



II

WYNIKI PODSTAWOWYCH OBLICZEŃ STATYCZNYCH

Spis treści

I.	ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ, ZAŁOŻENIA	16
1.	Parametry obiektu	16
2.	Obciążenia klimatyczne – wiatr (wg PN-B-02011:1977/Az1)	16
3.	Obciążenia klimatyczne – śnieg (wg PN-80/B-02010/Az1).....	16
4.	Obciążenia stropodachu (wg PN-82/B-02000/2001/2003).....	16
5.	Obciążenia stropów międzykondygnacyjnych (wg PN-82/B-02000/2001/2003).....	17
6.	Obciążenia powierzchni komunikacyjnych (wg PN-82/B-02000/2001/2003).....	17
II.	WYNIKI OBLICZEŃ STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWYCH	17
1.	Dźwigar drewniany D1.....	17
2.	Dźwigar drewniany D2.....	25
3.	Belka wspornikowa BW/2	33
4.	Belka wspornikowa BW/1	39
5.	Schody żelbetowe SCH/1/1	45
6.	Belka stalowa stropodachu BS/1	51
7.	Ława fundamentowa L-1	55



I. ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ, ZAŁOŻENIA

1. Parametry obiektu

- Lokalizacja obiektu: Kobyłka, ul. Poprzeczna 18, pow. wołomiński
- Obciążenie wiatrem: I strefa ($q_k=0,30\text{kPa}$)
- Obciążenie śniegiem: II strefa ($Q_k=0,90\text{kPa}$)
- Strefa przemarzania: II strefa $H_z=1,0\text{m}$
- Podstawowe gabaryty obiektu: $-(B \times L \times H) = 20,53 \times 38,80 \times 10,04 \text{ [m]}$

2. Obciążenia klimatyczne – wiatr (wg PN-B-02011:1977/Az1)

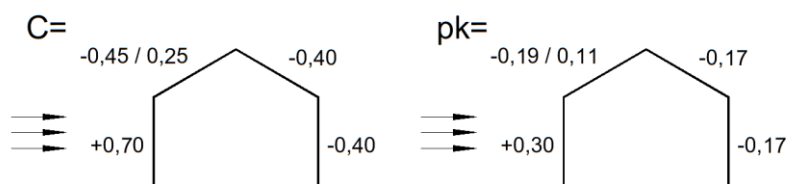
$$p_k = q_k \times C_e \times C_s \times \beta$$

$$p_k = 0,30 \text{ kPa (I strefa)}$$

$$C_e = 1,0$$

$$\beta = 1,8$$

$$\gamma_f = 1,50$$



3. Obciążenia klimatyczne – śnieg (wg PN-80/B-02010/Az1)

$$S_k = Q_k \times C$$

$$Q_k = 0,90 \text{ kPa (II strefa)}$$

$$C_1 = 0,80 \text{ (dla powierzchni podstawowej)}$$

$$C_2 = 1,20 \text{ (drugi wariant – dach spadzisty)}$$

$$S_{k1} = 0,90 \times 0,80 = 0,72 \text{ kPa}; S_{k2} = 0,90 \times 1,20 = 1,08 \text{ kPa}$$

$$\gamma_f = 1,50$$

4. Obciążenia stropodachu (wg PN-82/B-02000/2001/2003)

Rodzaj obciążenia	Obc. charakterystyczne [kN/m ²]	Wsp. obciążeniowy	Obc. obliczeniowe [kN/m ²]
1. Stałe (bez ciężaru konstrukcji) -warstwy dachowe	0,60	1,30	0,78
2. Zmienne - podwieszenia	0,60	1,30	0,78
- panele fotowoltaiczne (dach płaski)	0,40	1,30	0,52



5. Obciążenia stropów międzykondygnacyjnych (wg PN-82/B-02000/2001/2003)

Rodzaj obciążenia	Obc. charakterystyczne [kN/m ²]	Wsp. obciążeniowy	Obc. obliczeniowe [kN/m ²]
1. Stałe (bez ciężaru konstrukcji) - warstwy posadzkowe	1,80	1,30	2,34
2. Zmienne - ścianki działowe	0,75	1,20	0,90
- użytkowe	2,00	1,30	2,60

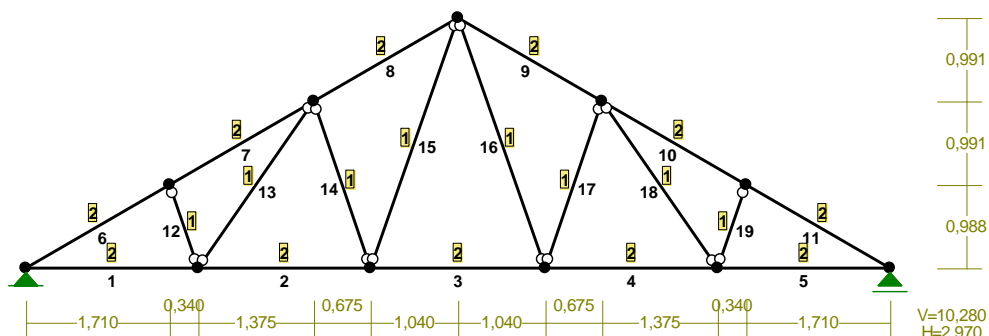
6. Obciążenia klatek schodowych (wg PN-82/B-02000/2001/2003)

Rodzaj obciążenia	Obc. charakterystyczne [kN/m ²]	Wsp. obciążeniowy	Obc. obliczeniowe [kN/m ²]
1. Stałe (bez ciężaru konstrukcji) - warstwy posadzkowe	1,80	1,30	2,34
2. Zmienne - użytkowe	5,00	1,20	6,00

II. WYNIKI OBLICZEŃ STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWYCH

1. Dźwigar drewniany D1

PRZEKROJE PRĘTÓW:





PRĘTY UKŁADU:

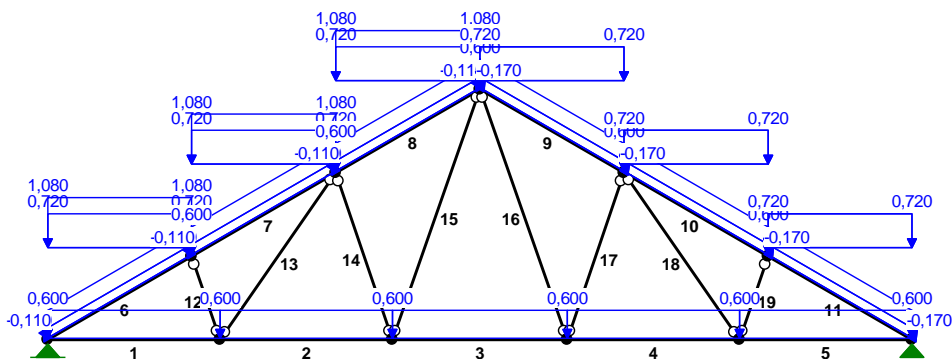
Typy prętów: 00 - sztyw.-sztyw.; 01 - sztyw.-przegub;
10 - przegub-sztyw.; 11 - przegub-przegub
22 - ciągnio

Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx[m]:	Ly[m]:	L[m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	00	0	7	2,050	0,000	2,050	1,000	2 B 24x6
2	00	7	8	2,050	0,000	2,050	1,000	2 B 24x6
3	00	8	10	2,080	0,000	2,080	1,000	2 B 24x6
4	00	10	9	2,050	0,000	2,050	1,000	2 B 24x6
5	00	9	1	2,050	0,000	2,050	1,000	2 B 24x6
6	00	0	3	1,710	0,988	1,975	1,000	2 B 24x6
7	00	3	5	1,715	0,991	1,981	1,000	2 B 24x6
8	00	5	2	1,715	0,991	1,981	1,000	2 B 24x6
9	00	2	6	1,715	-0,991	1,981	1,000	2 B 24x6
10	00	6	4	1,715	-0,991	1,981	1,000	2 B 24x6
11	00	4	1	1,710	-0,988	1,975	1,000	2 B 24x6
12	11	3	7	0,340	-0,988	1,045	1,000	1 B 14x6
13	11	7	5	1,375	1,979	2,410	1,000	1 B 14x6
14	11	5	8	0,675	-1,979	2,091	1,000	1 B 14x6
15	11	8	2	1,040	2,970	3,147	1,000	1 B 14x6
16	11	2	10	1,040	-2,970	3,147	1,000	1 B 14x6
17	11	10	6	0,675	1,979	2,091	1,000	1 B 14x6
18	11	6	9	1,375	-1,979	2,410	1,000	1 B 14x6
19	11	9	4	0,340	0,988	1,045	1,000	1 B 14x6

STAŁE MATERIAŁOWE:

Materiał:	Moduł E: [kN/mm ²]	Napręż.gr.: [N/mm ²]	AlfaT: [1/K]
136 Drewno C24	11	24,000	5,0E-6

OBCIĄŻENIA:





OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa: CW "Ciężar własny"			Stałe		$\gamma_f = 1,10$	
Grupa: A "Stałe"			Stałe		$\gamma_f = 1,30/1,00$	
1	Liniowe	0,0	0,600	0,600	0,00	2,05
2	Liniowe	0,0	0,600	0,600	0,00	2,05
3	Liniowe	0,0	0,600	0,600	0,00	2,08
4	Liniowe	0,0	0,600	0,600	0,00	2,05
5	Liniowe	0,0	0,600	0,600	0,00	2,05
6	Liniowe	0,0	0,600	0,600	0,00	1,97
7	Liniowe	0,0	0,600	0,600	0,00	1,98
8	Liniowe	0,0	0,600	0,600	0,00	1,98
9	Liniowe	0,0	0,600	0,600	0,00	1,98
10	Liniowe	0,0	0,600	0,600	0,00	1,98
11	Liniowe	0,0	0,600	0,600	0,00	1,97
Grupa: B "Śnieg 1"			Zmienne		$\gamma_f = 1,50$	
6	Liniowe-Y	0,0	0,720	0,720	0,00	1,97
7	Liniowe-Y	0,0	0,720	0,720	0,00	1,98
8	Liniowe-Y	0,0	0,720	0,720	0,00	1,98
9	Liniowe-Y	0,0	0,720	0,720	0,00	1,98
10	Liniowe-Y	0,0	0,720	0,720	0,00	1,98
11	Liniowe-Y	0,0	0,720	0,720	0,00	1,97
Grupa: C "Śnieg 2"			Zmienne		$\gamma_f = 1,50$	
6	Liniowe-Y	0,0	1,080	1,080	0,00	1,97
7	Liniowe-Y	0,0	1,080	1,080	0,00	1,98
8	Liniowe-Y	0,0	1,080	1,080	0,00	1,98
9	Liniowe-Y	0,0	0,720	0,720	0,00	1,98
10	Liniowe-Y	0,0	0,720	0,720	0,00	1,98
11	Liniowe-Y	0,0	0,720	0,720	0,00	1,97
Grupa: D "Wiatr 1"			Zmienne		$\gamma_f = 1,50$	
6	Liniowe	30,0	-0,190	-0,190	0,00	1,97
7	Liniowe	30,0	-0,190	-0,190	0,00	1,98
8	Liniowe	30,0	-0,190	-0,190	0,00	1,98
9	Liniowe	-30,0	-0,170	-0,170	0,00	1,98
10	Liniowe	-30,0	-0,170	-0,170	0,00	1,98
11	Liniowe	-30,0	-0,170	-0,170	0,00	1,97
Grupa: E "Wiatr 2"			Zmienne		$\gamma_f = 1,50$	
6	Liniowe	30,0	0,110	0,110	0,00	1,97
7	Liniowe	30,0	0,110	0,110	0,00	1,98
8	Liniowe	30,0	0,110	0,110	0,00	1,98
9	Liniowe	-30,0	-0,170	-0,170	0,00	1,98
10	Liniowe	-30,0	-0,170	-0,170	0,00	1,98
11	Liniowe	-30,0	-0,170	-0,170	0,00	1,97

W Y N I K I wg PN 82/B-02000

Teoria I-go rzędu

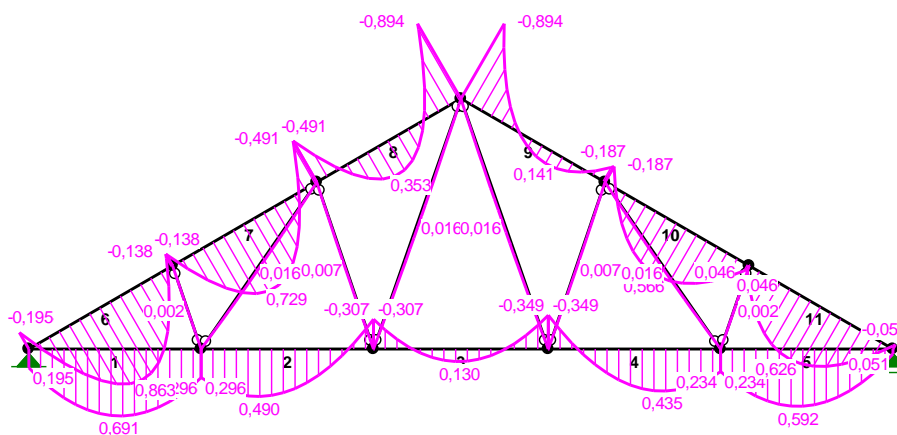
RM_Win v. 11.95 licencja nr 37041



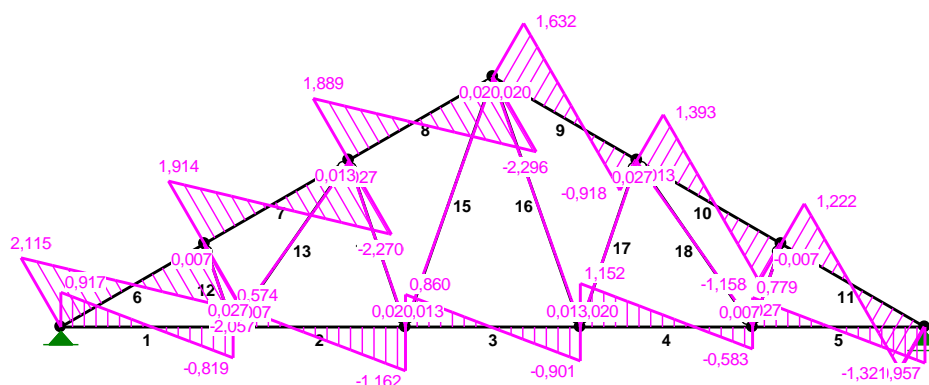
OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa:	Znaczenie:	γ_f :	ψ_d :
CW-"Ciężar własny"	Stałe	1,10	
A -"Stałe"	Stałe	1,30/1,00	
C -"Śnieg 2"	Zmienne	1 1,50	1,00
E -"Wiatr 2"	Zmienne	1 1,50	1,00

MOMENTY:

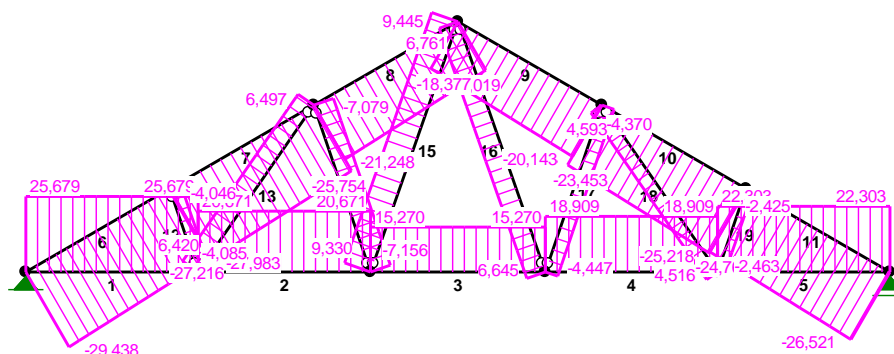


TNĄCE:





NORMALNE :



SIŁY PRZEKROJOWE:

T.I rzędu

Obciążenia obl.: CW ACE

Pręt:	x/L:	x [m]:	M [kNm]:	Q [kN]:	N [kN]:
1	0,00	0,000	0,195	0,917	25,679
	0,53	1,081	0,691*	0,002	25,679
	1,00	2,050	0,296	-0,819	25,679
2	0,00	0,000	0,296	0,574	20,671
	0,33	0,673	0,490*	0,004	20,671
	1,00	2,050	-0,307	-1,162	20,671
3	0,00	0,000	-0,307	0,860	15,270
	0,49	1,016	0,130*	0,001	15,270
	1,00	2,080	-0,349	-0,901	15,270
4	0,00	0,000	-0,349	1,152	18,909
	0,66	1,361	0,435*	-0,001	18,909
	1,00	2,050	0,234	-0,583	18,909
5	0,00	0,000	0,234	0,779	22,303
	0,45	0,921	0,592*	-0,001	22,303
	1,00	2,050	0,051	-0,957	22,303
6	0,00	0,000	-0,195	2,115	-29,438
	0,51	1,003	0,863*	-0,004	-28,309
	1,00	1,975	-0,138	-2,057	-27,216
7	0,00	0,000	-0,138	1,914	-27,983
	0,46	0,905	0,729*	0,002	-26,965
	1,00	1,981	-0,491	-2,270	-25,754
8	0,00	0,000	-0,491	1,889	-21,248
	0,45	0,890	0,353*	0,009	-20,246
	0,45	0,898	0,353*	-0,007	-20,238
	1,00	1,981	-0,894	-2,296	-19,019



PROJEKT TECHNICZNY – B. KONSTRUKCYJNA

9	0,00	0,000	-0,894	1,632	-18,377
	0,64	1,269	0,141*	-0,002	-19,508
	1,00	1,981	-0,187	-0,918	-20,143
10	0,00	0,000	-0,187	1,393	-23,453
	0,55	1,083	0,566*	-0,002	-24,418
	1,00	1,981	0,046	-1,158	-25,218
11	0,00	0,000	0,046	1,222	-24,761
	0,48	0,949	0,626*	0,001	-25,606
	1,00	1,975	-0,051	-1,321	-26,521
12	0,00	0,000	0,000	0,007	-4,046
	0,54	0,563	0,002*	-0,001	-4,067
	0,48	0,502	0,002*	0,000	-4,065
	1,00	1,045	0,000	-0,007	-4,085
13	0,00	0,000	0,000	0,027	6,420
	0,52	1,243	0,016*	-0,001	6,459
	0,49	1,177	0,016*	0,001	6,457
	1,00	2,410	0,000	-0,027	6,497
14	0,00	0,000	0,000	0,013	-7,079
	0,52	1,086	0,007*	-0,001	-7,119
	0,49	1,021	0,007*	0,000	-7,117
	1,00	2,091	0,000	-0,013	-7,156
15	0,00	0,000	0,000	0,020	9,330
	0,52	1,623	0,016*	-0,001	9,390
	0,49	1,537	0,016*	0,000	9,387
	1,00	3,147	0,000	-0,020	9,445
16	0,00	0,000	0,000	0,020	6,761
	0,52	1,623	0,016*	-0,001	6,701
	0,49	1,537	0,016*	0,000	6,704
	1,00	3,147	0,000	-0,020	6,645
17	0,00	0,000	0,000	0,013	-4,447
	0,52	1,086	0,007*	-0,001	-4,407
	0,49	1,021	0,007*	0,000	-4,409
	1,00	2,091	0,000	-0,013	-4,370
18	0,00	0,000	0,000	0,027	4,593
	0,52	1,243	0,016*	-0,001	4,553
	0,49	1,177	0,016*	0,001	4,555
	1,00	2,410	0,000	-0,027	4,516
19	0,00	0,000	0,000	0,007	-2,463
	0,54	0,563	0,002*	-0,001	-2,443
	0,48	0,502	0,002*	0,000	-2,445
	1,00	1,045	0,000	-0,007	-2,425

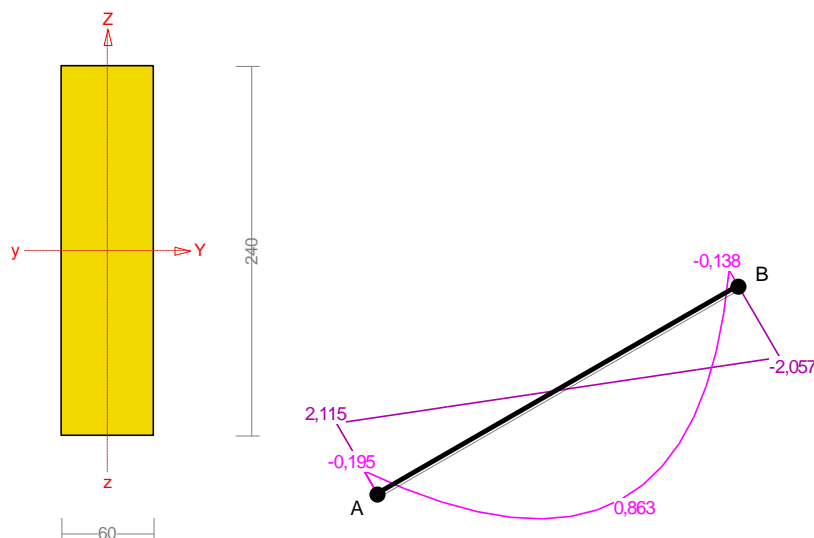
* = Wartości ekstremalne



Wyniki wymiarowania elementu drewnianego wg PN-B-03150:2000

Pręt nr 6

Zadanie: D1_1



Przekrój: 2 „B 24x6”

Wymiary przekroju:

$$h=240,0 \text{ mm} \quad b=60,0 \text{ mm}.$$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$$J_y=6912,0; \quad J_z=432,0 \text{ cm}^4; \quad A=144,00 \text{ cm}^2; \quad i_y=6,9; \quad i_z=1,7 \text{ cm}; \quad W_y=576,0; \quad W_z=144,0 \text{ cm}^3.$$

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*).

$$K_{mod} = 0,60$$

$$\gamma_M = 1,3$$

Cechy drewna: **Drewno C24.**

$$f_{m,k} = 24,00$$

$$f_{m,d} = 11,08 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,k} = 14,50$$

$$f_{t,0,d} = 6,69 \text{ MPa}$$

$$f_{t,90,k} = 0,40$$

$$f_{t,90,d} = 0,18 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,k} = 21,00$$

$$f_{c,0,d} = 9,69 \text{ MPa}$$

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

$$f_{c,90,d} = 1,15 \text{ MPa}$$

$$f_{v,k} = 4,00$$

$$f_{v,d} = 1,85 \text{ MPa}$$

$$E_{0,mean} = 11000 \text{ MPa}$$

$$E_{90,mean} = 370 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 7400 \text{ MPa}$$

$$G_{mean} = 690 \text{ MPa}$$

$$\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$$

Sprawdzenie nośności pręta nr 6

Sprawdzenie nośności przeprowadzono wg PN-B-03150:2000.

Nośność na ściskanie:

Wyniki dla $x_a=0,99 \text{ m}$; $x_b=0,99 \text{ m}$, przy obciążeniach „CW ACE”.

- długość wyboyczeniowa w płaszczyźnie układu (wyznaczona na podstawie podatności węzłów):



$$l_c = \mu l = 0,709 \times 1,975 = 1,400 \text{ m}$$

- długość wybocheniowa w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$l_c = \mu l = 1,000 \times 1,975 = 1,975 \text{ m}$$

Długości wybocheniowe dla wybochenia w płaszczyznach prostopadłych do osi głównych przekroju, wynoszą:

$$l_{c,y} = 1,400 \text{ m}; \quad l_{c,z} = 1,975 \text{ m}$$

Współczynniki wybocheniowe:

$$\lambda_y = l_{c,y} / i_y = 1,400 / 0,0693 = 20,21$$

$$\lambda_z = l_{c,z} / i_z = 1,975 / 0,0173 = 114,02$$

$$\sigma_{c,crit,y} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_y^2 = 9,87 \times 7400 / (20,21)^2 = 178,81 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,crit,z} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_z^2 = 9,87 \times 7400 / (114,02)^2 = 5,62 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,y}} = \sqrt{21 / 178,81} = 0,343$$

$$\lambda_{rel,z} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,z}} = \sqrt{21 / 5,62} = 1,933$$

$$k_y = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (0,343 - 0,5) + (0,343)^2] = 0,543$$

$$k_z = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (1,933 - 0,5) + (1,933)^2] = 2,512$$

$$k_{c,y} = 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}) = 1 / (0,543 + \sqrt{0,543^2 - 0,343^2}) = 1,037$$

$$k_{c,z} = 1 / (k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}) = 1 / (2,512 + \sqrt{2,512^2 - 1,933^2}) = 0,243$$

Powierzchnia obliczeniowa przekroju $A_d = 144,00 \text{ cm}^2$.

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 28,327 / 144,00 \times 10 = \mathbf{1,97} < \mathbf{2,35} = 0,243 \times 9,69 = k_c f_{c,0,d}$$

Ściskanie ze zginaniem dla $x_a=0,99 \text{ m}$; $x_b=0,99 \text{ m}$, przy obciążeniach „CW ACE”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{1,97}{1,037 \times 9,69} + 0,7 \times \frac{0,00}{11,08} + \frac{1,50}{11,08} = \mathbf{0,331} < \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{1,97}{0,243 \times 9,69} + \frac{0,00}{11,08} + 0,7 \times \frac{1,50}{11,08} = \mathbf{0,930} < \mathbf{1}$$

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=0,99 \text{ m}$; $x_b=0,99 \text{ m}$, przy obciążeniach „CW ACE”.

Długość obliczeniowa dla *pręta swobodnie podpartego, obciążonego równomiernie lub momentami na końcach*, przy obciążeniu przyłożonym do powierzchni górnej, wynosi:

$$l_d = 1,00 \times 1975 + 240 + 240 = 2455 \text{ mm}$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{l_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = \sqrt{\frac{2455 \times 240 \times 11,08}{3,142 \times 60^2 \times 7400}} \times \sqrt{\frac{4 \times 11000}{690}} = 0,558$$

Wartość współczynnika zwichrzenia:

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

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 0,863 / 576,00 \times 10^3 = \mathbf{1,50} < \mathbf{11,08} = 1,000 \times 11,08 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla $x_a=0,99 \text{ m}$; $x_b=0,99 \text{ m}$, przy obciążeniach „CW ACE”:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{1,50}{11,08} + 0,7 \times \frac{0,00}{11,08} = \mathbf{0,135} < \mathbf{1}$$



$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{1,50}{11,08} + \frac{0,00}{11,08} = \mathbf{0,095} < \mathbf{1}$$

Nośność ze ściskaniem dla $x_a=0,99$ m; $x_b=0,99$ m, przy obciążeniach „CW ACE”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{1,97^2}{9,69^2} + \frac{1,50}{11,08} + 0,7 \times \frac{0,00}{11,08} = \mathbf{0,176} < \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{1,97^2}{9,69^2} + 0,7 \times \frac{1,50}{11,08} + \frac{0,00}{11,08} = \mathbf{0,136} < \mathbf{1}$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=0,99$ m; $x_b=0,99$ m, przy obciążeniach „CW ACE”.

Naprężenia tnące:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / A = 1,5 \times 0,029 / 144,000 \times 10 = 0,00 \text{ MPa}$$

$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / A = 1,5 \times 0,000 / 144,000 \times 10 = 0,00 \text{ MPa}$$

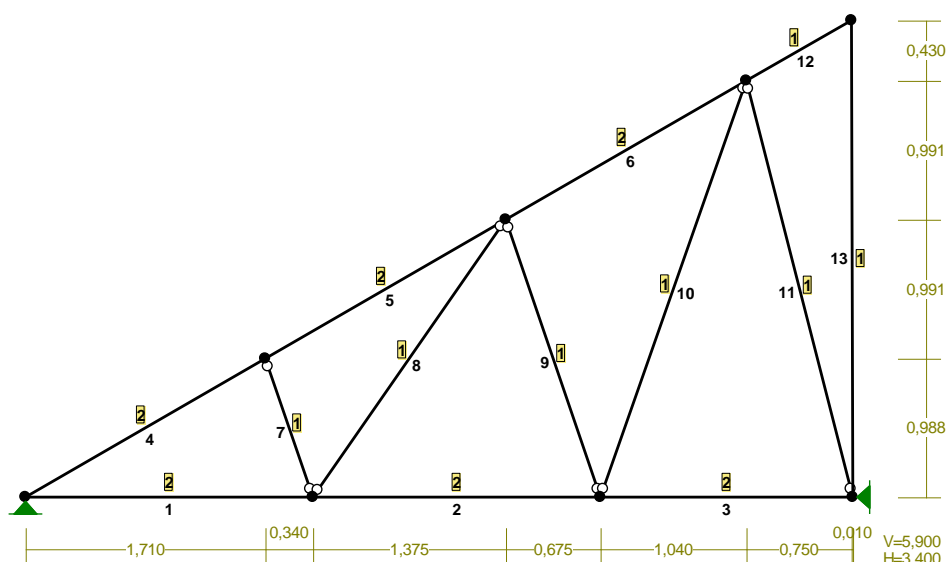
Przyjęto $k_v = 1,000$.

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,00^2 + 0,00^2} = \mathbf{0,00} < \mathbf{1,85} = 1,000 \times 1,85 = k_v f_{v,d}$$

2. Dźwigar drewniany D2

PRZEKROJE PRĘTÓW:





PRĘTY UKŁADU:

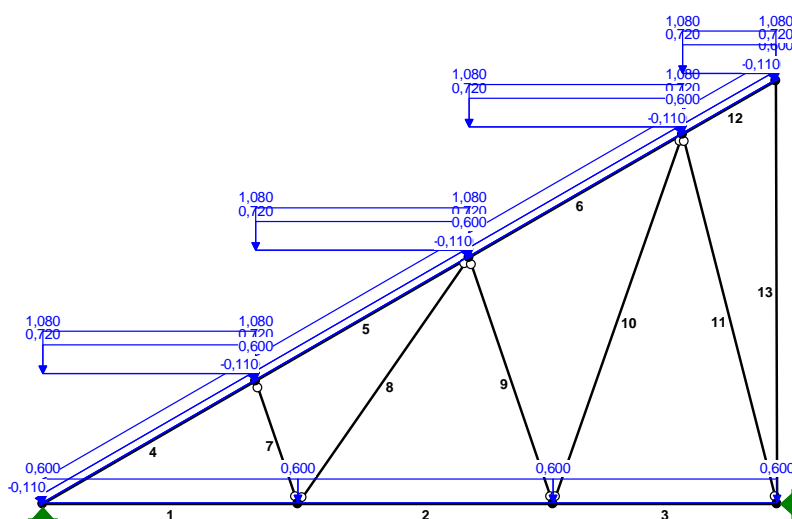
Typy prętów: 00 - sztyw.-sztyw.; 01 - sztyw.-przegub;
10 - przegub-sztyw.; 11 - przegub-przegub
22 - ciągnio

Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx [m]:	Ly [m]:	L [m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	00	0	4	2,050	0,000	2,050	1,000	2 B 24x6
2	00	4	5	2,050	0,000	2,050	1,000	2 B 24x6
3	00	5	6	1,800	0,000	1,800	1,000	2 B 24x6
4	00	0	2	1,710	0,988	1,975	1,000	2 B 24x6
5	00	2	3	1,715	0,991	1,981	1,000	2 B 24x6
6	00	3	1	1,715	0,991	1,981	1,000	2 B 24x6
7	11	2	4	0,340	-0,988	1,045	1,000	1 B 14x6
8	11	4	3	1,375	1,979	2,410	1,000	1 B 14x6
9	11	3	5	0,675	-1,979	2,091	1,000	1 B 14x6
10	11	5	1	1,040	2,970	3,147	1,000	1 B 14x6
11	11	1	6	0,760	-2,970	3,066	1,000	1 B 14x6
12	00	1	7	0,750	0,430	0,865	1,000	1 B 14x6
13	00	7	6	0,010	-3,400	3,400	1,000	1 B 14x6

STAŁE MATERIAŁOWE:

Materiał:	Moduł E: [kN/mm ²]	Napręż.gr.: [N/mm ²]	AlfaT: [1/K]
136 Drewno C24	11	24,000	5,0E-6

OBCIĄŻENIA:





OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

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

Grupa:	CW	"Ciężar własny"		Stałe		$\gamma_f = 1,10$
Grupa:	A	"Stałe"		Stałe		$\gamma_f = 1,30/1,00$
1	Liniowe	0,0	0,600	0,600	0,00	2,05
2	Liniowe	0,0	0,600	0,600	0,00	2,05
3	Liniowe	0,0	0,600	0,600	0,00	1,80
4	Liniowe	0,0	0,600	0,600	0,00	1,97
5	Liniowe	0,0	0,600	0,600	0,00	1,98
6	Liniowe	0,0	0,600	0,600	0,00	1,98
12	Liniowe	0,0	0,600	0,600	0,00	0,86
Grupa:	B	"Śnieg 1"		Zmienne		$\gamma_f = 1,50$
4	Liniowe-Y	0,0	0,720	0,720	0,00	1,97
5	Liniowe-Y	0,0	0,720	0,720	0,00	1,98
6	Liniowe-Y	0,0	0,720	0,720	0,00	1,98
12	Liniowe-Y	0,0	0,720	0,720	0,00	0,86
Grupa:	C	"Śnieg 2"		Zmienne		$\gamma_f = 1,50$
4	Liniowe-Y	0,0	1,080	1,080	0,00	1,97
5	Liniowe-Y	0,0	1,080	1,080	0,00	1,98
6	Liniowe-Y	0,0	1,080	1,080	0,00	1,98
12	Liniowe-Y	0,0	1,080	1,080	0,00	0,86
Grupa:	D	"Wiatr 1"		Zmienne		$\gamma_f = 1,50$
4	Liniowe	30,0	-0,190	-0,190	0,00	1,97
5	Liniowe	30,0	-0,190	-0,190	0,00	1,98
6	Liniowe	30,0	-0,190	-0,190	0,00	1,98
12	Liniowe	29,8	-0,190	-0,190	0,00	0,86
Grupa:	E	"Wiatr 2"		Zmienne		$\gamma_f = 1,50$
4	Liniowe	30,0	0,110	0,110	0,00	1,97
5	Liniowe	30,0	0,110	0,110	0,00	1,98
6	Liniowe	30,0	0,110	0,110	0,00	1,98
12	Liniowe	29,8	0,110	0,110	0,00	0,86

=====

W Y N I K I wg PN 82/B-02000

Teoria I-go rzędu

RM_Win v. 11.95 licencja nr 37041

=====

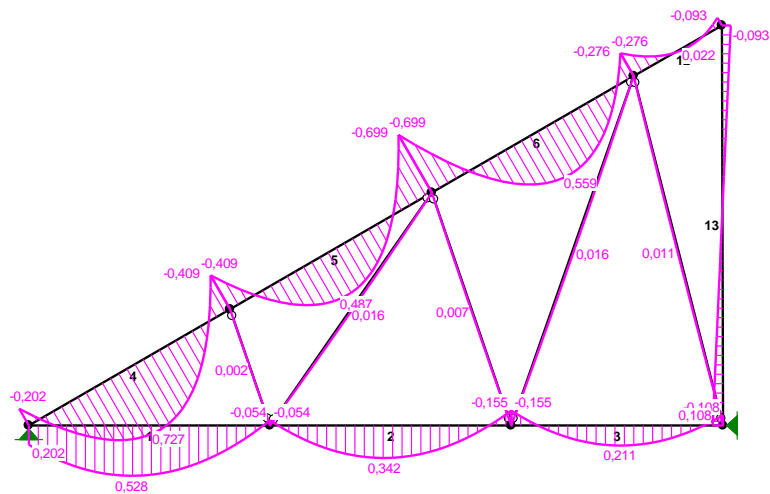
OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa:	Znaczenie:	γ_f :	ψ_d :

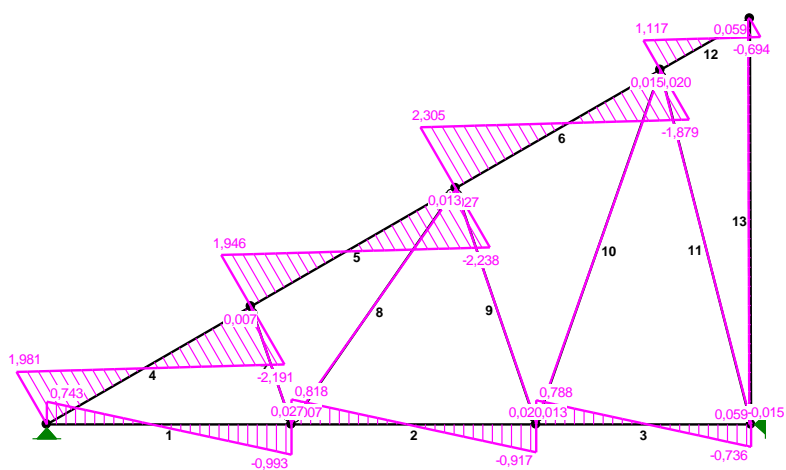
CW-"Ciężar własny"	Stałe	1,10	
A -"Stałe"	Stałe	1,30/1,00	
C -"Śnieg 2"	Zmienne	1 1,50	1,00
E -"Wiatr 2"	Zmienne	1 1,50	1,00



MOMENTY :

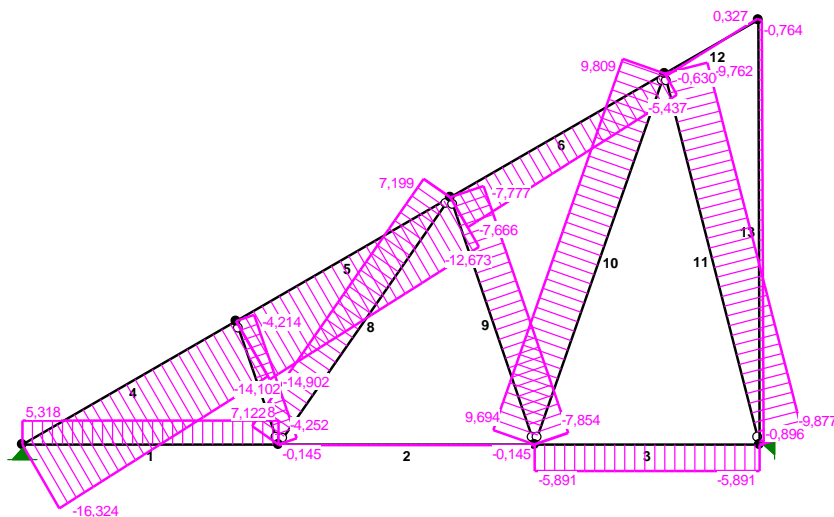


TNĄCE :





NORMALNE :



SIŁY PRZEKROJOWE:

T.I rzędu

Obciążenia obl.: CW ACE

Pręt:	x/L:	x [m]:	M [kNm]:	Q [kN]:	N [kN]:
1	0,00	0,000	0,202	0,743	5,318
	0,43	0,873	0,528*	0,004	5,318
	1,00	2,050	-0,054	-0,993	5,318
2	0,00	0,000	-0,054	0,818	-0,145
	0,47	0,969	0,342*	-0,002	-0,145
	1,00	2,050	-0,155	-0,917	-0,145
3	0,00	0,000	-0,155	0,788	-5,891
	0,52	0,935	0,211*	-0,004	-5,891
	0,52	0,928	0,211*	0,002	-5,891
	1,00	1,800	-0,108	-0,736	-5,891
4	0,00	0,000	-0,202	1,981	-16,324
	0,48	0,941	0,727*	-0,007	-15,265
	1,00	1,975	-0,409	-2,191	-14,102
5	0,00	0,000	-0,409	1,946	-14,902
	0,46	0,921	0,487*	0,001	-13,866
	1,00	1,981	-0,699	-2,238	-12,673
6	0,00	0,000	-0,699	2,305	-7,666
	0,55	1,091	0,560*	0,001	-6,438
	1,00	1,981	-0,276	-1,879	-5,437
7	0,00	0,000	0,000	0,007	-4,214
	0,54	0,563	0,002*	-0,001	-4,234
	0,48	0,502	0,002*	0,000	-4,232
	1,00	1,045	0,000	-0,007	-4,252



8	0,00	0,000	0,000	0,027	7,122
	0,52	1,243	0,016*	-0,001	7,161
	0,49	1,177	0,016*	0,001	7,159
	1,00	2,410	0,000	-0,027	7,199
9	0,00	0,000	0,000	0,013	-7,777
	0,52	1,086	0,007*	-0,001	-7,817
	0,49	1,021	0,007*	0,000	-7,814
	1,00	2,091	0,000	-0,013	-7,854
10	0,00	0,000	0,000	0,020	9,694
	0,52	1,623	0,016*	-0,001	9,753
	0,49	1,537	0,016*	0,000	9,750
	1,00	3,147	0,000	-0,020	9,809
11	0,00	0,000	0,000	0,015	-9,762
	0,52	1,581	0,011*	0,000	-9,821
	0,49	1,497	0,011*	0,000	-9,818
	1,00	3,066	0,000	-0,015	-9,877
12	0,00	0,000	-0,276	1,117	-0,630
	0,62	0,534	0,022*	0,000	-0,040
	1,00	0,865	-0,093	-0,694	0,327
13	0,00	0,000	-0,093	0,059	-0,764
	0,02	0,080	-0,088	0,059*	-0,767
	0,98	3,347	0,105	0,059*	-0,894
	1,00	3,400	0,108	0,059	-0,896

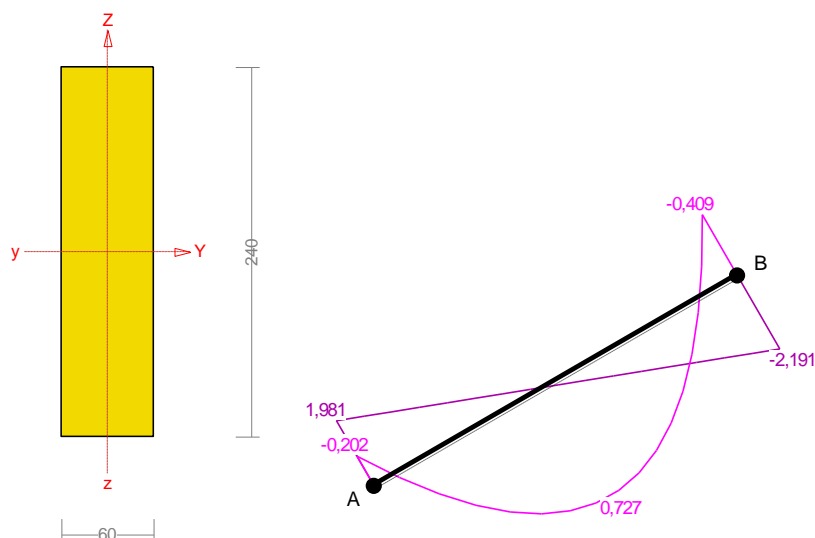
* = Wartości ekstremalne

Wyniki wymiarowania elementu drewnianego wg PN-B-03150:2000

RM_Drew v. 4.19 licencja nr 37041

Pręt nr 4

Zadanie: D1_2





Przekrój: 2 „B 24x6”

Wymiary przekroju:

$$h=240,0 \text{ mm} \quad b=60,0 \text{ mm.}$$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$$J_{yg}=6912,0; \quad J_{zg}=432,0 \text{ cm}^4; \quad A=144,00 \text{ cm}^2; \quad i_y=6,9; \quad i_z=1,7 \text{ cm}; \quad W_y=576,0; \quad W_z=144,0 \text{ cm}^3.$$

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).

$$K_{mod} = 0,60 \qquad \gamma_M = 1,3$$

Cechy drewna: **Drewno C24.**

$$f_{m,k} = 24,00 \qquad f_{m,d} = 11,08 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,k} = 14,50 \qquad f_{t,0,d} = 6,69 \text{ MPa}$$

$$f_{t,90,k} = 0,40 \qquad f_{t,90,d} = 0,18 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,k} = 21,00 \qquad f_{c,0,d} = 9,69 \text{ MPa}$$

$$f_{c,90,k} = 2,50 \qquad f_{c,90,d} = 1,15 \text{ MPa}$$

$$f_{v,k} = 4,00 \qquad f_{v,d} = 1,85 \text{ MPa}$$

$$E_{0,mean} = 11000 \text{ MPa}$$

$$E_{90,mean} = 370 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 7400 \text{ MPa}$$

$$G_{mean} = 690 \text{ MPa}$$

$$\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$$

Sprawdzenie nośności pręta nr 4

Sprawdzenie nośności przeprowadzono wg PN-B-03150:2000.

Nośność na ściskanie:

Wyniki dla $x_a=0,99 \text{ m}$; $x_b=0,99 \text{ m}$, przy obciążeniach „CW ACE”.

- długość wybocheniowa w płaszczyźnie układu (wyznaczona na podstawie podatności węzłów):

$$l_c = \mu l = 0,708 \times 1,975 = 1,398 \text{ m}$$

- długość wybocheniowa w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$l_c = \mu l = 1,000 \times 1,975 = 1,975 \text{ m}$$

Długości wybocheniowe dla wybochenia w płaszczyznach prostopadłych do osi głównych przekroju, wynoszą:

$$l_{c,y} = 1,398 \text{ m}; \qquad l_{c,z} = 1,975 \text{ m}$$

Współczynniki wybocheniowe:

$$\lambda_y = l_{c,y} / i_y = 1,398 / 0,0693 = 20,18$$

$$\lambda_z = l_{c,z} / i_z = 1,975 / 0,0173 = 114,02$$

$$\sigma_{c,crit,y} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_y^2 = 9,87 \times 7400 / (20,18)^2 = 179,31 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,crit,z} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_z^2 = 9,87 \times 7400 / (114,02)^2 = 5,62 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,y}} = \sqrt{21/179,31} = 0,342$$

$$\lambda_{rel,z} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,z}} = \sqrt{21/5,62} = 1,933$$

$$k_y = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (0,342 - 0,5) + (0,342)^2] = 0,543$$

$$k_z = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (1,933 - 0,5) + (1,933)^2] = 2,512$$

$$k_{c,y} = 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}) = 1 / (0,543 + \sqrt{0,543^2 - 0,342^2}) = 1,037$$



$$k_{c,z} = 1 / (k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}) = 1 / (2,512 + \sqrt{2,512^2 - 1,933^2}) = 0,243$$

Powierzchnia obliczeniowa przekroju $A_d = 144,00 \text{ cm}^2$.

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 15,213 / 144,00 \times 10 = \mathbf{1,06} < \mathbf{2,35} = 0,243 \times 9,69 = k_c f_{c,0,d}$$

Ściskanie ze zginaniem dla $x_a=0,99 \text{ m}$; $x_b=0,99 \text{ m}$, przy obciążeniach „CW ACE”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{1,06}{1,037 \times 9,69} + 0,7 \times \frac{0,00}{11,08} + \frac{1,26}{11,08} = \mathbf{0,219} < \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{1,06}{0,243 \times 9,69} + \frac{0,00}{11,08} + 0,7 \times \frac{1,26}{11,08} = \mathbf{0,528} < \mathbf{1}$$

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=0,99 \text{ m}$; $x_b=0,99 \text{ m}$, przy obciążeniach „CW ACE”.

Długość obliczeniowa dla *pręta swobodnie podpartego, obciążonego równomiernie lub momentami na końcach*, przy obciążeniu przyłożonym do powierzchni górnej, wynosi:

$$l_d = 1,00 \times 1975 + 240 + 240 = 2455 \text{ mm}$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{l_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = \sqrt{\frac{2455 \times 240 \times 11,08}{3,142 \times 60^2 \times 7400}} \times \sqrt{\frac{4 \times 11000}{690}} = 0,558$$

Wartość współczynnika zwężenia:

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

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 0,724 / 576,00 \times 10^3 = \mathbf{1,26} < \mathbf{11,08} = 1,000 \times 11,08 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla $x_a=0,99 \text{ m}$; $x_b=0,99 \text{ m}$, przy obciążeniach „CW ACE”:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{1,26}{11,08} + 0,7 \times \frac{0,00}{11,08} = \mathbf{0,114} < \mathbf{1}$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{1,26}{11,08} + \frac{0,00}{11,08} = \mathbf{0,079} < \mathbf{1}$$

Nośność ze ściskaniem dla $x_a=0,99 \text{ m}$; $x_b=0,99 \text{ m}$, przy obciążeniach „CW ACE”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{1,06^2}{9,69^2} + \frac{1,26}{11,08} + 0,7 \times \frac{0,00}{11,08} = \mathbf{0,125} < \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{1,06^2}{9,69^2} + 0,7 \times \frac{1,26}{11,08} + \frac{0,00}{11,08} = \mathbf{0,091} < \mathbf{1}$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=0,99 \text{ m}$; $x_b=0,99 \text{ m}$, przy obciążeniach „CW ACE”.

Naprężenia tnące:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / A = 1,5 \times 0,105 / 144,000 \times 10 = 0,01 \text{ MPa}$$

$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / A = 1,5 \times 0,000 / 144,000 \times 10 = 0,00 \text{ MPa}$$

Przyjęto $k_v = 1,000$.

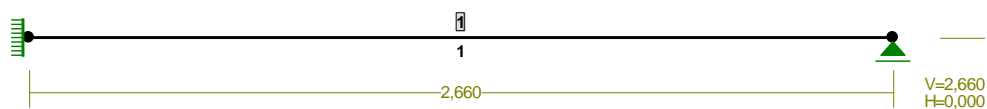
Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,01^2 + 0,00^2} = \mathbf{0,01} < \mathbf{1,85} = 1,000 \times 1,85 = k_v f_{v,d}$$



3. Belka wspornikowa BW/2

PRZEKROJE PRĘTÓW:



PRĘTY UKŁADU:

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

Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx[m]:	Ly[m]:	L[m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	00	0	1	2,660	0,000	2,660	1,000	1 B 40x25

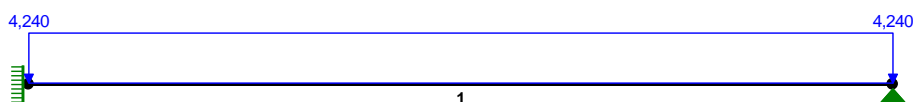
WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr.	A[cm ²]	Ix[cm ⁴]	Iy[cm ⁴]	Wg[cm ³]	Wd[cm ³]	h[cm]	Material:
1	1000,0	133333	52083	6667	6667	40,0	89 B30

STAŁE MATERIAŁOWE:

Material:	Moduł E: [kN/mm ²]	Napręż.gr.: [N/mm ²]	AlfaT: [1/K]
89 B30	31	16,700	1,0E-5

OBCIĄŻENIA:





OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

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

Grupa: CW "Ciężar własny" Stałe $\gamma_f = 1,10$

Grupa: A "Attyka"
1 Liniowe 0,0 4,240 4,240 0,00 2,66 $\gamma_f = 1,20$

W Y N I K I wg PN 82/B-02000

Teoria I-go rzędu

RM_Win v. 11.95 licencja nr 37041

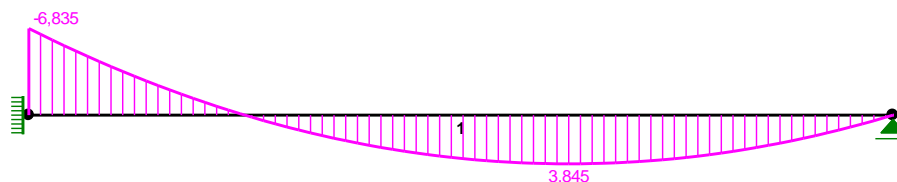
OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa: Znaczenie: γ_f : ψ_d :

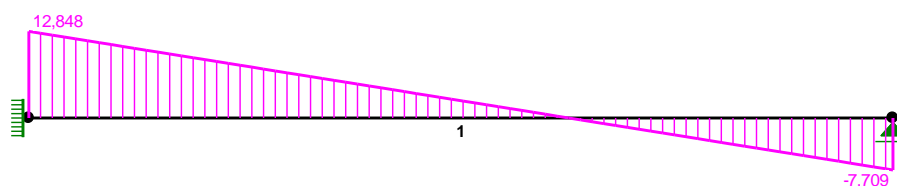
CW-"Ciężar własny" Stałe 1,10

A -"Attyka" Zmienne 1 1,20 1,00

MOMENTY:



TNĄCE:





SIŁY PRZEKROJOWE:

T.I rzędu

Obciążenia obl.: CW A

Pręt:	x/L:	x [m]:	M [kNm]:	Q [kN]:	N [kN]:
1	0,00	0,000	-6,835	12,848	0,000
	0,63	1,663	3,845*	0,000	0,000
	1,00	2,660	0,000	-7,709	0,000

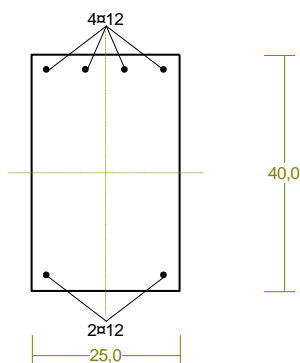
* = Wartości ekstremalne

Wyniki wymiarowania elementu żelbetowego wg PN-B-03264:2002

RM_Zelb v. 6.16 licencja nr 37041

Cechy przekroju:

zadanie Belka - wspornik_2, pręt nr 1, przekrój: $x_a=1,33$ m, $x_b=1,33$ m



Wymiary przekroju [cm]:

$$h=40,0, \quad b=25,0,$$

Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej

BETON: B30

$$f_{ck}=25,0 \text{ MPa}, \quad f_{cd}=\alpha \cdot f_{ck}/\gamma_c=1,00 \times 25,0/1,50=16,7 \text{ MPa}$$

Cechy geometryczne przekroju betonowego:

$$A_c=1000 \text{ cm}^2, \quad J_{cx}=133333 \text{ cm}^4, \quad J_{cy}=52083 \text{ cm}^4$$

STAL: A-IIIIN (B500SP)

$$f_{yk}=500 \text{ MPa}, \quad \gamma_s=1,15, \quad f_{yd}=420 \text{ MPa}$$

$$\xi_{lim}=0,0035/(0,0035+f_{yd}/E_s)=0,0035/(0,0035+420/200000)=0,625,$$

Zbrojenie główne:

$$A_{s1}+A_{s2}=6,79 \text{ cm}^2, \quad \rho=100 (A_{s1}+A_{s2})/A_c=100 \times 6,79/1000=0,68 \%,$$

$$J_{sx}=2054 \text{ cm}^4, \quad J_{sy}=468 \text{ cm}^4,$$

Siły przekrojowe:

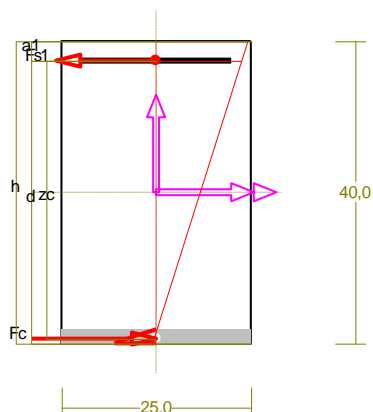
zadanie: Belka - wspornik_2, pręt nr 1, przekrój: $x_a=1,33$ m, $x_b=1,33$ m

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: CW A

Momenty zginające: $M_x = -3,418 \text{ kNm}, \quad M_y = 0,000 \text{ kNm},$

Siły poprzeczne: $V_y = 2,570 \text{ kN}, \quad V_x = 0,000 \text{ kN},$

Siła osiowa: $N = 0,000 \text{ kN} = N_{Sd},$

Zbrojenie wymagane:(zadanie Belka - wspornik_2, pręt nr 1, przekrój: $x_a=0,00$ m, $x_b=2,66$ m)

Wielkości obliczeniowe:

$$N_{Sd}=0,000 \text{ kN},$$

$$M_{Sd}=\sqrt{(M_{Sdx}^2 + M_{Sdy}^2)} = \sqrt{(6,835^2 + 0,000^2)} = 6,835 \text{ kNm}$$

$$f_{cd}=16,7 \text{ MPa}, \quad f_{yd}=420 \text{ MPa} = f_{td},$$

Zbrojenie rozciągane ($\varepsilon_{s1}=10,00$ ‰):

$$A_{s1}=\mathbf{0,44} \text{ cm}^2 < \min A_{s1}=1,40 \text{ cm}^2, \text{ przyjęto } A_{s1}=1,40 \text{ cm}^2, \Rightarrow (2\varnothing 12 = 2,26 \text{ cm}^2),$$

Dodatkowe zbrojenie ściskane nie jest obliczeniowo wymagane.

$$A_s=A_{s1}+A_{s2}=0,44 \text{ cm}^2, \quad \rho=100 \times A_s/A_c = 100 \times 0,44/1000=0,04 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h=40,0, \quad d=37,4, \quad x=1,9 \quad (\xi=0,050),$$

$$a_1=2,6, \quad a_c=0,6, \quad z_c=36,8, \quad A_{cc}=47 \text{ cm}^2,$$

$$\varepsilon_c=-0,52 \text{ ‰}, \quad \varepsilon_{s1}=10,00 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

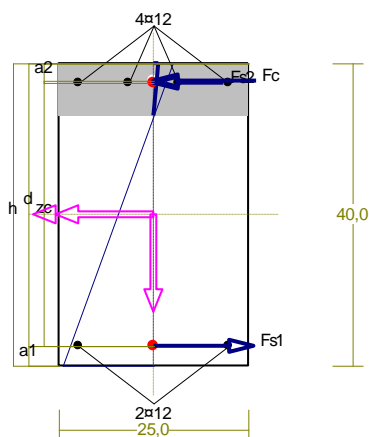
$$F_c = -18,591, \quad F_{s1} = 18,591,$$

$$M_c = 3,600, \quad M_{s1} = 3,235,$$

Warunki równowagi wewnętrznej:

$$F_c + F_{s1} = -18,591 + (18,591) = 0,000 \text{ kN} \quad (N_{Sd} = 0,000 \text{ kN})$$

$$M_c + M_{s1} = 3,600 + (3,235) = 6,835 \text{ kNm} \quad (M_{Sd} = 6,835 \text{ kNm})$$

Nośność przekroju prostopadłego:zadanie Belka - wspornik_2, pręt nr 1, przekrój: $x_a=1,68$ m, $x_b=0,98$ m



Wielkości obliczeniowe:

$$N_{Sd}=0,000 \text{ kN},$$

$$M_{Sd}=\sqrt{(M_{Sdx}^2+M_{Sdy}^2)}=\sqrt{(-3,844^2+0,000^2)}=3,844 \text{ kNm}$$

$$f_{cd}=16,7 \text{ MPa}, \quad f_{yd}=420 \text{ MPa}=f_{td},$$

Zbrojenie rozciągane: $A_{s1}=2,26 \text{ cm}^2$,

Zbrojenie ściskane: $A_{s2}=4,52 \text{ cm}^2$,

$$A_s=A_{s1}+A_{s2}=6,79 \text{ cm}^2, \quad \rho=100 \times A_s/A_c=100 \times 6,79/1000=0,68 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h=40,0, \quad d=37,4, \quad x=6,9 \quad (\xi=0,185),$$

$$a_1=2,6, \quad a_2=2,6, \quad a_c=2,3, \quad z_c=35,1, \quad A_{cc}=173 \text{ cm}^2,$$

$$\varepsilon_c=-0,06 \text{ ‰}, \quad \varepsilon_{s2}=-0,03 \text{ ‰}, \quad \varepsilon_{s1}=0,24 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c=-7,872, \quad F_{s1}=10,979, \quad F_{s2}=-3,107,$$

$$M_c=1,392, \quad M_{s1}=1,910, \quad M_{s2}=0,541,$$

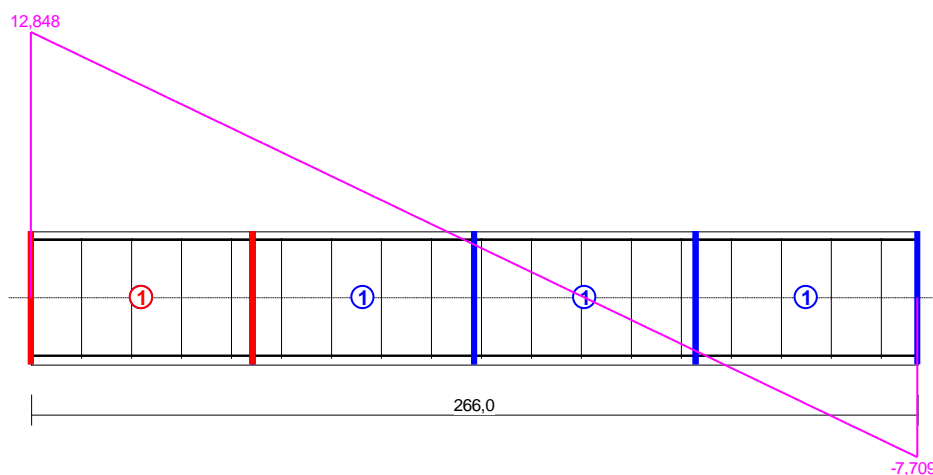
Warunek stanu granicznego nośności:

$$M_{Rd}=33,948 \text{ kNm} > M_{Sd}=M_c+M_{s1}+M_{s2}=1,392+(1,910)+(0,541)=3,844 \text{ kNm}$$

Ścinanie

zadanie Belka - wspornik_2, pręt nr 1.

Przyjęto podparcie lub obciążenie pośrednie.



Odcinek nr 1

Początek i koniec odcinka: $x_a=0,0 \quad x_b=66,5 \text{ cm}$

Siły przekrojowe: $N_{Sd}=0,000$;

$$V_{Sd \max}=12,848 \text{ kN}$$

Rodzaj odcinka:

$$\rho_L = \frac{A_{sL}}{b_w d} = \frac{2,26}{25,0 \times 37,4} = 0,00242; \quad \rho_L \leq 0,01$$

Przyjęto $\rho_L=0,00242$.

$$\sigma_{cp} = N_{Sd} / A_c = 0,000 / 1043,78 \times 10 = 0,00 \text{ MPa} \quad \sigma_{cp} \leq 0,2 f_{cd}$$

Przyjęto $\sigma_{cp}=0,00 \text{ MPa}$.



$$V_{Rd1} = [0,35 k f_{ctd} (1,2 + 40 \rho_L) + 0,15 \sigma_{cp}] b_w d =$$

$$= [0,35 \times 1,23 \times 1,20 \times (1,2 + 40 \times 0,00242) + 0,15 \times 0,00] \times 25,0 \times 37,4 \times 10^{-1} = 62,637 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 12,848 < 62,637 = V_{Rd1}$$

Nośność odcinka I-go rodzaju:

$$V_{Sd} = \mathbf{12,848} < \mathbf{62,637} = V_{Rd1}$$

$$v = 0,6 (1 - f_{ck} / 250) = 0,6 \times (1 - 25 / 250) = 0,540$$

$$V_{Rd2} = 0,5 v f_{cd} b_w z = 0,5 \times 0,540 \times 16,7 \times 25,0 \times 34,0 \times 10^{-1} = 383,300 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = \mathbf{12,848} < \mathbf{383,300} = V_{Rd2}$$

Zarysowanie

zadanie Belka - wspornik_2, pręt nr 1,

Położenie przekroju:

$$x = 1,330 \text{ m}$$

Siły przekrojowe od obc. długotrwałych:

$$M_{Sd} = 2,936 \text{ kNm}$$

$$N_{Sd} = 0,000 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 2,208 \text{ kN}$$

Wymiary przekroju:

$$b_w = 25,0 \text{ cm}$$

$$d = h - a_1 = 40,0 - 2,6 = 37,4 \text{ cm}$$

$$A_c = 1000 \text{ cm}^2$$

$$W_c = 6667 \text{ cm}^3$$

Minimalne zbrojenie:

Wymagane pole zbrojenia rozciąganego dla zginania, przy naprężeniach wywołanych przyczynami zewnętrznymi, wynosi:

$$A_s = k_c k f_{ct,eff} A_{ct} / \sigma_{s,lim} =$$

$$= 0,4 \times 1,0 \times 2,6 \times 500 / 280 = 1,86 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1} = \mathbf{2,26} > \mathbf{1,86} = A_s$$

Zarysowanie:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 2,6 \times 6667 \times 10^{-3} = 17,333 \text{ kNm}$$

$$M_{Sd} = 2,936 < 17,333 = M_{cr}$$

Przekrój niezarysowany.

Szerokość rozwarcia rysy ukośnej:

Rysy ukośne nie występują.

Ugięcia

zadanie Belka - wspornik_2, pręt nr 1

Ugięcia wyznaczono dla charakterystycznych obciążeń długotrwałych.

Współczynniki pełzania dla obciążeń długotrwałych przyjęto równy $\phi(t, t_0) = 2,00$.

$$E_{c,eff} = \frac{E_{cm}}{1 + \phi(t, t_0)} = \frac{31000}{1 + 2,00} = 10333 \text{ MPa}$$

Moment rysujący:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 2,6 \times 6667 \times 10^{-3} = 17,333 \text{ kNm}$$

Całkowity moment zginający $M_{Sd} = -5,873 \text{ kN}$ nie powoduje zarysowania przekroju.



Sztywność dla długotrwałego działania obciążeń długotrwałych:

Sztywność na zginanie wyznaczona dla momentu $M_{Sd} = -5,873$ kNm.

Wielkości geometryczne przekroju: $x_I = 20,7$ cm $I_I = 172585$ cm⁴

$$B = E_{c,eff} I_I = 10333 \times 172585 \times 10^{-5} = 17834 \text{ kNm}^2$$

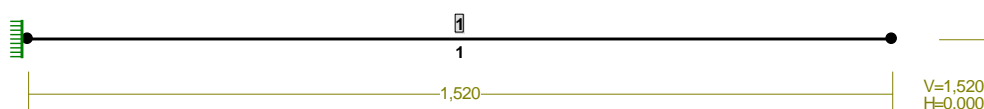
Ugięcie w punkcie o współrzędnej $x = 1,548$ m, wyznaczone poprzez całkowanie funkcji krzywizny osi pręta ($1/\rho$) z uwzględnieniem zmiany sztywności wzdłuż osi elementu, wynosi:

$$a = a_{\infty,d} = 0,1 \text{ mm}$$

$$a = 0,1 < 10,6 = a_{lim}$$

4. Belka wspornikowa BW/1

PRZEKROJE PRĘTÓW:



PRĘTY UKŁADU:

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

Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx[m]:	Ly[m]:	L[m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	00	0	1	1,520	0,000	1,520	1,000	1 B 40x25

WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

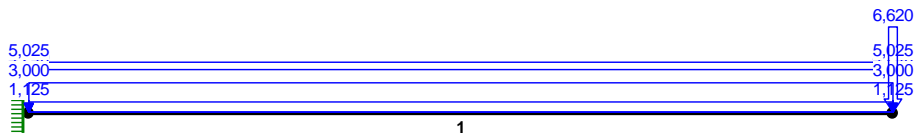
Nr.	A[cm ²]	Ix[cm ⁴]	Iy[cm ⁴]	Wg[cm ³]	Wd[cm ³]	h[cm]	Materiał:
1	1000,0	133333	52083	6667	6667	40,0	89 B30

STAŁE MATERIAŁOWE:

Materiał:	Moduł E: [kN/mm ²]	Napręż.gr.: [N/mm ²]	AlfaT: [1/K]
89 B30	31	16,700	1,0E-5



OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a [m]:	b [m]:
Grupa:	CW "Ciężar własny"			Stałe	$\gamma_f = 1,10$	
Grupa:	A "Attyka"			Zmienne	$\gamma_f = 1,20$	
1	Liniowe	0,0	4,240	4,240	0,00	1,52
Grupa:	B "Strop"			Zmienne	$\gamma_f = 1,10$	
1	Liniowe	0,0	5,025	5,025	0,00	1,52
Grupa:	C "Warstwy"			Zmienne	$\gamma_f = 1,30$	
1	Liniowe	0,0	1,125	1,125	0,00	1,52
Grupa:	D "Śnieg"			Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
1	Liniowe	0,0	3,000	3,000	0,00	1,52
Grupa:	E "Reakcja"			Zmienne	$\gamma_f = 1,16$	
1	Skupione	0,0	6,620		1,52	

W Y N I K I wg PN 82/B-02000

Teoria I-go rzędu

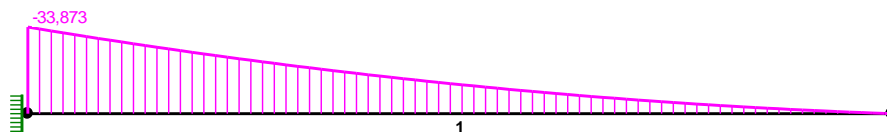
RM_Win v. 11.95 licencja nr 37041

OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

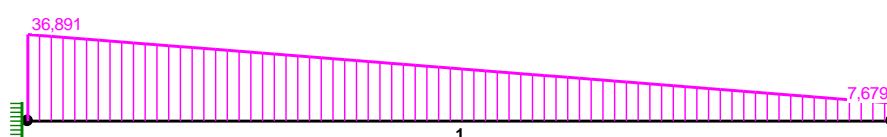
Grupa:	Znaczenie:	γ_f :	ψ_d :
CW-"Ciężar własny"	Stałe	1,10	
A -"Attyka"	Zmienne	1 1,20	1,00
B -"Strop"	Zmienne	1 1,10	1,00
C -"Warstwy"	Zmienne	1 1,30	1,00
D -"Śnieg"	Zmienne	1 1,50	1,00
E -"Reakcja"	Zmienne	1 1,16	1,00



MOMENTY :



TNĄCE :



SIŁY PRZEKROJOWE :

T.I rzędu

Obciążenia obl.: CW ABCDE

Pręt:	x/L:	x [m]:	M [kNm]:	Q [kN]:	N [kN]:
1	0,00	0,000	-33,873	36,891	0,000
	1,00	1,520	0,000	7,679	0,000

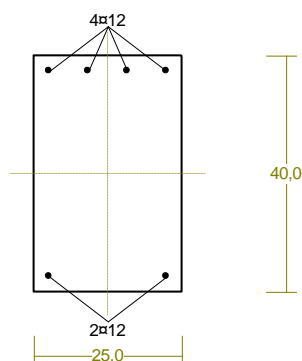
* = Wartości ekstremalne

Wyniki wymiarowania elementu żelbetowego wg PN-B-03264:2002

RM_Zelb v. 6.16 licencja nr 37041

Cechy przekroju:

zadanie Belka - wspornik_1, pręt nr 1, przekrój: $x_a=0,00$ m, $x_b=1,52$ m



Wymiary przekroju [cm]:

$h=40,0$, $b=25,0$,

Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej

BETON: B30

$f_{ck}=25,0$ MPa, $f_{cd}=\alpha \cdot f_{ck}/\gamma_c=1,00 \times 25,0/1,50=16,7$ MPa

Cechy geometryczne przekroju betonowego:

$A_c=1000$ cm², $J_{cx}=133333$ cm⁴, $J_{cy}=52083$ cm⁴

STAL: A-IIIIN (B500SP)

$f_{yk}=500$ MPa, $\gamma_s=1,15$, $f_{yd}=420$ MPa

$$\xi_{lim}=0,0035/(0,0035+f_{yd}/E_s)=0,0035/(0,0035+420/200000)=0,625,$$

Zbrojenie główne:

$$A_{s1}+A_{s2}=6,79 \text{ cm}^2, \rho=100 (A_{s1}+A_{s2})/A_c =100 \times 6,79/1000=0,68 \%,$$



$$J_{sx}=2054 \text{ cm}^4, J_{sy}=468 \text{ cm}^4,$$

Siły przekrojowe:

zadanie: Belka - wspornik_1, pręt nr 1, przekrój: $x_a=0,00 \text{ m}$, $x_b=1,52 \text{ m}$

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **CW ABCDE**

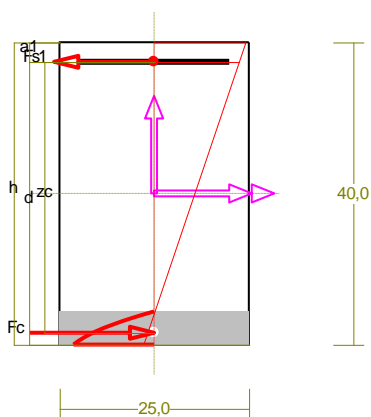
Momenty zginające: $M_x = 33,873 \text{ kNm}$, $M_y = 0,000 \text{ kNm}$,

Siły poprzeczne: $V_y = 36,891 \text{ kN}$, $V_x = 0,000 \text{ kN}$,

Siła osiowa: $N = 0,000 \text{ kN} = N_{sd}$.

Zbrojenie wymagane:

(zadanie Belka - wspornik_1, pręt nr 1, przekrój: $x_a=0,00 \text{ m}$, $x_b=1,52 \text{ m}$)



Wielkości obliczeniowe:

$$N_{sd}=0,000 \text{ kN},$$

$$M_{sd}=\sqrt{(M_{sdx}^2 + M_{sdy}^2)} = \sqrt{(33,873^2 + 0,000^2)} = 33,873 \text{ kNm}$$

$$f_{cd}=16,7 \text{ MPa}, f_{yd}=420 \text{ MPa} = f_{td},$$

Zbrojenie rozciągane ($\epsilon_{s1}=10,00 \%$):

$$A_{s1}=2,25 \text{ cm}^2 \Rightarrow (2 \times 12 = 2,26 \text{ cm}^2),$$

Dodatkowe zbrojenie ściskane nie jest obliczeniowo wymagane.

$$A_s=A_{s1}+A_{s2}=2,25 \text{ cm}^2, \rho=100 \times A_s/A_c=$$

$$100 \times 2,25/1000=0,23 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h=40,0, d=37,4, x=4,4 (\xi=0,117),$$

$$a_1=2,6, a_c=1,6, z_c=35,8, A_{cc}=110 \text{ cm}^2,$$

$$\epsilon_c=-1,33 \%, \epsilon_{s1}=10,00 \%,$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -94,523, F_{s1} = 94,523,$$

$$M_c = 17,426, M_{s1} = 16,447,$$

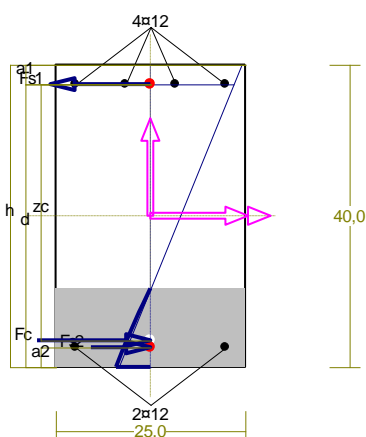
Warunki równowagi wewnętrznej:

$$F_c + F_{s1} = -94,523 + (94,523) = 0,000 \text{ kN} (N_{sd}=0,000 \text{ kN})$$

$$M_c + M_{s1} = 17,426 + (16,447) = 33,873 \text{ kNm} (M_{sd}=33,873 \text{ kNm})$$

Nośność przekroju prostokątnego:

zadanie Belka - wspornik_1, pręt nr 1, przekrój: $x_a=0,00 \text{ m}$, $x_b=1,52 \text{ m}$



Wielkości obliczeniowe:

$$N_{sd}=0,000 \text{ kN},$$

$$M_{sd}=\sqrt{(M_{sdx}^2 + M_{sdy}^2)} = \sqrt{(33,873^2 + 0,000^2)} = 33,873 \text{ kNm}$$

$$f_{cd}=16,7 \text{ MPa}, f_{yd}=420 \text{ MPa} = f_{td},$$

Zbrojenie rozciągane: $A_{s1}=4,52 \text{ cm}^2$,

Zbrojenie ściskane: $A_{s2}=2,26 \text{ cm}^2$,

$$A_s=A_{s1}+A_{s2}=6,79 \text{ cm}^2, \rho=100 \times A_s/A_c=$$

$$100 \times 6,79/1000=0,68 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h=40,0, d=37,4, x=10,4 (\xi=0,278),$$

$$a_1=2,6, a_2=2,6, a_c=3,5, z_c=33,9, A_{cc}=260 \text{ cm}^2,$$

$$\epsilon_c=-0,42 \%, \epsilon_{s2}=-0,32 \%, \epsilon_{s1}=1,10 \%,$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:



$$F_c = -85,257, F_{s1} = 99,607, F_{s2} = -14,350,$$

$$M_c = 14,044, M_{s1} = 17,332, M_{s2} = 2,497,$$

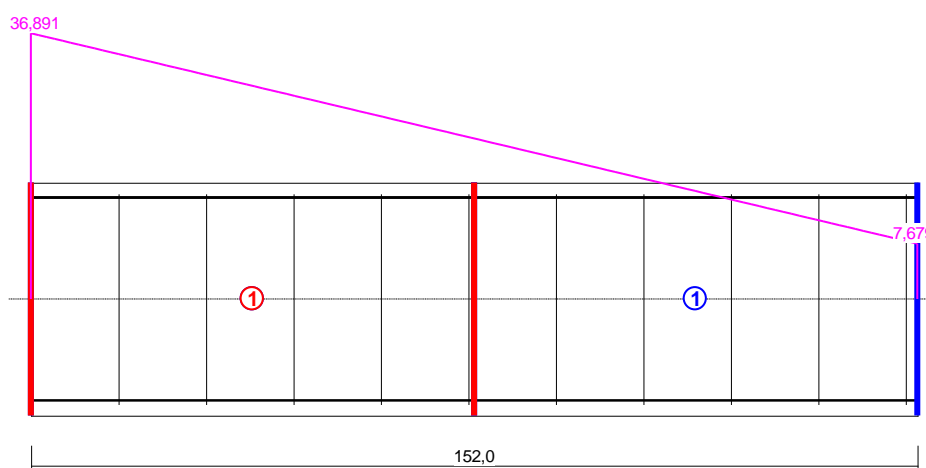
Warunek stanu granicznego nośności:

$$M_{Rd} = \mathbf{66,895 \text{ kNm}} > M_{Sd} = M_c + M_{s1} + M_{s2} = 14,044 + (17,332) + (2,497) = \mathbf{33,873 \text{ kNm}}$$

Ścinanie

zadanie Belka - wspornik_1, pręt nr 1.

Przyjęto podparcie lub obciążenie pośrednie.



Odcinek nr 1

Początek i koniec odcinka: $x_a = 0,0$ $x_b = 76,0 \text{ cm}$

Siły przekrojowe: $N_{Sd} = 0,000;$

$V_{Sd \max} = 36,891 \text{ kN}$

Rodzaj odcinka:

$$\rho_L = \frac{A_{sL}}{b_w d} = \frac{4,52}{25,0 \times 37,4} = 0,00484; \quad \rho_L \leq 0,01$$

Przyjęto $\rho_L = 0,00484.$

$$\sigma_{cp} = N_{Sd} / A_c = 0,000 / 1043,78 \times 10 = 0,00 \text{ MPa} \quad \sigma_{cp} \leq 0,2 f_{cd}$$

Przyjęto $\sigma_{cp} = 0,00 \text{ MPa}.$

$$V_{Rd1} = [0,35 k f_{ctd} (1,2 + 40 \rho_L) + 0,15 \sigma_{cp}] b_w d =$$

$$= [0,35 \times 1,23 \times 1,20 \times (1,2 + 40 \times 0,00484) + 0,15 \times 0,00] \times 25,0 \times 37,4 \times 10^{-1} = 67,311 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 36,891 < 67,311 = V_{Rd1}$$

Nośność odcinka I-go rodzaju:

$$V_{Sd} = \mathbf{36,891} < \mathbf{67,311} = V_{Rd1}$$

$$v = 0,6 (1 - f_{ck} / 250) = 0,6 \times (1 - 25 / 250) = 0,540$$

$$V_{Rd2} = 0,5 v f_{cd} b_w z = 0,5 \times 0,540 \times 16,7 \times 25,0 \times 33,9 \times 10^{-1} = 381,833 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = \mathbf{36,891} < \mathbf{381,833} = V_{Rd2}$$



Zarysowanie

zadanie Belka - wspornik_1, pręt nr 1,

Położenie przekroju:	$x = 0,000 \text{ m}$
Siły przekrojowe od obc. długotrwałych:	$M_{Sd} = -28,303 \text{ kNm}$
	$N_{Sd} = 0,000 \text{ kN}$
	$V_{Sd} = 30,621 \text{ kN}$
Wymiary przekroju:	$b_w = 25,0 \text{ cm}$
	$d = h - a_1 = 40,0 - 2,6 = 37,4 \text{ cm}$
	$A_c = 1000 \text{ cm}^2$
	$W_c = 6667 \text{ cm}^3$

Minimalne zbrojenie:

Wymagane pole zbrojenia rozciąganego dla zginania, przy naprężeniach wywołanych przyczynami zewnętrznymi, wynosi:

$$A_s = k_c k f_{ct,eff} A_{ct} / \sigma_{s,lim} = \\ = 0,4 \times 1,0 \times 2,6 \times 500 / 280 = 1,86 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1} = \mathbf{4,52} > \mathbf{1,86} = A_s$$

Zarysowanie:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 2,6 \times 6667 \times 10^{-3} = 17,333 \text{ kNm}$$

$$M_{Sd} = 28,303 > 17,333 = M_{cr}$$

Przekrój zarysowany.

Szerokość rozwarcia rysy prostopadłej do osi pręta:

Przyjęto $k_2 = 0,5$.

$$\rho_r = A_s / A_{ct,eff} = 4,52 / 163 = 0,02784$$

$$s_{rm} = 50 + 0,25 k_1 k_2 \phi / \rho_r = 50 + 0,25 \times 0,8 \times 0,50 \times 12 / 0,02784 = 93,10$$

$$\varepsilon_{sm} = \sigma_s / E_s [1 - \beta_1 \beta_2 (\sigma_{sr} / \sigma_s)^2] = \\ = 185,9 / 200000 \times [1 - 1,0 \times 0,5 \times (17,333 / 28,303)^2] = 0,00076$$

$$w_k = \beta s_{rm} \varepsilon_{sm} = 1,7 \times 93,10 \times 0,00076 = 0,12 \text{ mm}$$

$$w_k = \mathbf{0,12} < \mathbf{0,3} = w_{lim}$$

Szerokość rozwarcia rysy ukośnej:

Rysy ukośne nie występują.

Ugięcia

zadanie Belka - wspornik_1, pręt nr 1

Ugięcia wyznaczono dla charakterystycznych obciążeń długotrwałych.

Współczynniki pełzania dla obciążeń długotrwałych przyjęto równy $\phi(t, t_0) = 2,00$.

$$E_{c,eff} = \frac{E_{cm}}{1 + \phi(t, t_0)} = \frac{31000}{1 + 2,00} = 10333 \text{ MPa}$$

Moment rysujący:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 2,6 \times 6667 \times 10^{-3} = 17,333 \text{ kNm}$$

Całkowity moment zginający $M_{Sd} = -28,303 \text{ kN}$ powoduje zarysowanie przekroju.



Sztywność dla długotrwałego działania obciążeń długotrwałych:

Sztywność na zginanie wyznaczona dla momentu $M_{Sd} = -28,303 \text{ kNm}$.

Wielkości geometryczne przekroju: $x_I = 20,7 \text{ cm}$ $I_I = 172585 \text{ cm}^4$
 $x_{II} = 12,0 \text{ cm}$ $I_{II} = 74758 \text{ cm}^4$

$$B = \frac{E_{c,eff} I_{II}}{1 - \beta_1 \beta_2 (M_{cr} / M_{Sd})^2 (1 - I_{II} / I_I)} =$$

$$= \frac{10333 \times 74758}{1 - 1,0 \times 0,5 \times (17,333 / 28,303)^2 \times (1 - 74758 / 172585)} \times 10^{-5} = 8644 \text{ kNm}^2$$

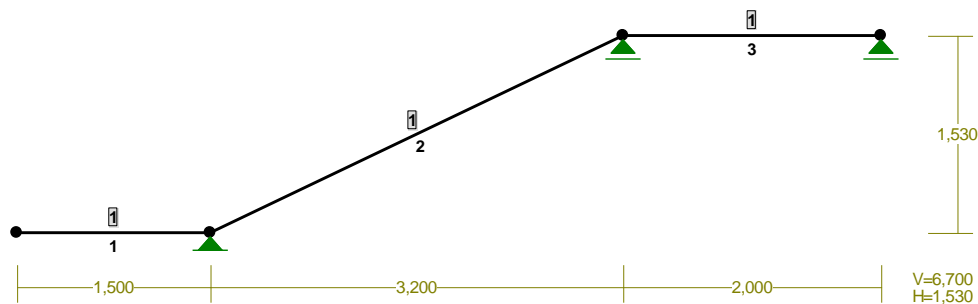
Ugięcie w punkcie o współrzędnej $x = 1,520 \text{ m}$, wyznaczone poprzez całkowanie funkcji krzywizny osi pręta ($1/\rho$) z uwzględnieniem zmiany sztywności wzdłuż osi elementu, wynosi:

$$a = a_{\infty,d} = 1,7 \text{ mm}$$

$$a = 1,7 < 6,1 = a_{lim}$$

5. Schody żelbetowe SCH/1/1

PRZEKROJE PRĘTÓW:



PRĘTY UKŁADU:

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

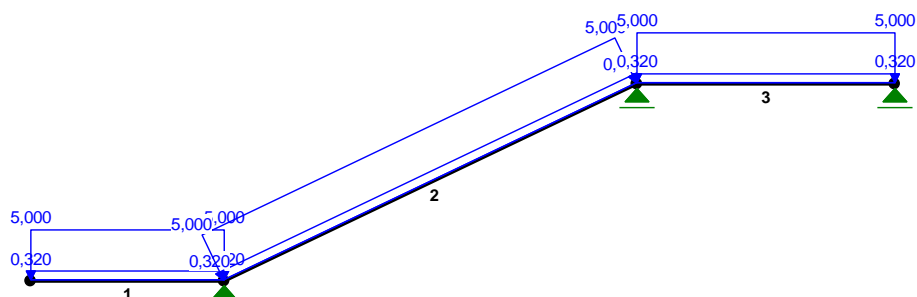
Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx [m]:	Ly [m]:	L [m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	00	0	1	1,500	0,000	1,500	1,000	1 B 15x100
2	00	1	2	3,200	1,530	3,547	1,000	1 B 15x100
3	00	2	3	2,000	0,000	2,000	1,000	1 B 15x100



STAŁE MATERIAŁOWE:

Material:	Moduł E: [kN/mm ²]	Napręż.gr.: [N/mm ²]	AlfaT: [1/K]
89 B30	31	16,700	1,0E-5

OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a [m]:	b [m]:
Grupa:	CW "Ciężar własny"			Stałe	γf= 1,10/1,00	
Grupa:	A "Warstwy"			Zmienne	γf= 1,30	
1	Liniowe	0,0	0,320	0,320	0,00	1,50
2	Liniowe	25,6	0,320	0,320	0,00	3,55
3	Liniowe	0,0	0,320	0,320	0,00	2,00
Grupa:	B "Użytkowe"			Zmienne	γf= 1,20	
1	Liniowe	0,0	5,000	5,000	0,00	1,50
2	Liniowe	25,6	5,000	5,000	0,00	3,55
3	Liniowe	0,0	5,000	5,000	0,00	2,00

W Y N I K I wg PN 82/B-02000

Teoria I-go rzędu

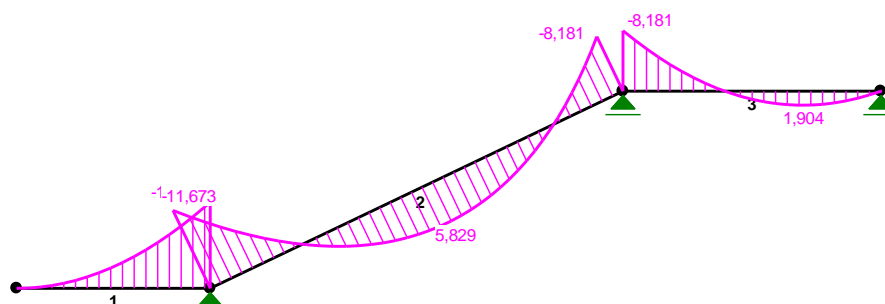
RM_Win v. 11.95 licencja nr 37041

OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

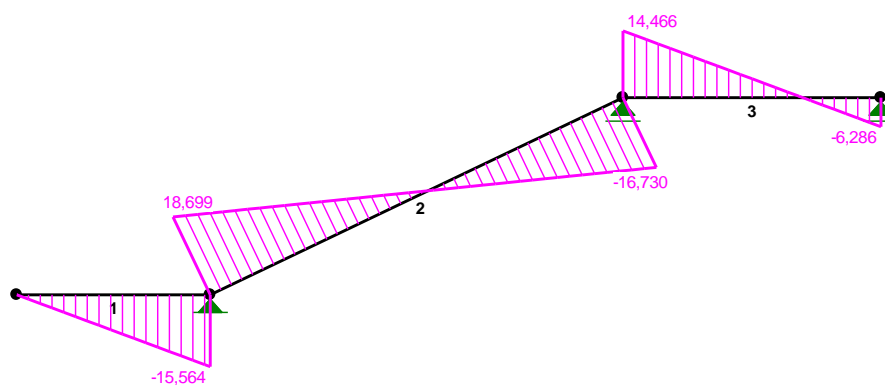
Grupa:	Znaczenie:	γf:	ψd:
CW-"Ciężar własny"	Stałe	1,10/1,00	
A -"Warstwy"	Zmienne	1 1,30	1,00
B -"Użytkowe"	Zmienne	1 1,20	1,00



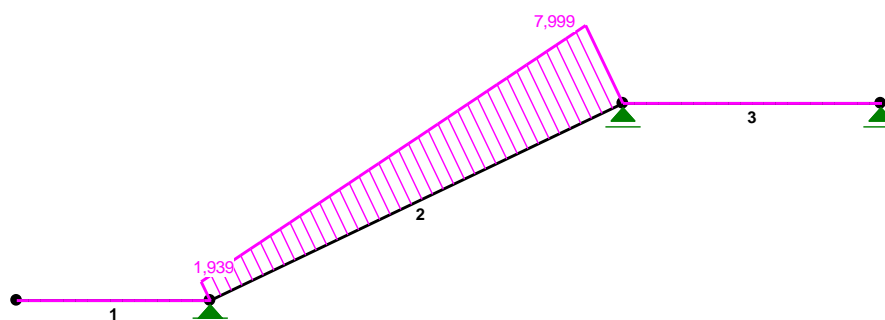
MOMENTY :



TNĄCE :



NORMALNE :





SIŁY PRZEKROJOWE:

T.I rzędu

Obciążenia obl.: CW AB

Pręt:	x/L:	x [m]:	M [kNm]:	Q [kN]:	N [kN]:
1	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
	1,00	1,500	-11,673	-15,564	0,000
2	0,00	0,000	-11,673	18,699	1,939
	0,53	1,870	5,830*	0,016	5,135
	1,00	3,547	-8,181	-16,730	7,999
3	0,00	0,000	-8,181	14,466	0,000
	0,70	1,391	1,904*	0,037	0,000
	1,00	2,000	0,000	-6,286	0,000

* = Wartości ekstremalne

Wyniki wymiarowania elementu żelbetowego wg PN-B-03264:2002

RM_Zelb v. 6.16 licencja nr 37041

Cechy przekroju:

zadanie SCH/1, pręt nr 1, przekrój: $x_a=0,75$ m, $x_b=0,75$ m

Wymiary przekroju [cm]:

$h=15,0$, $b=100,0$,

Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej

BETON: B30

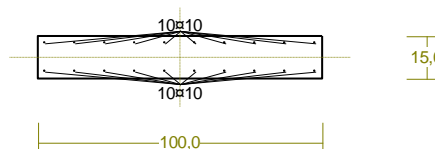
$f_{ck}=25,0$ MPa, $f_{cd}=\alpha \cdot f_{ck}/\gamma_c=1,00 \times 25,0/1,50=16,7$ MPa

Cechy geometryczne przekroju betonowego:

$A_c=1500$ cm², $J_{cx}=28125$ cm⁴, $J_{cy}=1250000$ cm⁴

STAL: A-IIIIN (B500SP)

$f_{yk}=500$ MPa, $\gamma_s=1,15$, $f_{yd}=420$ MPa



$$\xi_{lim}=0,0035/(0,0035+f_{yd}/E_s)=0,0035/(0,0035+420/200000)=0,625,$$

Zbrojenie główne:

$$A_{s1}+A_{s2}=15,71 \text{ cm}^2, \rho=100 (A_{s1}+A_{s2})/A_c =100 \times 15,71/1500=1,05 \%,$$

$$J_{sx}=393 \text{ cm}^4, J_{sy}=14439 \text{ cm}^4,$$

Siły przekrojowe:

zadanie: SCH/1, pręt nr 1, przekrój: $x_a=0,75$ m, $x_b=0,75$ m

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **CW AB**

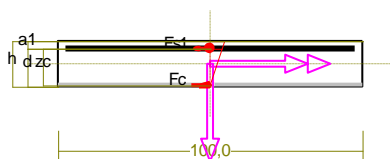
Momenty zginające: $M_x = 2,918$ kNm, $M_y = 0,000$ kNm,

Siły poprzeczne: $V_y = -7,782$ kN, $V_x = 0,000$ kN,

Siła osiowa: $N = 0,000$ kN = N_{sd} , .

Zbrojenie wymagane:

(zadanie SCH/1, pręt nr 1, przekrój: $x_a=1,50$ m, $x_b=0,00$ m)



$$\varepsilon_c = -1,13 \text{ ‰}, \varepsilon_{s1} = 10,00 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -96,844, F_{s1} = 96,844,$$

$$M_c = 6,831, M_{s1} = 4,842,$$

Warunki równowagi wewnętrznej:

$$F_c + F_{s1} = -96,844 + (96,844) = 0,000 \text{ kN} \quad (N_{sd} = 0,000 \text{ kN})$$

$$M_c + M_{s1} = 6,831 + (4,842) = 11,673 \text{ kNm} \quad (M_{sd} = 11,673 \text{ kNm})$$

Nośność przekroju prostokątnego:

zadanie SCH/1, pręt nr 1, przekrój: $x_a = 1,50 \text{ m}$, $x_b = 0,00 \text{ m}$

Wielkości obliczeniowe:

$$N_{sd} = 0,000 \text{ kN},$$

$$M_{sd} = \sqrt{(M_{sdx}^2 + M_{sdy}^2)} = \sqrt{(11,673^2 + 0,000^2)}$$

$$= 11,673 \text{ kNm}$$

$$f_{cd} = 16,7 \text{ MPa}, f_{yd} = 420 \text{ MPa} = f_{td},$$

Zbrojenie rozciągane ($\varepsilon_{s1} = 10,00 \text{ ‰}$):

$$A_{s1} = 2,31 \text{ cm}^2 \Rightarrow (3 \square 10 = 2,36 \text{ cm}^2),$$

Dodatkowe zbrojenie ściskane nie jest obliczeniowo wymagane.

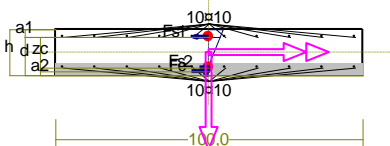
$$A_s = A_{s1} + A_{s2} = 2,31 \text{ cm}^2, \rho = 100 \times A_s / A_c =$$

$$100 \times 2,31 / 1500 = 0,15 \text{ ‰}$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h = 15,0, d = 12,5, x = 1,3 \quad (\xi = 0,101),$$

$$a_1 = 2,5, a_c = 0,4, z_c = 12,1, A_{cc} = 127 \text{ cm}^2,$$



Wielkości obliczeniowe:

$$N_{sd} = 0,000 \text{ kN},$$

$$M_{sd} = \sqrt{(M_{sdx}^2 + M_{sdy}^2)} = \sqrt{(11,673^2 + 0,000^2)}$$

$$= 11,673 \text{ kNm}$$

$$f_{cd} = 16,7 \text{ MPa}, f_{yd} = 420 \text{ MPa} = f_{td},$$

Zbrojenie rozciągane: $A_{s1} = 7,85 \text{ cm}^2$,

Zbrojenie ściskane: $A_{s2} = 7,85 \text{ cm}^2$,

$$A_s = A_{s1} + A_{s2} = 15,71 \text{ cm}^2, \rho = 100 \times A_s / A_c =$$

$$100 \times 15,71 / 1500 = 1,05 \text{ ‰}$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h = 15,0, d = 12,5, x = 3,8 \quad (\xi = 0,305),$$

$$a_1 = 2,5, a_2 = 2,5, a_c = 1,3, z_c = 11,2, A_{cc} = 382 \text{ cm}^2,$$

$$\varepsilon_c = -0,30 \text{ ‰}, \varepsilon_{s2} = -0,10 \text{ ‰}, \varepsilon_{s1} = 0,67 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -89,792, F_{s1} = 105,857, F_{s2} = -16,065,$$

$$M_c = 5,577, M_{s1} = 5,293, M_{s2} = 0,803,$$

Warunek stanu granicznego nośności:

$$M_{Rd} = 37,730 \text{ kNm} > M_{sd} = M_c + M_{s1} + M_{s2} = 5,577 + (5,293) + (0,803) = 11,673 \text{ kNm}$$

Zarysowanie

zadanie SCH/1, pręt nr 1,

Położenie przekroju:

$$x = 1,500 \text{ m}$$

Siły przekrojowe od obc. długotrwałych:

$$M_{sd} = -10,035 \text{ kNm}$$

$$N_{sd} = 0,000 \text{ kN}$$

$$V_{sd} = -13,380 \text{ kN}$$

Wymiary przekroju:

$$b_w = 100,0 \text{ cm}$$



$$d = h - a_1 = 15,0 - 2,5 = 12,5 \text{ cm}$$

$$A_c = 1500 \text{ cm}^2$$

$$W_c = 3750 \text{ cm}^3$$

Minimalne zbrojenie:

Wymagane pole zbrojenia rozciąganego dla zginania, przy naprężeniach wywołanych przyczynami zewnętrznymi, wynosi:

$$A_s = k_c k_{f_{ct,eff}} A_{ct} / \sigma_{s,lim} =$$

$$= 0,4 \times 1,0 \times 2,6 \times 750 / 320 = 2,44 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1} = 7,85 > 2,44 = A_s$$

Zarysowanie:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 2,6 \times 3750 \times 10^{-3} = 9,750 \text{ kNm}$$

$$M_{Sd} = 10,035 > 9,750 = M_{cr}$$

Przekrój zarysowany.

Szerokość rozwarcia rysy prostopadłej do osi pręta:

Przyjęto $k_2 = 0,5$.

$$\rho_r = A_s / A_{ct,eff} = 7,85 / 354 = 0,02216$$

$$s_{rm} = 50 + 0,25 k_1 k_2 \phi / \rho_r = 50 + 0,25 \times 0,8 \times 0,50 \times 10 / 0,02216 = 95,13$$

$$\varepsilon_{sm} = \sigma_s / E_s [1 - \beta_1 \beta_2 (\sigma_{sr} / \sigma_s)^2] =$$

$$= 118,2 / 200000 \times [1 - 1,0 \times 0,5 \times (9,750 / 10,035)^2] = 0,00031$$

$$w_k = \beta s_{rm} \varepsilon_{sm} = 1,7 \times 95,13 \times 0,00031 = 0,05 \text{ mm}$$

$$w_k = 0,05 < 0,3 = w_{lim}$$

Szerokość rozwarcia rysy ukośnej:

Rysy ukośne nie występują.

Ugięcia

zadanie SCH/1, pręt nr 1

Ugięcia wyznaczono dla charakterystycznych obciążeń długotrwałych.

Współczynniki pełzania dla obciążeń długotrwałych przyjęto równy $\phi(t, t_0) = 2,00$.

$$E_{c,eff} = \frac{E_{cm}}{1 + \phi(t, t_0)} = \frac{31000}{1 + 2,00} = 10333 \text{ MPa}$$

Moment rysujący:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 2,6 \times 3750 \times 10^{-3} = 9,750 \text{ kNm}$$

Całkowity moment zginający $M_{Sd} = -10,035 \text{ kN}$ powoduje zarysowanie przekroju.

Sztywność dla długotrwałego działania obciążeń długotrwałych:

Sztywność na zginanie wyznaczona dla momentu $M_{Sd} = -10,035 \text{ kNm}$.

Wielkości geometryczne przekroju:

$$x_I = 7,5 \text{ cm} \quad I_I = 35726 \text{ cm}^4$$

$$x_{II} = 4,4 \text{ cm} \quad I_{II} = 13361 \text{ cm}^4$$

$$B = \frac{E_{c,eff} I_{II}}{1 - \beta_1 \beta_2 (M_{cr} / M_{Sd})^2 (1 - I_{II} / I_I)} =$$

$$= \frac{10333 \times 13361}{1 - 1,0 \times 0,5 \times (9,750 / 10,035)^2 \times (1 - 13361 / 35726)} \times 10^{-5} = 1960 \text{ kNm}^2$$



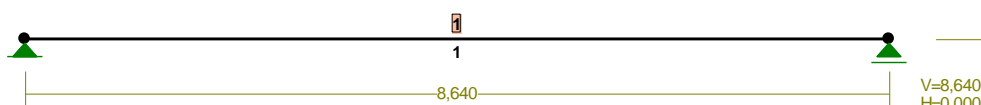
Ugięcie w punkcie o współrzędnej $x = 0,000$ m, wyznaczone poprzez całkowanie funkcji krzywizny osi pręta ($1/\rho$) z uwzględnieniem zmiany sztywności wzdłuż osi elementu, wynosi:

$$a = a_{\infty,d} = 1,6 \text{ mm}$$

$$a = 1,6 < 6,0 = a_{\text{lim}}$$

6. Belka stalowa stropodachu BS/1

PRZEKROJE PRĘTÓW:

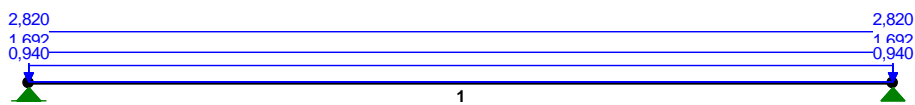


PRĘTY UKŁADU:

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

Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx [m]:	Ly [m]:	L [m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	00	0	1	8,640	0,000	8,640	1,000	1 I 240 HEA

OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a [m]:	b [m]:
Grupa:	CW	"Ciężar własny"		Stałe		$\gamma_f = 1,10$
Grupa:	A	"Stałe"		Stałe		$\gamma_f = 1,30$
1	Liniowe	0,0	2,820	2,820	0,00	8,64



PROJEKT TECHNICZNY – B. KONSTRUKCYJNA

Grupa: B "Śnieg" Zmienne $\gamma_f = 1,50$
 1 Liniowe 0,0 1,692 1,692 0,00 8,64

Grupa: C "Fotowoltaika" Zmienne $\gamma_f = 1,30$
 1 Liniowe 0,0 0,940 0,940 0,00 8,64

W Y N I K I wg PN 82/B-02000

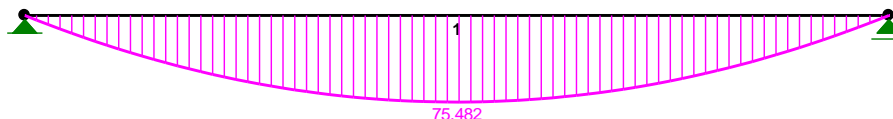
Teoria I-go rzędu

RM_Win v. 11.95 licencja nr 37041

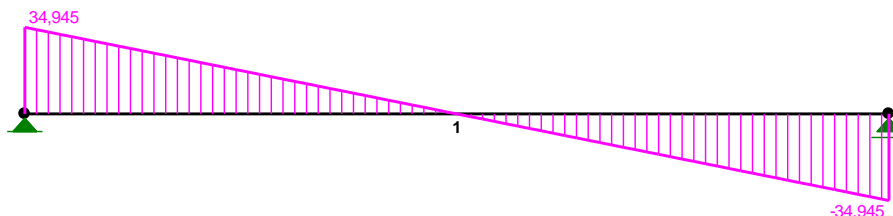
OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa:	Znaczenie:	γ_f :	ψ_d :
CW-"Ciężar własny"	Stałe	1,10	
A -"Stałe"	Stałe	1,30	
B -"Śnieg"	Zmienne	1 1,50	1,00
C -"Fotowoltaika"	Zmienne	1 1,30	1,00

MOMENTY:



TNĄCE:



SIŁY PRZEKROJOWE:

T.I rzędu

Obciążenia obl.: CW ABC

Pręt: x/L: x [m]: M [kNm]: Q [kN]: N [kN]:



1	0,00	0,000	0,000	34,945	0,000
	0,50	4,320	75,482*	0,000	0,000
	1,00	8,640	0,000	-34,945	0,000

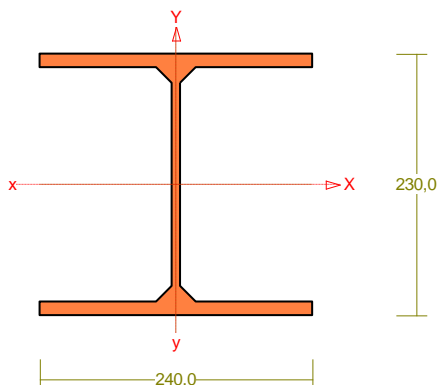
* = Wartości ekstremalne

Pręt nr 1

Wyniki wymiarowania stali wg PN-90/B-03200 (RM_Stal v. 5.20 licencja nr 37041)

Zadanie: Stropodach stal

Przekrój: I 240 HEA



Wymiary przekroju:

I 240 HEA $h=230,0$ $g=7,5$ $s=240,0$ $t=12,0$ $r=21,0$.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$J_{xg}=7763,0$ $J_{yg}=2769,0$ $A=76,80$ $i_x=10,1$ $i_y=6,0$ $J_w=328485,9$ $J_t=36,9$ $i_s=11,7$.

Materiał: **St3S (X,Y,V,W)**. Wytrzymałość **$f_d=215$ MPa** dla **$g=12,0$** .

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy **1**.

Siły przekrojowe:

$x_a = 4,320$; $x_b = 4,320$.

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **CW ABC**

$M_x = -75,482$ kNm, $V_y = 0,000$ kN, $N = 0,000$ kN,

Naprężenia w skrajnych włóknach: $\sigma_t = 111,8$ MPa $\sigma_c = -111,8$ MPa.

Naprężenia:

$x_a = 4,320$; $x_b = 4,320$.

Naprężenia w skrajnych włóknach: $\sigma_t = 111,8$ MPa $\sigma_c = -111,8$ MPa.

Naprężenia:

- normalne: $\sigma = 0,0$ $\Delta\sigma = 111,8$ MPa $\psi_{oc} = 1,000$

Warunki nośności:

$$\sigma_{ec} = \sigma / \psi_{oc} + \Delta\sigma = 0,0 / 1,000 + 111,8 = \mathbf{111,8} < \mathbf{215} \text{ MPa}$$

Długości wybozeniowe pręta:



- przy wyboczeniu w płaszczyźnie układu przyjęto podatności węzłów ustalone wg załącznika 1 normy:

$$\kappa_a = 1,000 \quad \kappa_b = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_o = 8,640$$

$$l_w = 1,000 \times 8,640 = 8,640 \text{ m}$$

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$\kappa_a = 1,000 \quad \kappa_b = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_o = 8,640$$

$$l_w = 1,000 \times 8,640 = 8,640 \text{ m}$$

- dla wyboczenia skrętnego przyjęto współczynnik długości wyboczeniowej $\mu_\omega = 1,000$. Rozstaw stężeń zabezpieczających przed obrotem $l_{\omega o} = 8,640$ m. Długość wyboczeniowa $l_\omega = 8,640$ m.

Siły krytyczne:

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 7763,0}{8,640^2} 10^{-2} = 2104,048 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 2769,0}{8,640^2} 10^{-2} = 750,497 \text{ kN}$$

$$N_z = \frac{1}{i_s^2} \left(\frac{\pi^2 EJ_\omega}{l_\omega^2} + GJ_T \right) =$$

$$\frac{1}{11,7^2} \left(\frac{3,14^2 \times 205 \times 328485,9}{8,640^2} 10^{-2} + 80 \times 36,9 \times 10^2 \right) = 2799,292 \text{ kN}$$

Zwicherungie:

Dla dwuteownika walcowanego rozstaw stężeń zabezpieczających przekrój przed obrotem $l_1 = l_{\omega o} = 8640$ mm:

$$\frac{35 i_y}{\beta} \sqrt{215 / f_d} = \frac{35 \times 60}{0,400} \times \sqrt{215 / 215} = 5250 < 8640 = l_1$$

Konieczne jest sprawdzenie zwicherungia pręta.

Współrzędna punktu przyłożenia obciążenia $a_o = 0,00$ cm. Różnica współrzędnych środka ścinania i punktu przyłożenia siły $a_s = 0,00$ cm. Przyjęto następujące wartości parametrów zwicherungia: $A_1 = 0,610$, $A_2 = 0,530$, $B = 1,140$.

$$A_o = A_1 b_y + A_2 a_s = 0,610 \times 0,00 + 0,530 \times 0,00 = 0,000$$

$$M_{cr} = \pm A_o N_y + \sqrt{(A_o N_y)^2 + B^2 i_s^2 N_y N_z} =$$

$$0,000 \times 750,497 + \sqrt{(0,000 \times 750,497)^2 + 1,140^2 \times 0,117^2 \times 750,497 \times 2799,292} = 193,499$$

Smukłość względna dla zwicherungia wynosi:

$$\bar{\lambda}_L = 1,15 \sqrt{M_R / M_{cr}} = 1,15 \times \sqrt{145,134 / 193,499} = 0,996$$

Nośność przekroju na zginanie:

$x_a = 4,320$; $x_b = 4,320$.

- względem osi X

$$M_R = \alpha_p W f_d = 1,000 \times 675,0 \times 215 \times 10^{-3} = 145,134 \text{ kNm}$$



Współczynnik zwiczenia dla $\bar{\lambda}_L = 0,996$ wynosi $\varphi_L = 0,761$

Warunek nośności (54):

$$\frac{M_x}{\varphi_L M_{Rx}} = \frac{75,482}{0,761 \times 145,134} = \mathbf{0,683 < 1}$$

Nośność przekroju na ścinanie:

$x_a = 0,000$; $x_b = 8,640$.

- wzdłuż osi Y

$$V_R = 0,58 A_v f_d = 0,58 \times 17,3 \times 215 \times 10^{-1} = 215,107 \text{ kN}$$

$$V_O = 0,6 V_R = 129,064 \text{ kN}$$

Warunek nośności dla ścinania wzdłuż osi Y:

$$V = \mathbf{34,945 < 215,107} = V_R$$

Nośność przekroju zginanego, w którym działa siła poprzeczna:

$x_a = 4,320$; $x_b = 4,320$.

- dla zginania względem osi X: $V_y = \mathbf{0,000 < 129,064} = V_O$

$$M_{R,V} = M_R = 145,134 \text{ kNm}$$

Warunek nośności (55):

$$\frac{M_x}{M_{Rx,V}} = \frac{75,482}{145,134} = \mathbf{0,520 < 1}$$

Stan graniczny użytkowania:

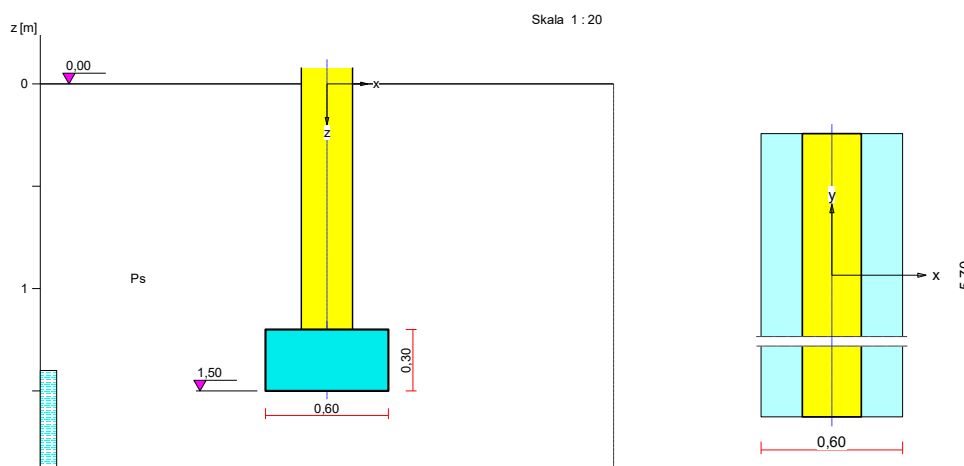
Ugięcia względem osi Y liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{\max} = 27,6 \text{ mm}$$

$$a_{\text{gr}} = l / 250 = 8640 / 250 = 34,6 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = \mathbf{27,6 < 34,6} = a_{\text{gr}}$$

7. Ława fundamentowa L-1





1. Podłoże gruntowe

1.1. Teren

Istniejący względny poziom terenu: $z_t = 0,00$ m,

Projektowany względny poziom terenu: $z_{tp} = 0,00$ m.

1.2. Warstwy gruntu

Lp.	Poziom stropu [m]	Grubość warstwy [m]	Nazwa gruntu	Poz. wody grunt. [m]
1	0,00	3,20	Piasek średni	1,40
2	3,20	0,30	Ił pylasty	3,20
3	3,50	nieokreśl.	Piasek drobny	3,50

2. Konstrukcja na fundamencie

Typ konstrukcji: **ściana**

Szerokość: $b = 0,25$ m, długość: $l = 5,70$ m,

Współrzędne końców osi ściany:

$$x_1 = 0,00 \text{ m}, \quad y_1 = -0,10 \text{ m}, \quad x_2 = 0,00 \text{ m}, \quad y_2 = 5,60 \text{ m},$$

Kąt obrotu układu lokalnego względem globalnego: $\phi = 0,00^\circ$.

3. Obciążenie od konstrukcji

Względny poziom przyłożenia obciążenia: $z_{obc} = 1,20$ m.

Lista obciążeń:

Lp	Rodzaj	N	Hx	My	γ
	obciążenia*	[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]	[-]
1	D	116,2	0,0	0,00	1,20

* D - obciążenia stałe, zmienne długotrwałe,

D+K - obciążenia stałe, zmienne długotrwałe i krótkotrwałe.

4. Materiał

Rodzaj materiału: **żelbet**

Klasa betonu: B30, nazwa stali: RB 500 W,

Średnica prętów zbrojeniowych:

$$\text{na kierunku } x: d_x = 12,0 \text{ mm}, \quad \text{na kierunku } y: d_y = 14,0 \text{ mm},$$

Kierunek zbrojenia głównego: x ,

Grubość otuliny: 5,0 cm.

W warunku na przebicie nie uwzględniać strzemion.

5. Wymiary fundamentu

Względny poziom posadowienia: $z_f = 1,50$ m

Kształt fundamentu: **prosty**

Wymiary podstawy: $B = 0,60$ m, $L = 5,70$ m,

Wysokość: $H = 0,30$ m, mimośród: $E = 0,00$ m.



6. Stan graniczny I

6.1. Zestawienie wyników analizy nośności i mimośródów

Nr obc.	Rodzaj obciążenia	Poziom [m]	Wsp. nośności	Wsp. mimośr.
* 1	D	1,50	0,47	0,00

6.2. Analiza stanu granicznego I dla obciążenia nr 1

Wymiary podstawy fundamentu rzeczywistego: $B = 0,60 \text{ m}$, $L = 5,70 \text{ m}$.

Względny poziom posadowienia: $H = 1,50 \text{ m}$.

Rodzaj obciążenia: D,

Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji na jednostkę długości fundamentu:

siła pionowa: $N = 116,20 \text{ kN/m}$, mimośród względem podstawy fund. $E = 0,00 \text{ m}$,

siła pozioma: $H_x = 0,00 \text{ kN/m}$, mimośród względem podstawy fund. $E_z = 0,30 \text{ m}$,

moment: $M_y = 0,00 \text{ kNm/m}$.

Ciężar własny fundamentu, gruntu, posadzek, obciążenia posadzek na jednostkę długości fundamentu:

siła pionowa: $G = 14,10 \text{ kN/m}$, moment: $M_{Gy} = 0,00 \text{ kNm/m}$.

Uwaga: Przy sprawdzaniu położenia wypadkowej alternatywnie brano pod uwagę obciążenia obliczeniowe wyznaczone przy zastosowaniu dolnych współczynników obciążenia.

Sprawdzenie położenia wypadkowej obciążenia względem podstawy fundamentu

Obciążenie pionowe:

$$N_r = (N + G) \cdot L = (116,20 + 14,10 | 10,04) \cdot 5,70 = 742,69 | 719,54 \text{ kN.}$$

Moment względem środka podstawy:

$$M_r = (-N \cdot E + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy}) \cdot L = (-116,20 \cdot 0,00 + 0,00 | 0,00) \cdot 5,70 = 0,00 | 0,00 \text{ kNm.}$$

Mimośród siły względem środka podstawy:

$$e_r = |M_r / N_r| = 0,00 / 719,54 = 0,00 \text{ m.}$$

$$e_r = 0,00 \text{ m} < 0,10 \text{ m.}$$

Wniosek: Warunek położenia wypadkowej jest spełniony.

Sprawdzenie warunku granicznej nośności fundamentu rzeczywistego

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B' = B - 2 \cdot e_r = 0,60 - 2 \cdot 0,00 = 0,60 \text{ m}, \quad L' = L = 5,70 \text{ m.}$$

Obciążenie podłoża obok ławy (min. średnia gęstość dla pola 2):

średnia gęstość obl.: $\rho_{D(r)} = 1,74 \text{ t/m}^3$, min. wysokość: $D_{\min} = 1,50 \text{ m}$,

obciążenie: $\rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,74 \cdot 9,81 \cdot 1,50 = 25,62 \text{ kPa}$.

Współczynniki nośności podłoża:

obliczeniowy kąt tarcia wewnętrznego: $\Phi_{u(r)} = \Phi_{u(n)} \cdot \gamma_m = 33,00 \cdot 0,90 = 29,70^\circ$,

spójność: $c_{u(r)} = c_{u(n)} \cdot \gamma_m = 0,00 \cdot 0,90 = 0,00 \text{ kPa}$,

$N_B = 7,18$ $N_C = 29,43$, $N_D = 17,79$.

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$$\text{tg } \delta = |H_x| \cdot L / N_r = 0,00 \cdot 5,70 / 742,69 = 0,0000, \quad \text{tg } \delta / \text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0000 / 0,5704 = 0,0000,$$

$$i_B = 1,00, \quad i_C = 1,00, \quad i_D = 1,00.$$

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$$\rho_{B(n)} \cdot \gamma_m \cdot g = 1,02 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 9,01 \text{ kN/m}^3.$$

Współczynniki kształtu:



$$m_B = 1 - 0,25 \cdot B'/L' = 0,97, \quad m_C = 1 + 0,3 \cdot B'/L' = 1,03, \quad m_D = 1 + 1,5 \cdot B'/L' = 1,16.$$

Odpór graniczny podłoża:

$$Q_{fNB} = B' \cdot L' (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_C + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_D + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B' \cdot i_B) = 1934,07 \text{ kN}.$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_r = 742,69 \text{ kN} < m \cdot Q_{fNB} = 0,81 \cdot 1934,07 = 1566,59 \text{ kN}.$$

Wniosek: warunek nośności jest spełniony.

7. Stan graniczny II

7.1. Osiadanie fundamentu

Osiadanie całkowite:

Osiadanie pierwotne: $s' = 0,22 \text{ cm}$.

Osiadanie wtórne: $s'' = 0,00 \text{ cm}$.

Współczynnik stopnia odprężenia podłoża: $\lambda = 0$.

Osiadanie: $s = s' + \lambda \cdot s'' = 0,22 + 0 \cdot 0,00 = 0,22 \text{ cm}$,

8. Wymiarowanie fundamentu

8.1. Zestawienie wyników sprawdzenia ławy na przebicie

Nr obc.	Przekrój	Siła tnąca V [kN/m]	Nośność betonu V _r [kN/m]	Nośność strzemion V _s [kN/m]
* 1	1	0	293	-

8.2. Sprawdzenie ławy na przebicie dla obciążenia nr 1

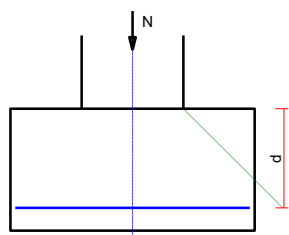
Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do osi ławy:

siła pionowa: $N_r = 116 \text{ kN/m}$, moment: $M_r = 0,00 \text{ kNm/m}$.

Mimośród siły względem środka podstawy:

$$e_r = |M_r/N_r| = 0,00 \text{ m}.$$



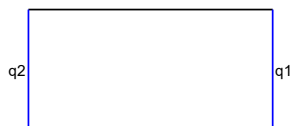
Przebicie ławy w przekroju 1:

Siła ścinająca: $V_{Sd} = 0,5 \cdot (q_1 + q_2) \cdot c = 0 \text{ kN/m}$.

Nośność betonu na ścinanie: $V_{Rd} = f_{ctd} \cdot d = 1200 \cdot 0,24 = 293 \text{ kN/m}$.

$V_{Sd} = 0 \text{ kN/m} < V_{Rd} = 293 \text{ kN/m}$.

Wniosek: warunek na przebicie jest spełniony.



8.3. Zestawienie wyników sprawdzenia ławy na zginanie

Nr obc.	Przekrój	Moment zginający M [kNm/m]	Nośność betonu M _r [kNm/m]
* 1	1	3	-

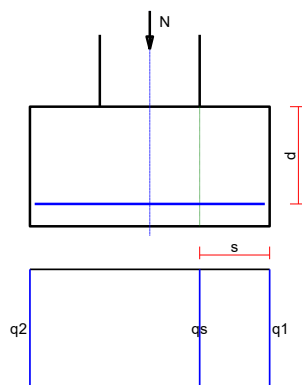
8.4. Sprawdzenie ławy na zginanie dla obciążenia nr 1

Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do osi ławy:

siła pionowa: $N_r = 116 \text{ kN/m}$, moment: $M_r = 0,00 \text{ kNm/m}$.

Mimośród siły względem środka podstawy: $e_r = |M_r/N_r| = 0,00 \text{ m}$.



Zginanie ławy w przekroju 1:

Moment zginający: $M_{sd} = (2 \cdot q_1 + q_s) \cdot s^2/6 = (2 \cdot 193,7 + 193,7) \cdot 0,03^2/6 = 3 \text{ kNm/m}$.

Konieczna powierzchnia przekroju zbrojenia: $A_s = 0,3 \text{ cm}^2/\text{m}$.

Wniosek: warunek na zginanie jest spełniony.

9. Zbrojenie ławy

Zbrojenie główne na kierunku x:

Obliczona powierzchnia przekroju poprzecznego: $A_s = 1,0 \text{ cm}^2/\text{m}$.

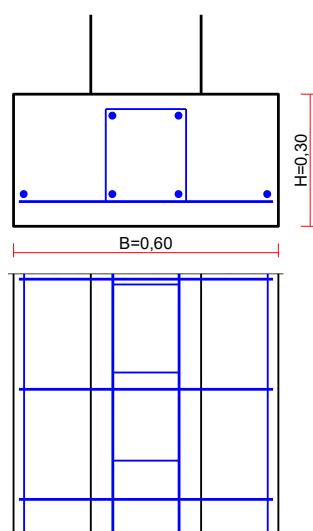
Średnica prętów: $\phi = 12 \text{ mm}$, rozstaw prętów: $s = 25,0 \text{ cm}$.

Pręty rozdzielcze:

Średnica prętów: $\phi_r = 8 \text{ mm}$, liczba prętów: $n_r = 2$.

Zbrojenie dodatkowe podłużne:

Pręty podłużne: $4 \cdot \phi 12 \text{ mm}$, strzemiona: $\phi 6 \text{ mm}$ co 20 cm .



Ilość stali na 1 mb: **9,1 kg/m**,

ilość stali na całą ławę: **52 kg**.

Ilość betonu na 1 mb: **0,18 m³/m**,

ilość betonu na całą ławę: **1,03 m³**.

Ilość stali na 1 m³ betonu: **50,4 kg/m³**.



III RYSUNKI

NR RYSUNKU	TYTUŁ RYSUNKU	SKALA
K-01	RZUT FUNDAMENTÓW	1:75
K-02	RZUT KONSTRUKCJI PARTERU	1:75
K-03	RZUT KONSTRUKCJI I PIĘTRA	1:75
K-04	RZUT KONSTRUKCJI II PIĘTRA	1:75
K-05	RZUT KONSTRUKCJI ATTYKI	1:75
K-06	RZUT KONSTRUKCYJNY A-A	1:75
K-07	RZUT KONSTRUKCYJNY B-B	1:75
K-08	RZUT KONSTRUKCYJNY C-C	1:75
K-09	ŁAWA FUNDAMENTOWA L/1	1:25
K-10	ŁAWA FUNDAMENTOWA L/2	1:25
K-11	ŁAWA FUNDAMENTOWA L/3	1:25
K-12	ŁAWA FUNDAMENTOWA L/4	1:25
K-13	STOPA FUNDAMENTOWA SF/1	1:25
K-14	RDZENIE ŻELBETOWE Rd/1;Rd/2	1:25
K-15	RDZEŃ ŻELBETOWY Rd/3	1:25
K-16	SCHODY SCH/1/1	1:25
K-17	SCHODY SCH/1/2	1:25
K-18	SCHODY SCH/1/3	1:25
K-19	SCHODY SCH/2	1:25
K-20	SZYB WINDOWY	1:25
K-21	UZUPEŁNIENIE MONOLITYCZNE ISTNIEJĄCYCH STROPÓW MN/1_2	1:25
K-22	BELKA WSPORNIKOWA BW/1	1:25
K-23	BELKA WSPORNIKOWA BW/2	1:25
K-24	WIENIEC ŻELBETOWY W/1	1:25
K-25	WIENIEC ŻELBETOWY W/2	1:25
K-26	WIENIEC ŻELBETOWY W/3	1:25
K-27	WYMIAN WM/1	1:25
K-28	WZMOCNIENIE PODCIĄGU PD/1	1:25
K-29	NADPROŻA STALOWE	1:25
K-30	BELKA STALOWA BS/1; KĄTOWNIK 100x10	1:25
K-31	DŹWIGARY DACHOWE	1:25