320,0 \text{ mm} \quad b=140,0 \text{ mm}.$$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$$J_y=38229,3; \quad J_z=7317,3 \text{ cm}^4; \quad A=448,00 \text{ cm}^2; \quad i_y=9,2; \quad i_z=4,0 \text{ cm}; \quad W_y=2389,3; \quad W_z=1045,3 \text{ cm}^3.$$

Własności techniczne drewna:

Przyjęto 1 klasę użytkowania konstrukcji (temperatura powietrza 20° i wilgotności powyżej 65% tylko przez kilka tygodni w roku) oraz klasę trwania obciążenia: **Stale** (więcej niż 10 lat, np. ciężar własny).

$$K_{mod} = 0,60 \quad \gamma_M = 1,25$$

$$k_{h,m} = \min [(600/320)^{0,1}; 1,1] = 1,065$$

$$k_{h,t} = \min [(600/140)^{0,1}; 1,1] = 1,100$$

Cechy drewna: **Drewno GL24h.**

$$f_{m,k} = 1,065 \times 24,00 = 25,56$$

$$f_{m,d} = 12,267 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,k} = 1,100 \times 19,20 = 21,12$$

$$f_{t,0,d} = 10,138 \text{ MPa}$$

$$f_{t,90,k} = 0,50$$

$$f_{t,90,d} = 0,240 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,k} = 24,00$$

$$f_{c,0,d} = 11,520 \text{ MPa}$$

$$f_{c,90,k} = 2,50$$

$$f_{c,90,d} = 1,200 \text{ MPa}$$

$$f_{v,k} = 3,50$$

$$f_{v,d} = 1,680 \text{ MPa}$$

$$E_{0,mean} = 11500 \text{ MPa}$$

$$E_{90,mean} = 300 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 9600 \text{ MPa}$$

$$G_{mean} = 650 \text{ MPa}$$


$$\rho_k = 385 \text{ kg/m}^3$$

Sprawdzenie nośności pręta nr 2

Sprawdzenie nośności przeprowadzono wg PN-EN 1995.

Nośność na ściskanie:

Wyniki dla $x_a=2,193 \text{ m}$; $x_b=2,193 \text{ m}$; pręśło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·0,85·(CW+A)+1,5·S (b)”.

Biuro Konstrukcyjne FCJ 	Projekt:		Autor:	Data: 01.09.2023
	SALA SZKOŁA PŁOCK		S.P.C.	Strona: 19
	-	-	Nr proj. 23-938	

- długość wyboczeniowa w płaszczyźnie Y:

$$l_c = \mu l = 1,000 \times 4,386 = 4,386 \text{ m}$$

- długość wyboczeniowa w płaszczyźnie Z:

$$l_c = \mu l = 1,000 \times 1,000 = 1,000 \text{ m}$$

Współczynniki wyboczeniowe:

$$\lambda_y = l_{c,y} / i_y = 4,386 / 9,2376 \times 10^2 = 47,48$$

$$\lambda_z = l_{c,z} / i_z = 1,000 / 4,0415 \times 10^2 = 24,74$$

$$\lambda_{rel,y} = \lambda_y / \pi \sqrt{f_{c,0,k} / E_{0,05}} = 47,48 / \pi \times \sqrt{24/9600} = 0,756 \quad (6.21)$$

$$\lambda_{rel,z} = \lambda_z / \pi \sqrt{f_{c,0,k} / E_{0,05}} = 24,74 / \pi \times \sqrt{24/9600} = 0,394 \quad (6.22)$$

$$k_y = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2] = 0,5 [1 + 0,1 \times (0,756 - 0,3) + (0,756)^2] = 0,808 \quad (6.27)$$

$$k_z = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2] = 0,5 [1 + 0,1 \times (0,394 - 0,3) + (0,394)^2] = 0,582 \quad (6.28)$$

$$k_{c,y} = 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}) = 1 / (0,808 + \sqrt{0,808^2 - 0,756^2}) = 0,913 \quad (6.25)$$

$$k_{c,z} = 1 / (k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}) = 1 / (0,582 + \sqrt{0,582^2 - 0,394^2}) = 0,989 \quad (6.26)$$

Powierzchnia obliczeniowa przekroju $A_d = 448,00 \text{ cm}^2$.

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 63,29 / 448,00 \times 10 = \mathbf{1,413} < \mathbf{10,519} = 0,913 \times 11,520 = k_c f_{c,0,d}$$

Ściskanie ze zginaniem dla $x_a=2,193 \text{ m}$; $x_b=2,193 \text{ m}$; pręśło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·0,85·(CW+A)+1,5·S (b)”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{1,413}{0,913 \times 11,520} + \frac{8,331}{12,267} + 0,7 \times \frac{0,000}{12,267} = \mathbf{0,813} < \mathbf{1} \quad (6.23)$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{1,413}{0,989 \times 11,520} + 0,7 \times \frac{8,331}{12,267} + \frac{0,000}{12,267} = \mathbf{0,599} < \mathbf{1} \quad (6.24)$$

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=2,193 \text{ m}$; $x_b=2,193 \text{ m}$; pręśło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·0,85·(CW+A)+1,5·S (b)”.

Długość obliczeniowa dla **pręta swobodnie podpartego, obciążonego równomiernie**, przy obciążeniu przyłożonym do powierzchni **górej**, wynosi:

$$l_{ef} = 0,9 \times 4385,8 + 320 + 320 = 4587,2 \text{ mm}$$

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 b^2}{h l_{ef}} E_{0,05} = \frac{0,78 \times 140^2}{320 \times 4587,2} \times 9600 = 99,983 \text{ MPa} \quad (6.32)$$


$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{f_{m,k} / \sigma_{m,crit}} = \sqrt{25,56 / 99,983} = 0,506 \quad (6.30)$$

Wartość współczynnika zwichrzenia:

$$\text{dla } \lambda_{rel,m} \leq 0,75 \quad k_{crit} = 1$$

Warunek stateczności:

$$\left(\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit} f_{m,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} = \frac{8,331^2}{1,000^2 \times 12,267^2} + \frac{1,413}{0,989 \times 11,520} = \mathbf{0,585} < \mathbf{1} \quad (6.35)$$

Biuro Konstrukcyjne FCJ 	Projekt:		Autor:	Data: 01.09.2023
	SALA SZKOŁA PŁOCK		S.P.C.	Strona: 20
	-	-	Nr proj. 23-938	

Nośność dla $x_a=2,193$ m; $x_b=2,193$ m; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·0,85·(CW+A)+1,5·S (b)”:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{8,331}{12,267} + 0,7 \times \frac{0,000}{12,267} = \mathbf{0,679} < 1 \quad (6.17)$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{8,331}{12,267} + \frac{0,000}{12,267} = \mathbf{0,475} < 1 \quad (6.18)$$

Nośność ze ściskaniem dla $x_a=2,193$ m; $x_b=2,193$ m; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·0,85·(CW+A)+1,5·S (b)”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{1,413^2}{11,520^2} + \frac{8,331}{12,267} + 0,7 \times \frac{0,000}{12,267} = \mathbf{0,694} < 1 \quad (6.19)$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{1,413^2}{11,520^2} + 0,7 \times \frac{8,331}{12,267} + \frac{0,000}{12,267} = \mathbf{0,490} < 1 \quad (6.20)$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=2,193$ m; $x_b=2,193$ m; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·0,85·(CW+A)+1,5·S (b)”.

Naprężenia tnące:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / (k_{cr} A) = 1,5 \times 3,27 / (0,67 \times 448,00) \times 10 = 0,163 \text{ MPa}$$

$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / (k_{cr} A) = 1,5 \times 0 / (1,00 \times 448,00) \times 10 = 0,000 \text{ MPa}$$

Przyjęto $k_v = 1,000$.

Warunek nośności

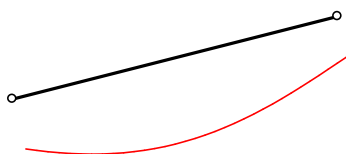
$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,163^2 + 0,000^2} = \mathbf{0,163} < \mathbf{1,680} = 1,000 \times 1,680 = k_v f_{v,d}$$

Nośność na skręcanie:

Wyniki dla $x_a=2,193$ m; $x_b=2,193$ m; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·(CW+A)+1,5·0,5·S (a)”.

$$\tau_{tor,d} = \frac{M_{tor}}{\eta b^2 h} = \frac{0}{0,251 \times 14,0^2 \times 32,0} \times 10^3 = \mathbf{0,000} < \mathbf{1,872} = 1,114 \times 1,680 = k_{shape} f_{v,d} \quad (6.14)$$

Stan graniczny użytkowania:



Wyniki dla $x_a=2,193$ m; $x_b=2,193$ m; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „Char: CW+A+S; Q-S: CW+A+0·S”
liczone od cięciwy przęta.

Wartości graniczne ugięć końcowych:


$$u_{z,fin,gr} = l / 150 = 4385,8 / 150 = 29,2 \text{ mm}$$

$$u_{y,fin,gr} = l / 150 = 4385,8 / 150 = 29,2 \text{ mm}$$

Ugięcia chwilowe wyznaczone dla charakterystycznej kombinacji obciążeń:

$$u_{z,inst} = u_z [1 + \eta_1 (h/L)^2] = 7,33 \times [1 + 19,20 \times (320,0/4385,8)^2] = 8,08 \text{ mm}$$

$$u_{y,inst} = u_y = 0,00 = 0,00 \text{ mm}$$

Biuro Konstrukcyjne FCJ 	Projekt: SALA SZKOŁA PŁOCK		Autor:	Data: 01.09.2023
	-	-	S.P.C. Nr proj. 23-938	Strona: 21

Ugięcia końcowe obliczone z uwzględnieniem ugięć od pełzania wyznaczonych dla quasi-stałej kombinacji obciążeń (poprawka A2:2014):

$$u_{z,fin} = (u_{z,inst} + u_{z,creep})[1 + \eta_1 (h/L)^2] = (7,33 + 2,17) \times [1 + 19,20 \times (320,0/4385,8)^2] = 10,47 \text{ mm}$$

$$u_{y,fin} = (u_{y,inst} + u_{y,creep}) = (0,00 + 0,00) = 0,00 \text{ mm}$$

Warunki SGU:

$$u_{z,inst} = 8,1$$

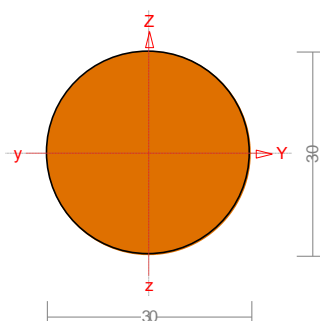
$$u_{z,fin} = 10,5 < 29,2 = u_{z,fin,gr}$$

Pręt nr 7

Wyniki wymiarowania stali wg PN-EN 1993 (Stal1993_2d v. 1.55 licencja nr 46581)

Zadanie: dźwigar nowy drewno

Przekrój: 4 - R *30x15



Wymiary przekroju:

D=30,0 d=0,0 g=15,0.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

I_y=4,0 I_z=4,0 A=7,07 i_y=0,7 i_z=0,7 I_w=0,0 I_t=3,9

i_s=1,061.

Materiał: **S 235**. Granica plastyczności **f_y=235 MPa** oraz wytrzymałość na rozciąganie **f_t = 360** dla **g=15,0**.

Obciążenia prostopadłe:

Obciążenia działające prostopadle do płaszczyzny układu:

- obciążenie rozłożone $q = 0 \text{ kN/m}$,
- momenty przywęzłowe $M_a = 0, M_b = 0 \text{ kNm}$,
- moment skręcający $T = 0 \text{ kNm}$.

Częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla tych obciążeń wynosi $\gamma_f = 1$.

Długości wyboczeniowe pręta:

Przęsło Yc

Przyjęto:

$$\kappa_a = 1,000 \quad \kappa_b = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \quad \Rightarrow \quad \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_0 = 2,786$$

$$l_w = 1,000 \times 2,786 = 2,786 \text{ m}$$

Przęsło Zc


Przyjęto następujące podatności węzłów:

$$\kappa_a = 1,000 \quad \kappa_b = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \quad \Rightarrow \quad \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_0 = 2,786$$

$$l_w = 1,000 \times 2,786 = 2,786 \text{ m}$$

Przęsło ω

Dla wyboczenia skrętnego przyjęto współczynnik długości wyboczeniowej $\mu_\omega = 1,000$. Rozstaw stężeń zabezpieczających przed obrotem $l_{\omega\omega} = 2,786 \text{ m}$. Długość wyboczeniowa $l_\omega = 2,786 \text{ m}$.

Biuro Konstrukcyjne FCJ 	Projekt: SALA SZKOŁA PŁOCK		Autor: S.P.C.	Data: 01.09.2023
	-	-	Nr proj. 23-938	Strona: 22

Siły krytyczne:

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 EI_y}{l_{wy}^2} = \frac{3,1416^2 \times 210 \times 4,0}{2,786^2} \times 10^{-2} = 10,62 \text{ kN}$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 EI_z}{l_{wz}^2} = \frac{3,1416^2 \times 210 \times 4,0}{2,786^2} \times 10^{-2} = 10,62 \text{ kN}$$

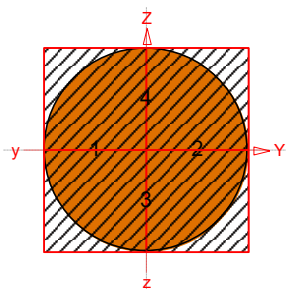
$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_s^2} \left(\frac{\pi^2 EI_{\varpi}}{l_{\varpi}^2} + GI_T \right) = \frac{1}{1,061^2} \times \left(\frac{3,1416^2 \times 210 \times 0,0}{2,786^2} \times 10^{-2} + 81 \times 3,94 \times 10^2 \right) = 28374,26 \text{ kN}$$

Stan graniczny nośności.

$x_a = 1,393$; $x_b = 1,393$; Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: $1,35 \cdot (CW+A) + 1,5 \cdot 0,5 \cdot S$ (a)

Przyjęto następujące współczynniki częściowe γ_M :

$$\gamma_{M0} = 1; \gamma_{M1} = 1; \gamma_{M2} = 1,1.$$



Klasa przekroju:

$$\varepsilon = \sqrt{235/f_y} = \sqrt{235/235} = 1,000$$

Nr:	c [mm]	t [mm]	α	ψ	k_{σ}	(c/t) ₁	(c/t) ₂	(c/t) ₃	c/t	Klasa
1	30,0	15,0	-	-	-	50,000	70,000	90,000	2,000	1
2	30,0	15,0	-	-	-	50,000	70,000	90,000	2,000	1
3	30,0	15,0	-	-	-	50,000	70,000	90,000	2,000	1
4	30,0	15,0	-	-	-	50,000	70,000	90,000	2,000	1

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy **1**.

Nośność elementów rozciąganych:

$x_a = 1,393$; $x_b = 1,393$; Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: $1,35 \cdot 0,85 \cdot (CW+A) + 1,5 \cdot S$ (b)

Siała osiowa: $N_{Ed} = 62,14 \text{ kN}$

Pole powierzchni przekroju: $A = 7,07 \text{ cm}^2$

Pole powierzchni otworów: $A_o = 0,00 \text{ cm}^2$

Pole powierzchni netto: $A_{net} = 7,07 \text{ cm}^2$

Nośność przekroju na rozciąganie:

- nośność plastyczna

$$N_{pl,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{7,07 \times 235}{1} \times 10^{-1} = 166,11 \text{ kN} \quad (6.6)$$

- nośność graniczna

$$N_{u,Rd} = \frac{0,9 A_{net} f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{0,9 \times 7,07 \times 360}{1,1} \times 10^{-1} = 208,2 \text{ kN} \quad (6.7)$$

Pręt posiada zdolność do odkształceń plastycznych ($N_{pl,Rd} < N_{u,Rd}$).

Nośność na rozciąganie:

Biuro Konstrukcyjne FCJ 	Projekt:		Autor:	Data: 01.09.2023
	SALA SZKOŁA PŁOCK		S.P.C.	Strona: 23
	-	-	Nr proj. 23-938	

$$N_{t,Rd} = N_{pl,Rd} = 166,11 \text{ kN}$$

Warunek nośności (6.5):

$$\frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} = \frac{62,14}{166,11} = \mathbf{0,374 < 1} \quad (6.5)$$

Nośność przekroju na ścinanie:

$x_a = 1,393$; $x_b = 1,393$; Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: $1,35 \cdot (CW+A) + 1,5 \cdot 0,5 \cdot S$ (a)
- wzdłuż osi Z

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} = \frac{4,50 \times 235 / 1,732}{1} \times 10^{-1} = 61,05 \text{ kN}$$

Warunek nośności:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} = \frac{0,00}{61,05} = \mathbf{0,000 < 1}$$

Dla materiału o granicy plastyczności 235 MPa, przyjęto $\eta = 1,2$.

Zgodnie z p. 5.1(2) PN-EN 1993-1-5 nie jest konieczne sprawdzanie stateczności przy ścinaniu:

$$h_w / t_w = 30,0 / 15,0 = \mathbf{2,000 < 59,699} = 72 \times 1,000 / 1,200 = 72 \varepsilon / \eta$$

Nośność przekroju na zginanie:

$x_a = 1,393$; $x_b = 1,393$; Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: $1,35 \cdot (CW+A) + 1,5 \cdot 0,5 \cdot S$ (a)

Klasa przekroju 1.

Nośność na zginanie względem osi Y:

$$M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{4,49 \times 235}{1} \times 10^{-3} = 1,06 \text{ kNm}$$

Zredukowana nośność na zginanie:

$$n = N_{Ed} / N_{pl,Rd} = 48,81 / 166,11 = 0,294; \quad \text{przyjęto } n = 0,294 \leq 1;$$

Dla rury okrągłej:

$$M_{N,y,Rd} = M_{N,z,Rd} = M_{pl,Rd} (1 - n^{1,7}) = 1,06 \times (1 - 0,294^{1,7}) = 0,92 \text{ kNm} \quad (24 \text{ AC:2009})$$

Zlinearyzowany warunek nośności:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{N,Rd}} = \frac{0,07}{0,924} = \mathbf{0,076 < 1} \quad (6.31)$$

Ostrożne przybliżenie nośności (nie jest warunkiem decydującym):

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \left[\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} \right)^2 + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} \right)^2 \right]^{1/2} = \frac{48,81}{166,11} + \left[\left(\frac{0,07}{1,06} \right)^2 + \left(\frac{0}{1,06} \right)^2 \right]^{1/2} = \mathbf{0,360 < 1} \quad (6.2)$$

Stan graniczny użytkowalności:

Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: $CW+A+S$ Kombinacja charakterystyczna

Ugięcia względem osi Z liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{\max} = 5,2 \text{ mm}$$

$$a_{gr} = 1 / 250 = 2786 / 250 = 11,1 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = \mathbf{5,2 < 11,1} = a_{gr}$$

Największe ugięcie wypadkowe wynosi:

$$a = 5,213 \text{ mm}; \quad L / a = 2786,0 / 5,213 = 534,4$$