

KONSTRUKCJA

PODSTAWOWE OBCIĄŻENIA SCHEMATY STATYCZNE I WYNIKI OBLICZEŃ

Zebranie obciążeń:

Śnieg:

Obciążenie charakterystyczne śniegiem gruntu $q_k = 0,70 \text{ kN/m}^2$ przyjęto zgodnie ze zmianą do normy Az1, jak dla strefy I ($H = 300 \text{ m n.p.m.}$).

Współczynnik kształtu $C = 0,80$ jak dla dachu jednospadowego.

Charakterystyczna wartość obciążenia śniegiem:

$$Q_k = 0,7 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,8 = 0,56 \text{ kN/m}^2.$$

Obliczeniowa wartość obciążenia śniegiem:

$$Q_o = 0,84 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_f = 1,50$$

Użytkowe:

2.1.1. Wszelkie pokoje biurowe, gabinety lekarskie, naukowe, sale lekcyjne szkolne, szatnie i łaźnie zakładów przemysłowych, pływalnie oraz poddasza użytkowane jako magazyny lub kondygnacje techniczne

Charakterystyczna wartość obciążenia:

$$Q_k = 2,0 \text{ kN/m}^2 = 2,00 \text{ kN/m}^2.$$

Obliczeniowa wartość obciążenia:

$$Q_o = 2,60 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_f = 1,30,$$

2.1.2. Audytoria, aule, sale zebrań i sale rekreacyjne w szkołach, restauracyjne, kawiarniane, widowiska teatralne, koncertowe, kinowe, sale bankowe, pomieszczenia koszar

Charakterystyczna wartość obciążenia:

$$Q_k = 3,0 \text{ kN/m}^2 = 3,00 \text{ kN/m}^2.$$

Obliczeniowa wartość obciążenia:

$$Q_o = 3,90 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_f = 1,30,$$

2.1.3. Biura, szkoły, zakłady naukowe, banki, przychodnie lekarskie

Charakterystyczna wartość obciążenia:

$$Q_k = 2,5 \text{ kN/m}^2 = 2,50 \text{ kN/m}^2.$$

Obliczeniowa wartość obciążenia:

$$Q_o = 3,25 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_f = 1,30,$$

2.1.4. Dojścia do wejść i wyjść audytoriów, auli, sal (konferencyjnych, zebrań, sal rekreacyjnych w szkołach itp.)

Charakterystyczna wartość obciążenia:

$$Q_k = 3,0 \text{ kN/m}^2 = 3,00 \text{ kN/m}^2.$$

Obliczeniowa wartość obciążenia:

$$Q_o = 3,90 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_f = 1,30,$$

2.1.5. Biura, szkoły, zakłady naukowe, banki, przychodnie lekarskie (klatki schodowe)

Charakterystyczna wartość obciążenia:

$$Q_k = 4,0 \text{ kN/m}^2 = 4,00 \text{ kN/m}^2.$$

Obliczeniowa wartość obciążenia:

$$Q_o = 5,20 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_f = 1,30,$$

1.3. Ciężar

Lepik, papa

$$Q_k = 11,0 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,005 \text{ m} = 0,06 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_{o1} = 0,07 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f1} = 1,10,$$

$$Q_{o2} = 0,05 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f2} = 0,90.$$

Wyroby z wełny mineralnej płyta twarda

$$Q_k = 2,0 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,15 \text{ m} = 0,30 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_{o1} = 0,33 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f1} = 1,10,$$

$$Q_{o2} = 0,27 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f2} = 0,90.$$

Cementowa

$$Q_k = 21,0 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,06 \text{ m} = 1,26 \text{ kN/m}^2.$$

$$Q_{o1} = 1,39 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f1} = 1,10$$

$$Q_{o2} = 1,13 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f2} = 0,90.$$

Betony lekkie – warstwa spadkowa – max. ciężar objętościowy 900kg/m³

$$Q_k = 9,0 \text{ kN/m}^3 \cdot (0,1-1,0) \text{ m} = 0,9 - 9,0 \text{ kN/m}^2.$$

$$Q_{o1} = 1,0 - 9,9 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f1} = 1,10,$$

$$Q_{o2} = 0,8 - 8,1 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f2} = 0,90.$$

Strop SPK 20

$$Q_k = 2,40 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_{o1} = 2,64 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f1} = 1,10,$$

$$Q_{o2} = 2,16 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f2} = 0,90.$$

Cementowo-wapienna

$$Q_k = 19,0 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,05 \text{ m} = 0,95 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_{o1} = 1,04 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f1} = 1,10,$$

$$Q_{o2} = 0,85 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f2} = 0,90.$$

Podłoga gr. 20 mm

$$Q_k = 0,440 \text{ kN/m}^2 = 0,44 \text{ kN/m}^2.$$

$$Q_{o1} = 0,48 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f1} = 1,10,$$

$$Q_{o2} = 0,40 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f2} = 0,90.$$

Styropian

$$Q_k = 0,45 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,1 \text{ m} = 0,05 \text{ kN/m}^2.$$

$$Q_{o1} = 0,06 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f1} = 1,10,$$

$$Q_{o2} = 0,05 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f2} = 0,90.$$

Beton zwykły na kruszywie kamiennym - zagęszczony

$$Q_k = 25,0 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,24 \text{ m} = 6,00 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_{o1} = 6,60 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f1} = 1,10,$$

$$Q_{o2} = 5,40 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f2} = 0,90.$$

Bloczek Silka 24E

$$Q_k = 16,0 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,24 \text{ m} = 3,84 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_{o1} = 4,22 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f1} = 1,10,$$

$$Q_{o2} = 3,45 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f2} = 0,90.$$

Bloczek Silka 24ES

$$Q_k = 18,0 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,24 \text{ m} = 4,32 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_{o1} = 4,75 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f1} = 1,10,$$

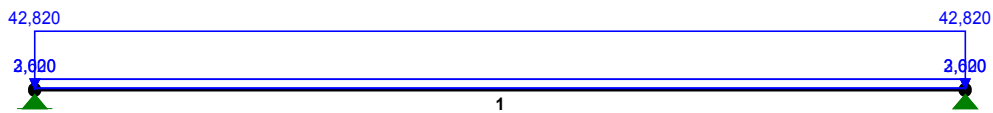
$$Q_{o2} = 3,88 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f2} = 0,90.$$

Sufit podwieszany z instalacjami

$$Q_o = 1,1 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,1 \text{ m} = 1,21 \text{ kN/m}^2$$

POZ: Nż2.1.b

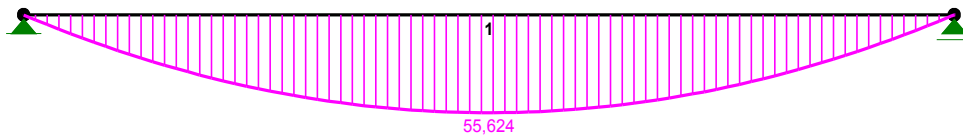
OBCIĄŻENIA:



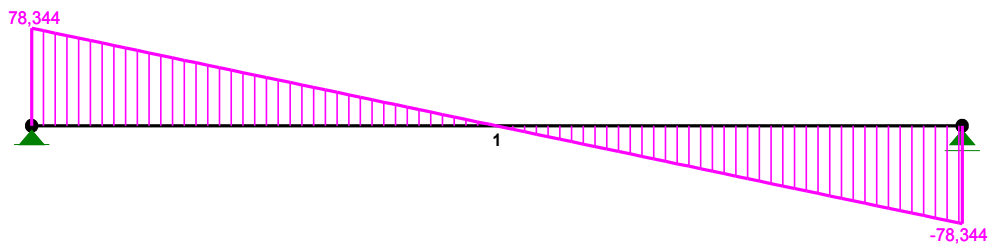
OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a [m]:	b [m]:
Grupa: 1	A "Śnieg"	Liniowe	-0,0	Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
			2,020	2,020	0,00	2,84
Grupa: 1	B "Użytkowe"	Liniowe	-0,0	Zmienne	$\gamma_f = 1,40$	
			3,600	3,600	0,00	2,84
Grupa: 1	C "Strop, wieniec, nadproże"	Liniowe	-0,0	Stałe	$\gamma_f = 1,10/0,90$	
			42,820	42,820	0,00	2,84

MOMENTY:



TNĄCE:



SIŁY PRZEKROJOWE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: ABC

Pręt:	x/L:	x [m]:	M [kNm]:	Q [kN]:	N [kN]:
1	0,00	0,000	0,000	78,344	0,000
	0,50	1,420	55,624*	-0,000	0,000
	1,00	2,840	0,000	-78,344	0,000

* = Wartości ekstremalne

REAKCJE PODPOROWE:

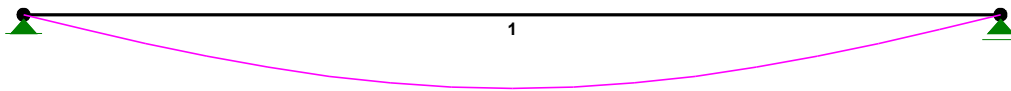


REAKCJE PODPOROWE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: ABC

Węzeł:	H [kN]:	V [kN]:	Wypadkowa [kN]:	M [kNm]:
1	0,000	78,344	78,344	
2	0,000	78,344	78,344	

PRZEMIESZCZENIA:



DEFORMACJE: T.I rzędu
Obciążenia obl.: ABC

Pręt:	Wa [m]:	Wb [m]:	F Ia [deg]:	F Ib [deg]:	f [m]:	L/f:
1	-0,0000	0,0000	-0,079	0,079	0,0012	2333,6

Wymiarowanie POZ: Nż2.1.b

Wymiary przekroju [cm]:

$$h=40,0, \quad b=24,0,$$

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:

$$A_c = 960 \text{ cm}^2, \quad J_{cx} = 128000 \text{ cm}^4, \quad J_{cy} = 46080 \text{ cm}^4$$

STAL: A-IIIN (RB 500)

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

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

Zbrojenie główne:

$$A_{s1} + A_{s2} = 9,24 \text{ cm}^2, \quad \rho = 100 (A_{s1} + A_{s2}) / A_c = 100 \times 9,24 / 960 = 0,96 \%,$$

$$J_{sx} = 2764 \text{ cm}^4, \quad J_{sy} = 562 \text{ cm}^4,$$

Nośność przekroju prostopadłego:

Zbrojenie rozciągane: $A_{s1} = 6,16 \text{ cm}^2$,

Zbrojenie ściskane: $A_{s2} = 3,08 \text{ cm}^2$,

Warunek stanu granicznego nośności:

$$M_{Rd} = 89,321 \text{ kNm} > M_{Sd} = M_c + M_{s1} + M_{s2} = 20,462 + (28,904) + (6,105) = 55,470 \text{ kNm}$$

Zbrojenie poprzeczne (strzemiona)

Na całej długości pręta przyjęto strzemiona o średnicy $\phi = 8 \text{ mm}$ ze stali A-I, dla której $f_{ywd} = 210 \text{ MPa}$.

Minimalny stopień zbrojenia na ścinanie:

Strefa nr 1

Przyjęto strzemiona 2-cięte, prostopadłe do osi pręta o rozstawie **12,0 cm**, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

$$\rho_w = 0,00349 > 0,00072 = \rho_{w \min}$$

Strefa nr 2

Przyjęto strzemiona 2-cięte, prostopadłe do osi pręta o rozstawie **18,0 cm**, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

$$\rho_w = 0,00233 > 0,00072 = \rho_{w \min}$$

Ścinanie

$$V_{Sd} = 78,344 < 278,128 = V_{rd2}$$

$$V_{Sd} = 78,344 < 78,344 = V_{rd3}$$

Nośność zbrojenia podłużnego

$$F_{td} = 167,541 < 258,616 = 6,16 \times 420 \times 10^{-1} = A_s f_{yd}$$

Zarysowanie

$$w_k = 0,17 < 0,3 = w_{lim}$$

Ugięcia

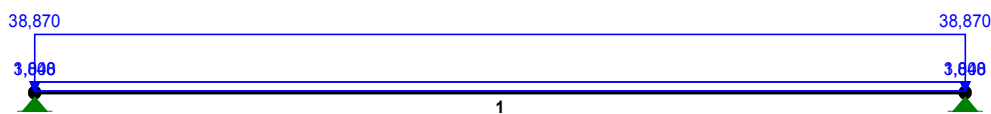
Ugięcie w punkcie o współrzędnej $x = 1,420$ m, wyznaczone poprzez całkowanie funkcji krzywizny osi pręta (1/p) z uwzględnieniem zmiany sztywności wzdłuż osi elementu, wynosi:

$$a = a_{os,d} = 4,1 \text{ mm}$$

$$a = 4,1 < 11,4 = a_{lim}$$

POZ: Pż2.0.c

OBCIĄŻENIA:

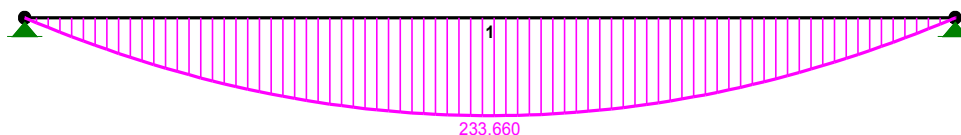


OBCIĄŻENIA:

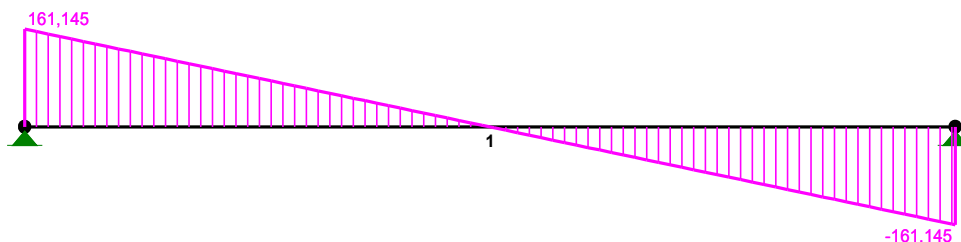
([kN] , [kNm] , [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a [m]:	b [m]:
Grupa: 1	A "Śnieg"					
	Liniowe	-0,0	1,848	Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	5,80
				1,848	0,00	
Grupa: 1	B "Stałe"					
	Liniowe	-0,0	38,870	Stałe	$\gamma_f = 1,20/0,80$	5,80
				38,870	0,00	
Grupa: 1	C "wieńce, ściany"					
	Liniowe	-0,0	3,000	Stałe	$\gamma_f = 1,10/0,90$	5,80
				3,000	0,00	

MOMENTY:



TNAĆE:



SIŁY PRZEKROJOWE:

T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+ABC

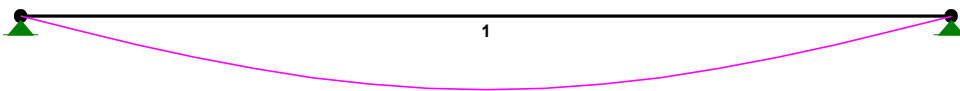
Pręt:	x/L:	x [m]:	M [kNm]:	Q [kN]:	N [kN]:
1	0,00	0,000	0,000	161,145	0,000
	0,50	2,900	233,660*	0,000	0,000
	1,00	5,800	0,000	-161,145	0,000

* = Wartości ekstremalne

REAKCJE PODPOROWE:**REAKCJE PODPOROWE:** T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+ABC

Węzeł:	H [kN]:	V [kN]:	Wypadkowa [kN]:	M [kNm]:
1	0,000	161,145	161,145	
2	0,000	161,145	161,145	

PRZEMIESZCZENIA:**DEFORMACJE:** T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+ABC

Pręt:	Wa [m]:	Wb [m]:	F Ia [deg]:	F Ib [deg]:	f [m]:	L/f:
1	-0,0000	-0,0000	-0,473	0,473	0,0150	387,3

Wymiarowanie POZ: Pż2.0.c**Cechy przekroju:**

Wymiary przekroju [cm]:

h=45,0, b=24,0,

Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej

BETON: B25 $f_{ck} = 20,0$ MPa, $f_{cd} = \alpha \cdot f_{ck} / \gamma_c = 1,00 \times 20,0 / 1,50 = 13,3$ MPa

Cechy geometryczne przekroju betonowego:

 $A_c = 1080$ cm², $J_{cx} = 182250$ cm⁴, $J_{cy} = 51840$ cm⁴**STAL: A-IIIN (RB 500)** $f_{yk} = 500$ 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:

 $A_{s1} + A_{s2} = 38,01$ cm², $\rho = 100 (A_{s1} + A_{s2}) / A_c = 100 \times 38,01 / 1080 = 3,52$ %, $J_{sx} = 12702$ cm⁴, $J_{sy} = 1811$ cm⁴,**Nośność przekroju prostokątnego:** $M_{Rd} = 346,010$ kNm > $M_{Sd} = M_c + M_{s1} + M_{s2} = 50,657 + (118,793) + (63,562) = 233,013$ kNm

Zbrojenie poprzeczne (strzemiona)

Na całej długości pręta przyjęto strzemiona o średnicy $\phi=8$ mm ze stali A-I, dla której $f_{ywd} = 210$ MPa.

Strefa nr 1

Przyjęto strzemiona 4-cięte, prostopadłe do osi pręta o rozstawie **12,0** cm, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi: $\rho_w = 0,00698 > 0,00072 = \rho_{w \min}$

Strefa nr 2

Przyjęto strzemiona 4-cięte, prostopadłe do osi pręta o rozstawie **20,0** cm, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi: $\rho_w = 0,00419 > 0,00072 = \rho_{w \min}$

Ścinanie $V_{Sd} = 161,145 > 64,888 = V_{rd1}$ $V_{Sd} = 161,145 < 286,690 = V_{rd2}$ $V_{Sd} = 161,145 < 161,145 = V_{Rd3}$

Nośność zbrojenia podłużnego $F_{td} = 664,016 < 957,934 = 22,81 \times 420 \times 10^{-1} = A_s f_{yd}$

Zarysowanie $w_k = 0,15 < 0,3 = w_{lim}$

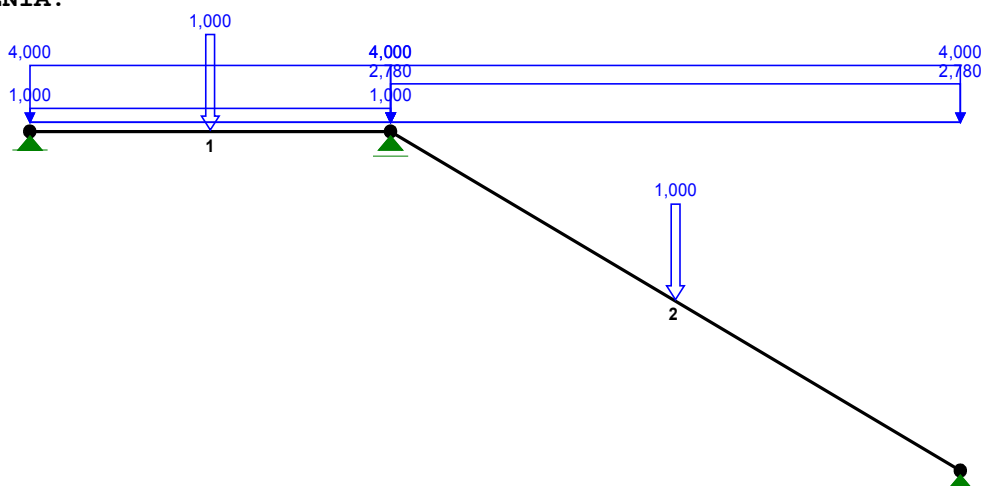
Ugięcia

Ugięcie w punkcie o współrzędnej $x = 2,900$ m, wyznaczone poprzez całkowanie funkcji krzywizny osi pręta ($1/\rho$) z uwzględnieniem zmiany sztywności wzdłuż osi elementu, wynosi:

$$a = a_{\infty,d} = 20,4 \text{ mm} \quad a = 20,4 < 23,2 = a_{lim}$$

Schody seg.B

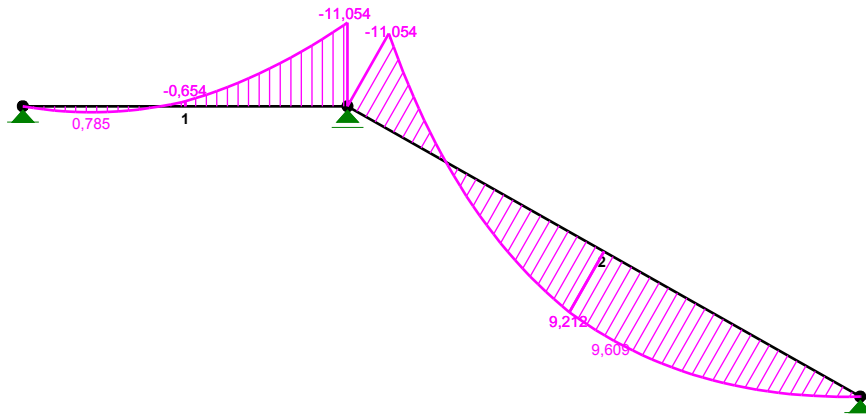
OBCIĄŻENIA:



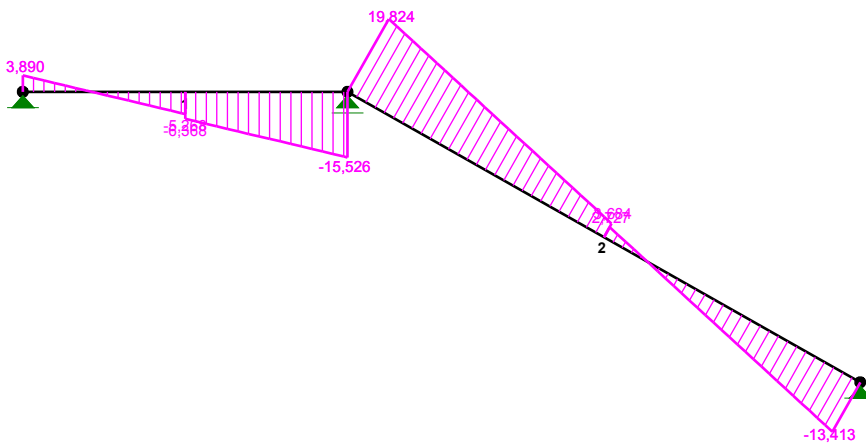
OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a [m]:	b [m]:
Grupa: A	"Użytkowe"			Zmienne	$\gamma_f = 1,40$	
1	Liniowe-Y	0,0	4,000	4,000	0,00	1,90
2	Liniowe-Y	0,0	4,000	4,000	0,00	3,45
Grupa: B	"Stałe bieg"			Stałe	$\gamma_f = 1,20/0,80$	
2	Liniowe-Y	0,0	2,780	2,780	0,00	3,45
Grupa: C	"Stałe spocznik"			Stałe	$\gamma_f = 1,20/0,80$	
1	Liniowe-Y	0,0	1,000	1,000	0,00	1,90
Grupa: D	"technologiczne"			Wyjątkowe	$\gamma_f = 1,10$	
1	Skupione	0,0	1,000		0,95	
2	Skupione	0,0	1,000		1,72	

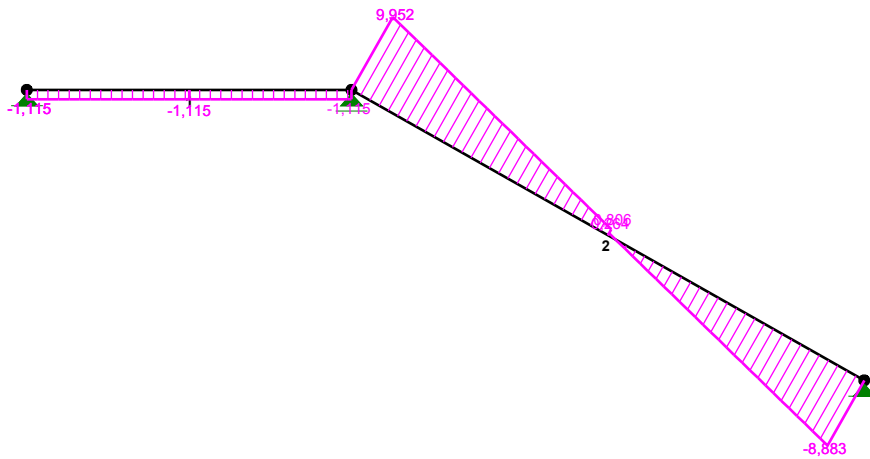
MOMENTY :



TNĄCE :



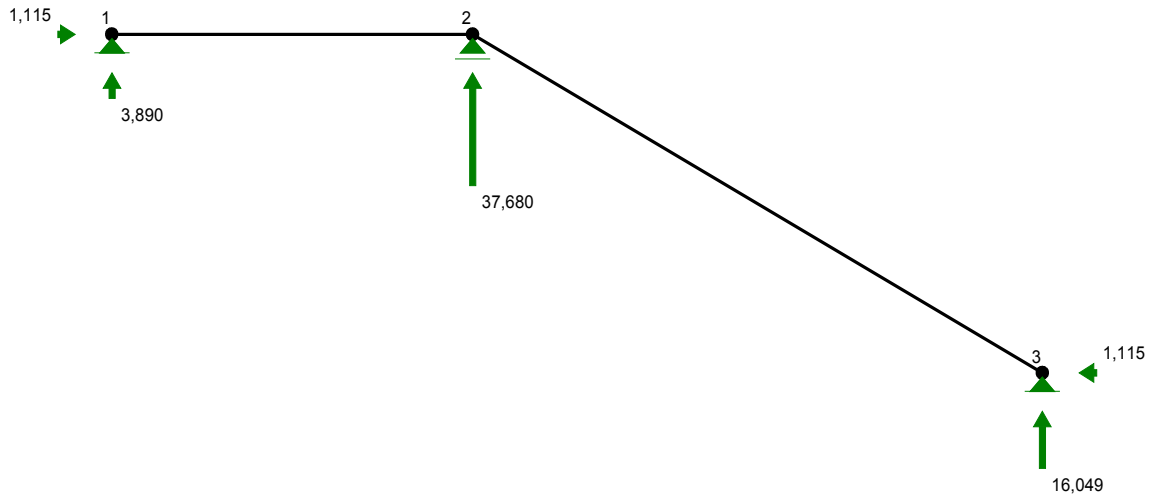
NORMALNE :



SIŁY PRZEKROJOWE: T.I rzędu
 Obciążenia obl.: Ciężar wł.+ABCD

Pręt:	x/L:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:
1	0,00	0,000	0,000	3,890	-1,115
	0,21	0,401	0,785*	0,027	-1,115
	1,00	1,900	-11,054	-15,526	-1,115
2	0,00	0,000	-11,054	19,824	9,952
	0,59	2,020	9,609*	-0,047	-1,308
	1,00	3,448	0,000	-13,413	-8,883

* = Wartości ekstremalne

REAKCJE PODPOROWE :

REAKCJE PODPOROWE : T.I rzędu
 Obciążenia obl.: Ciężar wł.+ABCD

Węzeł:	H [kN]:	V [kN]:	Wypadkowa [kN]:	M [kNm]:
1	1,115	3,890	4,047	
2	0,000	37,680	37,680	
3	-1,115	16,049	16,087	

Wymiarowanie: bieg schodowy seg.B

Wymiary przekroju [cm]:

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

Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej

BETON: B20

$$f_{ck} = 16,0 \text{ MPa}, \quad f_{cd} = \alpha \cdot f_{ck} / \gamma_c = 1,00 \times 16,0 / 1,50 = 10,7 \text{ MPa}$$

Cechy geometryczne przekroju betonowego:

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

STAL: A-IIIIN (RB 500)

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

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

Zbrojenie główne:

$$A_{s1} + A_{s2} = 7,85 \text{ cm}^2, \quad \rho = 100 (A_{s1} + A_{s2}) / A_c = 100 \times 7,85 / 1500 = 0,52 \%,$$

$$J_{sx} = 159 \text{ cm}^4, \quad J_{sy} = 8675 \text{ cm}^4,$$

Nośność przekroju prostokątnego:

$$N_{Rd} = 16,264 \text{ kN} > N_{Sd} = F_c + F_{s1} + F_{s2} = -93,296 + (108,905) + (-5,656) = 9,952 \text{ kN}$$

Ścinanie $V_{ax} = 19,824 \text{ kN}$

$$V_{Sd} = 19,824 < 74,456 = V_{Rd1}$$

$$V_{Sd} = 19,824 < 325,167 = V_{Rd2}$$

Nośność zbrojenia podłużnego

$$F_{td} = 108,905 < 164,934 = 3,93 \times 420 \times 10^{-1} = A_s f_{yd}$$

Zarysowanie

$$w_k = 0,21 < 0,3 = w_{lim}$$

Ugięcia

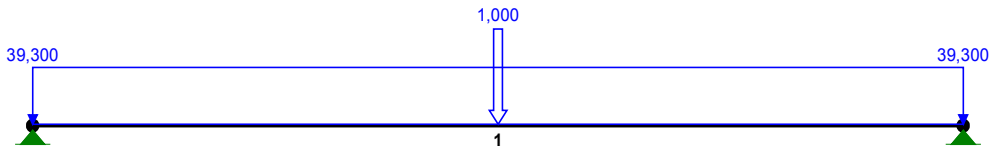
Ugięcie w punkcie o współrzędnej $x = 1,940$ m, wyznaczone poprzez całkowanie funkcji krzywizny osi pręta ($1/\rho$) z uwzględnieniem zmiany sztywności wzdłuż osi elementu, wynosi:

$$a = a_{\infty d} = 5,8 \text{ mm}$$

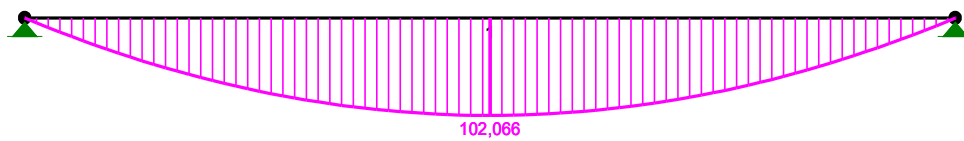
$$a = 5,8 < 13,8 = a_{\text{lim}}$$

POZ:PSz1b - belka schodowa

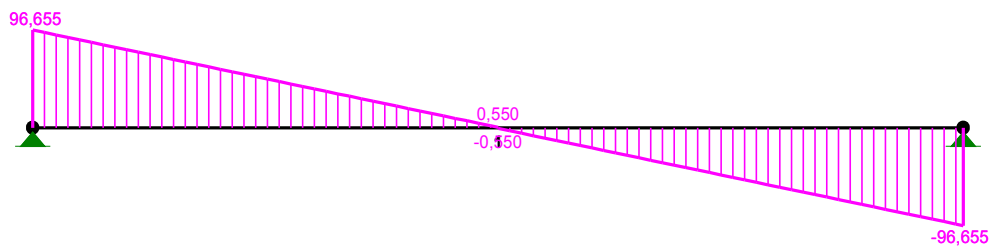
OBCIĄŻENIA:



MOMENTY:



TNAŃCE:



SIŁY PRZEKROJOWE:

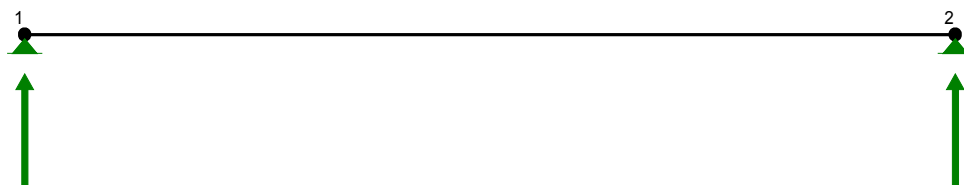
T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+A

Pręt:	x/L:	x [m]:	M [kNm]:	Q [kN]:	N [kN]:
1	0,00	0,000	0,000	96,655	0,000
	0,50	2,100	102,066*	0,550	0,000
	1,00	4,200	-0,000	-96,655	0,000

* = Wartości ekstremalne

REAKCJE PODPOROWE:



REAKCJE PODPOROWE:

T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+A

Węzeł:	H [kN]:	V [kN]:	Wypadkowa [kN]:	M [kNm]:
1	0,000	96,655	96,655	
2	0,000	96,655	96,655	

Wymiarowanie: belka schodowa

Cechy przekroju:

Wymiary przekroju [cm]:

$$h=40,0, \quad b=24,0,$$

Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej

BETON: B20

$$f_{ck} = \mathbf{16,0 \text{ MPa}}, \quad f_{cd} = \alpha \cdot f_{ck} / \gamma_c = 1,00 \times 16,0 / 1,50 = \mathbf{10,7 \text{ MPa}}$$

Cechy geometryczne przekroju betonowego:

$$A_c = \mathbf{960 \text{ cm}^2}, \quad J_{cx} = \mathbf{128000 \text{ cm}^4}, \quad J_{cy} = \mathbf{46080 \text{ cm}^4}$$

STAL: A-IIIIN (RB 500)

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

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

Zbrojenie główne:

$$A_{s1} + A_{s2} = \mathbf{16,59 \text{ cm}^2}, \quad \rho = 100 (A_{s1} + A_{s2}) / A_c = 100 \times 16,59 / 960 = \mathbf{1,73 \%},$$

$$J_{sx} = \mathbf{4611 \text{ cm}^4}, \quad J_{sy} = \mathbf{845 \text{ cm}^4},$$

Nośność przekroju prostokątnego:

$$M_{Rd} = \mathbf{162,141 \text{ kNm}} > M_{Sd} = M_c + M_{s1} + M_{s2} = 32,385 + (54,332) + (15,348) = \mathbf{102,066 \text{ kNm}}$$

Zbrojenie poprzeczne (strzemiona)

Przyjęto strzemiona 2-cięte, prostopadłe do osi pręta o rozstawie **12,0** cm, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

$$\rho_w = \mathbf{0,00349} > \mathbf{0,00064} = \rho_{w \text{ min}}$$

Przyjęto strzemiona 2-cięte, prostopadłe do osi pręta o rozstawie **20,0** cm, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

$$\rho_w = \mathbf{0,00209} > \mathbf{0,00064} = \rho_{w \text{ min}}$$

Ścinanie

$$V_{Sd} = 96,655 > 54,746 = V_{Rd1}$$

$$V_{Sd} = \mathbf{96,655} < \mathbf{183,916} = V_{Rd2}$$

$$V_{Sd} = \mathbf{96,655} < \mathbf{96,655} = V_{Rd3}$$

Nośność zbrojenia podłużnego

$$F_{td} = \mathbf{329,287} < \mathbf{527,788} = 12,57 \times 420 \times 10^{-1} = A_s f_{yd}$$

Zarysowanie

$$w_k = \mathbf{0,28} < \mathbf{0,3} = w_{lim}$$

Ugięcia

Ugięcie w punkcie o współrzędnej $x = 2,100$ m, wyznaczone poprzez całkowanie funkcji krzywizny osi pręta ($1/\rho$) z uwzględnieniem zmiany sztywności wzdłuż osi elementu, wynosi:

$$a = a_{\infty d} = \mathbf{11,3 \text{ mm}}$$

$$a = \mathbf{11,3} < \mathbf{16,8} = a_{lim}$$

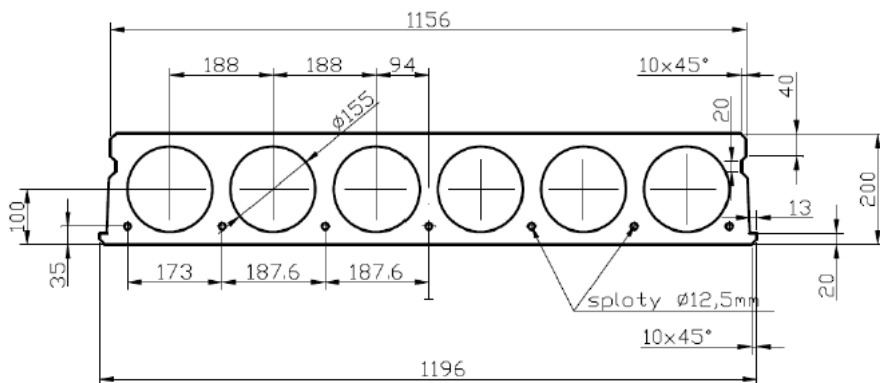
Stropy prefabrykowane ze sprężonych płyt kanałowych SPK 20

Przyjęto płyty stropowe SPK20:

- REI60, C40/50, Sprężenie dolne

Doboru płyty dokonano na podstawie dopuszczalnego obciążenia zewnętrznego (stałe i zmienne) w przeliczeniu na m² płyty, na podstawie dokumentacji technicznej z tabelami nośności, otrzymanej od producenta płyt stropowych.

Płyta kanałowa SPK 20 zbrojona 7 x Ø12.5 REI60.



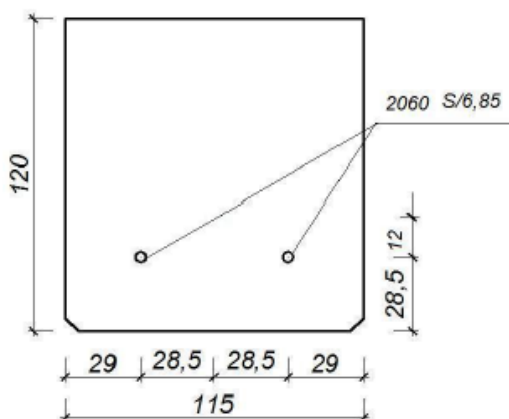
Po	Pt*	Pod	Pog	Δl	Mcr*	M'cr*	Mdek*	Mrd	Mw0,2*	Vrd	Apd	App	q	fpk
[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[cm]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[cm ²]	[cm ²]	[kN]	[Mpa]
847,6	642,0	121,1	0	66,1	94,0	-9,0	71,5	133,6	132,4	104,	6,51	0,0	2,40	1860

Długość płyty l [cm]	Stan graniczny nośności Pd [kN/m ²]	Stan graniczny użyteczności SPK 20, 7 x Ø12.5 REI 60, beton C40/50		
		Pkza [kN/m ²]	Pkzb [kN/m ²]	Pkazb [kN/m ²]
k1	k2	K3	K4	K5
			2b (X0, XC1)	
			Zarysowania $\Delta g_k + q_k \cdot \psi_1$	Ugięcia $\Delta g_k + q_k \cdot [\psi_2 + (1 - \psi_2) / \beta]$
		2a (XC2, XC3, XC4)		
	$\gamma_F \Delta g_k + \gamma_Q q_k$	Dekompresja: $\Delta g_k + q_k \cdot \psi_2$	Zarysowania $\Delta g_k + q_k \cdot \psi_1$	
240	67,7	78,6	148,6	173,9
270	59,8	61,6	117,0	128,0
300	53,5	49,5	94,3	97,4
330	48,4	40,5	77,6	76,2
360	44,1	33,7	64,8	60,9
390	40,5	28,4	54,9	49,5
420	37,3	24,2	47,1	40,9
450	34,7	20,8	40,7	34,2
480	32,3	18,0	35,5	28,9
510	30,2	15,7	31,2	24,6
540	27,3	13,8	27,6	21,2
570	24,2	12,1	24,6	18,3
600	21,5	10,7	22,0	15,9
630	19,2	9,5	19,7	13,7
660	17,2	8,5	17,8	11,8
690	15,5	7,6	16,1	10,2
720	13,9	6,8	14,6	8,9
750	12,6	6,1	13,3	7,8
780	11,4	5,5	12,1	6,9
810	10,3	4,9	11,1	6,1
840	9,4	4,4	10,2	5,4
870	8,5	4,0	9,3	4,8
900	7,8	3,5	8,6	4,3
930	7,1	3,2	7,9	3,8
960	6,4	2,9	7,3	3,4
990	5,9	2,6	6,7	3,0
1020	5,3	2,3	6,2	2,6
1050	4,8	2,0	5,7	2,3
1080	4,4	1,8	5,3	2,0
1110	4,0	1,6	4,9	1,7
1140	3,6	1,4	4,5	1,5

Nadproża prefabrykowane sprężone typu SBN 120/120

Doboru nadproży dokonano na podstawie dopuszczalnego obciążenia w przeliczeniu na mb belki nadprożowej, na podstawie dokumentacji technicznej z tabelami nośności, otrzymanej od producenta – układać podwójnie.

1. Nadproże 11,5x12 cm TYP A (sploty 2φ 6,85/ 2060 MPa)



$$A = 0,58 \text{ [cm}^2\text{]}$$

$$f_{pk} = 2060 \text{ [MPa]}$$

$$M_{rd} = 6,7 \text{ [kNm]}$$

$$M_{cr} = 4,3 \text{ [kNm]}$$

$$V = 20,2 \text{ [kN]}$$

C40/50

R30

Pole przekroju stali

Wytrzymałość charakterystyczna stali

Moment niszczący

Moment charakterystyczny ze wzg. na stan zarysowania

Nośność na ścinanie

Klasa betonu

Odporność ogniowa

Długość nadproża	Szerokość otworu	Moment charakterystyczny przy dopuszczalnym ugięciu $1,05l_n/200$	Obciążenie równomiernie rozłożone charakterystyczne (jako minimum z warunku zarysowania dla kat. 1b i ugięcia)	Obciążenie równomiernie rozłożone charakterystyczne (dla kat. 2b) z warunku ugięcia $a \leq 1,05l_n/200$	Dopuszczalne obciążenie równomiernie rozłożone obliczeniowe z warunku nośności	Ugięcie od obciążenia charakterystycznego q_{k1}	Masa nadproża
l	l_n	M_{ka}	q_{k1}	q_{k2}	q_d	a_k	Q
[cm]	[cm]	[kNm]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[cm]	[kg]
100	80	16,49	48,71	187,01	75,58	0,03	34,50
120	100	13,85	31,18	100,50	48,37	0,05	41,40
150	120	12,09	21,66	60,91	33,59	0,07	51,75
180	150	10,33	13,87	33,30	21,50	0,11	62,10
210	180	9,15	9,64	20,50	14,93	0,17	72,45

Dla szerokości otworu powyżej 180 cm stosować nadproże 11,5x12 cm TYP B

$M_{sd} = 0,07217 \cdot (1,05 \cdot l_n)^3 \cdot \gamma_f \cdot \gamma \cdot g$ - moment zginający wywołany rozłożonym trójkątnie obciążeniem obliczeniowym

$M_{sk} = 0,07217 \cdot (1,05 \cdot l_n)^3 \cdot \gamma \cdot g$ - moment zginający wywołany rozłożonym trójkątnie obciążeniem charakterystycznym

$\Sigma M_{rd}, \Sigma M_{cr}, \Sigma M_{ka}$ – suma nośności belek nadprożowych