

DZIENNIK NADZORU AUTORSKIEGO nr 1/2016

| | |
|--------------------------|--|
| INWESTOR | Specjalistyczny Szpital im. E. Szczeklika w Tarnowie |
| OBIEKT | Rozbudowa i przebudowa zespołu szpitalnego - pracownia tomografu |
| WYKONUJĄCY NADZÓR | mgr inż. Bogdan Mikulski |
| DATA WYKONANIA | 23.09.2016 r. |

TREŚĆ NADZORU:

1. W trakcie prac remontowych wykonano odkrywkę stropu pod pracownią tomografu komp. oraz odkrywkę zbrojenia belki nadprożowej, wspierającej strop.

Stwierdzono:

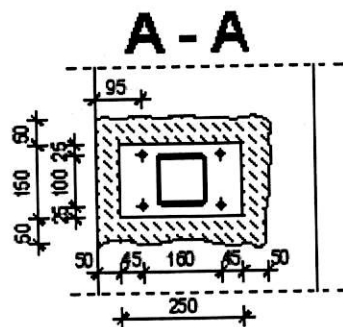
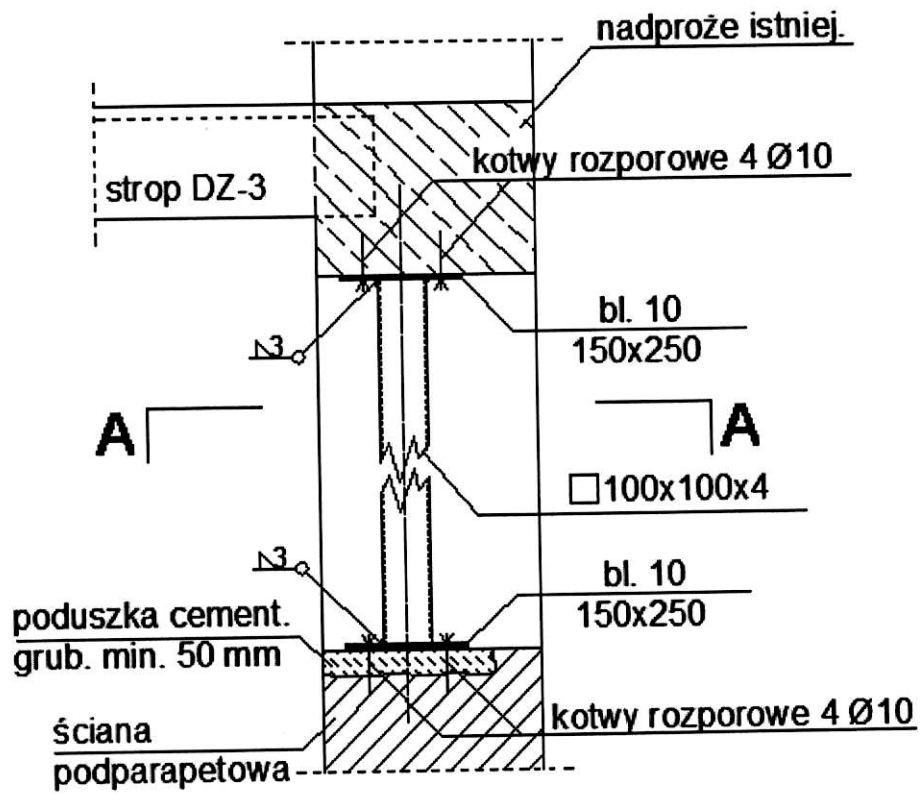
- strop DZ-3 na belkach prefabrykowanych typ zbrojenia 12, tj. 3 #12 dołem (stal 34GS) i 1 ϕ 10 górą (stal St0)
 - belka nadprożowa o przekroju $b \times h = 45 \times 35$ cm, zbrojona dołem 6 ϕ 18 (stal gładka); strzemiona ϕ 6 (stal gładka).
2. Podtrzymuje się rozwiązania projektowe dot. wzmocnienia stropu DZ-3 pod pracownią tomografu komputerowego.
 3. **Belka nadprożowa nie spełnia wymagań normowych stanu granicznego nośności wg PN-B-03264:2002 i wymaga wzmocnienia.**

Proponuję podparcie nadproża w środku rozpiętości słupem stalowym o przekroju zamkniętym $100 \times 100 \times 4$ mm, z blachą stopową i głowicową grub. min. 10 mm o wymiarach 150×250 mm. Mocowanie blachy głowicowej do nadproża czterema kotwami rozporowymi ϕ 10.

Należy zwrócić uwagę na staranne wyrównanie spodniej powierzchni belki pod blachą. Blachę stopową kotwić do ściany podparapetowej jw., za pośrednictwem wyrównanej poduszki cementowej grub. min. 50 mm.

Rozwiązanie przedstawiono na szkicu poniżej (str.2).
 4. Wprowadzenie słupa dla podparcia nadproża wymaga modyfikacji lub wymiany okna - rozwiązanie w gestii Inwestora.
 5. Wyciąg z obliczeń statycznych dot. proponowanych rozwiązań - w załączniku (str.3-10).

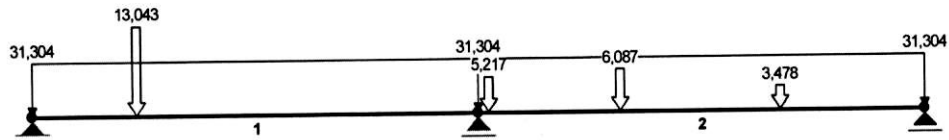
SCHEMAT PODPARCIA NADPROŻA



POZ.1. NADPROŻE ŻELBETOWE

NAZWA: Nadproże 2-przesłowe żelbetowe

OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

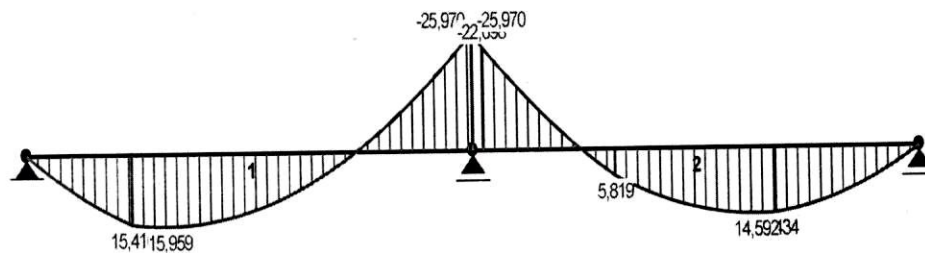
| Pręt: | Rodzaj: | Kąt: | P1 (Tg): | P2 (Td): | a [m]: | b [m]: |
|--------|----------|------|----------|----------|-------------------|--------|
| Grupa: | A "" | | | Zmienne | $\gamma_f = 1,15$ | |
| 1 | Liniowe | 0,0 | 31,304 | 31,304 | 0,00 | 2,10 |
| 1 | Skupione | 0,0 | 13,043 | | 0,49 | |
| 2 | Liniowe | 0,0 | 31,304 | 31,304 | 0,00 | 2,10 |
| 2 | Skupione | 0,0 | 5,217 | | 0,05 | |
| 2 | Skupione | 0,0 | 6,087 | | 0,67 | |
| 2 | Skupione | 0,0 | 3,478 | | 1,42 | |

W Y N I K I
Teoria I-go rzędu

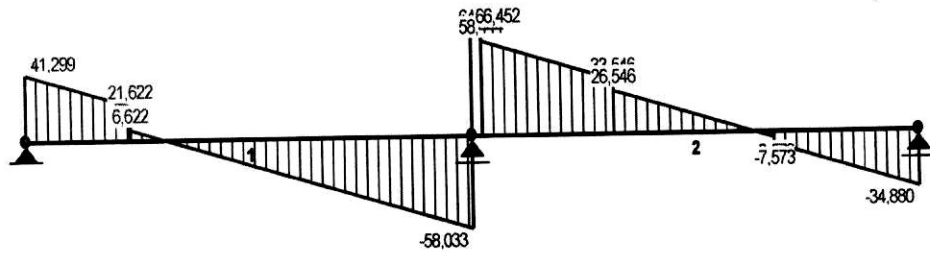
OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

| Grupa: | Znaczenie: | ψ_d : | γ_f : |
|------------|------------|------------|--------------|
| Ciężar wł. | | | 1,10 |
| A - "" | Zmienne | 1 | 1,00 |

MOMENTY:



TNĄCE:

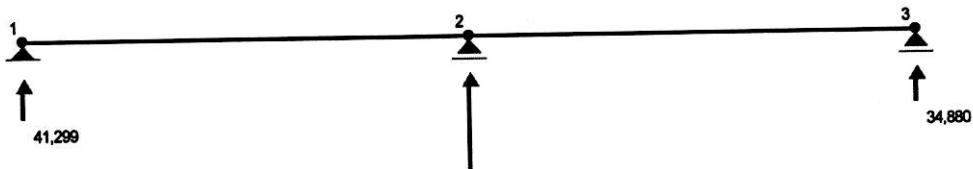


SIŁY PRZEKROJOWE: T.I rzędu
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+A

| Pręt: | x/L: | x[m]: | M[kNm]: | Q[kN]: | N[kN]: |
|-------|------|-------|----------------|---------|--------|
| 1 | 0,00 | 0,000 | 0,000 | 41,299 | 0,000 |
| | 0,32 | 0,666 | 15,959* | -0,450 | 0,000 |
| | 1,00 | 2,100 | -25,970 | -58,033 | 0,000 |
| 2 | 0,00 | 0,000 | -25,970 | 66,452 | 0,000 |
| | 0,63 | 1,326 | 14,592* | 0,192 | 0,000 |
| | 1,00 | 2,100 | 0,000 | -34,880 | 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 | 41,299 | 41,299 | |
| 2 | 0,000 | 124,484 | 124,484 | |
| 3 | 0,000 | 34,880 | 34,880 | |

PRZEMIESZCZENIA WĘZŁÓW: T.I rzędu
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+A

| Węzeł: | Ux[m]: | Uy[m]: | Wypadkowe[m]: | Fi [rad] ([deg]): |
|--------|---------|----------|---------------|--------------------|
| 1 | 0,00000 | -0,00000 | 0,00000 | -0,00021 (-0,012) |
| 2 | 0,00000 | -0,00000 | 0,00000 | -0,00001 (-0,000) |
| 3 | 0,00000 | -0,00000 | 0,00000 | 0,00019 (0,011) |

PRZEMIESZCZENIA:

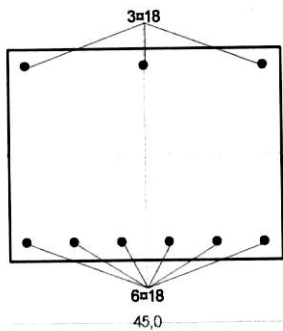


DEFORMACJE: T.I rzędu
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+A

| Pręt: | Wa[m]: | Wb[m]: | F1a[deg]: | F1b[deg]: | f[m]: | L/f: |
|-------|---------|---------|-----------|-----------|--------|---------|
| 1 | -0,0000 | -0,0000 | -0,012 | -0,000 | 0,0001 | 18980,5 |
| 2 | -0,0000 | -0,0000 | -0,000 | 0,011 | 0,0001 | 19503,0 |

Cechy przekroju:

zadanie Nadproże 2-przesłowe żelbetowe, pręt nr 1, przekrój: $x_a=2,05$ m, $x_b=0,05$ m



Wymiary przekroju [cm]:

$$h=35,0, b=45,0,$$

Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej

BETON: B20

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

Cechy geometryczne przekroju betonowego:

$$A_c=1575 \text{ cm}^2, J_{cx}=160781 \text{ cm}^4, J_{cy}=265781 \text{ cm}^4$$

STAL: A-I (St3X-b)

$$f_{yk}=240 \text{ MPa}, \gamma_s=1,15, f_{yd}=210 \text{ MPa}$$

$$\xi_{lim}=0,0035/(0,0035+f_{yd}/E_s)=0,0035/(0,0035+210/200000)=0,769,$$

Zbrojenie główne:

$$A_{s1}+A_{s2}=22,90 \text{ cm}^2, \rho=100(A_{s1}+A_{s2})/A_c=100 \times 22,90/1575=1,45 \%,$$

$$J_{sx}=4882 \text{ cm}^4, J_{sy}=4692 \text{ cm}^4,$$

Siły przekrojowe:

zadanie: Nadproże 2-przesłowe żelbetowe, pręt nr 1, przekrój: $x_a=2,05$ m, $x_b=0,05$ m

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: A

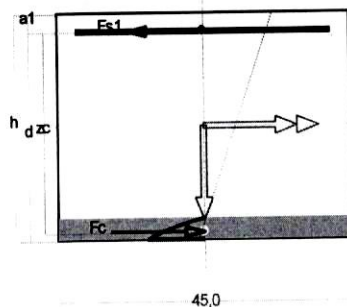
$$\text{Momenty zginające: } M_x = -14,828 \text{ kNm}, \quad M_y = 0,000 \text{ kNm},$$

$$\text{Siły poprzeczne: } V_y = -9,542 \text{ kN}, \quad V_x = 0,000 \text{ kN},$$

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

Zbrojenie wymagane:

(zadanie Nadproże 2-przesłowe żelbetowe, pręt nr 1, przekrój: $x_a=2,05$ m, $x_b=0,05$ m)



Wielkości obliczeniowe:

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

$$M_{sd}=\sqrt{(M_{sdx})^2 + (M_{sdy})^2} = \sqrt{(23,119^2 + 0,000^2)} = 23,119 \text{ kNm}$$

$$f_{cd}=10,7 \text{ MPa}, f_{yd}=210 \text{ MPa} = f_{td},$$

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

$$A_{s1}=3,56 \text{ cm}^2 < \min A_{s1}=3,61 \text{ cm}^2, \text{ przyjęto } A_{s1}=3,61 \text{ cm}^2,$$

$$\Rightarrow (2 \times 18 = 5,09 \text{ cm}^2),$$

Dodatkowe zbrojenie ściskane nie jest obliczeniowo wymagane.

$$A_s=A_{s1}+A_{s2}=3,56 \text{ cm}^2, \rho=100 \times A_s/A_c=$$

$$100 \times 3,56/1575=0,23 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h=35,0, d=32,1, x=3,3 (\xi=0,104),$$

$$a_1=2,9, a_c=1,2, z_c=30,9, A_{cc}=150 \text{ cm}^2,$$

$$\epsilon_c=-1,16 \%, \epsilon_{s1}=10,00 \%,$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -74,757, F_{s1} = 74,757,$$

$$M_c = 12,204, M_{s1} = 10,915,$$

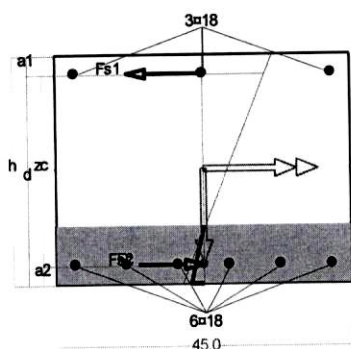
Warunki równowagi wewnętrznej:

$$F_c + F_{s1} = -74,757 + (74,757) = -0,000 \text{ kN} (N_{sd}=0,000 \text{ kN})$$

$$M_c + M_{s1} = 12,204 + (10,915) = 23,119 \text{ kNm} (M_{sd}=23,119 \text{ kNm})$$

Nośność przekroju prostokątnego:

zadanie Nadproże 2-przesłowe żelbetowe, pręt nr 1, przekrój: $x_a=2,05$ m, $x_b=0,05$ m



Wielkości obliczeniowe:

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

$$M_{Sd}=\sqrt{(M_{Sdx}^2+M_{Sdy}^2)}=\sqrt{(23,119^2+0,000^2)}=23,119 \text{ kNm}$$

$$f_{cd}=10,7 \text{ MPa, } f_{yd}=210 \text{ MPa}=f_{td},$$

Zbrojenie rozciągane: $A_{s1}=7,63 \text{ cm}^2$,

Zbrojenie ściskane: $A_{s2}=15,27 \text{ cm}^2$,

$$A_s=A_{s1}+A_{s2}=22,90 \text{ cm}^2, \rho=100 \times A_s/A_c=$$

$$100 \times 22,90/1575=1,45 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h=35,0, d=32,1, x=8,7 (\xi=0,272),$$

$$a_1=2,9, a_2=2,9, a_c=2,9, z_c=29,2, A_{cc}=393 \text{ cm}^2,$$

$$\epsilon_c=-0,19 \%, \epsilon_{s2}=-0,13 \%, \epsilon_{s1}=0,52 \%,$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c=-39,576, F_{s1}=79,226, F_{s2}=-39,651,$$

$$M_c=5,763, M_{s1}=11,567, M_{s2}=5,789,$$

Warunek stanu granicznego nośności:

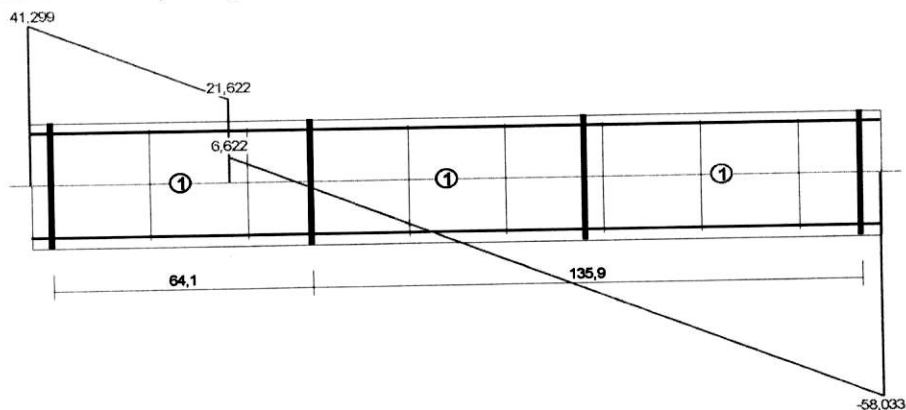
$$M_{Rd}=48,210 \text{ kNm} > M_{Sd}=M_c+M_{s1}+M_{s2}=5,763+(11,567)+(5,789)=23,119 \text{ kNm}$$

Ścinanie

zadanie Nadproże 2-przesłowe żelbetowe, pręt nr 1.

Na całej długości pręta przyjęto strzemiona o średnicy $\phi=6$ mm ze stali A-I, dla której $f_{ywd}=210$ MPa.

Przyjęto podparcie lub obciążenie pośrednie.



Odcinek nr 3

Początek i koniec odcinka: $x_a=137,1$ $x_b=205,0$ cm

Siły przekrojowe: $N_{Sd}=0,000$;

$$V_{Sd \max}=-56,025 \text{ kN}$$

Rodzaj odcinka:

$$\rho_L = \frac{A_{sL}}{b_w d} = \frac{7,63}{45,0 \times 32,1} = 0,00528; \quad \rho_L \leq 0,01$$

Przyjęto $\rho_L=0,00528$.

$$\sigma_{cp} = N_{Sd} / A_c = -0,000 / 1732,95 \times 10 = -0,00 \text{ MPa} \quad \sigma_{cp} \leq 0,2 f_{cd}$$

Przyjęto $\sigma_{cp}=-0,00$ MPa.

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

$$= [0,35 \times 1,28 \times 0,90 \times (1,2 + 40 \times 0,00528) + 0,15 \times -0,00] \times 45,0 \times 32,1 \times 10^{-1} = 82,203 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 56,025 < 82,203 = V_{Rd1}$$

Nośność odcinka I-go rodzaju:

$$V_{Sd} = 56,025 < 82,203 = V_{Rd1}$$

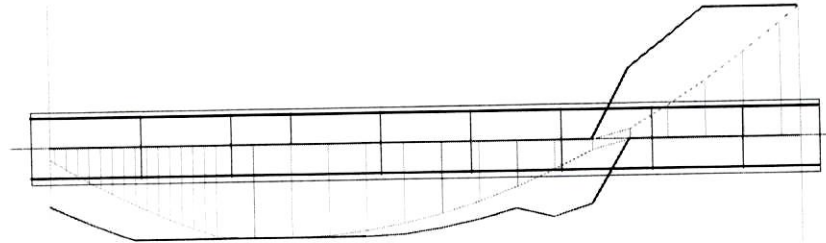
$$v = 0,6 (1 - f_{ck} / 250) = 0,6 \times (1 - 16 / 250) = 0,562$$

$$V_{Rd2} = 0,5 v f_{cd} b_w z = 0,5 \times 0,562 \times 10,7 \times 45,0 \times 29,2 \times 10^{-1} = 394,269 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 56,025 < 394,269 = V_{Rd2}$$

Nośność zbrojenia podłużnego

zadanie Nadproze 2-przesłowe żelbetowe, pręt nr 1.



Sprawdzenie siły przenoszonej przez zbrojenie rozciągane dla $x = 1,798 \text{ m}$:

$$\Delta F_{td} = 0,5 |V_{Sd}| (\cot\theta - V_{Rd32} / V_{Rd3} \cot\alpha) = 0,5 \times -45,910 \times (1,947) = 44,704 \text{ kN}$$

Sumaryczna siła w zbrojeniu rozciągającym:

$$F_{td} = F_{td,m} + \Delta F_{td} = 35,217 + 44,704 = 79,922 \text{ kN};$$

$$F_{td} \leq F_{td,max} = 79,226 \text{ kN}$$

Przyjęto $F_{td} = 79,226 \text{ kN}$

$$F_{td} = 79,226 < 160,315 = 7,63 \times 210 \times 10^{-1} = A_s f_{yd}$$

Zarysowanie

zadanie Nadproze 2-przesłowe żelbetowe, pręt nr 1,

Położenie przekroju:

$$x = 2,050 \text{ m}$$

Siły przekrojowe od obc. długotrwałych:

$$M_{Sd} = -20,183 \text{ kNm}$$

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

$$V_{Sd} = -48,925 \text{ kN}$$

Wymiary przekroju:

$$b_w = 45,0 \text{ cm}$$

$$d = h - a_1 = 35,0 - 2,9 = 32,1 \text{ cm}$$

$$A_c = 1575 \text{ cm}^2$$

$$W_c = 9188 \text{ cm}^3$$

Minimalne zbrojenie:

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

$$A_s = k_c k f_{ct,eff} A_{ct} / \sigma_{s,lim} = \\ = 0,4 \times 1,0 \times 1,9 \times 788 / 220 = 2,72 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1} = 7,63 > 2,72 = A_s$$

Zarysowanie:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 1,9 \times 9188 \times 10^{-3} = 17,456 \text{ kNm}$$

$$M_{Sd} = 20,183 > 17,456 = M_{cr}$$

Przekrój zarysowany.

Szerokość rozwarcia rysy prostopadłej do osi pręta:

Przyjęto $k_2 = 0,5$.

$$\rho_r = A_s / A_{ct,eff} = 7,63 / 326 = 0,02340$$

$$s_{mm} = 50 + 0,25 k_1 k_2 \phi / \rho_r = 50 + 0,25 \times 1,6 \times 0,50 \times 18 / 0,02340 = 203,85$$

$$\begin{aligned}\epsilon_{sm} &= \sigma_s / E_s [1 - \beta_1 \beta_2 (\sigma_{sr} / \sigma_s)^2] = \\ &= 90,63 / 200000 \times [1 - 0,5 \times 0,5 \times (17,456 / 20,183)^2] = 0,00037 \\ w_k &= \beta_{srm} \epsilon_{sm} = 1,7 \times 203,85 \times 0,00037 = 0,13 \text{ mm} \\ w_k &= \mathbf{0,13} < \mathbf{0,3} = w_{lim}\end{aligned}$$

Szerokość rozwarcia rysy ukośnej:

Rysy ukośne nie występują.

Ugięcia

zadanie Nadproże 2-przesłowe żelbetowe, pręt nr 1

Ugięcia wyznaczone dla charakterystycznych obciążeń długotrwałych.

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

$$E_{c,eff} = \frac{E_{cm}}{1 + \phi(t, t_0)} = \frac{29000}{1 + 2,00} = 9667 \text{ MPa}$$

Moment rysujący:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 1,9 \times 9188 \times 10^{-3} = 17,456 \text{ kNm}$$

Całkowity moment zginający $M_{sd} = -22,673 \text{ kN}$ powoduje zarysowanie przekroju.

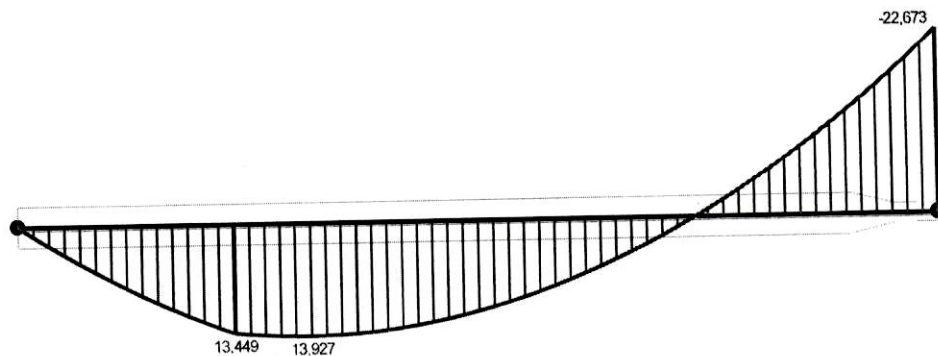
Sztywność dla długotrwałego działania obciążeń długotrwałych:

Sztywność na zginanie wyznaczona dla momentu $M_{sd} = -22,673 \text{ kNm}$.

Wielkości geometryczne przekroju:

$$\begin{aligned}x_I &= 16,4 \text{ cm} & I_I &= 259189 \text{ cm}^4 \\ x_{II} &= 8,9 \text{ cm} & I_{II} &= 106959 \text{ cm}^4\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}B &= \frac{E_{c,eff} I_{II}}{1 - \beta_1 \beta_2 (M_{cr} / M_{sd})^2 (1 - I_{II} / I_I)} = \\ &= \frac{9667 \times 106959}{1 - 0,5 \times 0,5 \times (17,456 / 22,673)^2 \times (1 - 106959 / 259189)} \times 10^{-5} = 11325 \text{ kNm}^2\end{aligned}$$



Wykres sztywności i momentów dla obciążeń długotrwałych.



Ugięcia.

Ugięcie w punkcie o współrzędnej $x = 0,893 \text{ m}$, wyznaczone poprzez całkowanie funkcji krzywizny osi pręta ($1/\rho$) z uwzględnieniem zmiany sztywności wzdłuż osi elementu, wynosi:

$$a = a_{\infty,d} = 0,2 \text{ mm}$$

$$a = \mathbf{0,2} < \mathbf{8,4} = a_{lim}$$

POZ.2. SŁUP STALOWY

NAZWA: Słup stalowy pod nadprozem

WĘZŁY:

| Nr: | X [m]: | Y [m]: |
|-----|--------|--------|
| 1 | 0,000 | 0,000 |
| 2 | 0,000 | 2,200 |

PODPORY: Podatności

| Węzeł: | Rodzaj: | Kąt: | Dx(Do*): [m / k N] | Dy: | Dfi: [rad/kNm] |
|--------|-----------|------|-------------------------|-----------|-------------------|
| 1 | stała | 0,0 | 0,000E+00 | 0,000E+00 | |
| 2 | przesuwna | 90,0 | 0,000E+00* | | |

OSIADANIA:

| Węzeł: | Kąt: | Wx(Wo*) [m]: | Wy[m]: | Fio[grad]: |
|-----------------------|------|--------------|--------|------------|
| B r a k O s i a d a ń | | | | |

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 | 11 | 1 | 2 | 0,000 | 2,200 | 2,200 | 1,000 | 1 H 100x100x 4.0 |

WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

| Nr. | A[cm2] | Ix[cm4] | Iy[cm4] | Wg[cm3] | Wd[cm3] | h[cm] | Materiał: |
|-----|--------|---------|---------|---------|---------|-------|------------------|
| 1 | 15,2 | 233 | 233 | 47 | 47 | 10,0 | 2 St3S (X,Y,V,W) |

STAŁE MATERIAŁOWE:

| Materiał: | Moduł E: [N/mm2] | Napręż.gr.: [N/mm2] | AlfaT: [1/K] |
|----------------|---------------------|------------------------|-----------------|
| 2 St3S (X,Y,V, | 205 | 205,000 | 1,20E-05 |

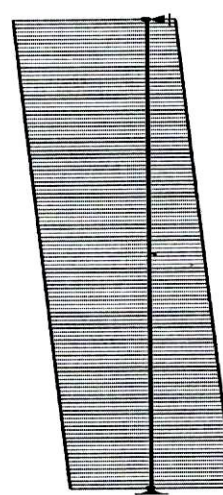
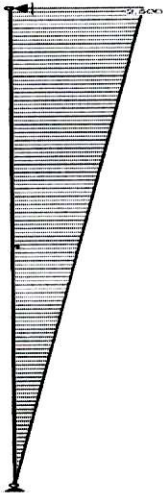
OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

| Pręt: | Rodzaj: | Kąt: | P1(Tg): | P2(Td): | a[m]: | b[m]: |
|----------|----------|------|---------|---------|----------|-------|
| Grupa: A | "" | | | Zmienne | γf= 1,00 | |
| 1 | Skupione | 0,0 | 125,000 | | 2,20 | |
| 1 | Moment | | 2,500 | | 2,20 | |

MOMENTY:

NORMALNE:

NAPRĘŻENIA:



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 | 1,136 | -125,289 |
| | 1,00 | 2,200 | 2,500 | 1,136 | -125,000 |

* = Wartości ekstremalne

NAPRĘŻENIA: T.I rzędu
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+A

| Pręt: | x/L: | x[m]: | SigmaG: | SigmaD: | SigmaMax/Ro: |
|-------------------------|------|-------|----------|---------|--------------|
| | | | [MPa] | | |
| 2 St3S (X,Y,V,W) | | | | | |
| 1 | 0,00 | 0,000 | -82,427 | -82,427 | 0,402 |
| | 1,00 | 2,200 | -135,885 | -28,589 | 0,663* |

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

| Węzeł: | H[kN]: | V[kN]: | Wypadkowa[kN]: | M[kNm]: |
|--------|--------|---------|----------------|---------|
| 1 | -1,136 | 125,289 | 125,294 | |
| 2 | 1,136 | 0,000 | 1,136 | |

PRZEMIESZCZENIA WĘZŁÓW: T.I rzędu
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+A

| Węzeł: | Ux[m]: | Uy[m]: | Wypadkowe[m]: | Fi[rad] ([deg]): |
|--------|---------|----------|---------------|------------------|
| 1 | 0,00000 | -0,00000 | 0,00000 | |
| 2 | 0,00000 | -0,00088 | 0,00088 | |

DEFORMACJE: T.I rzędu
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+A

| Pręt: | Wa[m]: | Wb[m]: | F1a[deg]: | F1b[deg]: | f[m]: | L/f: |
|-------|---------|--------|-----------|-----------|--------|--------|
| 1 | -0,0000 | 0,0000 | -0,110 | 0,220 | 0,0016 | 1355,1 |

SPRAWDZENIE ISTNIEJĄCEJ BELKI NADPROŻOWEJ

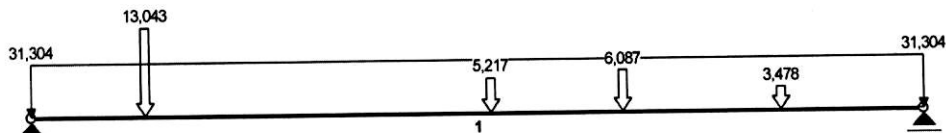
WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

| Nr. | A[cm ²] | I _x [cm ⁴] | I _y [cm ⁴] | W _g [cm ³] | W _d [cm ³] | h[cm] | Materiał: |
|-----|---------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-------|-----------|
| 1 | 1575,0 | 265781 | 160781 | 9188 | 9188 | 35,0 | 18 B20 |

STAŁE MATERIAŁOWE:

| Materiał: | Moduł E: [N/mm ²] | Napręż.gr.: [N/mm ²] | AlfaT: [1/K] |
|-----------|----------------------------------|-------------------------------------|-----------------|
| 18 B20 | 29 | 10,600 | 1,00E-05 |

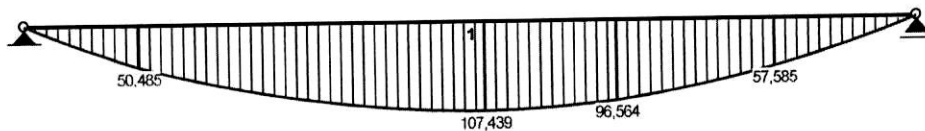
OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

| Pręt: | Rodzaj: | Kąt: | P1 (Tg): | P2 (Td): | a [m]: | b [m]: |
|----------|----------|------|----------|----------|----------|--------|
| Grupa: A | "" | | | Zmienne | γf= 1,15 | |
| 1 | Liniowe | 0,0 | 31,304 | 31,304 | 0,00 | 4,25 |
| 1 | Skupione | 0,0 | 13,043 | | 0,54 | |
| 1 | Skupione | 0,0 | 5,217 | | 2,19 | |
| 1 | Skupione | 0,0 | 6,087 | | 2,82 | |
| 1 | Skupione | 0,0 | 3,478 | | 3,57 | |

MOMENTY:



TNĄCE:



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 | 104,333 | 0,000 |
| | 0,52 | 2,190 | 107,439* | -4,613 | 0,000 |
| | 0,52 | 2,190 | 107,439* | 1,387 | 0,000 |
| | 1,00 | 4,250 | -0,000 | -98,338 | 0,000 |

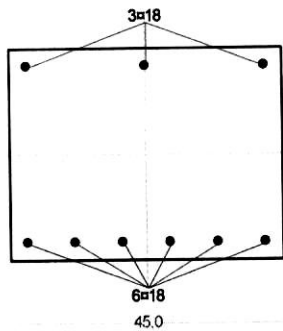
* = Wartości ekstremalne

PRZEMIESZCZENIA:

| Pręt: | W _a [m]: | W _b [m]: | F _{Ia} [deg]: | F _{Ib} [deg]: | f [m]: | L/f: |
|-------|---------------------|---------------------|------------------------|------------------------|--------|-------|
| 1 | -0,0000 | -0,0000 | -0,188 | 0,186 | 0,0043 | 983,6 |

Cechy przekroju:

zadanie Nadproze, pręt nr 1, przekrój: $x_a=2,19$ m, $x_b=2,06$ m



Wymiary przekroju [cm]:

$$h=35,0, b=45,0,$$

Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej

BETON: B20

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

Cechy geometryczne przekroju betonowego:

$$A_c=1575 \text{ cm}^2, J_{cx}=160781 \text{ cm}^4, J_{cy}=265781 \text{ cm}^4$$

STAL: A-I (St3X-b)

$$f_{yk}=240 \text{ MPa}, \gamma_s=1,15, f_{yd}=210 \text{ MPa}$$

$$\xi_{lim}=0,0035/(0,0035+f_{yd}/E_s)=0,0035/(0,0035+210/200000)=0,769,$$

Zbrojenie główne:

$$A_{s1}+A_{s2}=22,90 \text{ cm}^2, \rho=100(A_{s1}+A_{s2})/A_c=100 \times 22,90/1575=1,45 \%$$

$$J_{sx}=4882 \text{ cm}^4, J_{sy}=4692 \text{ cm}^4,$$

Siły przekrojowe:

zadanie: Nadproze, pręt nr 1, przekrój: $x_a=2,19$ m, $x_b=2,06$ m

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: A

$$\text{Momenty zginające: } M_x = -107,439 \text{ kNm}, \quad M_y = 0,000 \text{ kNm},$$

$$\text{Siły poprzeczne: } V_y = 1,387 \text{ kN}, \quad V_x = 0,000 \text{ kN},$$

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

Zbrojenie wymagane:

(zadanie Nadproze, pręt nr 1, przekrój: $x_a=2,19$ m, $x_b=2,06$ m)

Obliczenia wykonano:

- przy założeniu maksymalnego wykorzystania nośności strefy ściskanej betonu ($\xi_{lim}=0,769$).

Wielkości obliczeniowe:

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

$$M_{Sd}=\sqrt{(M_{Sdx})^2 + (M_{Sdy})^2} = \sqrt{(-107,439^2 + 0,000^2)} = 107,439 \text{ kNm}$$

$$f_{cd}=10,7 \text{ MPa}, f_{yd}=210 \text{ MPa} = f_{td},$$

Zbrojenie rozciągane ($\epsilon_{s1}=7,92 \text{ ‰}$):

$$A_{s1}=18,27 \text{ cm}^2 \Rightarrow (8\alpha 18 = 20,36 \text{ cm}^2),$$

Dodatkowe zbrojenie ściskane nie jest obliczeniowo wymagane.

$$A_s=A_{s1}+A_{s2}=18,27 \text{ cm}^2, \rho=100 \times A_s/A_c=$$

$$100 \times 18,27/1575=1,16 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h=35,0, d=32,1, x=9,8 (\xi=0,307),$$

$$a_1=2,9, a_c=4,1, z_c=28,0, A_{cc}=443 \text{ cm}^2,$$

$$\epsilon_c=-3,50 \text{ ‰}, \epsilon_{s1}=7,92 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

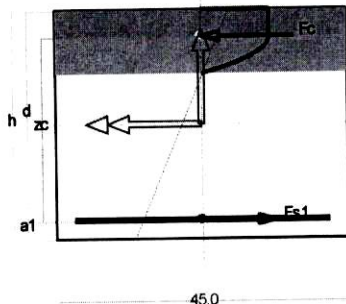
$$F_c = -383,628, F_{s1} = 383,628,$$

$$M_c = 51,429, M_{s1} = 56,010,$$

Warunki równowagi wewnętrznej:

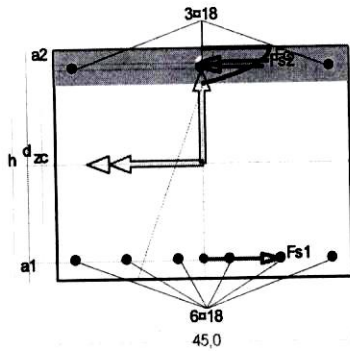
$$F_c + F_{s1} = -383,628 + (383,628) = 0,001 \text{ kN} (N_{Sd}=0,000 \text{ kN})$$

$$M_c + M_{s1} = 51,429 + (56,010) = 107,439 \text{ kNm} (M_{Sd}=107,439 \text{ kNm})$$



Nośność przekroju prostokątnego:

zadanie Nadproze, pręt nr 1, przekrój: $x_a=2,19$ m, $x_b=2,06$ m



Wielkości obliczeniowe:

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

$$M_{Sd}=\sqrt{(M_{Sdx}^2+M_{Sdy}^2)}=\sqrt{(-107,439^2+0,000^2)}=107,439 \text{ kNm}$$

$$f_{cd}=10,7 \text{ MPa}, f_{yd}=210 \text{ MPa}=f_{td},$$

$$\text{Zbrojenie rozciągane: } A_{s1}=15,27 \text{ cm}^2,$$

$$\text{Zbrojenie ściskane: } A_{s2}=7,63 \text{ cm}^2,$$

$$A_s=A_{s1}+A_{s2}=22,90 \text{ cm}^2, \rho=100 \times A_s/A_c=100 \times 22,90/1575=1,45 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h=35,0, d=32,1, x=5,4 (\xi=0,169),$$

$$a_1=2,9, a_2=2,9, a_c=2,0, z_c=30,1, A_{cc}=244 \text{ cm}^2,$$

$$\epsilon_c=-2,04 \text{ ‰}, \epsilon_{s2}=-0,95 \text{ ‰}, \epsilon_{s1}=10,00 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c=-175,823, F_{s1}=320,631, F_{s2}=-144,813,$$

$$M_c=27,178, M_{s1}=46,812, M_{s2}=21,143,$$

Warunek stanu granicznego nośności:

$$M_{Rd}=M_c+M_{s1}+M_{s2}=27,178+(46,812)+(21,143)=95,134 \text{ kNm} < M_{Sd}=107,439 \text{ kNm} - \text{warunek nie jest spełniony}$$

Ugięcia

zadanie Nadproze, pręt nr 1

Ugięcia wyznaczone dla charakterystycznych obciążeń długotrwałych.

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

$$E_{c,eff} = \frac{E_{cm}}{1 + \phi(t, t_0)} = \frac{29000}{1 + 2,00} = 9667 \text{ MPa}$$

Moment rysujący:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 1,9 \times 9188 \times 10^{-3} = 17,456 \text{ kNm}$$

Całkowity moment zginający $M_{Sd} = 93,796$ kN powoduje zarysowanie przekroju.

Sztywność dla długotrwałego działania obciążeń długotrwałych:

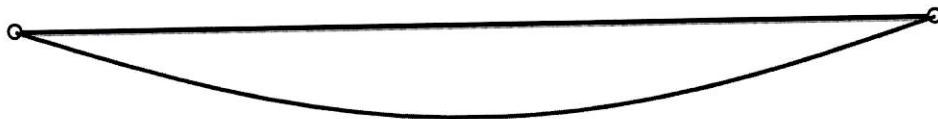
Sztywność na zginanie wyznaczona dla momentu $M_{Sd} = 93,796$ kNm.

Wielkości geometryczne przekroju:

$$x_I = 18,6 \text{ cm} \quad I_I = 259189 \text{ cm}^4$$

$$x_{II} = 13,6 \text{ cm} \quad I_{II} = 163929 \text{ cm}^4$$

$$B = \frac{E_{c,eff} I_{II}}{1 - \beta_1 \beta_2 (M_{cr} / M_{Sd})^2 (1 - I_{II} / I_I)} = \frac{9667 \times 163929}{1 - 0,5 \times 0,5 \times (17,456/93,796)^2 \times (1 - 163929/259189)} \times 10^{-5} = 15897 \text{ kNm}^2$$



Ugięcia.

Ugięcie w punkcie o współrzędnej $x = 2,190$ m, wyznaczone poprzez całkowanie funkcji krzywizny osi pręta ($1/\rho$) z uwzględnieniem zmiany sztywności wzdłuż osi elementu, wynosi:

$$a = a_{\infty,d} = 11,0 \text{ mm}$$

$$a = 11,0 < 17,0 = a_{lim}$$