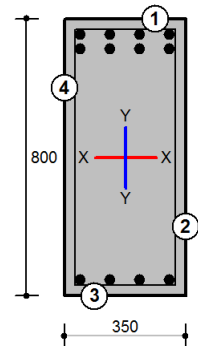
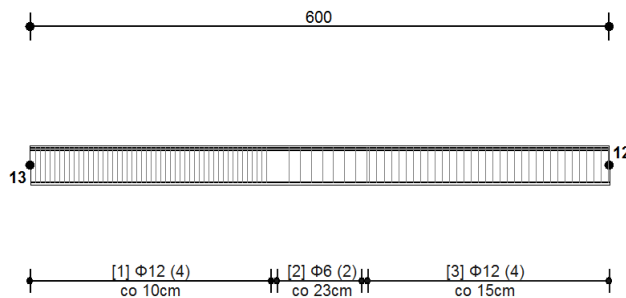


Pręt nr 1 - Element żelbetowy wg. EN 1992-1-1:2004**Informacje o elemencie**

Nazwa/Opis: element nr 5 (belka) - Brak opisu elementu.

Węzły: 13 (x=6.000m, y=24.000m); 12 (x=18.000m, y=24.000m)

Profil: Pr 350x800 (Beton C30/37)

Zbrojenie podłużne (RB500W (B))Krawędź 1 - 8 ϕ 32; od L1=0.00m do L2=12.00mKrawędź 3 - 4 ϕ 32; od L1=0.00m do L2=12.00m**Strzemiona (RB500W (B))**Odcinek 1 od x1/L=0.00 do x2/L=0.42: (Y-Y) 4 ϕ 12 (X-X) 2 ϕ 6 co 10cmOdcinek 2 od x1/L=0.43 do x2/L=0.58: (Y-Y) 2 ϕ 6 (X-X) 2 ϕ 6 co 23cmOdcinek 3 od x1/L=0.57 do x2/L=1.00: (Y-Y) 4 ϕ 12 (X-X) 2 ϕ 6 co 15cm**Widok elementu****Całkowite wyężenie elementu: 98%**

Zbrojenie główne: 80 %

Ścinanie: 98 %

Zbrojenie główne (ściananie): 84 %

Rysy prostopadłe: 75 %

Ugięcia: 53 %

Zbrojenie minimalne: 0 %

Zbrojenie minimalne (rysy): 0 %

Rozstaw strzemion: 0 %

Smukłość: 0 %

Wyniki w punktach charakterystycznych

Nr	Rzędna	Obwiednia	Warunek	Wyłączenie
0	0.000	min Ty_SGU	Rysy prostopadłe	22.0 %
1	0.000	min Mx	Zbrojenie główne (ściananie)	84.1 %
2	0.000	max N_SGU	Rysy prostopadłe	53.8 %
3	0.000	max Mx_SGU	Rysy prostopadłe	20.3 %
4	0.000	min Ty	Zbrojenie główne (ściananie)	25.3 %
5	0.000	---	Smukłość	0.0 %
6	0.000	max N	Zbrojenie główne (ściananie)	69.8 %
7	0.000	max Ty_SGU	Rysy prostopadłe	73.5 %
8	0.000	min Mx_SGU	Rysy prostopadłe	75.2 %
9	0.000	max Ty	Zbrojenie główne (ściananie)	84.1 %
10	0.000	min N_SGU	Rysy prostopadłe	41.7 %
11	0.000	min N	Zbrojenie główne (ściananie)	50.1 %
12	0.000	max Mx	Zbrojenie główne (ściananie)	23.3 %
13	0.167	min Ty_SGU	Zbrojenie minimalne (rysy)	0.0 %
14	0.167	min Mx	Ściananie	39.2 %
15	0.167	max N_SGU	Zbrojenie minimalne (rysy)	0.0 %
16	0.167	max Mx_SGU	Zbrojenie minimalne (rysy)	0.0 %
17	0.167	min Ty	Ściananie	11.9 %
18	0.167	---	Smukłość	0.0 %
19	0.167	max N	Ściananie	32.1 %
20	0.167	max Ty_SGU	Rysy prostopadłe	12.6 %
21	0.167	min Mx_SGU	Rysy prostopadłe	14.3 %
22	0.167	max Ty	Ściananie	39.2 %
23	0.167	min N_SGU	Rysy prostopadłe	10.1 %
24	0.167	min N	Ściananie	94.6 %
25	0.167	max Mx	Ściananie	11.9 %
26	0.333	min Ty_SGU	Rysy prostopadłe	15.5 %
27	0.333	min Mx	Ściananie	72.9 %
28	0.333	max N_SGU	Rysy prostopadłe	47.9 %
29	0.333	max Mx_SGU	Rysy prostopadłe	50.5 %
30	0.333	min Ty	Ściananie	38.3 %
31	0.333	---	Smukłość	0.0 %
32	0.333	max N	Zbrojenie główne (ściananie)	58.9 %
33	0.333	max Ty_SGU	Rysy prostopadłe	32.7 %
34	0.333	min Mx_SGU	Zbrojenie minimalne (rysy)	0.0 %
35	0.333	max Ty	Zbrojenie główne (ściananie)	51.8 %
36	0.333	min N_SGU	Zbrojenie minimalne (rysy)	0.0 %
37	0.333	min N	Ściananie	55.0 %

38	0.333	max Mx	Zbrojenie główne (ściananie)	64.0 %
39	0.500	min Ty_SGU	Rysy prostopadłe	24.7 %
40	0.500	min Mx	Ściananie	21.3 %
41	0.500	max N_SGU	Rysy prostopadłe	70.9 %
42	0.500	max Mx_SGU	Rysy prostopadłe	71.6 %
43	0.500	min Ty	Zbrojenie główne	28.2 %
44	0.500	---	Smukłość	0.0 %
45	0.500	max N	Zbrojenie główne	68.8 %
46	0.500	max Ty_SGU	Rysy prostopadłe	68.9 %
47	0.500	min Mx_SGU	Rysy prostopadłe	21.9 %
48	0.500	max Ty	Zbrojenie główne	66.1 %
49	0.500	min N_SGU	Rysy prostopadłe	22.7 %
50	0.500	min N	Zbrojenie główne	26.4 %
51	0.500	max Mx	Zbrojenie główne	74.7 %
52	0.667	min Ty_SGU	Rysy prostopadłe	43.2 %
53	0.667	min Mx	Ściananie	48.6 %
54	0.667	max N_SGU	Rysy prostopadłe	47.9 %
55	0.667	max Mx_SGU	Rysy prostopadłe	59.3 %
56	0.667	min Ty	Zbrojenie główne (ściananie)	56.7 %
57	0.667	---	Smukłość	0.0 %
58	0.667	max N	Zbrojenie główne (ściananie)	58.9 %
59	0.667	max Ty_SGU	Rysy prostopadłe	27.7 %
60	0.667	min Mx_SGU	Rysy prostopadłe	12.7 %
61	0.667	max Ty	Zbrojenie główne	26.7 %
62	0.667	min N_SGU	Rysy prostopadłe	23.0 %
63	0.667	min N	Zbrojenie główne	25.7 %
64	0.667	max Mx	Ściananie	90.1 %
65	0.833	min Ty_SGU	Rysy prostopadłe	5.1 %
66	0.833	min Mx	Ściananie	53.5 %
67	0.833	max N_SGU	Zbrojenie minimalne (rysy)	0.0 %
68	0.833	max Mx_SGU	Rysy prostopadłe	10.5 %
69	0.833	min Ty	Ściananie	53.5 %
70	0.833	---	Smukłość	0.0 %
71	0.833	max N	Ściananie	48.2 %
72	0.833	max Ty_SGU	Rysy prostopadłe	10.4 %
73	0.833	min Mx_SGU	Rysy prostopadłe	5.2 %
74	0.833	max Ty	Ściananie	70.5 %
75	0.833	min N_SGU	Zbrojenie minimalne (rysy)	0.0 %
76	0.833	min N	Ściananie	58.0 %
77	0.833	max Mx	Ściananie	70.9 %

78	1.000	min Ty_SGU	Rysy prostopadłe	57.8 %
79	1.000	min Mx	Ścinanie	79.7 %
80	1.000	max N_SGU	Rysy prostopadłe	53.8 %
81	1.000	max Mx_SGU	Rysy prostopadłe	7.0 %
82	1.000	min Ty	Ścinanie	79.7 %
83	1.000	---	Smukłość	0.0 %
84	1.000	max N	Ścinanie	72.2 %
85	1.000	max Ty_SGU	Rysy prostopadłe	7.1 %
86	1.000	min Mx_SGU	Rysy prostopadłe	57.9 %
87	1.000	max Ty	Ścinanie	22.0 %
88	1.000	min N_SGU	Rysy prostopadłe	9.5 %
89	1.000	min N	Ścinanie	97.8 %
90	1.000	max Mx	Ścinanie	22.0 %
91	0.480	max v	Ugięcia	52.9 %

Wyniki szczegółowe

Zbrojenie minimalne (0.0 %)

Przekrój: $x/L=1.000$, $L=12.00m$; Kombinacja: $\max Mx (+0,1,-4,-5,+K6,+K10,+K13)$,

Minimalne (sumaryczne) pole zbrojenia dla elementu ściskanego:

$$A_{s,min} = 0.10 \frac{N_{Ed}}{f_{yd}} = 0.10 \frac{33.3}{43.5} = 0.1 \text{ cm}^2 < 96.5 \text{ cm}^2$$

$$A_{s,min} = 0.002 A_c = 0.002 \cdot 28.0 = 5.6 \text{ cm}^2 < 96.5 \text{ cm}^2$$

Zbrojenie minimalne ze względu na rysy

Minimalne (sumaryczne) pole zbrojenia ze względu na rysy:

$$A_{s,min} = k_c k f_{ct,eff} \frac{A_{ct}}{\sigma_{s,lim}} = \frac{0.418 \cdot 0.7 \cdot 0.29 \cdot 1400.0}{16.0} = 6.9 \text{ cm}^2 < 64.3 \text{ cm}^2 = A_{s1}$$

gdzie:

$$k_c = \min \left[0.4 \left(1 - \frac{\sigma_c}{k_1 \frac{h}{h} f_{ct,eff}} \right), 1.0 \right] = \min \left[0.4 \left(1 - \frac{-0.01}{0.67 \frac{35.0}{35.0} 0.29} \right), 1.0 \right] = 0.418$$

Długość wyboyczeniowa

Współczynniki długości wyboyczeniowej przyjęto wg Rysunku 5.7

Klasyfikacja: X-X → Element wydzielony obustronnie przegubowo podparty; Y-Y → Element wydzielony obustronnie przegubowo podparty

Przyjęto: $\beta_x=1.000$ $\beta_y=1.000$ oraz $l_{col}=12.000m$

Imperfekcje geometryczne i efekty drugiego rzędu

Przekrój: $x/L=0.000$, $L=0.00m$; Kombinacja: $\min Mx (+0,1,+4,+5,+K7,+K8,+K9,+K11,+K13)$,

Kierunek Y - Y

Imperfekcje geometryczne:

$$e_{i,y} = 0.5 \theta_0 \alpha_h \alpha_m l_0 = 0.5 \cdot 0.0050 \cdot 0.667 \cdot 1.000 \cdot 12000.0 = 20.0 \text{ mm}$$

Dodatkowy moment zginający: $M_{Ed,x,ei} = e_{t,y} \cdot N_{Ed} = 0.020 \cdot 37.268 = 0.7 \text{ kNm}$

Moment pierwszego rzędu z uwzględnieniem imperfekcji geometrycznych:

$$M_{0Ed,y} = M_{Ed,y} - M_{Ed,y,ei} = -1512.4 - 0.7 = -1513.1 \text{ kNm}$$

Sprawdzenie kryterium smukłości elementu wydzielonego

$$\lambda_{lim} = \frac{20 ABC}{\sqrt{(n)}} = \frac{20 \cdot 0.714 \cdot 1.549 \cdot 0.700}{\sqrt{(0.018)}} = 116.1 > 52.0 = \lambda_x$$

gdzie przyjęto:

- $A = \frac{1}{1 + 0.2 \% i f_{ef}} = \frac{1}{1 + 0.2 \cdot 2.000} = 0.714$,
- $B = \sqrt{(1 + 2 \omega)} = \sqrt{(1 + 2 \cdot 0.699)} = 1.549$,
- $C = 1.7 - r_m = 1.7 - 1.0 = 0.700$.

Smukłość elementu mniejsza niż smukłość graniczna wg 5.8.3.1(1) - pominięto efekty drugiego rzędu.

Zbrojenie główne (80.1 %)

Przekrój: $x/L=0.000$, $L=0.00m$; Kombinacja: $\min M_x (+0,1,+4,+5,+K7,+K8,+K9,+K11,+K13,)$

Dane : $\alpha_{cc} = 1.00$, $x_{eff} = 33.5 \text{ cm}$, $a_1 = 6.3 \text{ cm}$, $d = 73.1 \text{ cm}$

Nośność przy ściskaniu / rozciąganiu :

$$\min N_{Rd} = -3949.7 \text{ kN} < -37.3 \text{ kN} = N_{Sd}$$

$$\max N_{Rd} = 1180.0 \text{ kN} > -37.3 \text{ kN} = N_{Sd}$$

Nośność przy zginaniu :

$$M_{Rd} = 1890.1 \text{ kNm} > 1513.1 \text{ kNm} = M_{Sd}$$

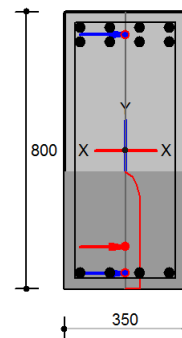
Odształcenia :

$$\varepsilon_{s1} = -0.00192 > -0.0100$$

$$\varepsilon_{cu} = 0.00155 < 0.0035$$

$$\varepsilon_c = -0.00002 < 0.0020$$

$x/L=0.000$ (min M_x)



Zbrojenie główne (ścianie) (84.1 %)

Przekrój: $x/L=0.000$, $L=0.00m$; Kombinacja: $\max T_y (+0,1,-4,+5,+K6,+K9,+K13,)$

Siły przekrojowe: $N_{Ed} = -36.5 \text{ kN}$, $M_{Ed} = 1477.0 \text{ kNm}$, $V_{Ed} = 681.7 \text{ kN}$

Przyrost siły w zbrojeniu głównym: $\Delta F_{td} = 0.5 V_{Ed} \cot \theta = 0.5 \cdot 681.7 \cdot 1.000 = 340.9 \text{ kN}$

Sumaryczna siła w zbrojeniu rozciągającym:

$$F_{td} = \varepsilon_{s1} A_{s1} E_s = 0.00178 \cdot 64.34 \cdot 20000.0 = 2296.7 \text{ kN}$$

Maksymalna siła w zbr. rozciągającym na długości elementu: $\max F_{td} = 2351.6 \text{ kN}$

Warunek nośności: $\min(F_{td} + \Delta F_{td}, \max F_{td}) = 2351.6 \text{ kN} < 2797.4 \text{ kN} = A_{s1} f_{yd} = 64.34 \cdot 43.5$

Ścianie (97.8 %)

Przekrój: $x/L=1.000$, $L=12.00m$; Kombinacja: $\min N (+0,1,+K2,+K3,-4,+5,+K6,+K7,+K8,+K12,+K13,)$

Weryfikacja zbrojenia strzemionami dla siły tnącej: Y-Y

Pochylenie betonowych krzyżulców: $\cot \theta = 1.000$

Obliczeniowa nośność elementu bez zbrojenia na ścianie (rozciąganie betonowych krzyżulców):

$$V_{Rd,c} = \left[0.18 / \gamma_c k \left(100 \rho_L f_{ck} \right)^{1/3} + 0.15 \sigma_{cp} \right] b_w d$$

$$V_{Rd,c} = \left[0.18 / 1.4 \cdot 1.522 \left(100 \cdot 0.000e+00 \cdot 3.00 \right)^{1/3} + 0.15 \cdot 0.038 \right] \cdot 35.0 \cdot 73.4 = 14.7 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c,min} = \left(v_{min} + k_1 \sigma_{cp} \right) b_w d = \left(0.360 + 1.522 \cdot 0.038 \right) 0.3 \cdot 0.7 = 241.7 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c} = \max(V_{Rd,c}, V_{Rd,c,min}) = 241.7 \text{ kN} > 236.3 \text{ kN} = V_{Ed} \rightarrow \text{zbrojenie nie jest wymagane}$$

gdzie przyjęto:

$$- k = 1 + \sqrt{(200/d)} = 1.522$$

$$- \rho_L = \frac{A_{sl}}{b_w d} = \frac{0.00}{35.0 \cdot 73.4} = 0.000e+00$$

$$- v_{min} = 0.035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} = 0.035 \cdot 1.522^{3/2} 30.0^{1/2} = 0.360$$

Nośność obliczeniowa ze względu na ściskanie betonowych krzyżulców:

$$V_{Rd,max} = 0.5 v b_w d f_{cd} = 0.5 \cdot 0.528 \cdot 35.0 \cdot 73.4 \cdot 2.14 = 1453.3 \text{ kN}$$

gdzie przyjęto:

$$- v = 0.6(1 - f_{ck}/250) = 0.6(1 - 30.0/250) = 0.528$$

Warunki nośności:

$$V_{Rd,c} = 241.7 \text{ kN} > 236.3 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,max} = 1453.3 \text{ kN} > 236.3 \text{ kN}$$

Rysy prostopadłe (75.2 %)

Przekrój: $x/L=0.000$, $L=0.00m$; Kombinacja: $\min Mx_SGU$ (S0,1,4,5,S7,S8,S9,S11,S13,)

Stosunek naprężeń rysujących do aktualnych:

$$\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s} = \frac{N_{cr}}{N_{Ed}} = \frac{f_{ct,eff}}{e/W_c - 1/A_c} \frac{1}{N_{Sd}} = \frac{2.9}{42.3659/0.0386 - 1/0.2845} \frac{1}{-30.5} = 0.087$$

Maksymalny rozstaw rys:

$$S_{r,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \frac{\phi}{\rho_{p,eff}} = 3.4 \cdot 30 + 0.8 \cdot 0.500 \cdot 0.425 \frac{32.0}{0.1172} = 148.4 \text{ mm}$$

gdzie przyjęto:

$$- k_1 = 0.8 \text{ (pręty żebrowane)}, k_2 = 0.500 \text{ (ściskanie lub/i zginanie)},$$

$$- \text{efektywny stopień zbrojenia: } \rho_r = A_s / A_{c,eff} = 64.3 / 548.8 = 0.1172$$

Różnica średniego odkształcenia zbrojenia rozciąganego i betonu:

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_t \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}} (1 + \alpha_{et} \rho_{p,eff})}{E_s} = \frac{329.9 - 0.6 \frac{2.9}{0.1172} (1 + 6.25 \cdot 0.1172)}{200000.0} = 0.001521$$

gdzie przyjęto:

$$- k_t = 0.6 \text{ (obc. krótkotrwałe)},$$

Obliczeniowa szerokość rys prostopadłych do osi elementu:

$$w_k = S_{r,max} (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = 148.4 \cdot 0.001521 = 0.23 \text{ mm} < 0.30 \text{ mm} = w_{k,lim}$$

Ugięcia (52.9 %)

Przekrój: $x/L=0.480$, $L=5.76m$; Kombinacja: $\max v$ (1,4,5,S6,S7,S9,S10,S11,)

Obciążenia: tylko część długotrwała; schemat statyczny elementu: nieokreślony

$$\text{Efektywny moduł sprężystości betonu: } E_{c,eff} = \frac{E_{cm}}{1 + \phi(t, t_0)} = \frac{32000.0}{1 + 2.000} = 10666.7 \text{ MPa}$$

Maksymalne ugięcie uzyskano poprzez całkowanie równania linii ugięcia belki z uwzględnieniem pełzania, zarysowania i rzeczywistego rozkładu zbrojenia oraz przebiegu momentów. Sztywność elementu niezarysowanego przyjęto równą $B_\infty = E_{c,eff} J_I$ lub $B_0 = E_{cm} J_I$ odpowiednio przy obciążeniu długotrwałym i krótkotrwałym, natomiast sztywność przekrojów zarysowanych

wyznaczono wg wzoru:

$$B_{\infty} = \frac{E_{c,eff} J_I}{1 - \beta \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s} \right)^2 \left(1 - \frac{J_I}{J_{II}} \right)},$$

gdzie w przypadku B_0 przyjęto $E_{c,eff} = E_{cm}$.

Warunek projektowy (kierunek Y-Y): $a = 31.7 \text{ mm} < 60.0 \text{ mm} = a_{lim}$.