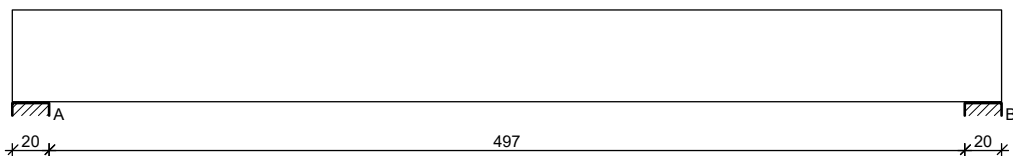


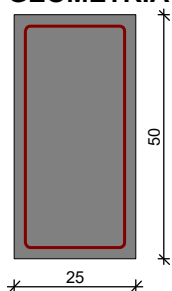
Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe

Podciąg P-1

SZKIC BELKI



GEOMETRIA BELKI



Wymiary przekroju:

Typ przekroju: prostokątny

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

Wysokość przekroju $h = 50,0 \text{ cm}$

Rodzaj belki: monolityczna

OBCIĄŻENIA NA BELCE

Schemat statyczny belki



DANE MATERIAŁOWE

Parametry betonu:

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

Ciężar objętościowy $\rho = 25,0 \text{ kN/m}^3$

Maksymalny rozmiar kruszywa $d_g = 8 \text{ mm}$

Wilgotność środowiska $RH = 50\%$

Wiek betonu w chwili obciążenia 28 dni

Współczynnik pełzania (obliczono) $\phi = 3,20$

Zbrojenie główne:

Klasa stali A-IIIN (**B500SP**) $\rightarrow f_{yk} = 500 \text{ MPa}$, $f_{yd} = 420 \text{ MPa}$, $f_{tk} = 550 \text{ MPa}$

Średnica prętów górnych $\phi_g = 12 \text{ mm}$

Średnica prętów dolnych $\phi_d = 12 \text{ mm}$

Strzemiona:

Klasa stali A-I (**St3SX-b**) $\rightarrow f_{yk} = 240 \text{ MPa}$, $f_{yd} = 210 \text{ MPa}$, $f_{tk} = 320 \text{ MPa}$

Średnica strzemion $\phi_s = 6 \text{ mm}$

Zbrojenie montażowe:

Klasa stali A-IIIN (B500SP)

Średnica prętów $\phi = 12 \text{ mm}$

Otulenie:

Klasa środowiska: XC1

Wartość dopuszczalnej odchyłki $\Delta c = 5 \text{ mm}$

\rightarrow nominalna grubość otulenia $c_{nom} = 20 \text{ mm}$

ZAŁOŻENIA

Sytuacja obliczeniowa: trwała

Cotanges kąta nachylenia ścisk. krzyżulców bet.

$$\cot \theta = 2,00$$

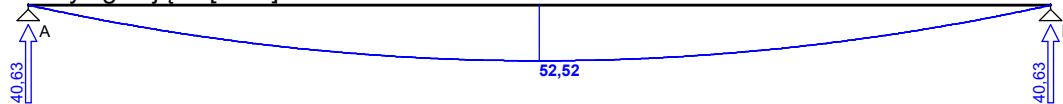
Graniczna szerokość rys $w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$

Graniczne ugięcie w przęsłach $a_{lim} = 1,5 \text{ cm}$

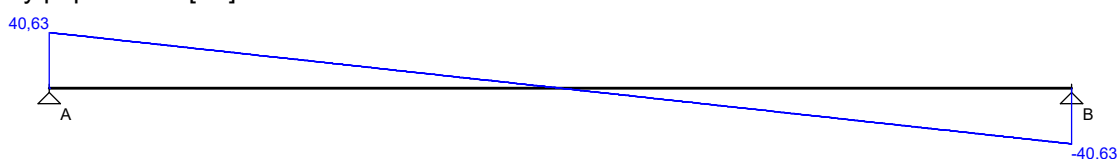
Graniczne ugięcie na wspornikach $a_{lim} = \text{jak dla wsporników (wg tablicy 8)}$

WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:

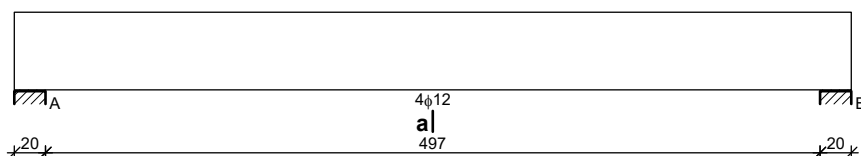


Ugięcia [mm]:



WYMIAROWANIE wg PN-B-03264:2002

a|



Przęsło A - B:

Zginanie: (przekrój a-a)

Moment przęsłowy obliczeniowy $M_{Sd} = 52,52 \text{ kNm}$

Przyjęto indywidualnie dołem $4\phi 12$ o $A_s = 4,52 \text{ cm}^2$ ($\rho = 0,39\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd} = 52,52 \text{ kNm} < M_{Rd} = 82,15 \text{ kNm}$ (63,9%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej $V_{Sd} = (-)31,71 \text{ kN}$

Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami dwuciętymi $\phi 6$ co 200 mm na całej długości przęsła

Warunek nośności na ścinanie: $V_{Sd} = (-)31,71 \text{ kN} < V_{Rd1} = 54,42 \text{ kN}$ (58,3%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny $M_{Sk} = 44,64 \text{ kNm}$

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,lt} = 44,64 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych: $w_k = 0,190 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$ (63,4%)

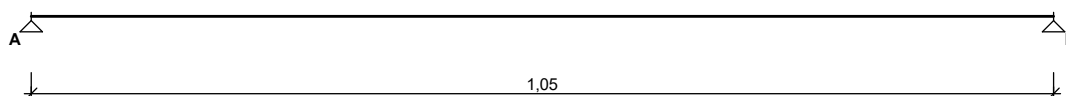
Maksymalne ugięcie od $M_{Sk,lt}$: $a(M_{Sk,lt}) = 10,09 \text{ mm} < a_{lim} = 15,00 \text{ mm}$ (67,3%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej $V_{Sk} = 33,20 \text{ kN}$

Szerokość rys ukośnych: zarysowanie nie występuje (0,0%)

BS-1

SCHEMAT BELKI



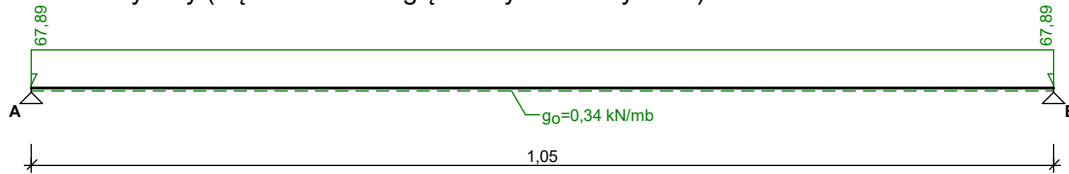
Parametry belki:

- współczynnik obciążenia dla ciężaru własnego belki $\gamma_f = 1,10$

OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI

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

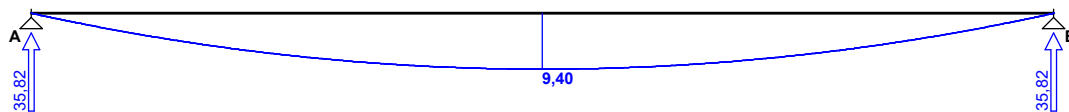
Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



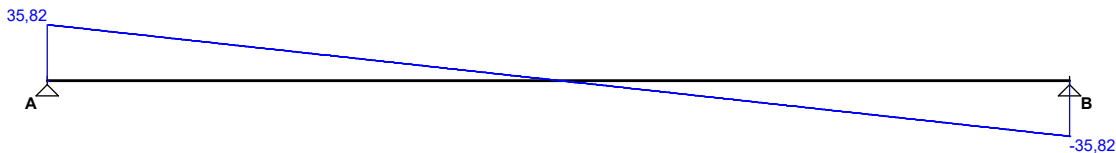
WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Przypadek **P1: Przypadek 1**

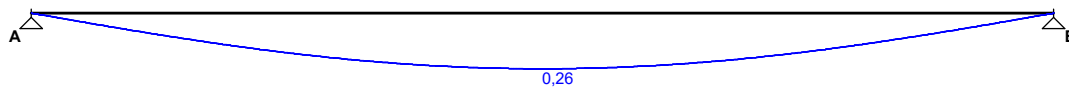
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:



Ugięcia [mm]:



ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

Wykorzystanie rezerwy plastycznej przekroju: tak;

Parametry analizy zwichrzenia:

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

WYMIAROWANIE WG PN-90/B-03200

Przekrój: **2 IPE 160**, połączone śrubami M12 kl.5,8

$A_v = 16,0 \text{ cm}^2$, $m = 31,6 \text{ kg/m}$

$J_x = 1738 \text{ cm}^4$, $J_y = 812 \text{ cm}^4$, $J_\omega = 3958 \text{ cm}^6$, $J_T = 3,60 \text{ cm}^4$, $W_x = 218 \text{ cm}^3$

Stal: **St3**

Nośności obliczeniowe przekroju:

- zginanie: klasa przekroju 1 ($\alpha_p = 1,068$)

$M_R = 50,05 \text{ kNm}$

- ścinanie: klasa przekroju 1

$V_R = 199,52 \text{ kN}$

Nośność na zginanie

Przekrój $z = 0,53 \text{ m}$

Współczynnik zwichrzenia $\varphi_L = 1,000$

Moment maksymalny $M_{\max} = 9,40 \text{ kNm}$

(52) $M_{\max} / (\varphi_L \cdot M_R) = 0,188 < 1$

Nośność na ścinanie

Przekrój $z = 1,05 \text{ m}$

Maksymalna siła poprzeczna $V_{\max} = -35,82 \text{ kN}$

(53) $V_{\max} / V_R = 0,180 < 1$

Nośność na zginanie ze ścinaniem

$$V_{\max} = (-)35,82 \text{ kN} < V_o = 0,6 \cdot V_R = 119,71 \text{ kN}$$

Stan graniczny użytkowania

Przekrój $z = 0,53 \text{ m}$

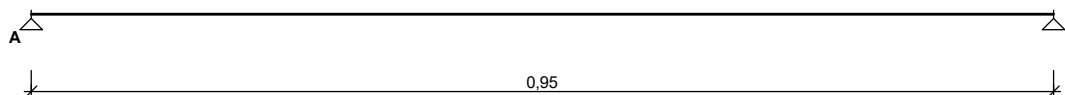
Ugięcie maksymalne $f_{k,\max} = 0,26 \text{ mm}$

Ugięcie graniczne $f_{gr} = l_o / 350 = 1050 / 350 = 3,00 \text{ mm}$

$$f_{k,\max} = 0,26 \text{ mm} < f_{gr} = 3,00 \text{ mm} \quad (8,8\%)$$

BS-2

SCHEMAT BELKI



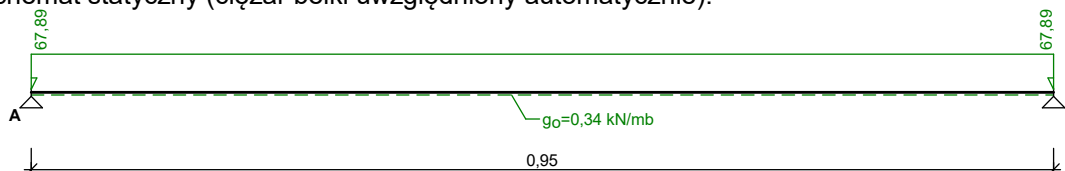
Parametry belki:

- współczynnik obciążenia dla ciężaru własnego belki $\gamma_f = 1,10$

OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI

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

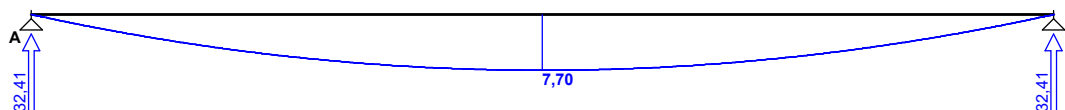
Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



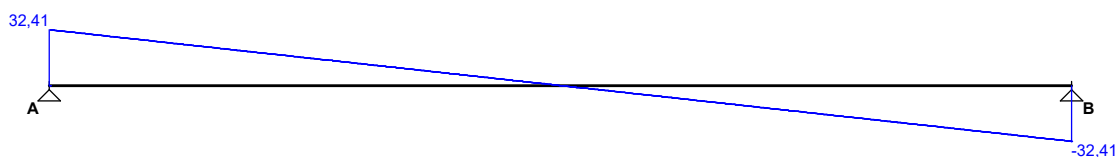
WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Przypadek **P1: Przypadek 1**

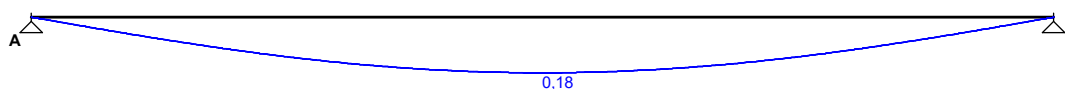
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:



Ugięcia [mm]:



ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

Wykorzystanie rezerwy plastycznej przekroju: tak;

Parametry analizy zwichrzenia:

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

WYMIAROWANIE WG PN-90/B-03200

Przekrój: **2 IPE 160**, połączone śrubami M12 kl.5,8

$$A_v = 16,0 \text{ cm}^2, \quad m = 31,6 \text{ kg/m}$$

$$J_x = 1738 \text{ cm}^4, \quad J_y = 812 \text{ cm}^4, \quad J_\omega = 3958 \text{ cm}^6, \quad J_T = 3,60 \text{ cm}^4, \quad W_x = 218 \text{ cm}^3$$

Stal: **St3**

Nośności obliczeniowe przekroju:

- zginanie: klasa przekroju 1 ($\alpha_p = 1,068$) $M_R = 50,05 \text{ kNm}$

- ścinanie: klasa przekroju 1 $V_R = 199,52 \text{ kN}$

Nośność na zginanie

Przekrój z = 0,47 m

Współczynnik zwichrzenia $\varphi_L = 1,000$

Moment maksymalny $M_{\max} = 7,70 \text{ kNm}$

$$(52) \quad M_{\max} / (\varphi_L \cdot M_R) = 0,154 < 1$$

Nośność na ścinanie

Przekrój z = 0,00 m

Maksymalna siła poprzeczna $V_{\max} = 32,41 \text{ kN}$

$$(53) \quad V_{\max} / V_R = 0,162 < 1$$

Nośność na zginanie ze ścinaniem

$$V_{\max} = 32,41 \text{ kN} < V_o = 0,6 \cdot V_R = 119,71 \text{ kN} \rightarrow \text{warunek niemiernodajny}$$

Stan graniczny użytkowania

Przekrój z = 0,47 m

Ugięcie maksymalne $f_{k,\max} = 0,18 \text{ mm}$

Ugięcie graniczne $f_{gr} = l_o / 350 = 950 / 350 = 2,71 \text{ mm}$

$$f_{k,\max} = 0,18 \text{ mm} < f_{gr} = 2,71 \text{ mm} \quad (6,5\%)$$