

ANEKS PRZECIWOŻAROWY

ROZBUDOWA I MODERNIZACJA OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW

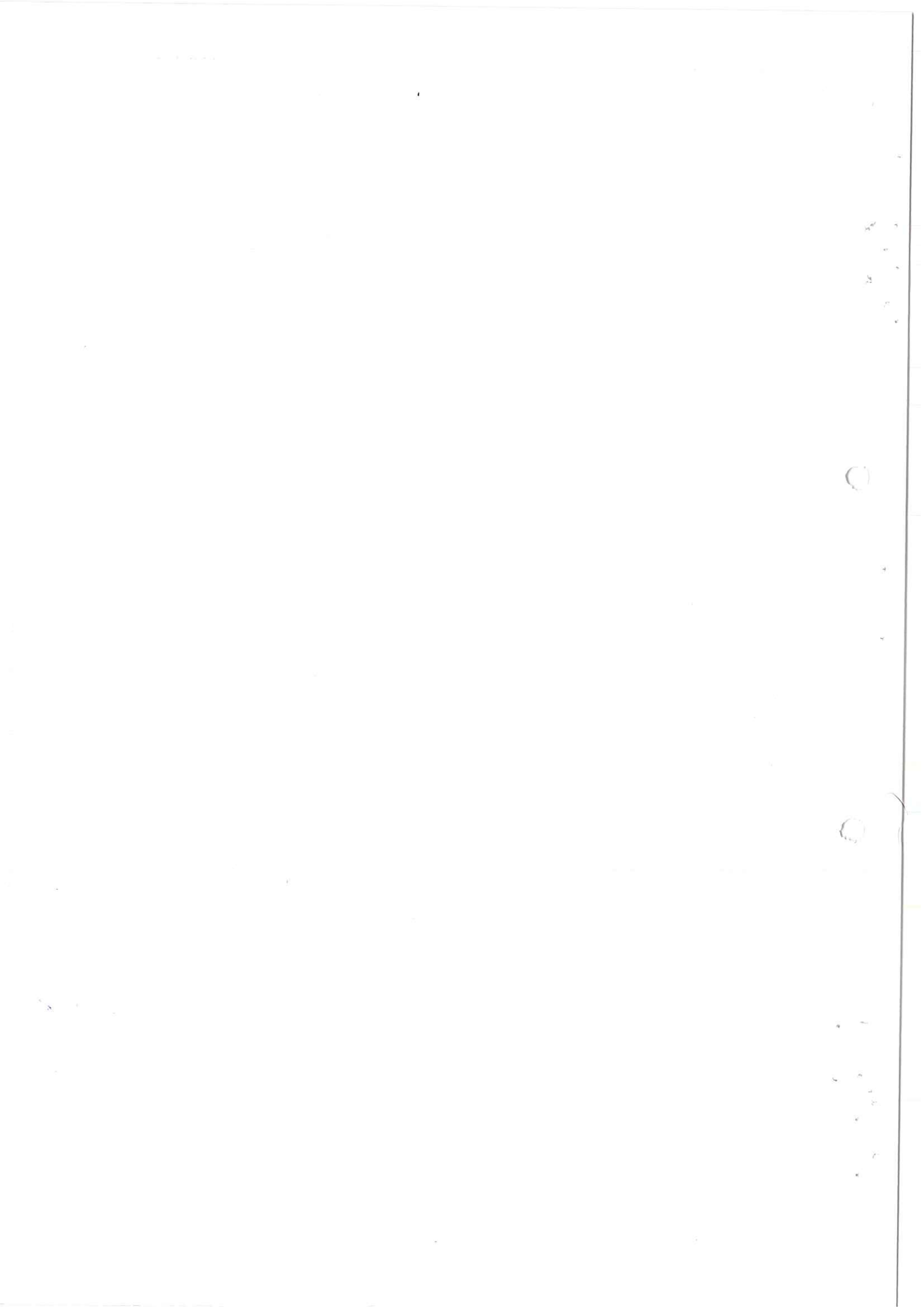
w m. SŁUPNO

Budynek Oczyszczania Mechanicznego Ob. 1

DANE POŻAROWE


z zakresu, trybu i zasad uzgadniania projektu budowlanego pod względem ochrony przeciwpożarowej
(Dz. U. z dnia 30 lipca 2009 r.; Dz. U. 2009.119.998).

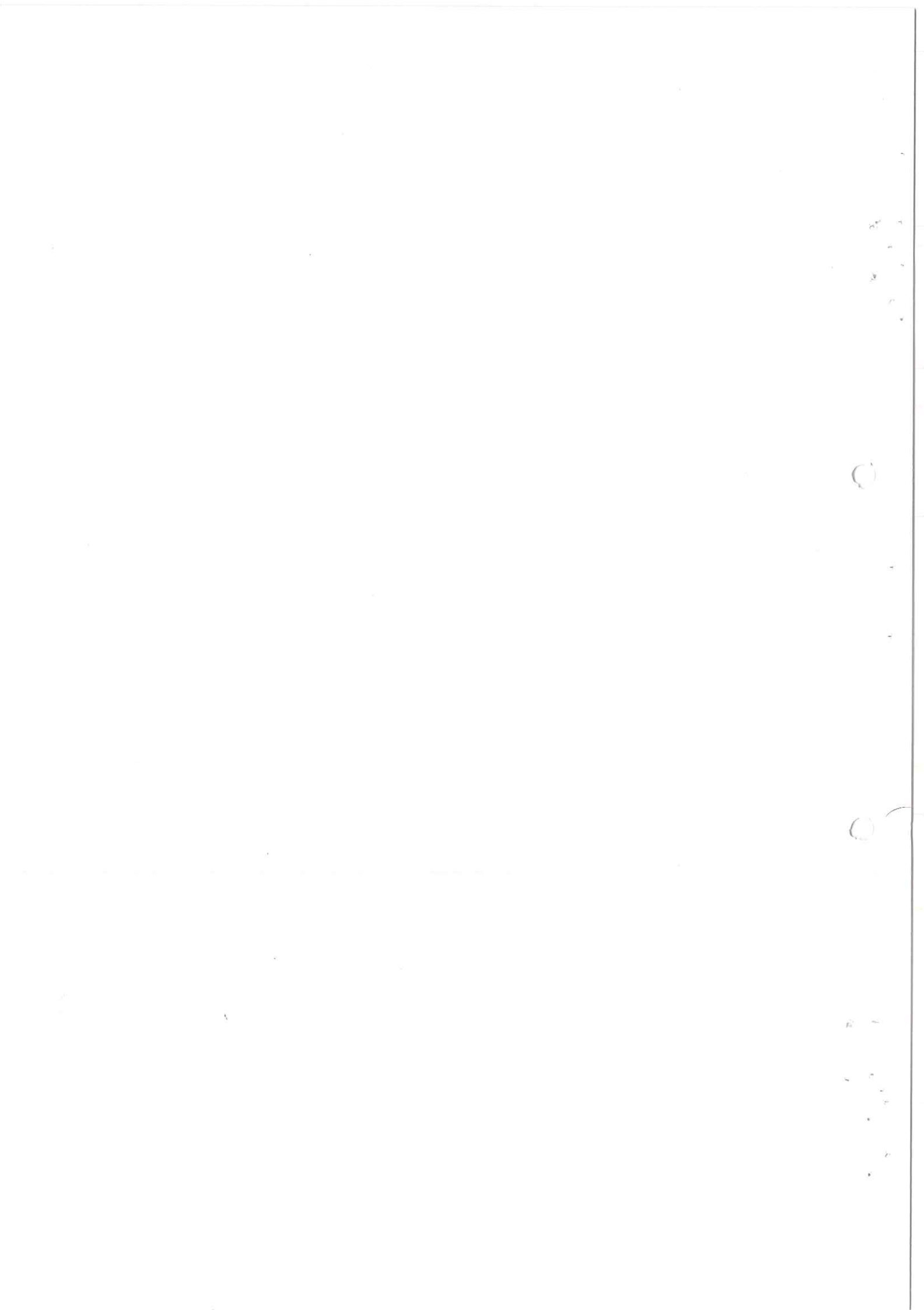
| Lp. | Wyszczególnienie | Opis |
|-----|--|--|
| 1. | Powierzchnia, wysokość i liczba kondygnacji | Budynek technologiczny, jednokondygnacyjny, podpiwniczony. Powierzchnia użytkowa całego budynku: 97,70 m² Powierzchnia zabudowy: 74,27m² Kubatura: 433,26m³ Wysokość (liczona dla PM): 1 kondygnacja → Budynek bez ograniczenia wysokości. |
| 2 | Odległość od obiektów sąsiadujących. | Zgodnie z Dz. U. 2002, nr 75 poz. 690 §271-3 |
| 3 | Parametry pożarowe substancji palnych | Nie dotyczy. |
| 4 | Przewidywana wielkość obciążenia ogniowego | do 500 MJ – ZL. |
| 5 | Kategoria zagrożenia ludzi, przewidywana liczba osób w poszczególnych pomieszczeniach i na każdej kondygnacji. | Nie dotyczy |
| 6 | Ocena zagrożenia wybuchem pomieszczeń oraz przestrzeni zewnętrznych. | Nie dotyczy. |
| 7 | Podział obiektu na strefy pożarowe. | Jedna strefa pożarowa PM. |
| 8 | Klasa odporności pożarowej budynku oraz odporność ogniowa i stopień rozprzestrzeniania ognia elementów budowlanych | Klasa odporności pożarowej - PM „E” Wymagana odporność ogniowa elementów: ■ główna konstrukcja nośna – (-), ■ konstrukcja nośna dachu – (-), ■ strop – (-), ■ ściana zewnętrzna – (-) ■ ściana wewnętrzna – (-), ■ przekrycie dachu – (-). Wszystkie elementy, z których wykonany będzie budynek będą nie rozprzestrzeniające ognia. |



| | | |
|----|---|---|
| 9 | Warunki ewakuacji, oznakowanie na potrzeby ewakuacji dróg i pomieszczeń, oświetlenie awaryjne oraz przeszkodowe | <p>Poziome drogi ewakuacyjne. Wyjście ewakuacyjne jest zamykane drzwiami i jego szerokość wynosi nie mniej niż 0,9 m. Drzwi ewakuacyjne z budynku otwierają się na zewnątrz. Wysokość dróg ewakuacyjnych nie jest mniejsza niż 2,2m, natomiast wysokość przejścia, drzwi lub lokalnego obniżenia – 2,0m. Dopuszczalna długość dojeżdż ewakuacyjnych, od wyjścia z pomieszczenia na drogę ewakuacyjną do wyjścia na zewnątrz budynku, mierzona wzdłuż osi dojeżdża dla PM $Q > 500 \text{ MJ/m}^2$ wynosi:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ przy jednym dojeździe - 30m (w tym nie więcej niż 20m na poziomej drodze ewakuacyjnej), <p>Dopuszczalna długość przejść ewakuacyjnych nie przekracza dopuszczalnych:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 100m w budynku o jednej kondygnacji nadziemnej bez względu na wielkość obciążenia ogniowego. <p>Wymagane oznakowanie ewakuacyjne i pożarnicze zgodne z PN 92/N-01256/01-02.</p> |
| 10 | Sposób zabezpieczenia ppoż. instalacji użytkowych (wentylacyjnej, ogrzewczej, gazowej, elektrycznej, odgromowej itp.) | Nie jest wymagane. |
| 11 | Dobór urządzeń przeciwpożarowych isa, sug, instalacja hydrantowa, urządzenia oddymiające. | Wyłącznik prądu ppoż. |
| 12 | Zaopatrzenie obiektów w podręczny sprzęt gaśniczy, urządzenia ratownicze wraz z ich rozmieszczeniem. | Gaśnice proszkowe - 2kg proszku na 100m ² . |
| 13 | Zaopatrzenie wodne do zewnętrznego gaszenia pożaru. | Sieć hydrantowa zewnętrzna – istniejąca. Hydrant zewnętrzny w promieniu do 75m, 10l/s. |
| 14 | Drogi pożarowe. | Drogi pożarowe zgodnie z § 12 ust. 7 Rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 24 lipca 2009 r. w sprawie przeciwpożarowego zaopatrzenia w wodę oraz dróg pożarowych (Dz. U. z dnia 6 sierpnia 2009 r.) Dz.U.2009.124.1030 |

Opracował:
mgr inż. arch. Zbigniew Kowalkowski





OBLICZENIA STATYCZNE

do projektu budowlanego „Budynku oczyszczania mechanicznego (ob. Nr 1)”

Zestawienie obciążeń

0.1. Dach

Typ: stałe

0.1.1. Pokrycie dachu

$$Q_k = 0,37 \text{ kN/m}^2.$$

$$Q_{o1} = 0,44 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f1} = 1,19,$$

$$Q_{o2} = 0,33 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f2} = 0,90.$$

0.2. Śnieg

Typ: zmienne

0.2.1. Śnieg

$$Q_k = 0,9 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,8 = 0,72 \text{ kN/m}^2.$$

$$Q_o = 1,08 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_f = 1,50.$$

0.3. Wiatr

Typ: zmienne

0.3.1. Wiatr połać nawietrzna wariant I

$$Q_k = 0,3 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,76 \cdot (-0,90 - 0,00) \cdot 1,8 = -0,37 \text{ kN/m}^2.$$

$$Q_o = -0,55 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_f = 1,50.$$

0.3.2. Wiatr połać zawietrzna wariant I

$$Q_k = 0,3 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,73 \cdot (-0,40 - 0,00) \cdot 1,8 = -0,16 \text{ kN/m}^2.$$

$$Q_o = -0,24 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_f = 1,50.$$

0.4. Izolacja stropodachu

Typ: stałe

0.4.1. Izolacja stropodachu

$$Q_k = 0,36 \text{ kN/m}^2.$$

$$Q_{o1} = 0,43 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f1} = 1,20,$$

$$Q_{o2} = 0,32 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f2} = 0,90.$$

0.5. Kraty pomostowe

Typ: stałe

0.5.1. Kraty pomostowe

$$Q_k = 0,30 \text{ kN/m}^2.$$

$$Q_{o1} = 0,36 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f1} = 1,20,$$

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

0.6. Użytkowe

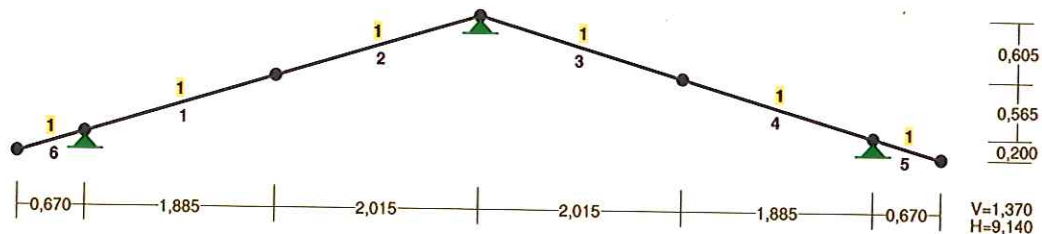
Typ: zmienne

0.6.1. Użytkowe (krata pomostowa)

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

$$Q_o = 3,90 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_f = 1,30, \quad \psi_d = 1,00.$$

Poz.1 Wieżba dachowa



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 | 00 | 1 | 2 | 1,885 | 0,565 | 1,968 | 1,000 | 1 B 18,0x8,0 |
| 2 | 00 | 2 | 3 | 2,015 | 0,605 | 2,104 | 1,000 | 1 B 18,0x8,0 |
| 3 | 00 | 3 | 4 | 2,015 | -0,605 | 2,104 | 1,000 | 1 B 18,0x8,0 |
| 4 | 00 | 4 | 5 | 1,885 | -0,565 | 1,968 | 1,000 | 1 B 18,0x8,0 |
| 5 | 00 | 5 | 6 | 0,670 | -0,200 | 0,699 | 1,000 | 1 B 18,0x8,0 |
| 6 | 00 | 7 | 1 | 0,670 | 0,200 | 0,699 | 1,000 | 1 B 18,0x8,0 |

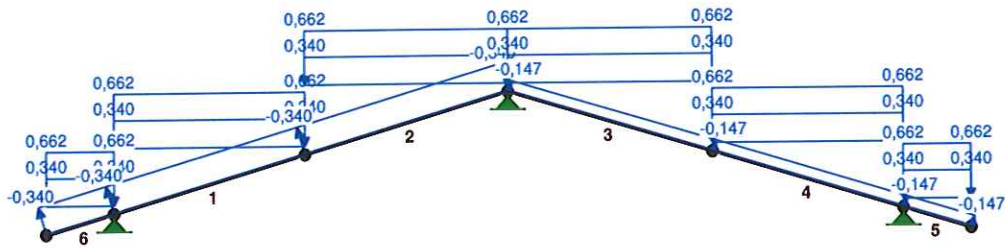
WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

| Nr. | A[cm ²] | Ix[cm ⁴] | Iy[cm ⁴] | Wg[cm ³] | Wd[cm ³] | h[cm] | Materiał: |
|-----|---------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------|---------------|
| 1 | 144,0 | 3888 | 768 | 432 | 432 | 18,0 | 71 Drewno C24 |

STAŁE MATERIAŁOWE:

| Materiał: | Moduł E: [kN/mm ²] | Napręż.gr.: [N/mm ²] | AlfaT: [1/K] |
|---------------|-----------------------------------|-------------------------------------|-----------------|
| 71 Drewno C24 | 11 | 24,000 | 5,00E-06 |

OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

| Pręt: | Rodzaj: | Kąt: | P1 (Tg): | P2 (Td): | a [m]: | b [m]: |
|--------|--|-------|----------|----------|-------------------|--------|
| ----- | | | | | | |
| Grupa: | A "" | | | Zmienne | $\gamma_f = 1,19$ | |
| 1 | Liniowe-Y | 0,0 | 0,340 | 0,340 | 0,00 | 1,97 |
| | 0.1.1. Pokrycie dach $p=0,370*0,920$ | | | | | |
| 2 | Liniowe-Y | 0,0 | 0,340 | 0,340 | 0,00 | 2,10 |
| | 0.1.1. Pokrycie dach $p=0,370*0,920$ | | | | | |
| 3 | Liniowe-Y | 0,0 | 0,340 | 0,340 | 0,00 | 2,10 |
| | 0.1.1. Pokrycie dach $p=0,370*0,920$ | | | | | |
| 4 | Liniowe-Y | 0,0 | 0,340 | 0,340 | 0,00 | 1,97 |
| | 0.1.1. Pokrycie dach $p=0,370*0,920$ | | | | | |
| 5 | Liniowe-Y | 0,0 | 0,340 | 0,340 | 0,00 | 0,70 |
| | 0.1.1. Pokrycie dach $p=0,370*0,920$ | | | | | |
| 6 | Liniowe-Y | 0,0 | 0,340 | 0,340 | 0,00 | 0,70 |
| | 0.1.1. Pokrycie dach $p=0,370*0,920$ | | | | | |
| ----- | | | | | | |
| Grupa: | B "" | | | Zmienne | $\gamma_f = 1,50$ | |
| 1 | Liniowe-Y | 0,0 | 0,662 | 0,662 | 0,00 | 1,97 |
| | 0.2.1. Śnie p= $0,720*0,920$ | | | | | |
| 2 | Liniowe-Y | 0,0 | 0,662 | 0,662 | 0,00 | 2,10 |
| | 0.2.1. Śnie p= $0,720*0,920$ | | | | | |
| 3 | Liniowe-Y | 0,0 | 0,662 | 0,662 | 0,00 | 2,10 |
| | 0.2.1. Śnie p= $0,720*0,920$ | | | | | |
| 4 | Liniowe-Y | 0,0 | 0,662 | 0,662 | 0,00 | 1,97 |
| | 0.2.1. Śnie p= $0,720*0,920$ | | | | | |
| 5 | Liniowe-Y | 0,0 | 0,662 | 0,662 | 0,00 | 0,70 |
| | 0.2.1. Śnie p= $0,720*0,920$ | | | | | |
| 6 | Liniowe-Y | 0,0 | 0,662 | 0,662 | 0,00 | 0,70 |
| | 0.2.1. Śnie p= $0,720*0,920$ | | | | | |
| ----- | | | | | | |
| Grupa: | C "" | | | Zmienne | $\gamma_f = 1,50$ | |
| 3 | Liniowe-Y | 0,0 | 0,662 | 0,662 | 0,00 | 2,10 |
| | 0.2.1. Śnie p= $0,720*0,920$ | | | | | |
| 4 | Liniowe-Y | 0,0 | 0,662 | 0,662 | 0,00 | 1,97 |
| | 0.2.1. Śnie p= $0,720*0,920$ | | | | | |
| 5 | Liniowe-Y | 0,0 | 0,662 | 0,662 | 0,00 | 0,70 |
| | 0.2.1. Śnie p= $0,720*0,920$ | | | | | |
| ----- | | | | | | |
| Grupa: | D "" | | | Zmienne | $\gamma_f = 1,50$ | |
| 1 | Liniowe | 16,6 | -0,340 | -0,340 | 0,00 | 1,97 |
| | 0.3.1. Wiatr połać nawietrzna wariant $p=-0,370*0,920$ | | | | | |
| 2 | Liniowe | 16,6 | -0,340 | -0,340 | 0,00 | 2,10 |
| | 0.3.1. Wiatr połać nawietrzna wariant $p=-0,370*0,920$ | | | | | |
| 3 | Liniowe | -16,6 | -0,147 | -0,147 | 0,00 | 2,10 |
| | 0.3.2. Wiatr połać zawietrzna wariant $p=-0,160*0,920$ | | | | | |
| 4 | Liniowe | -16,6 | -0,147 | -0,147 | 0,00 | 1,97 |
| | 0.3.2. Wiatr połać zawietrzna wariant $p=-0,160*0,920$ | | | | | |

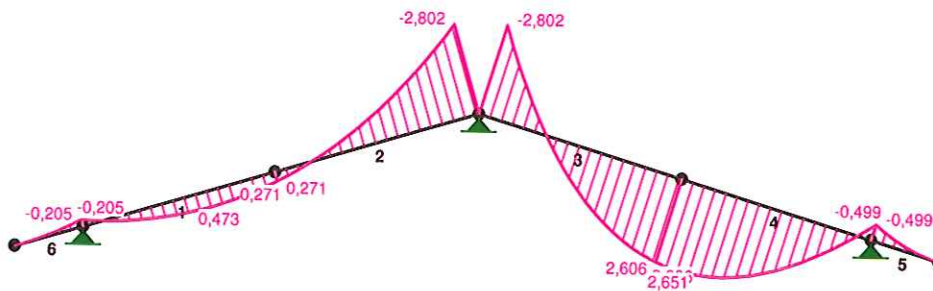
| | | | | | | |
|---|---------------------------------------|-------|--------|------------------|------|------|
| 5 | Liniowe | -16,6 | -0,147 | -0,147 | 0,00 | 0,70 |
| | 0.3.2. Wiatr połać zawietrzna wariant | | | $p=-0,160*0,920$ | | |
| 6 | Liniowe | 16,6 | -0,340 | -0,340 | 0,00 | 0,70 |
| | 0.3.1. Wiatr połać nawietrzna wariant | | | $p=-0,370*0,920$ | | |

W Y N I K I
Teoria I-go rzędu

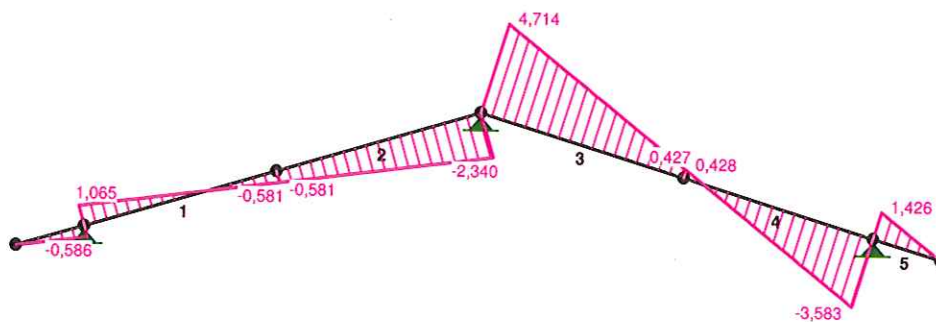
OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

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

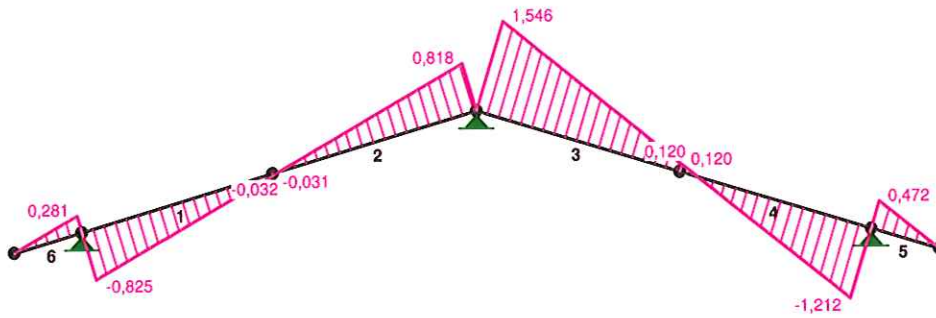
MOMENTY:



TNĄCE:



NORMALNE :



SIŁY PRZEKROJOWE:

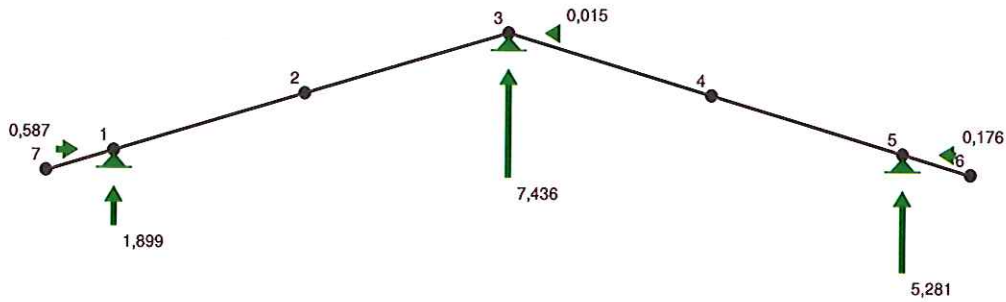
T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+ABCD **Relacja obc.!**

| Pręt: | x/L: | x[m]: | M[kNm]: | Q[kN]: | N[kN]: |
|-------|------|-------|----------------|--------|--------|
| 1 | 0,00 | 0,000 | -0,205 | 1,065 | -0,825 |
| | 0,64 | 1,268 | 0,473* | 0,004 | -0,314 |
| | 0,65 | 1,276 | 0,473* | -0,002 | -0,311 |
| | 1,00 | 1,968 | 0,271 | -0,581 | -0,032 |
| 2 | 0,00 | 0,000 | 0,271 | -0,581 | -0,031 |
| | 1,00 | 2,104 | -2,802 | -2,340 | 0,818 |
| 3 | 0,00 | 0,000 | -2,802 | 4,714 | 1,546 |
| | 1,00 | 2,104 | 2,606 | 0,427 | 0,120 |
| 4 | 0,00 | 0,000 | 2,606 | 0,428 | 0,120 |
| | 0,11 | 0,208 | 2,651* | 0,005 | -0,020 |
| | 1,00 | 1,968 | -0,499 | -3,583 | -1,212 |
| 5 | 0,00 | 0,000 | -0,499 | 1,426 | 0,472 |
| | 1,00 | 0,696 | -0,000* | 0,006 | 0,002 |
| | 1,00 | 0,699 | 0,000 | 0,000 | -0,000 |
| 6 | 0,00 | 0,000 | 0,000 | -0,000 | 0,000 |
| | 0,00 | 0,003 | -0,000* | -0,002 | 0,001 |
| | 1,00 | 0,699 | -0,205 | -0,586 | 0,281 |

* = Wartości ekstremalne

REAKCJE PODPOROWE:



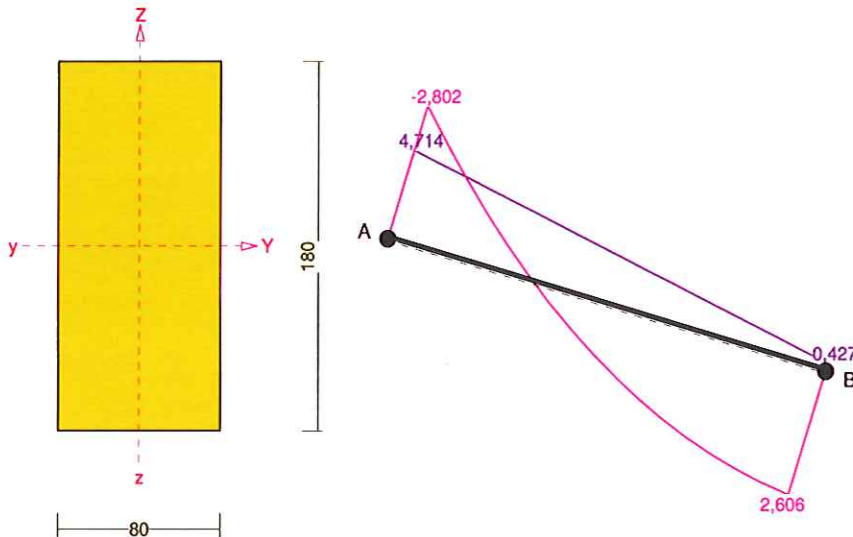
REAKCJE PODPOROWE: T.I rzędu
 Obciążenia obl.: Ciężar wł.+ABCD **Relacja obc.!**

| Węzeł: | H [kN]: | V [kN]: | Wypadkowa [kN]: | M [kNm]: |
|--------|---------|---------|-----------------|----------|
| 1 | 0,587 | 1,899 | 1,987 | |
| 3 | -0,015 | 7,436 | 7,436 | |
| 5 | -0,176 | 5,281 | 5,284 | |

DEFORMACJE: T.I rzędu
 Obciążenia obl.: Ciężar wł.+ABCD **Relacja obc.!**

| Pręt: | Wa [m]: | Wb [m]: | F _{Ia} [deg]: | F _{Ib} [deg]: | f [m]: | L/f: |
|-------|---------|---------|------------------------|------------------------|--------|---------|
| 1 | -0,0000 | 0,0002 | -0,023 | 0,057 | 0,0004 | 4653,6 |
| 2 | 0,0002 | -0,0000 | 0,057 | -0,213 | 0,0012 | 1712,8 |
| 3 | -0,0000 | -0,0091 | -0,213 | -0,029 | 0,0013 | 1641,2 |
| 4 | -0,0091 | 0,0000 | -0,029 | 0,422 | 0,0022 | 911,4 |
| 5 | -0,0000 | 0,0050 | 0,422 | 0,407 | 0,0000 | 31164,2 |
| 6 | 0,0002 | 0,0000 | -0,017 | -0,023 | 0,0000 | 75901,7 |

Wymiarowanie - Pręt nr 3



Przekrój: 1 „B 18,0x8,0”

Wymiary przekroju:

$$h=180,0 \text{ mm} \quad b=80,0 \text{ mm.}$$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$$J_y=3888,0; \quad J_z=768,0 \text{ cm}^4; \quad A=144,00 \text{ cm}^2; \quad i_y=5,2; \quad i_z=2,3 \text{ cm}; \quad W_y=432,0; \quad W_z=192,0 \text{ cm}^3.$$

Własności techniczne drewna:

Przyjęto 1 klasę użytkowania konstrukcji (*temperatura powietrza 20° i wilgotności powyżej 65% tylko przez kilka tygodni w roku*) oraz klasę trwania obciążenia: **Stałe** (*więcej niż 10 lat, np. ciężar własny*).

$$K_{mod} = 0,60$$

$$\gamma_M = 1,3$$

Cechy drewna: **Drewno C24.**

$$f_{m,k} = 24,00$$

$$f_{m,d} = 11,08 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,k} = 14,00$$

$$f_{t,0,d} = 6,46 \text{ MPa}$$

$$f_{t,90,k} = 0,50$$

$$f_{t,90,d} = 0,23 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,k} = 21,00$$

$$f_{c,0,d} = 9,69 \text{ MPa}$$

$$f_{c,90,k} = 2,50$$

$$f_{c,90,d} = 1,15 \text{ MPa}$$

$$f_{v,k} = 2,50$$

$$f_{v,d} = 1,15 \text{ MPa}$$

$$E_{0,mean} = 11000 \text{ MPa}$$

$$E_{90,mean} = 370 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 7400 \text{ MPa}$$

$$G_{mean} = 690 \text{ MPa}$$

$$\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$$

Sprawdzenie nośności pręta nr 3

Sprawdzenie nośności przeprowadzono wg PN-B-03150:2000.

Nośność na rozciąganie:

Wyniki dla $x_a=1,05 \text{ m}$; $x_b=1,05 \text{ m}$, przy obciążeniach „ABCD”.

Pole powierzchni przekroju netto $A_n = 144,00 \text{ cm}^2$.

$$\sigma_{t,0,d} = N / A_n = 0,833 / 144,00 \times 10 = \mathbf{0,06} < \mathbf{6,46} = f_{t,0,d}$$

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=1,05 \text{ m}$; $x_b=1,05 \text{ m}$, przy obciążeniach „ABCD”.

Długość obliczeniowa dla *pręta swobodnie podpartego, obciążonego równomiernie lub momentami na końcach*, przy obciążeniu przyłożonym do powierzchni górnej, wynosi:

$$l_d = 1,00 \times 2104 + 180 + 180 = 2464 \text{ mm}$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{l_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = \sqrt{\frac{2464 \times 180 \times 11,08}{3,142 \times 80^2 \times 7400}} \times \sqrt{\frac{11000}{690}} = 0,363$$

Wartość współczynnika zwiczenia:

$$\text{dla } \lambda_{rel,m} \leq 0,75 \quad k_{crit} = 1$$

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 1,029 / 432,00 \times 10^3 = 2,38 < 11,08 = 1,000 \times 11,08 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla $x_a=1,05$ m; $x_b=1,05$ m, przy obciążeniach „ABCD”:

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,06}{6,46} + \frac{2,38}{11,08} + 0,7 \times \frac{0,00}{11,08} = 0,224 < 1$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,06}{6,46} + 0,7 \times \frac{2,38}{11,08} + \frac{0,00}{11,08} = 0,160 < 1$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=1,05$ m; $x_b=1,05$ m, przy obciążeniach „ABCD”.

Naprężenia tnące:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / A = 1,5 \times 2,571 / 144,00 \times 10 = 0,27 \text{ MPa}$$

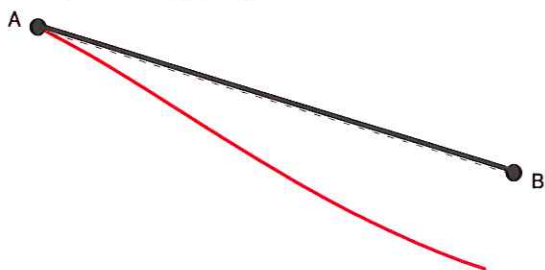
$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / A = 1,5 \times 0,000 / 144,00 \times 10 = 0,00 \text{ MPa}$$

Przyjęto $k_v = 1,000$.

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,27^2 + 0,00^2} = 0,27 < 1,15 = 1,000 \times 1,15 = k_v f_{v,d}$$

Stan graniczny użytkowania:



Wyniki dla $x_a=1,05$ m; $x_b=1,05$ m, przy obciążeniach „ABCD” liczone od cięciwy pręta.

Ugięcie graniczne

$$u_{net,fin} = l / 150 = 14,0 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń stałych (ciężar własny + „”):

$$u_{z,fin} = u_{z,inst} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{def}) = 0,0 \times [1 + 19,2 \times (180,0/2104)^2] (1 + 0,60) = 0,0 \text{ mm}$$

$$u_{y,fin} = u_{y,inst} (1 + k_{def}) = 0,0 \times (1 + 0,60) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń zmiennych („ABCD”):

Klasa trwania obciążeń zmiennych: **Stałe** (więcej niż 10 lat, np. ciężar własny).

$$u_{z,fin} = u_{z,inst} [1 + 19,2 (h/L)^2](1+k_{def}) = -0,7 \times [1 + 19,2 \times (180,0/2104)^2](1 + 0,60) = -1,3 \text{ mm}$$

$$u_{y,fin} = u_{y,inst} (1+k_{def}) = 0,0 \times (1 + 0,60) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcie całkowite:

$$u_{z,fin} = 0,0 + -1,3 = 1,3 < 14,0 = u_{net,fin}$$

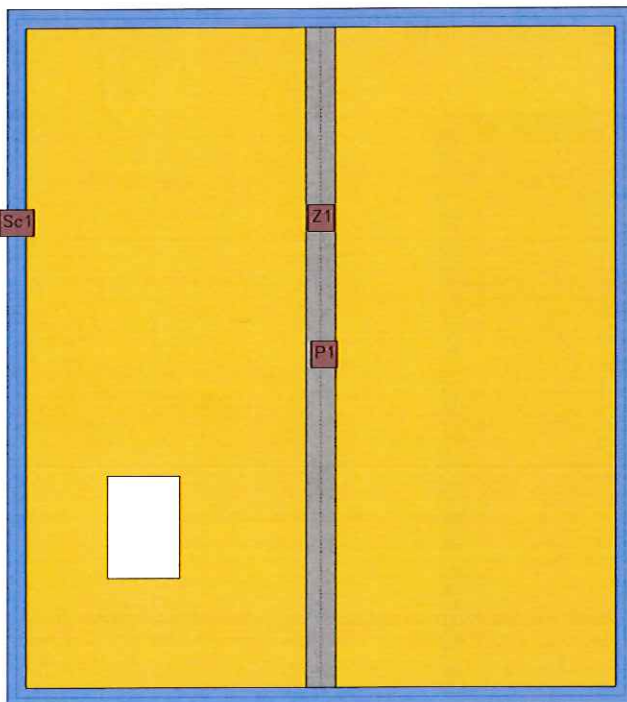
Poz. 2 Płyta żelbetowa stropodachu

1. Dane konstrukcji

1.1. Dane płyt

| Symbol | Grubość | Pole powierzchni | Poziom pł. środk. | Materiał |
|--------|---------|---------------------|-------------------|----------|
| 1 | 160mm | 70,76m ² | 0,00m | B30 |

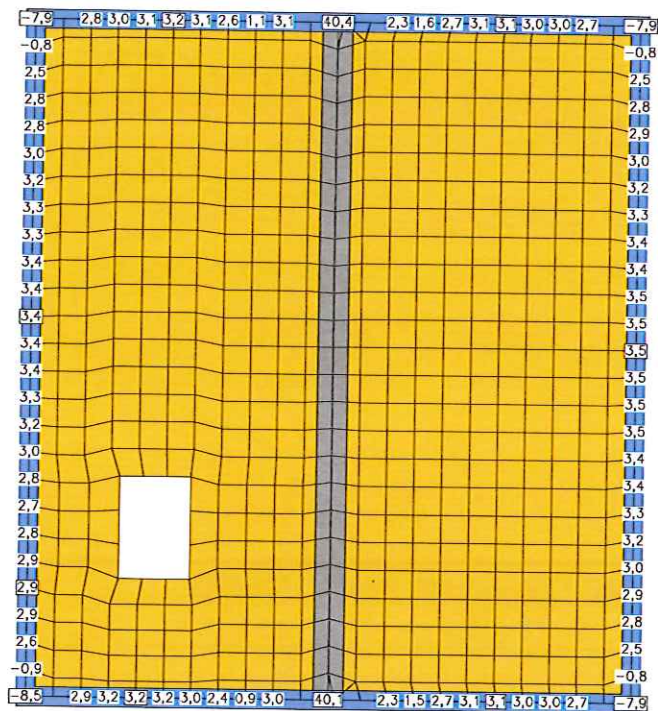
1.2. Model konstrukcyjny



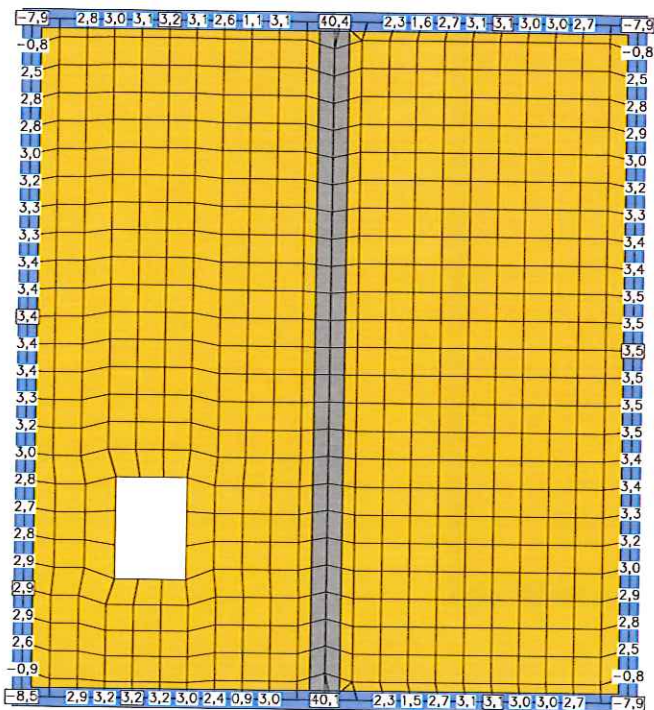
2. Analiza

2.1. Reakcje R

Wartości maksymalne [kN] - (obc. obliczeniowe) Skala rys. 1:100



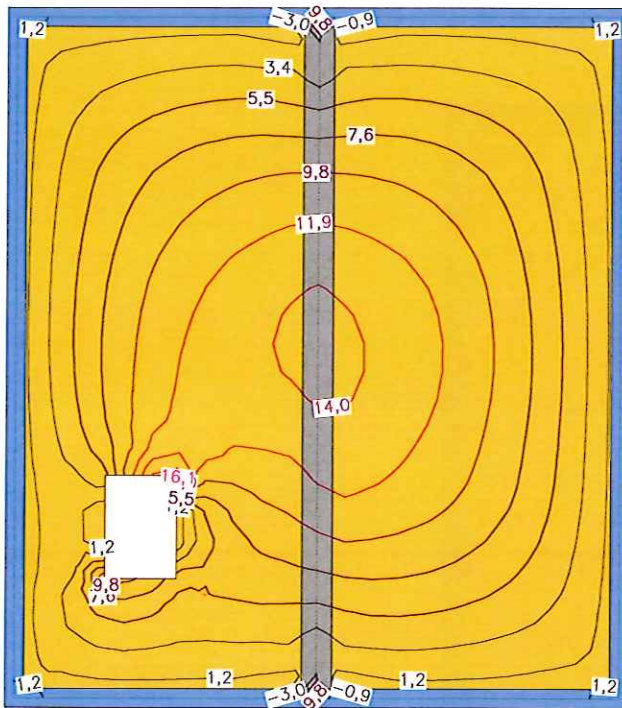
Wartości minimalne [kN] - (obc. obliczeniowe) Skala rys. 1:100



3. Analiza stanu granicznego użytkowności (wg PN-B-03264:2002)

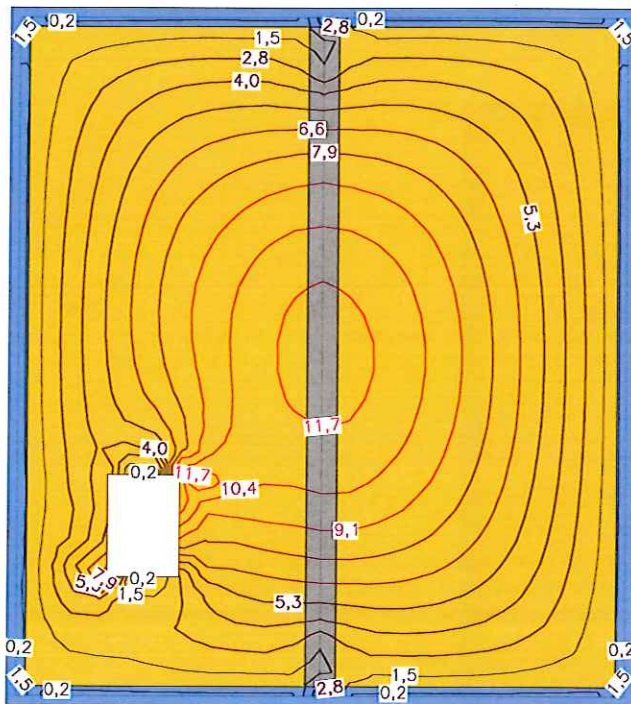
3.1. Płyty - SGU - momenty zginające M_x

[kNm/m] - (obc. charakterystyczne, długotrwałe, dla grup obc.: c.własny, A, B, C) Skala rys. 1:100



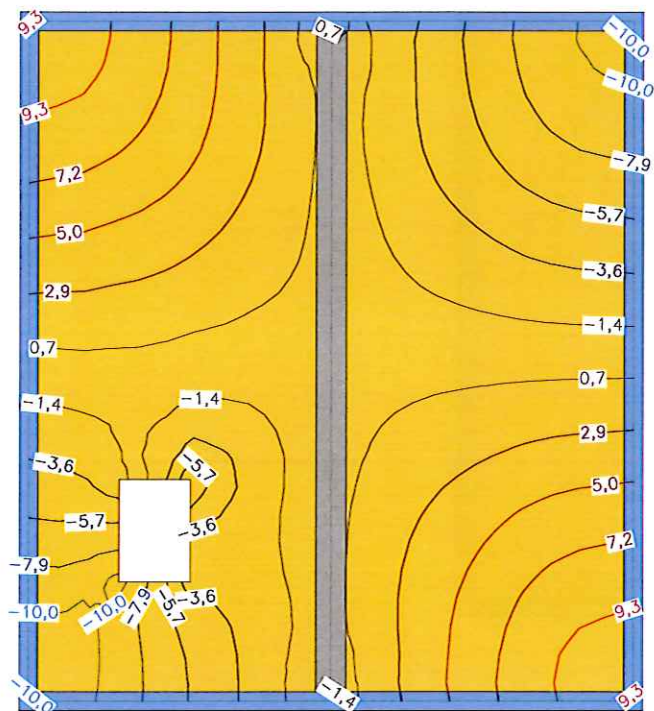
3.2. Płyty - SGU - momenty zginające M_y

[kNm/m] - (obc. charakterystyczne, długotrwałe, dla grup obc.: c.własny, A, B, C) Skala rys. 1:100



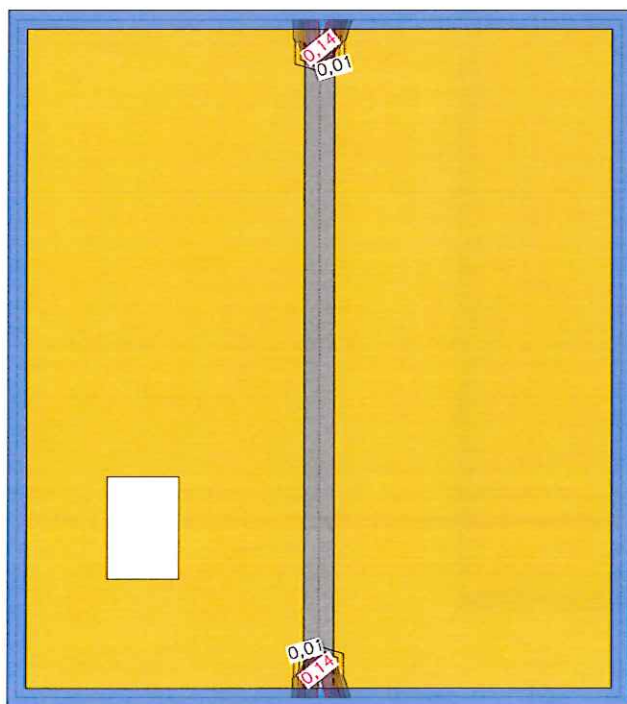
3.3. Płyty - SGU - momenty skręcające M_{xy}

[kNm/m] - (obc. charakterystyczne, długotrwałe, dla grup obc.: c.własny, A, B, C) Skala rys. 1:100



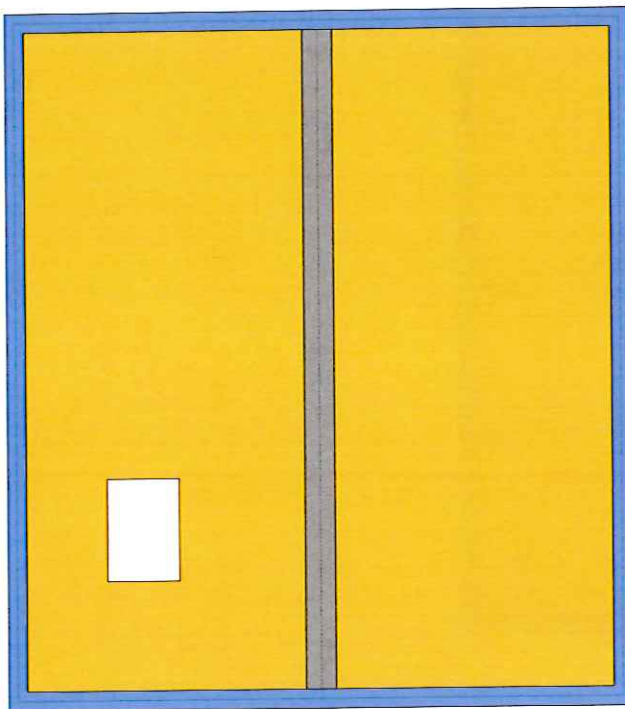
3.4. Płyty - SGU - rozwartości rys na pow. dolnej

[mm] - (obc. charakterystyczne, długotrwałe, dla grup obc.: c.własny, A, B, C) Skala rys. 1:100



3.5. Płyty - SGU - rozwartości rys na pow. górnej

[mm] - (obc. charakterystyczne, długotrwałe, dla grup obc.: c.własny, A, B, C) Skala rys. 1:100



3.6. Przemieszczenia, siły wewnętrzne i rozwartości rys w żebrach

(obc. charakterystyczne, długotrwałe, dla grup obc.: c.własny, A, B, C)

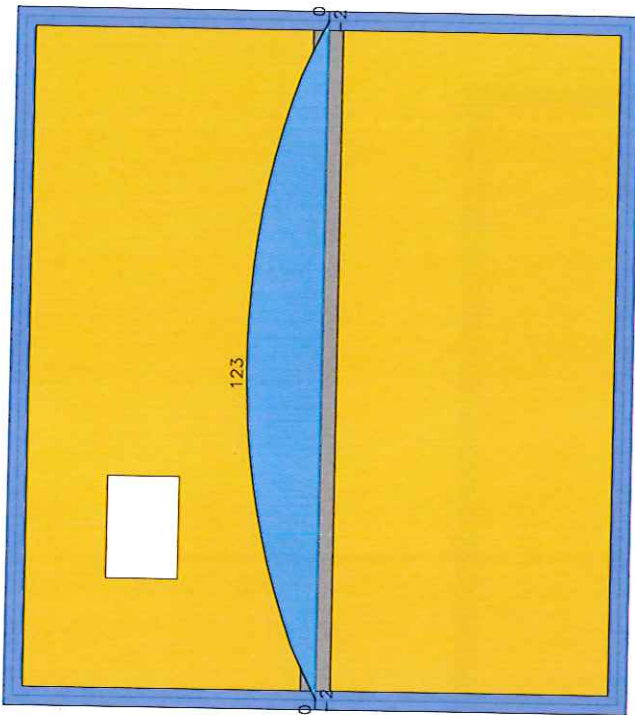
Żebro 1

| s [m] | s/L | X [m] | Y [m] | w [mm] | M [kNm] | Q [kN] | M _s [kNm] | rd [mm] | rg [mm] |
|-------|------|-------|-------|--------|---------|--------|----------------------|---------|---------|
| 0,00 | 0,00 | 3,90 | 8,95 | -0,9* | 0* | -0,1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 0,13 | 0,01 | 3,90 | 8,82 | 0,1 | 0 | -0,5 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 0,13 | 0,01 | 3,90 | 8,82 | 0,1 | -2 | 64,3 | 1,53 | 0,00 | 0,00 |
| 0,92 | 0,10 | 3,90 | 8,03 | 6,0 | 46 | 48,2 | 1,18 | 0,10 | 0,00 |
| 1,56 | 0,17 | 3,90 | 7,39 | 10,6 | 71 | 35,9 | 1,06* | 0,20 | 0,00 |
| 1,84 | 0,20 | 3,90 | 7,11 | 12,4 | 81 | 31,9 | 1,06 | 0,23 | 0,00 |
| 2,76 | 0,30 | 3,90 | 6,19 | 17,4 | 105 | 20,4 | 1,14 | 0,32 | 0,00 |
| 3,68 | 0,40 | 3,90 | 5,27 | 20,6 | 118 | 9,7 | 1,28 | 0,37 | 0,00 |
| 4,06 | 0,44 | 3,90 | 4,89 | 21,4 | 121 | 5,8 | 1,32* | 0,38 | 0,00 |
| 4,60 | 0,50 | 3,90 | 4,35 | 21,7 | 123 | 0,5 | 1,28 | 0,38 | 0,00 |
| 4,78 | 0,52 | 3,90 | 4,17 | 21,7* | 123* | -1,3 | 1,25 | 0,38 | 0,00 |
| 5,52 | 0,60 | 3,90 | 3,43 | 20,6 | 119 | -9,4 | 0,71 | 0,37 | 0,00 |
| 6,44 | 0,70 | 3,90 | 2,51 | 17,4 | 105 | -20,8 | -0,68 | 0,32 | 0,00 |
| 7,36 | 0,80 | 3,90 | 1,59 | 12,4 | 81 | -32,5 | -1,67 | 0,23 | 0,00 |
| 8,28 | 0,90 | 3,90 | 0,67 | 6,0 | 45 | -48,1 | -1,77 | 0,10 | 0,00 |
| 8,72 | 0,95 | 3,90 | 0,23 | 2,8 | 21 | -60,5 | -1,78* | 0,00 | 0,00 |
| 9,07 | 0,99 | 3,90 | -0,13 | 0,1 | -2 | -64,0 | -1,76 | 0,00 | 0,00 |
| 9,07 | 0,99 | 3,90 | -0,13 | 0,1 | 0 | 0,5 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 9,20 | 1,00 | 3,90 | -0,25 | -0,9* | 0* | 0,1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

(Uwaga: znakiem * oznaczono wartości ekstremalne)

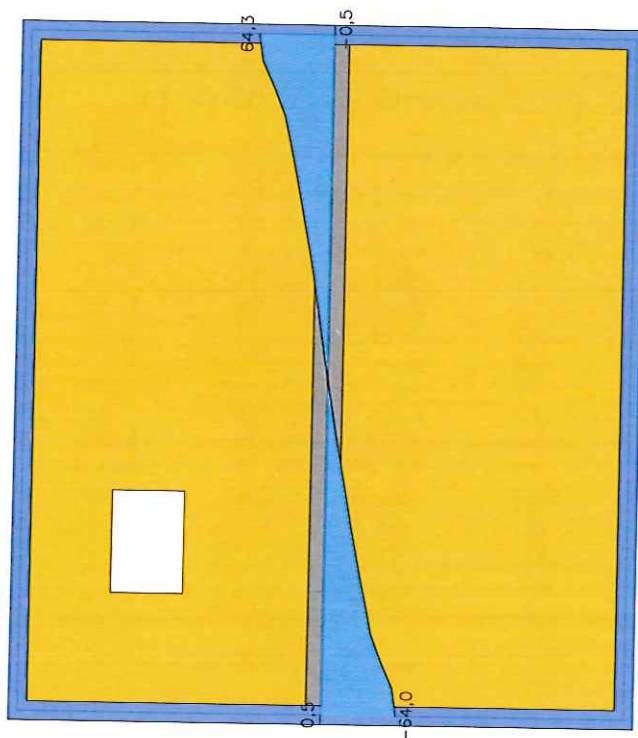
3.7. Żebra - SGU - momenty zginające M

[kNm] - (obc. charakterystyczne, długotrwałe, dla grup obc.: c.własny, A, B, C) Skala rys. 1:100



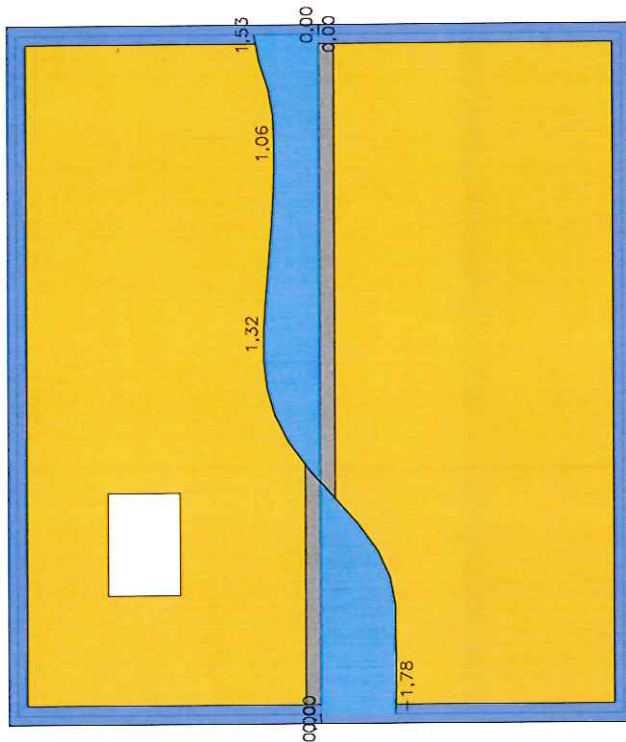
3.8. Żebra - SGU - siły tnące Q

[kN] - (obc. charakterystyczne, długotrwałe, dla grup obc.: c.własny, A, B, C) Skala rys. 1:100



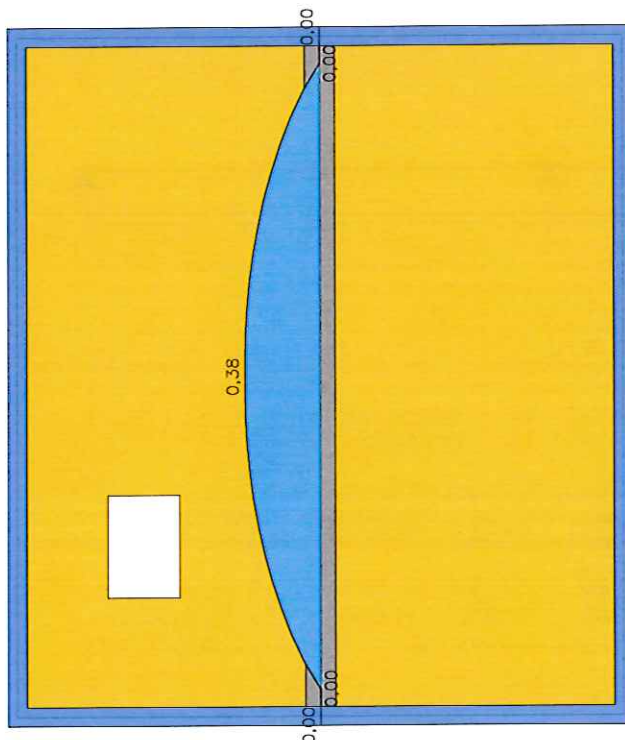
3.9. Żebra - SGU - momenty skręcające M_s

[kNm] - (obc. charakterystyczne, długotrwałe, dla grup obc.: c.własny, A, B, C) Skala rys. 1:100



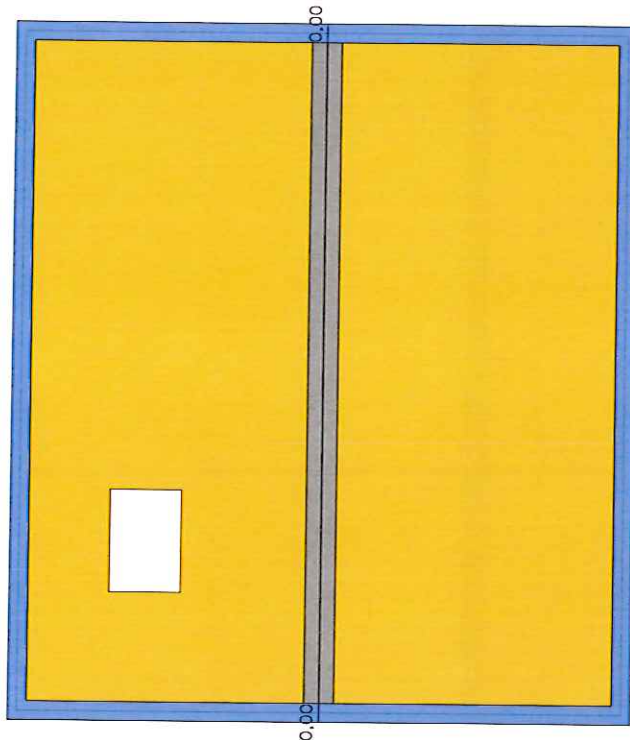
3.10. Żebra - SGU - rozwarłości rys na pow. dolnej

[mm] - (obc. charakterystyczne, długotrwałe, dla grup obc.: c.własny, A, B, C) Skala rys. 1:100

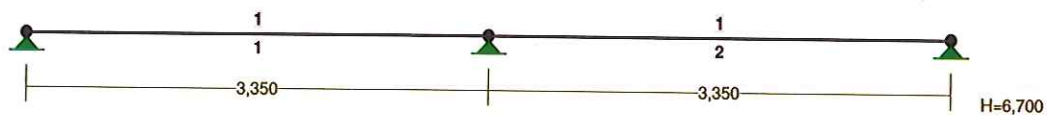


3.11. Żebra - SGU - rozwartości rys na pow. górnej

[mm] - (obc. charakterystyczne, długotrwałe, dla grup obc.: c.własny, A, B, C) Skala rys. 1:100



Poz. 3 Nadproże żelbetowe na otworami w ścianie na parterze budynku



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 | 00 | 1 | 2 | 3,350 | 0,000 | 3,350 | 1,000 | 1 B 35,0x25,0 |
| 2 | 00 | 2 | 3 | 3,350 | 0,000 | 3,350 | 1,000 | 1 B 35,0x25,0 |

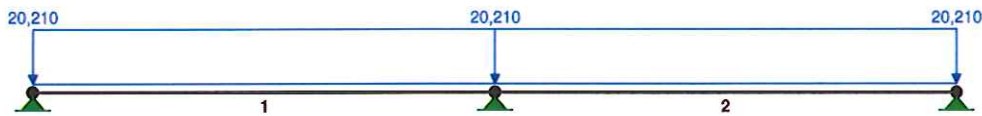
WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

| Nr. | A [cm ²] | I _x [cm ⁴] | I _y [cm ⁴] | W _g [cm ³] | W _d [cm ³] | h [cm] | Materiał: |
|-----|----------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|--------|-----------|
| 1 | 875,0 | 89323 | 45573 | 5104 | 5104 | 35,0 | 19 B25 |

STAŁE MATERIAŁOWE:

| Materiał: | Moduł E: [kN/mm ²] | Napręż.gr.: [N/mm ²] | AlfaT: [1/K] |
|-----------|-----------------------------------|-------------------------------------|-----------------|
| 19 B25 | 30 | 13,300 | 1,00E-05 |

OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

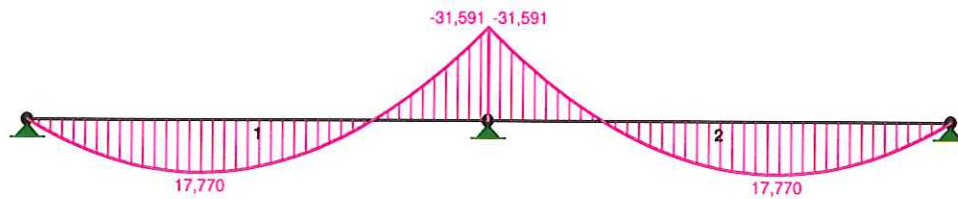
| Pręt: | Rodzaj: | Kąt: | P1 (Tg): | P2 (Td): | a [m]: | b [m]: |
|--------|-----------|------|----------|----------|-----------------------|--------|
| Grupa: | A "" | | | Zmienne | γ _f = 1,00 | |
| 1 | Liniowe-Y | 0,0 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 3,35 |
| 1 | Liniowe-Y | 0,0 | 20,210 | 20,210 | 0,00 | 3,35 |
| 2 | Liniowe-Y | 0,0 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 3,35 |
| 2 | Liniowe-Y | 0,0 | 20,210 | 20,210 | 0,00 | 3,35 |

W Y N I K I
Teoria I-go rzędu

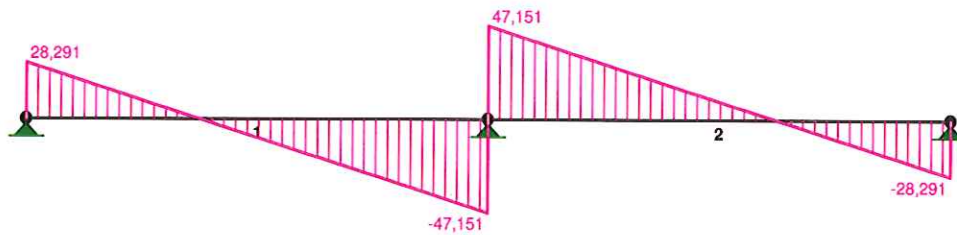
OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

| 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 | 28,291 | 0,000 |
| | 0,38 | 1,256 | 17,770* | -0,000 | 0,000 |
| | 1,00 | 3,350 | -31,591 | -47,151 | 0,000 |
| 2 | 0,00 | 0,000 | -31,591 | 47,151 | 0,000 |
| | 0,63 | 2,094 | 17,770* | -0,000 | 0,000 |
| | 1,00 | 3,350 | 0,000 | -28,291 | 0,000 |

* = Wartości ekstremalne

* = 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 | 28,291 | 28,291 | |
| 2 | 0,000 | 94,302 | 94,302 | |
| 3 | 0,000 | 28,291 | 28,291 | |

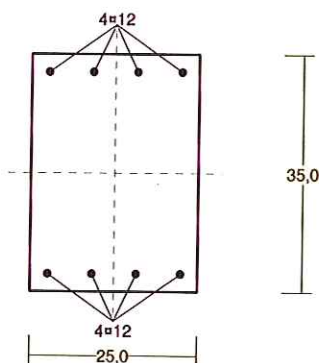
DEFORMACJE: T.I rzędu
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+A

| Pręt: | Wa [m]: | Wb [m]: | F _{Ia} [deg]: | F _{Ib} [deg]: | f [m]: | L/f: |
|-------|---------|---------|------------------------|------------------------|--------|--------|
| 1 | -0,0000 | -0,0000 | -0,038 | 0,000 | 0,0006 | 5853,3 |
| 2 | -0,0000 | -0,0000 | -0,000 | 0,038 | 0,0006 | 5853,3 |

Wymiarowanie

Cechy przekroju:

zadanie Nadproże, pręt nr 1, przekrój: $x_a=1,29$ m, $x_b=2,06$ m



Wymiary przekroju [cm]:

$$h=35,0, b=25,0,$$

Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej

BETON: B25

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

Cechy geometryczne przekroju betonowego:

$$A_c=875 \text{ cm}^2, J_{cx}=89323 \text{ cm}^4, J_{cy}=45573 \text{ cm}^4$$

STAL: A-IIIN (20G2VY-b)

$$f_{yk}=490 \text{ MPa}, \gamma_s=1,15, f_{yd}=420 \text{ MPa}$$

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

Zbrojenie główne:

$$A_{s1}+A_{s2}=9,05 \text{ cm}^2, \rho=100 (A_{s1}+A_{s2})/A_c=100 \times 9,05/875=1,03 \%$$

$$J_{sx}=2009 \text{ cm}^4, J_{sy}=493 \text{ cm}^4,$$

Sily przekrojowe:

zadanie: Nadproże, pręt nr 1, przekrój: $x_a=1,29$ m, $x_b=2,06$ m

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: A

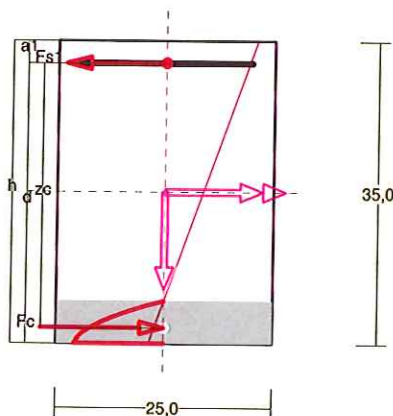
$$\text{Momenty zginające: } M_x = -17,647 \text{ kNm}, \quad M_y = 0,000 \text{ kNm},$$

$$\text{Siły poprzeczne: } V_y = -2,358 \text{ kN}, \quad V_x = 0,000 \text{ kN},$$

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

Zbrojenie wymagane:

(zadanie Nadproże, pręt nr 1, przekrój: $x_a=3,35$ m, $x_b=0,00$ m)



Wielkości obliczeniowe:

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

$$M_{sd}=\sqrt{(M_{sdx}^2 + M_{sdy}^2)} = \sqrt{(31,591^2 + 0,000^2)} = 31,591 \text{ kNm}$$

$$f_{cd}=13,3 \text{ MPa}, f_{yd}=420 \text{ MPa} = f_{td},$$

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

$$A_{s1}=2,46 \text{ cm}^2 \Rightarrow (3\phi 12 = 3,39 \text{ cm}^2),$$

Dodatkowe zbrojenie ściskane nie jest obliczeniowo wymagane.

$$A_s=A_{s1}+A_{s2}=2,46 \text{ cm}^2, \rho=100 \times A_s/A_c=100 \times 2,46/875=0,28 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h=35,0, d=32,4, x=4,9 (\xi=0,152),$$

$$a_1=2,6, a_c=1,8, z_c=30,6, A_{cc}=123 \text{ cm}^2,$$

$$\epsilon_c = -1,80 \text{ ‰}, \epsilon_{s1} = 10,00 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -103,312, F_{s1} = 103,312,$$

$$M_c = 16,198, M_{s1} = 15,393,$$

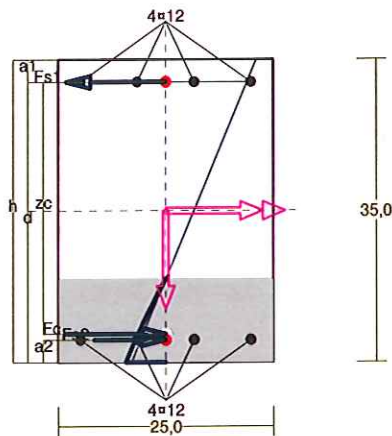
Warunki równowagi wewnętrznej:

$$F_c + F_{s1} = -103,312 + (103,312) = -0,001 \text{ kN} \quad (N_{sd} = 0,000 \text{ kN})$$

$$M_c + M_{s1} = 16,198 + (15,393) = 31,591 \text{ kNm} \quad (M_{sd} = 31,591 \text{ kNm})$$

Nośność przekroju prostokątnego:

zadanie Nadproże, pręt nr 1, przekrój: $x_a = 3,35 \text{ m}, x_b = 0,00 \text{ m}$



Wielkości obliczeniowe:

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

$$M_{sd} = \sqrt{(M_{sd_x}^2 + M_{sd_y}^2)} = \sqrt{(31,591^2 + 0,000^2)} = 31,591 \text{ kNm}$$

$$f_{cd} = 13,3 \text{ MPa}, f_{yd} = 420 \text{ MPa} = f_{td},$$

Zbrojenie rozciągane: $A_{s1} = 4,52 \text{ cm}^2$,
Zbrojenie ściskane: $A_{s2} = 4,52 \text{ cm}^2$,
 $A_s = A_{s1} + A_{s2} = 9,05 \text{ cm}^2$, $\rho = 100 \times A_s / A_c =$
 $100 \times 9,05 / 875 = 1,03 \%$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h = 35,0, d = 32,4, x = 9,7 \quad (\xi = 0,298),$$

$$a_1 = 2,6, a_2 = 2,6, a_c = 3,3, z_c = 29,1, A_{cc} = 241 \text{ cm}^2,$$

$$\epsilon_c = -0,51 \text{ ‰}, \epsilon_{s2} = -0,37 \text{ ‰}, \epsilon_{s1} = 1,19 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -74,315, F_{s1} = 107,739, F_{s2} = -33,423,$$

$$M_c = 10,558, M_{s1} = 16,053, M_{s2} = 4,980,$$

Warunek stanu granicznego nośności:

$$M_{Rd} = 57,400 \text{ kNm} > M_{sd} = M_c + M_{s1} + M_{s2} = 10,558 + (16,053) + (4,980) = 31,591 \text{ kNm}$$

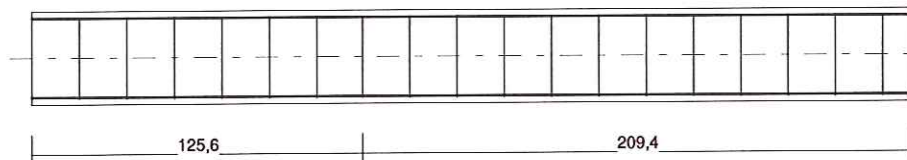
Zbrojenie poprzeczne (strzemiona)

zadanie Nadproże, pręt nr 1

Na całej długości pręta przyjęto strzemiona o średnicy $\phi = 6 \text{ mm}$ ze stali A-0, dla której $f_{ywd} = 190 \text{ MPa}$.

Minimalny stopień zbrojenia na ścinanie:

$$\rho_{w,min} = 0,08 \sqrt{f_{ck}} / f_{yk} = 0,08 \times \sqrt{20} / 490 = 0,00073$$



Rozstaw strzemiion:

Strefa nr 1

Początek i koniec strefy: $x_a = 0,0 \quad x_b = 125,6 \text{ cm}$

Maksymalny rozstaw strzemiion – wymagania dla belek:

$$s_{max} = 0,75 d = 0,75 \times 324 = 243 \quad s_{max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto $s_{max} = 243 \text{ mm}$.

Ze względu na pręty ściskane $s_{\max} = 15 \phi = 15 \times 12,0 = 180,0$ mm.

Maksymalny rozstawy strzemion – wymagania dla słupów:

$$s_{\max} = \min\{h; b\} = \min\{250,0; 350,0\} = 250,0 \quad s_{\max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto $s_{\max} = 250,0$ mm.

Ze względu na zbrojenie $s_{\max} = 15 \phi = 15 \times 12,0 = 180,0$ mm.

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

$$\rho_w = A_{sw} / (s b_w \sin \alpha) = 0,57 / (18,0 \times 25,0 \times 1,000) = 0,00126$$

$$\rho_w = 0,00126 > 0,00073 = \rho_{w \min}$$

Strefa nr 2

Początek i koniec strefy: $x_a = 125,6$ $x_b = 335,0$ cm

Maksymalny rozstawy strzemion – wymagania dla belek:

$$s_{\max} = 0,75 d = 0,75 \times 324 = 243 \quad s_{\max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto $s_{\max} = 243$ mm.

Ze względu na pręty ściskane $s_{\max} = 15 \phi = 15 \times 12,0 = 180,0$ mm.

Maksymalny rozstawy strzemion – wymagania dla słupów:

$$s_{\max} = \min\{h; b\} = \min\{250,0; 350,0\} = 250,0 \quad s_{\max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto $s_{\max} = 250,0$ mm.

Ze względu na zbrojenie $s_{\max} = 15 \phi = 15 \times 12,0 = 180,0$ mm.

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

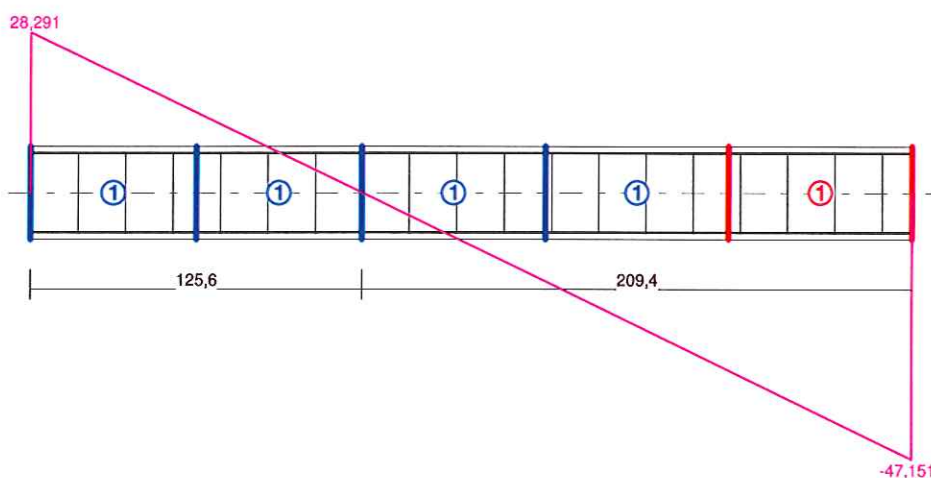
$$\rho_w = A_{sw} / (s b_w \sin \alpha) = 0,57 / (18,0 \times 25,0 \times 1,000) = 0,00126$$

$$\rho_w = 0,00126 > 0,00073 = \rho_{w \min}$$

Ścinanie

zadanie Nadproże, pręt nr 1.

Przyjęto podparcie lub obciążenie pośrednie.



Odcinek nr 5

Początek i koniec odcinka: $x_a = 265,2$ $x_b = 335,0$ cm

Siły przekrojowe: $N_{sd} = 0,000$;

$$V_{Sd \max} = -47,151 \text{ kN}$$

Rodzaj odcinka:

$$\rho_L = \frac{A_{sL}}{b_w d} = \frac{4,52}{25,0 \times 32,4} = 0,00559; \quad \rho_L \leq 0,01$$

Przyjęto $\rho_L = 0,00559$.

$$\sigma_{cp} = N_{Sd} / A_C = -0,000 / 935,32 \times 10 = -0,00 \text{ MPa} \quad \sigma_{cp} \leq 0,2 f_{cd}$$

Przyjęto $\sigma_{cp} = -0,00 \text{ MPa}$.

$$\begin{aligned} V_{Rd1} &= [0,35 k f_{ctd} (1,2 + 40 \rho_L) + 0,15 \sigma_{cp}] b_w d = \\ &= [0,35 \times 1,28 \times 1,00 \times (1,2 + 40 \times 0,00559) + 0,15 \times -0,00] \times 25,0 \times 32,4 \times 10^{-1} = 51,652 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$V_{Sd} = 47,151 < 51,652 = V_{Rd1}$$

Nośność odcinka I-go rodzaju:

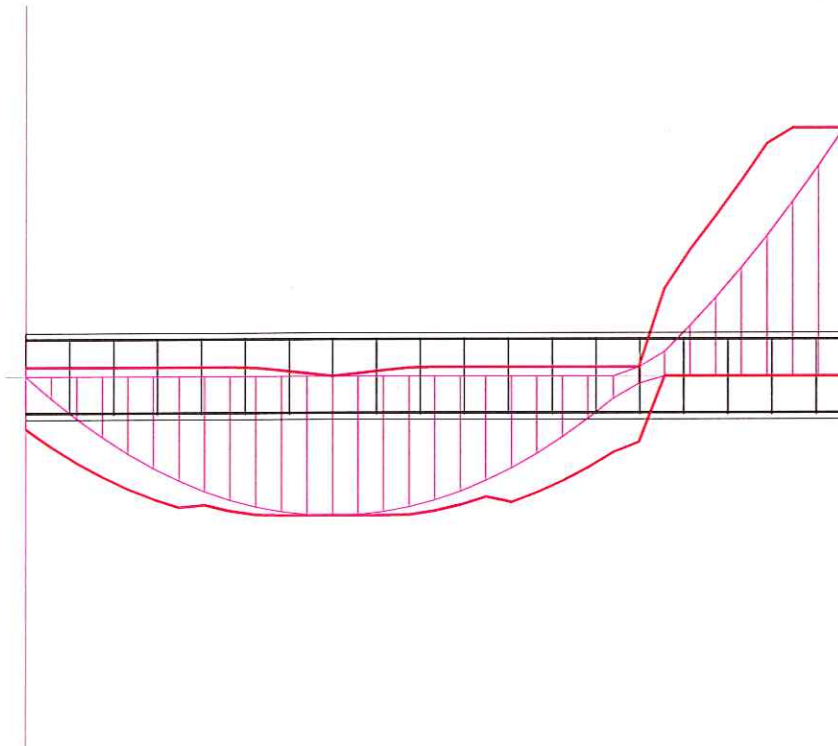
$$V_{Sd} = 47,151 < 51,652 = V_{Rd1}$$

$$v = 0,6 (1 - f_{ck} / 250) = 0,6 \times (1 - 20 / 250) = 0,552$$

$$V_{Rd2} = 0,5 v f_{cd} b_w z = 0,5 \times 0,552 \times 13,3 \times 25,0 \times 29,1 \times 10^{-1} = 267,118 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 47,151 < 267,118 = V_{Rd2}$$

Nośność zbrojenia podłużnego



Sprawdzenie siły przenoszonej przez zbrojenie rozciągane dla $x = 3,141$ m:

$$\Delta F_{td} = 0,5 |V_{Sd}| (\cot\theta - V_{Rd32} / V_{Rd3} \cot\alpha) = 0,5 \times 42,436 \times (2,000) = 42,436 \text{ kN}$$

Sumaryczna siła w zbrojeniu rozciągającym:

$$F_{td} = F_{td,m} + \Delta F_{td} = 75,669 + 42,436 = 118,105 \text{ kN};$$

$$F_{td} \leq F_{td,max} = 107,739 \text{ kN}$$

Przyjęto $F_{td} = 107,739$ kN

$$F_{td} = 107,739 < 190,004 = 4,52 \times 420 \times 10^{-1} = A_s f_{yd}$$

Zarysowanie

zadanie Nadproże, pręt nr 1,

Położenie przekroju:

$$x = 3,350 \text{ m}$$

Siły przekrojowe od obc. długotrwałych:

$$M_{Sd} = -31,297 \text{ kNm}$$

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

$$V_{Sd} = -46,712 \text{ kN}$$

Wymiary przekroju:

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

$$d = h - a_1 = 35,0 - 2,6 = 32,4 \text{ cm}$$

$$A_c = 875 \text{ cm}^2$$

$$W_c = 5104 \text{ cm}^3$$

Minimalne zbrojenie:

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

$$\begin{aligned} A_s &= k_c k f_{ct,eff} A_{ct} / \sigma_{s,lim} = \\ &= 0,4 \times 1,0 \times 2,2 \times 438 / 280 = 1,38 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$A_{s1} = 4,52 > 1,38 = A_s$$

Zarysowanie:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 2,2 \times 5104 \times 10^{-3} = 11,229 \text{ kNm}$$

$$M_{Sd} = 31,297 > 11,229 = M_{cr}$$

Przekrój zarysowany.

Szerokość rozwarcia rysy prostopadłej do osi pręta:

Przyjęto $k_2 = 0,5$.

$$\rho_r = A_s / A_{ct,eff} = 4,52 / 162 = 0,02784$$

$$s_{rm} = 50 + 0,25 k_1 k_2 \phi / \rho_r = 50 + 0,25 \times 0,8 \times 0,5 \times 12 / 0,02784 = 93,10$$

$$\epsilon_{sm} = \sigma_s / E_s [1 - \beta_1 \beta_2 (\sigma_{sr} / \sigma_s)^2] =$$

$$= 236,39 / 200000 \times [1 - 1,0 \times 0,5 \times (11,229 / 31,297)^2] = 0,00111$$

$$w_k = \beta s_{rm} \epsilon_{sm} = 1,7 \times 93,10 \times 0,00111 = 0,18 \text{ mm}$$

$$w_k = 0,18 < 0,3 = w_{lim}$$

Szerokość rozwarcia rysy ukośnej:

Rysy ukośne nie występują.

Ugięcia

zadanie Nadproże, 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:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 2,2 \times 5104 \times 10^{-3} = 11,229 \text{ kNm}$$

Całkowity moment zginający $M_{Sd} = -31,297 \text{ kN}$ powoduje zarysowanie przekroju.

Sztywność dla długotrwałego działania obciążeń długotrwałych:

Sztywność na zginanie wyznaczona dla momentu $M_{Sd} = -31,297 \text{ kNm}$.

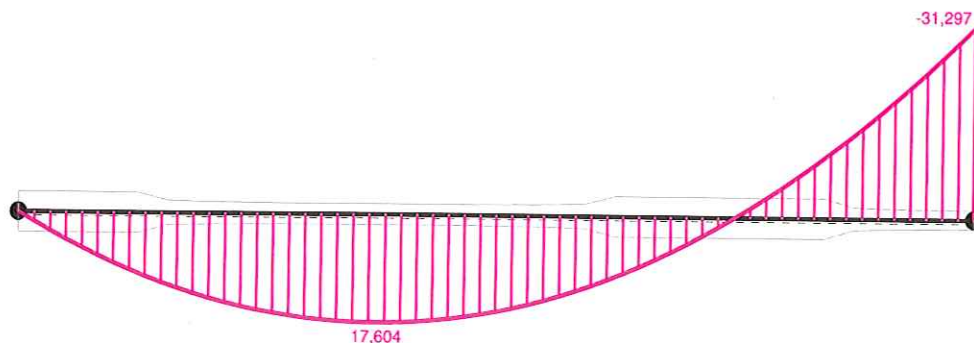
Wielkości geometryczne przekroju:

$$x_I = 17,5 \text{ cm} \quad I_I = 129497 \text{ cm}^4$$

$$x_{II} = 10,2 \text{ cm} \quad I_{II} = 58660 \text{ cm}^4$$

$$B = \frac{E_{c,eff} I_{II}}{1 - \beta_1 \beta_2 (M_{cr} / M_{Sd})^2 (1 - I_{II} / I_I)} =$$

$$= \frac{10000 \times 58660}{1 - 1,0 \times 0,5 \times (11,229 / 31,297)^2 \times (1 - 58660 / 129497)} \times 10^{-5} = 6080 \text{ kNm}^2$$



Wykres sztywności i momentów dla obciążeń długotrwałych.



Ugięcia.

Ugięcie w punkcie o współrzędnej $x = 1,361$ m, wyznaczone poprzez całkowanie funkcji krzywizny osi pręta ($1/\rho$) z uwzględnieniem zmiany sztywności wzdłuż osi elementu, wynosi:

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

$$a = 2,2 < 16,8 = a_{\text{lim}}$$

Poz. 4 Sprawdzenie wyporu zbiornika

Ciężar zbiornika:

$$\begin{aligned} 2 \times (4,25 + 8,95) \times 0,25 \times 25,0 &= 165,50 \text{ kN} \\ 2 \times (4,60 + 9,15) \times 0,35 \times 3,17 \times 25,0 &= 762,78 \text{ kN} \\ 5,35 \times 9,55 \times 0,40 \times 25,0 &= 510,92 \text{ kN} \\ \dots\dots\dots & \\ &= 1434,20 \text{ kN} \end{aligned}$$

Wypór zbiornika:

$$\begin{aligned} 4,95 \times 9,15 \times 2,02 &= 91,50 \text{ kN} \\ 5,35 \times 9,55 \times 0,40 \times 11,0 &= 215,39 \text{ kN} \\ \dots\dots\dots & \\ &= 306,89 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$n = \frac{1434,2}{306,89} = 4,67$$

