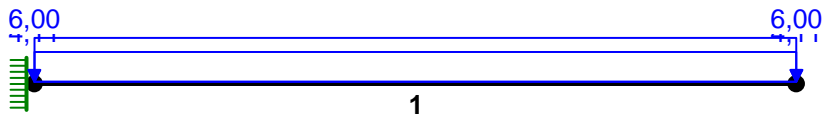


10.1 Płyta wspornikowa schodów górnych wspornikowych w płaszczyźnie prostopadłej.

OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

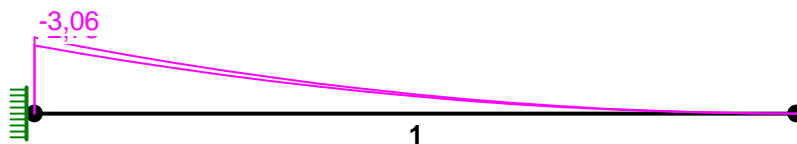
Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa: A	"obc. stałe-pł. spoczynkowa"			Stale	$\gamma_f = 1,27/0,83$	
1	Liniowe	0,0	4,11	4,11	0,00	0,60
Grupa: C	"obc. użytkowe"			Zmienne	$\gamma_f = 1,30$	
1	Liniowe	0,0	6,00	6,00	0,00	0,60

=====

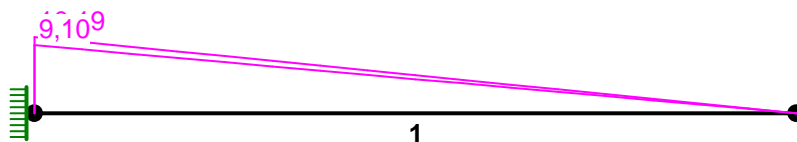
W Y N I K I
Teoria I-go rzędu
Kombinatoryka obciążeń

=====

MOMENTY-OBWIEDNIE:



TNĄCE-OBWIEDNIE:



NORMALNE-OBWIEDNIE: brak

SIŁY PRZEKROJOWE - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu
 Obciążenia obl.: Ciężar wł.+ "Kombinacja obciążeń"

Pręt:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:	Kombinacja obciążeń:
1	0,600	0,00*	0,00	0,00	AC
	0,000	-3,06*	10,19	0,00	AC
	0,000	-3,06	10,19*	0,00	AC
	0,000	-3,06	10,19	0,00*	AC
	0,600	0,00	0,00	0,00*	AC
	0,000	-3,06	10,19	0,00*	AC
	0,600	0,00	0,00	0,00*	AC

* = Max/Min

Cechy przekroju:

zadanie SCHODY_W, pręt nr 1, przekrój: $x_a=0,00$ m, $x_b=0,60$ m

Wymiary przekroju [cm]:

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

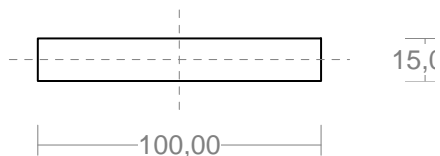
Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej

BETON: B25

$$f_{ck} = 20,0 \text{ MPa}, \quad f_{cd} = \alpha \cdot f_{ck} / \gamma_c = 1,00 \times 20,0 / 1,50 = 13,3 \text{ MPa}$$

Cechy geometryczne przekroju betonowego:

$$A_c = 1500 \text{ cm}^2, \quad J_{cx} = 28125 \text{ cm}^4, \quad J_{cy} = 1250000 \text{ cm}^4$$



Siły przekrojowe:

zadanie: SCHODY_W, pręt nr 1, przekrój: $x_a=0,00$ m, $x_b=0,60$ m

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **AC**

Momenty zginające: $M_x = 3,06 \text{ kNm}, \quad M_y = 0,00 \text{ kNm},$

Siły poprzeczne: $V_y = 10,19 \text{ kN}, \quad V_x = 0,00 \text{ kN},$

Siła osiowa: $N = 0,00 \text{ kN} = N_{Sd},$

Zbrojenie wymagane:

(zadanie SCHODY_W, pręt nr 1, przekrój: $x_a=0,00$ m, $x_b=0,60$ m)

Wielkości obliczeniowe:

$$N_{Sd} = 0,00 \text{ kN},$$

$$M_{Sd} = \sqrt{(M_{Sdx}^2 + M_{Sdy}^2)} = \sqrt{(3,06^2 + 0,00^2)} = 3,06 \text{ kNm}$$

$$f_{cd} = 13,3 \text{ MPa}, \quad f_{yd} = 350 \text{ MPa} \quad (f_{td} = 435 \text{ MPa} - \text{uwzgl. wzmocnienia}),$$

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

$$A_{s1} = 0,66 \text{ cm}^2 < \min A_{s1} = 1,87 \text{ cm}^2, \text{ przyjęto}$$

$$A_{s1} = 1,87 \text{ cm}^2, \Rightarrow (3 \times 10 = 2,36 \text{ cm}^2),$$

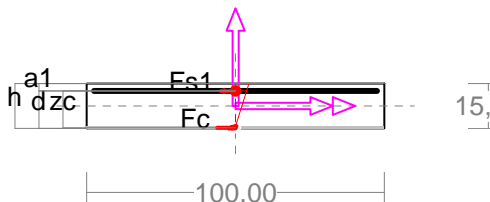
Dodatkowe zbrojenie ściskane (* $A_{s2} = 0$ nie jest obliczeniowo wymagane.**) ($\epsilon_c = -0,59 \text{ ‰}$):

$$A_{s2} = 0,00 \text{ cm}^2 \Rightarrow (0 \times 10 = 0,00 \text{ cm}^2) *$$

$$A_s = A_{s1} + A_{s2} = 0,66 \text{ cm}^2, \quad \rho = 100 \times A_s / A_c =$$

$$100 \times 0,66 / 1500 = 0,04 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:



$h=15,0$, $d=12,5$, $x=0,7$ ($\xi=0,056$),
 $a_1=2,5$, $a_c=0,2$, $z_c=12,3$, $A_{cc}=70 \text{ cm}^2$,
 $\epsilon_c=-0,59 \text{ ‰}$, $\epsilon_{s1}=10,00 \text{ ‰}$,

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

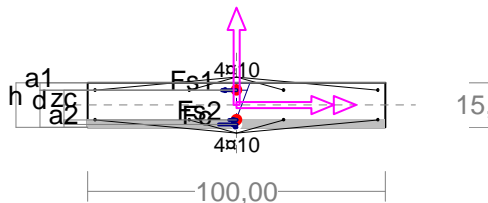
$F_c = -24,93$, $F_{s1} = 24,93$,
 $M_c = 1,81$, $M_{s1} = 1,25$,

Warunki równowagi wewnętrznej:

$F_c + F_{s1} = -24,93 + (24,93) = -0,00 \text{ kN}$ ($N_{Sd} = 0,00 \text{ kN}$)
 $M_c + M_{s1} = 1,81 + (1,25) = 3,06 \text{ kNm}$ ($M_{Sd} = 3,06 \text{ kNm}$)

Nośność przekroju prostokątnego:

zadanie SCHODY_W, pręt nr 1, przekrój: $x_a=0,00 \text{ m}$, $x_b=0,60 \text{ m}$



Wielkości obliczeniowe:

$N_{Sd} = 0,00 \text{ kN}$,
 $M_{Sd} = \sqrt{(M_{Sdx})^2 + (M_{Sdy})^2} = \sqrt{(3,06)^2 + (0,00)^2} = 3,06 \text{ kNm}$
 $f_{cd} = 13,3 \text{ MPa}$, $f_{yd} = 350 \text{ MPa}$ ($f_{td} = 435 \text{ MPa}$ - uwzgl. wzmocnienia),
 Zbrojenie rozciągane: $A_{s1} = 3,14 \text{ cm}^2$,
 Zbrojenie ściskane: $A_{s2} = 3,14 \text{ cm}^2$,
 $A_s = A_{s1} + A_{s2} = 6,28 \text{ cm}^2$, $\rho = 100 \times A_s / A_c = 100 \times 6,28 / 1500 = 0,42 \text{ ‰}$

Wielkości geometryczne [cm]:

$h=15,0$, $d=12,5$, $x=3,0$ ($\xi=0,237$),
 $a_1=2,5$, $a_2=2,5$, $a_c=1,0$, $z_c=11,5$, $A_{cc}=296 \text{ cm}^2$,

$\epsilon_c = -0,13 \text{ ‰}$, $\epsilon_{s2} = -0,02 \text{ ‰}$, $\epsilon_{s1} = 0,43 \text{ ‰}$,

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$F_c = -25,44$, $F_{s1} = 26,73$, $F_{s2} = -1,29$,
 $M_c = 1,66$, $M_{s1} = 1,34$, $M_{s2} = 0,06$,

Warunek stanu granicznego nośności:

$M_{Rd} = 14,76 \text{ kNm} > M_{Sd} = M_c + M_{s1} + M_{s2} = 1,66 + (1,34) + (0,06) = 3,06 \text{ kNm}$

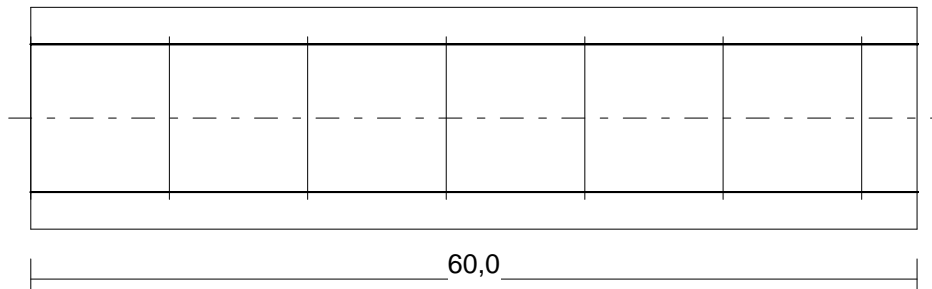
Zbrojenie poprzeczne (strzemiona)

zadanie SCHODY_W, pręt nr 1

Na całej długości pręta przyjęto strzemiona o średnicy $\phi=8 \text{ mm}$ ze stali A-III, dla której $f_{ywd} = 350 \text{ MPa}$.

Minimalny stopień zbrojenia na ścinanie:

$$\rho_{w,\min} = 0,08 \sqrt{f_{ck}} / f_{yk} = 0,08 \times \sqrt{20} / 410 = 0,00087$$



Rozstaw strzemion:

Strefa nr 1

Początek i koniec strefy: $x_a = 0,0$ $x_b = 60,0$ cm

Maksymalny rozstawy strzemion:

$$s_{\max} = 0,75 d = 0,75 \times 125 = 94 \quad s_{\max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto $s_{\max} = 94$ mm.

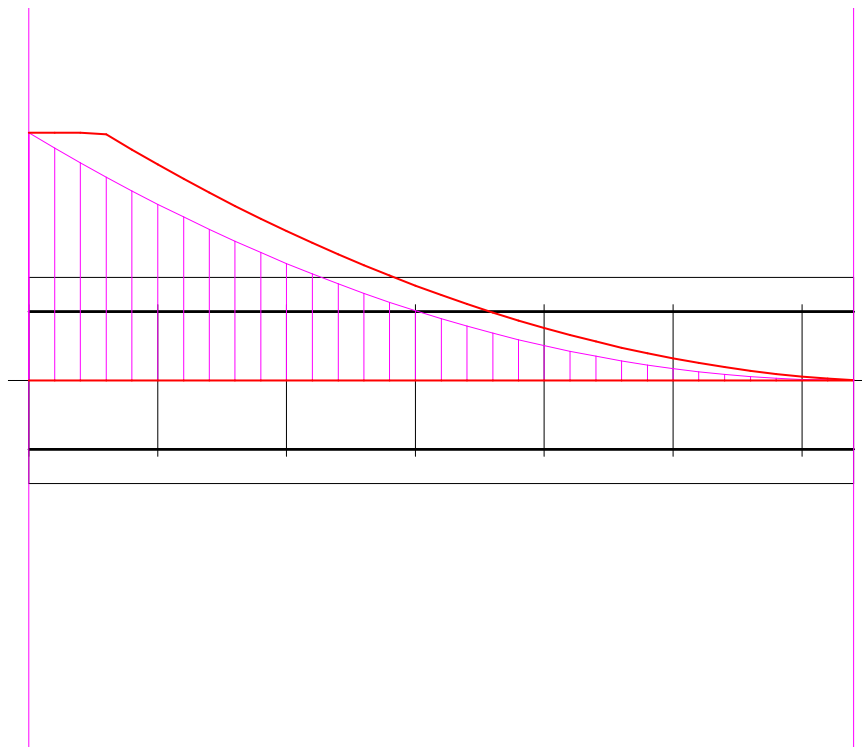
Przyjęto strzemiona 2-cięte, prostopadłe do osi pręta o rozstawie **9,4** cm, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

$$\rho_w = A_{sw} / (s b_w \sin \alpha) = 1,01 / (9,4 \times 100,0 \times 1,000) = 0,00107$$

$$\rho_w = \mathbf{0,00107} > \mathbf{0,00087} = \rho_{w \text{ min}}$$

Nośność zbrojenia podłużnego

zadanie SCHODY_W, pręt nr 1.



Sprawdzenie siły przenoszonej przez zbrojenie rozciągane dla $x = 0,001$ m:

$$\Delta F_{td} = 0,5 |V_{Sd}| (\cot\theta - V_{Rd32} / V_{Rd3} \cot\alpha) = 0,5 \times 10,19 \times (1,000) = 5,09 \text{ kN}$$

Sumaryczna siła w zbrojeniu rozciągającym:

$$F_{td} = F_{td,m} + \Delta F_{td} = 26,73 + 5,09 = 31,82 \text{ kN};$$

$$F_{td} \leq F_{td,max} = 26,73 \text{ kN}$$

Przyjęto $F_{td} = 26,73 \text{ kN}$

$$F_{td} = \mathbf{26,73} < \mathbf{109,96} = 3,14 \times 350 \times 10^{-1} = A_s f_{yd}$$

Zarysowanie

zadanie SCHODY_W, pręt nr 1,

Położenie przekroju: $x = 0,000 \text{ m}$

Siły przekrojowe: $M_{Sd} = -1,77 \text{ kNm}$

$$N_{Sd} = 0,00 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 5,89 \text{ kN}$$

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:

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

$$= 0,4 \times 1,0 \times 2,2 \times 750 / 320 = 2,06 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1} = \mathbf{3,14} > \mathbf{2,06} = A_s$$

Zarysowanie:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 2,2 \times 3750 \times 10^{-3} = 8,25 \text{ kNm}$$

$$M_{Sd} = 1,77 < 8,25 = M_{cr}$$

Przekrój niezarysowany.

Szerokość rozwarcia rysy ukośnej:

Rysy ukośne nie występują.

Ugięcia

zadanie SCHODY_W, pręt nr 1

Ugięcia wyznaczono dla charakterystycznych obciążeń długotrwałych.

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

$$E_{c,eff} = \frac{E_{cm}}{1 + \phi(t, t_0)} = \frac{30000}{1 + 2,00} = 10000 \text{ MPa}$$

Moment rysujący:

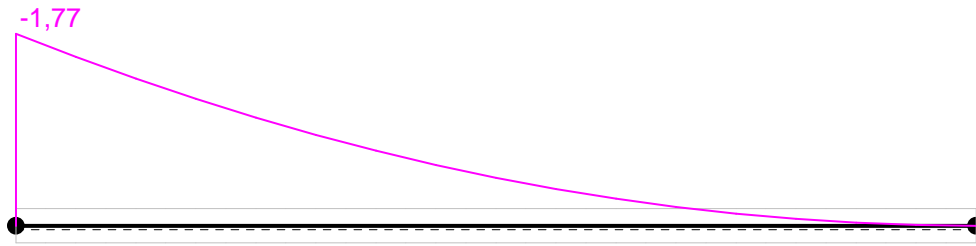
$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 2,2 \times 3750 \times 10^{-3} = 8,25 \text{ kNm}$$

Całkowity moment zginający $M_{Sd} = -2,47 \text{ kN}$ nie powoduje zarysowania przekroju.

Sztywność dla długotrwałego działania obciążeń długotrwałych:

Sztywność na zginanie wyznaczona dla momentu $M_{Sd} = -1,77 \text{ kNm}$.

Wielkości geometryczne przekroju: $x_I = 7,5 \text{ cm}$ $I_I = 31267 \text{ cm}^4$
 $B = E_{c,\text{eff}} I_I = 10000 \times 31267 \times 10^{-5} = 3127 \text{ kNm}^2$



Wykres sztywności i momentów dla obciążeń długotrwałych.



Ugięcia.

Ugięcie w punkcie o współrzędnej $x = 0,600 \text{ cm}$, wyznaczone poprzez całkowanie funkcji krzywizny osi pręta ($1/\rho$) z uwzględnieniem zmiany sztywności wzdłuż osi elementu, wynosi:

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

$$a = \mathbf{0,1} < \mathbf{3,0} = a_{\text{lim}}$$

Podsumowanie

Warunki SGU i SGN zostały spełnione przez przekrój betonowy.

Zaprojektowano zbrojenie konstrukcyjne $4\Phi 16$ górą i $4\Phi 16$ dołem.