

OBLICZENIA STATYCZNE I WYMIAROWANIE

Obliczenia statyczne wykonano przy pomocy programu RM-WIN Biura Komputerowego Wspomagania Projektowania CadSIS w Opolu.

Do wymiarowania konstrukcji stalowych wykorzystano zintegrowany moduł wymiarowania konstrukcji stalowych RM-WIN wg PN-90/B-03200.

Do wymiarowania konstrukcji elementów żelbetowych wykorzystano zintegrowany moduł wymiarowania konstrukcji żelbetowych RM-WIN wg PN-B-03264, oraz program KONSTRUKTOR FIRMY INTERsoft. Do wymiarowania fundamentów wykorzystano program KONSTRUKTOR FIRMY INTERsoft.

0.1. Śnieg

Rodzaj: śnieg

Typ: zmienne

0.1.1. Dachy dwuspadowy -30

$$Q_k = 1,6 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,8 = 1,28 \text{ kN/m}^2.$$

$$Q_o = 1,92 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_f = 1,50.$$

0.2. Wiatr

Rodzaj: wiatr

0.2.1. Dach dwuspadowy-30 wariant II połac nawietrzna

$$Q_k = 0,25 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,00 \cdot (0,25 - 0,00) \cdot 1,8 = 0,11 \text{ kN/m}^2.$$

$$Q_o = 0,14 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_f = 1,30.$$

0.2.2. Dach dwuspadowy-30 wariant II połac zawietrzna

$$Q_k = 0,25 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,00 \cdot (-0,40 - 0,00) \cdot 1,8 = -0,18 \text{ kN/m}^2.$$

$$Q_o = -0,23 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_f = 1,30.$$

0.3. Obciążenia stałe

Rodzaj: ciężar

Typ: stałe

0.3.1. Dach nieocieplony

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

$$Q_{o1} = 0,43 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f1} = 1,17,$$

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

0.3.2. strop-nad parterem gr. 16cm

$$Q_k = 4,52 \text{ kN/m}^2.$$

$$Q_{o1} = 5,08 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f1} = 1,12,$$

$$Q_{o2} = 4,07 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f2} = 0,90.$$

0.3.3. ściana zew.24cm+15styropian

$$Q_k = 2,55 \text{ kN/m}^2.$$

$$Q_{o1} = 2,88 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f1} = 1,13,$$

$$Q_{o2} = 2,30 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f2} = 0,90.$$

0.4. Użytkowe

Rodzaj: użytkowe

Typ: zmienne

0.4.1. Użytkowe

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

$$Q_o = 2,80 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_f = 1,40, \quad \psi_d = 1,00.$$

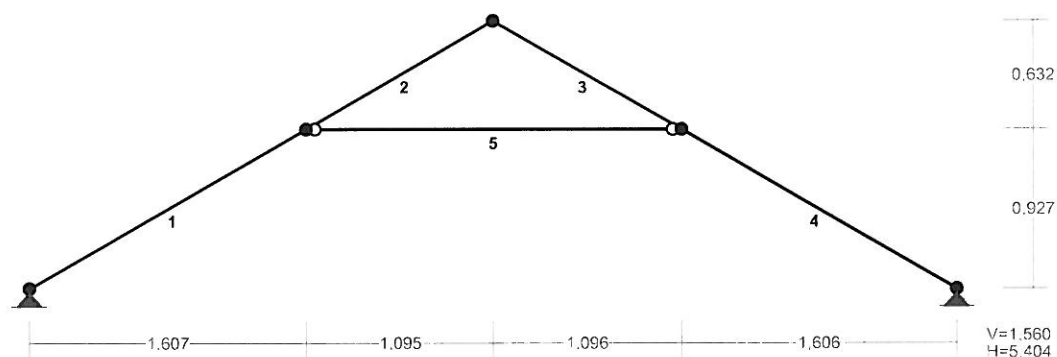
0.4.2. Ciężar ścianki działowej razem z wyprawą [kN/m²] do 2,5

$$Q_k = 1,25 \text{ kN/m}^2 = 1,25 \text{ kN/m}^2.$$

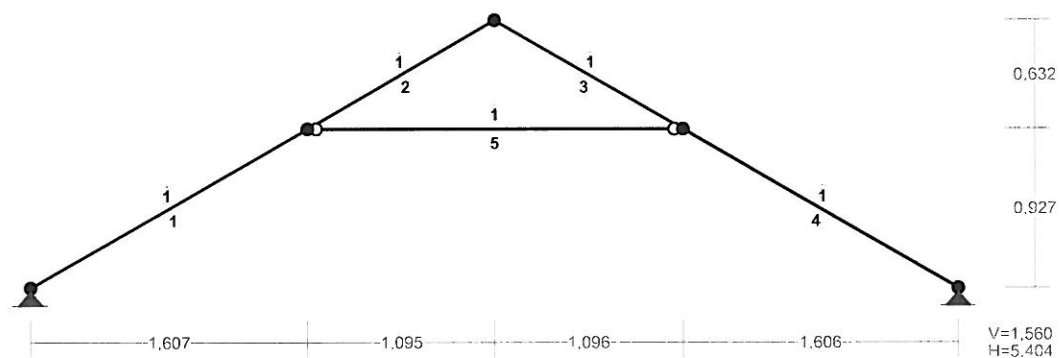
$$Q_o = 1,75 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_f = 1,40, \quad \psi_d = 1,00.$$

NAZWA: DACH

PRĘTY:



PRZEKROJE PRĘTÓW:



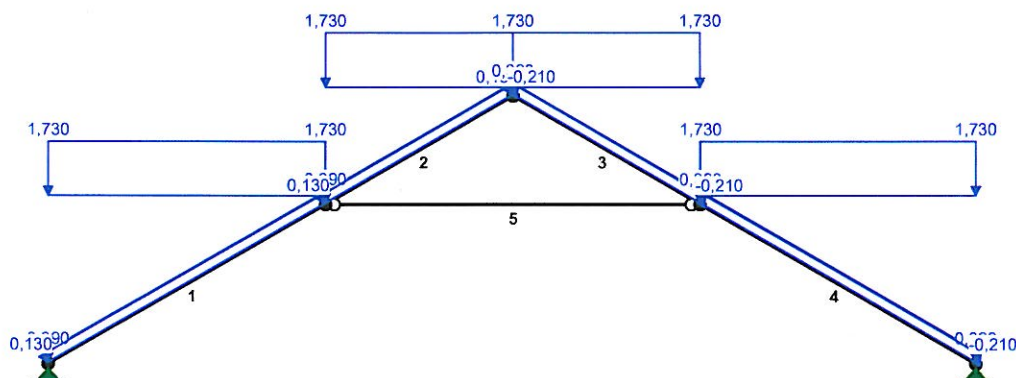
WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr.	A[cm ²]	I _x [cm ⁴]	I _y [cm ⁴]	W _g [cm ³]	W _d [cm ³]	h[cm]	Materiał:
1	98,0	1601	400	229	229	14,0	95 Drewno C27

STAŁE MATERIAŁOWE:

Materiał:	Moduł E: [N/mm ²]	Napręż.gr.: [N/mm ²]	AlfaT: [1/K]
95 Drewno C27	12	27,000	5,00E-06

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	0,0	0,390	0,390	0,00	1,86
1	Liniowe	0,0	0,390	0,390	1,85	1,86
2	Liniowe	0,0	0,390	0,390	0,00	1,26
3	Liniowe	0,0	0,390	0,390	0,00	1,27
4	Liniowe	0,0	0,390	0,390	0,00	0,00
4	Liniowe	0,0	0,390	0,390	0,01	1,85
Grupa: S ""						
				Zmienne	γ _f = 1,00	
1	Liniowe-Y	0,0	1,730	1,730	0,00	1,86
1	Liniowe-Y	0,0	1,730	1,730	1,85	1,86
2	Liniowe-Y	0,0	1,730	1,730	0,00	1,26
3	Liniowe-Y	0,0	1,730	1,730	0,00	1,27
4	Liniowe-Y	0,0	1,730	1,730	0,00	0,00
4	Liniowe-Y	0,0	1,730	1,730	0,01	1,85

Grupa:	W	""		Zmienne	$\gamma_f = 1,00$	
1	Liniowe	30,0	0,130	0,130	0,00	1,86
1	Liniowe	30,0	0,130	0,130	1,85	1,86
2	Liniowe	30,0	0,130	0,130	0,00	1,26
3	Liniowe	-30,0	-0,210	-0,210	0,00	1,27
4	Liniowe	-30,0	-0,210	-0,210	0,00	0,00
4	Liniowe	-30,0	-0,210	-0,210	0,01	1,85

=====

W Y N I K I

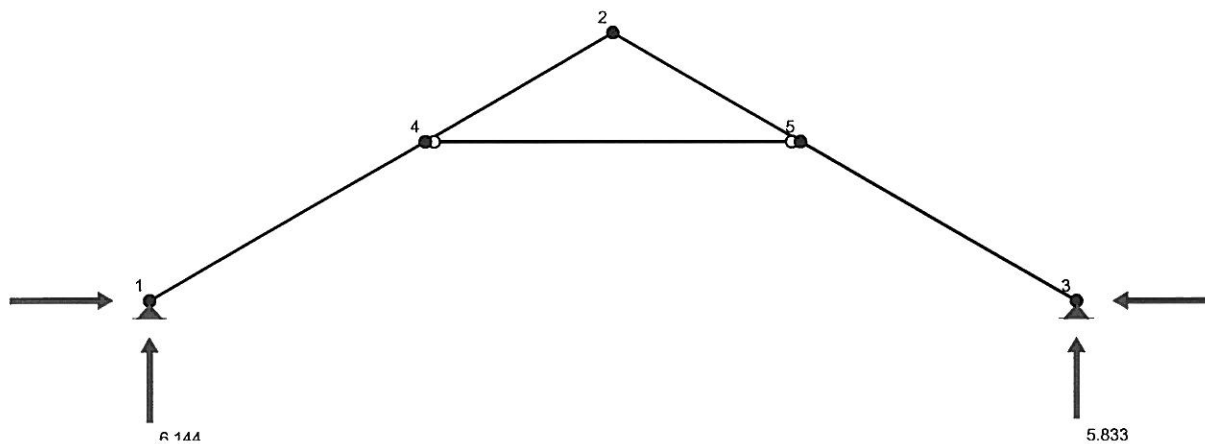
Teoria I-go rzędu

=====

OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

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

REAKCJE PODPOROWE:



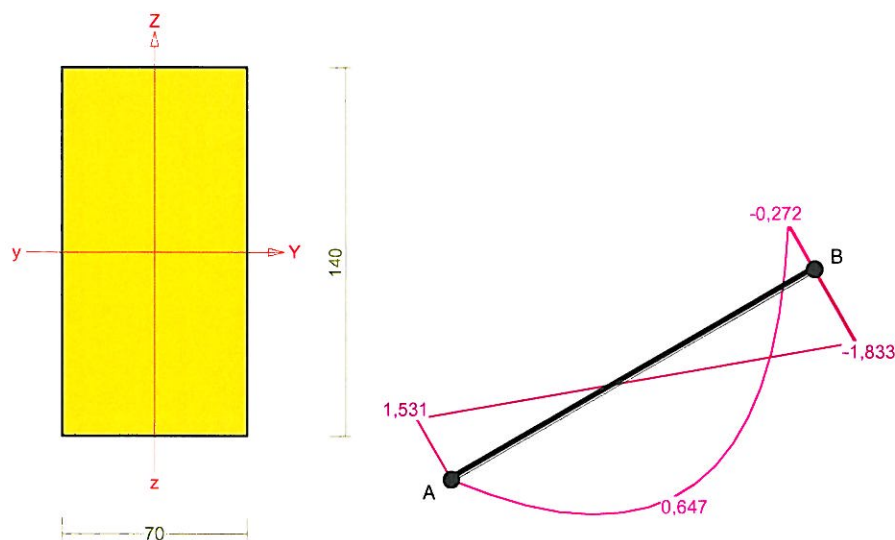
REAKCJE PODPOROWE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+ASW

Węzeł:	H [kN]:	V [kN]:	Wypadkowa [kN]:	M [kNm]:
1	7,588	6,144	9,763	
3	-8,118	5,833	9,996	

Pręt nr 1

KROWKIEW 7x14cm



Sprawdzenie nośności pręta nr 1

Nośność na ściskanie:

Wyniki dla $x_a=0,93$ m; $x_b=0,93$ m, przy obciążeniach „ASW”.

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 8,745 / 98,00 \times 10 = \mathbf{0,892} < \mathbf{3,66} = 0,361 \times 10,15 = k_c f_{c,0,d}$$

Ściskanie ze zginaniem dla $x_a=0,93$ m; $x_b=0,93$ m, przy obciążeniach „ASW”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,892}{0,946 \times 10,15} + 0,7 \times \frac{0,000}{12,46} + \frac{2,808}{12,46} = \mathbf{0,318} < \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,892}{0,361 \times 10,15} + \frac{0,000}{12,46} + 0,7 \times \frac{2,808}{12,46} = \mathbf{0,401} < \mathbf{1}$$

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=0,93$ m; $x_b=0,93$ m, przy obciążeniach „ASW”.

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 0,642 / 228,67 \times 10^3 = \mathbf{2,808} < \mathbf{12,462} = 1,000 \times 12,46 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla $x_a=0,93$ m; $x_b=0,93$ m, przy obciążeniach „ASW”:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{2,808}{12,46} + 0,7 \times \frac{0,000}{12,46} = \mathbf{0,225} < \mathbf{1}$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{2,808}{12,46} + \frac{0,000}{12,46} = \mathbf{0,158} < \mathbf{1}$$

Nośność ze ściskaniem dla $x_a=0,93$ m; $x_b=0,93$ m, przy obciążeniach „ASW”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,892^2}{10,15^2} + \frac{2,808}{12,46} + 0,7 \times \frac{0,000}{12,46} = \mathbf{0,233} < \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,892^2}{10,15^2} + 0,7 \times \frac{2,808}{12,46} + \frac{0,000}{12,46} = \mathbf{0,165} < \mathbf{1}$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=0,93$ m; $x_b=0,93$ m, przy obciążeniach „ASW”.

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,022^2 + 0,000^2} = 0,022 < 1,292 = 1,000 \times 1,29 = k_{\tau} f_{\tau}$$

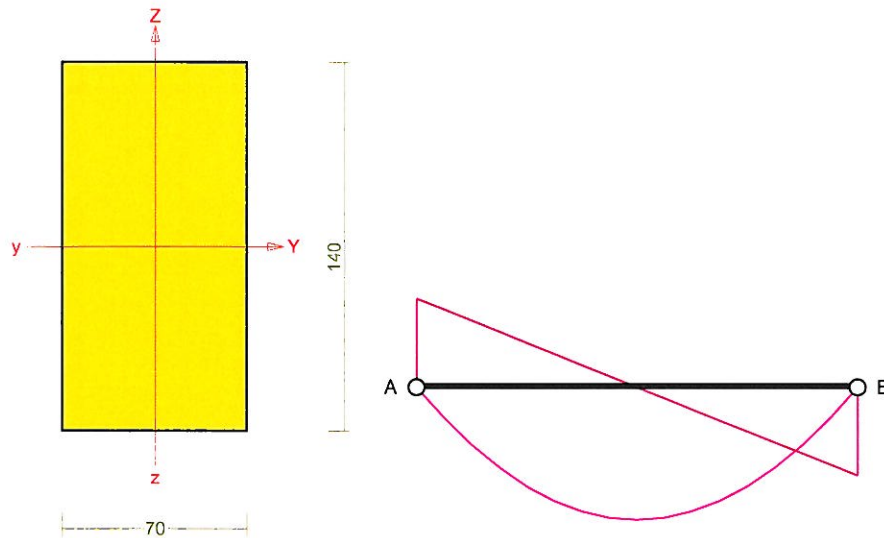
Stan graniczny użytkowania:

Wyniki dla $x_a=0,93$ m; $x_b=0,93$ m, przy obciążeniach „ASW”.

$$u_{z,fin} = 0,0 + -3,4 = 3,5 < 12,4 = u_{net,fin}$$

Pręt nr 5

JĘTKA 7x14cm



Sprawdzenie nośności pręta nr 5

Nośność na ściskanie:

Wyniki dla $x_a=1,10$ m; $x_b=1,10$ m, przy obciążeniach „ASW”.

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 6,292 / 98,00 \times 10 = 0,642 < 2,69 = 0,265 \times 10,15 = k_{c,0,d} f_{c,0,d}$$

Ściskanie ze zginaniem dla $x_a=1,10$ m; $x_b=1,10$ m, przy obciążeniach „ASW”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,642}{0,794 \times 10,15} + 0,7 \times \frac{0,000}{12,46} + \frac{0,127}{12,46} = 0,090 < 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,642}{0,265 \times 10,15} + \frac{0,000}{12,46} + 0,7 \times \frac{0,127}{12,46} = 0,246 < 1$$

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=1,10$ m; $x_b=1,10$ m, przy obciążeniach „ASW”.

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 0,029 / 228,67 \times 10^3 = 0,127 < 12,462 = 1,000 \times 12,46 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla $x_a=1,10$ m; $x_b=1,10$ m, przy obciążeniach „ASW”:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,127}{12,46} + 0,7 \times \frac{0,000}{12,46} = 0,010 < 1$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{0,127}{12,46} + \frac{0,000}{12,46} = 0,007 < 1$$

Nośność ze ściskaniem dla $x_a=1,10$ m; $x_b=1,10$ m, przy obciążeniach „ASW”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,642^2}{10,15^2} + \frac{0,127}{12,46} + 0,7 \times \frac{0,000}{12,46} = 0,014 < 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,642^2}{10,15^2} + 0,7 \times \frac{0,127}{12,46} + \frac{0,000}{12,46} = 0,011 < 1$$

Stan graniczny użytkowania:

Wyniki dla $x_a=1,10$ m; $x_b=1,10$ m, przy obciążeniach „ASW”.

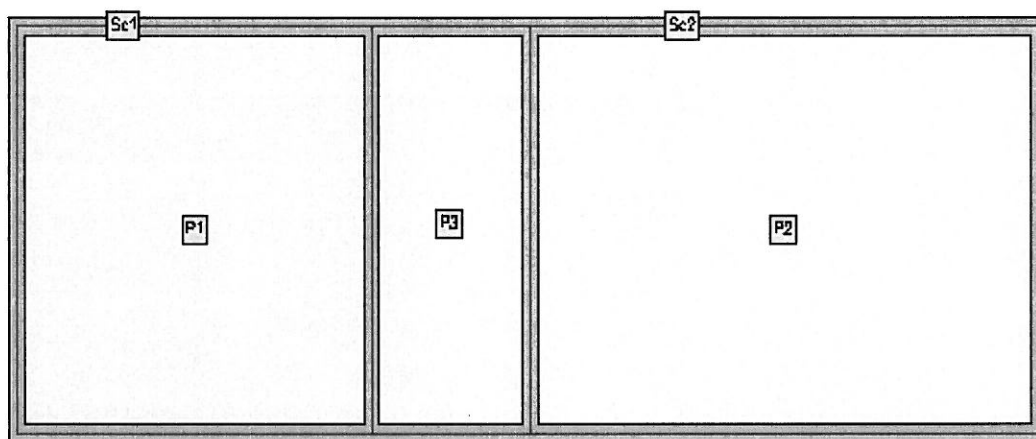
$$u_{z,fin} = -0,1 + -0,7 = 0,8 < 14,6 = u_{net,fin}$$

1. Dane konstrukcji

1.1. Dane płyt

Symbol	Grubość	Pole powierzchni	Poziom pł. środk.	Materiał
1	160mm	46,23m ²	0,00m	C16/20
2	160mm	57,39m ²	0,00m	C16/20
3	160mm	14,81m ²	0,00m	C16/20

1.2. Model konstrukcyjny



1.3. Lista materiałów

beton C16/20

Wytrzymałość gwarantowana na ściskanie	$f_{c,cube}^G = 20$ MPa
Wytrzymałość obliczeniowa na ściskanie	$f_{cd} = 10,67$ MPa
Moduł Younga	$E = 28,61$ GPa
Współczynnik Poissona	$\nu = 0,20$
Współczynnik rozszerzalności term.	$\alpha_T = 0,000010$ 1/K
Gęstość	$\rho = 2500$ kg/m ³

stal A-III

Obliczeniowa granica plastyczności	$f_{yd} = 350$ MPa
------------------------------------	--------------------

Moduł Younga

$E = 200 \text{ GPa}$

Gęstość

$\rho = 7810 \text{ kg/m}^3$

2. Wymiarowanie (wg PN-EN 1992:2005)

2.1. Zbrojenie zadane w płytach

Zbrojenie dolne

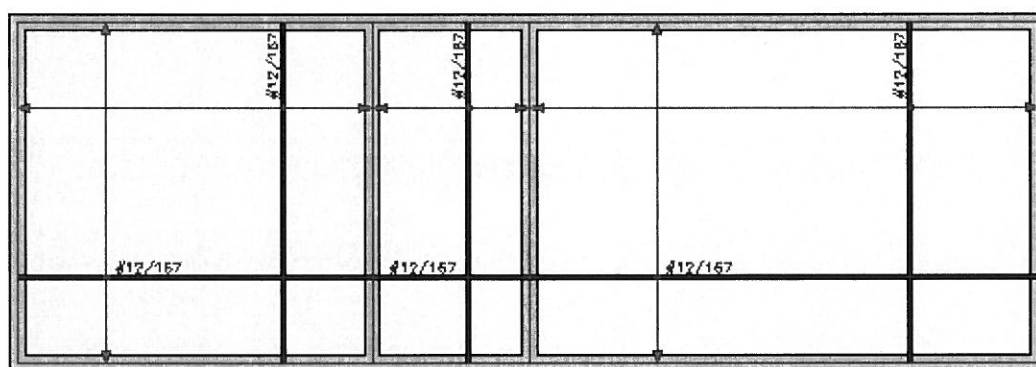
Symbol	Stal	Pręty na kier.1	Pręty na kier.2	Otulina	Kąt	Pole pow.
1	A-III	#12/167	#12/167	20mm	$0,00^\circ$	28,24m ²
2	A-III	#12/167	#12/167	20mm	$0,00^\circ$	40,49m ²

Zbrojenie górne

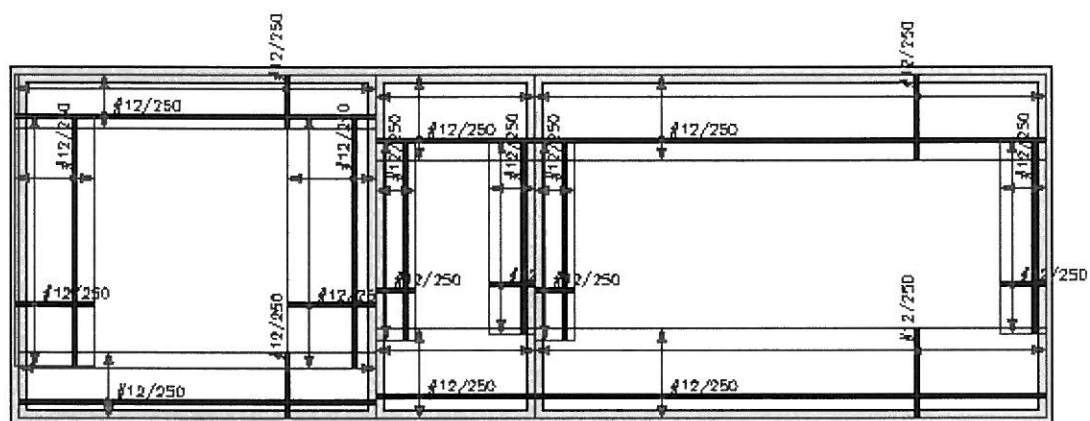
Symbol	Stal	Pręty na kier.1	Pręty na kier.2	Otulina	Kąt	Pole pow.
3	A-III	#12/250	#12/250	20mm	$0,00^\circ$	4,51m ²
4	A-III	#12/250	#12/250	20mm	$0,00^\circ$	5,52m ²
5	A-III	#12/250	#12/250	20mm	$0,00^\circ$	5,19m ²
6	A-III	#12/250	#12/250	20mm	$0,00^\circ$	4,57m ²
7	A-III	#12/250	#12/250	20mm	$0,00^\circ$	10,17m ²
8	A-III	#12/250	#12/250	20mm	$0,00^\circ$	10,66m ²
9	A-III	#12/250	#12/250	20mm	$0,00^\circ$	1,99m ²
10	A-III	#12/250	#12/250	20mm	$0,00^\circ$	1,79m ²

2.2. Schemat rozmieszczenia zbrojenia zadanego w płytach

Zbrojenie dolne

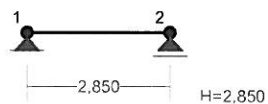


Zbrojenie górne

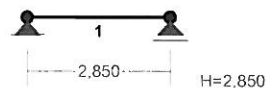


NAZWA: PODCIĄG P1

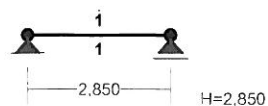
WĘZŁY: Skala 1:150



PRĘTY: Skala 1:150



PRZEKROJE PRĘTÓW: Skala 1:150



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	2,850	0,000	2,850	1,000	1 B 24,0x24,0

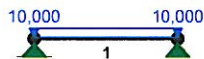
WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr.	A[cm2]	Ix[cm4]	Iy[cm4]	Wg[cm3]	Wd[cm3]	h[cm]	Materiał:
1	576,0	27648	27648	2304	2304	24,0	18 B20

STAŁE MATERIAŁOWE:

Materiał:	Moduł E: [N/mm2]	Napręż.gr.: [N/mm2]	AlfaT: [1/K]
18 B20	29	10,600	1,00E-05

OBCIĄŻENIA: Skala 1:150



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

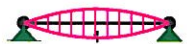
Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa:	W ""			Zmienne	γf= 1,00	
1	Liniowe	0,0	10,000	10,000	0,00	2,85

W Y N I K I Teoria I-go rzędu

OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa:	Znaczenie:	ψd:	γf:
Ciężar wł.			1,10
W - ""	Zmienne 1	1,00	1,00

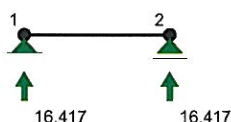
NAPRĘŻENIA: Skala 1:150



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

Pręt:	x/L:	x[m]:	SigmaG:	SigmaD:	SigmaMax/Ro:
			[MPa]		
<hr/>					
18 B20					
1	0,00	0,000	0,000	-0,000	0,000
	0,50	1,425	-5,077	5,077	0,479*
	1,00	2,850	0,000	-0,000	0,000
<hr/>					
* = Wartości ekstremalne					

REAKCJE PODPOROWE: Skala 1:150

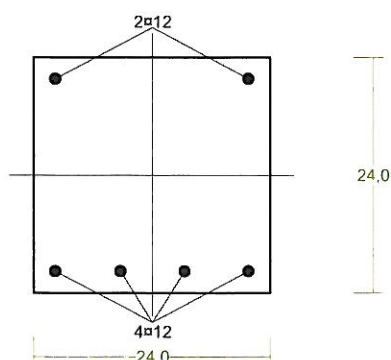


REAKCJE PODPOROWE: T.I rzędu
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+W

Węzeł:	H [kN]:	V [kN]:	Wypadkowa [kN]:	M [kNm]:
1	0,000	16,417	16,417	
2	0,000	16,417	16,417	

Cechy przekroju:

zadanie PODCIĄG P1, pręt nr 1, przekrój: $x_a=1,43$ m, $x_b=1,43$ m



Wymiary przekroju [cm]:

$h=24,0$, $b=24,0$,

Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej

BETON: B20

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

Cechy geometryczne przekroju betonowego:

$A_c=576$ cm², $J_{cx}=27648$ cm⁴, $J_{cy}=27648$ cm⁴

STAŁ: A-III (34GS)

$f_{yk}=410$ MPa, $\gamma_s=1,15$, $f_{yd}=350$ MPa

$\xi_{lim}=0,0035/(0,0035+f_{yd}/E_s)=0,0035/$
 $(0,0035+350/200000)=0,667,$

Zbrojenie główne:

$$A_{s1}+A_{s2}=6,79 \text{ cm}^2, \rho=100 (A_{s1}+A_{s2})/A_c=100 \times 6,79/576=1,18 \%,$$

$$J_{sx}=652 \text{ cm}^4, J_{sy}=459 \text{ cm}^4,$$

Siły przekrojowe:

zadanie: PODCIĄG P1, pręt nr 1, przekrój: $x_a=1,43 \text{ m}$, $x_b=1,43 \text{ m}$

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **W**

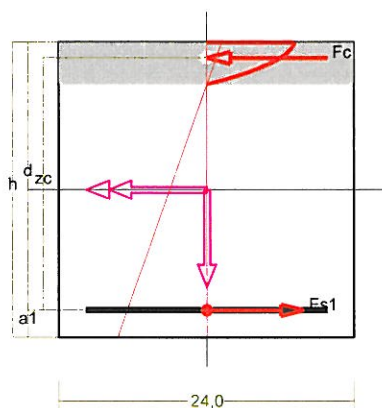
$$\text{Momenty zginające: } M_x = -11,697 \text{ kNm}, \quad M_y = 0,000 \text{ kNm},$$

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

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

Zbrojenie wymagane:

(zadanie PODCIĄG P1, pręt nr 1, przekrój: $x_a=1,50 \text{ m}$, $x_b=1,35 \text{ m}$)



Wielkości obliczeniowe:

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

$$M_{sd}=\sqrt{(M_{sdx}^2 + M_{sdy}^2)} = \sqrt{(-11,665^2 + 0,000^2)} = 11,665 \text{ kNm}$$

$$f_{cd}=10,7 \text{ MPa}, \quad f_{yd}=350 \text{ MPa} = f_{td},$$

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

$$A_{s1}=1,62 \text{ cm}^2 \Rightarrow (2 \times 12 = 2,26 \text{ cm}^2),$$

Dodatkowe zbrojenie ściskane nie jest obliczeniowo wymagane.

$$A_s=A_{s1}+A_{s2}=1,62 \text{ cm}^2, \rho=100 \times A_s/A_c=100 \times 1,62/576=0,28 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h=24,0, \quad d=21,8, \quad x=3,4 (\xi=0,158),$$

$$a_1=2,2, \quad a_c=1,3, \quad z_c=20,5, \quad A_{cc}=82 \text{ cm}^2,$$

$$\epsilon_c=-1,87 \text{ ‰}, \quad \epsilon_{s1}=10,00 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c=-56,833, \quad F_{s1}=56,833,$$

$$M_c=6,095, \quad M_{s1}=5,570,$$

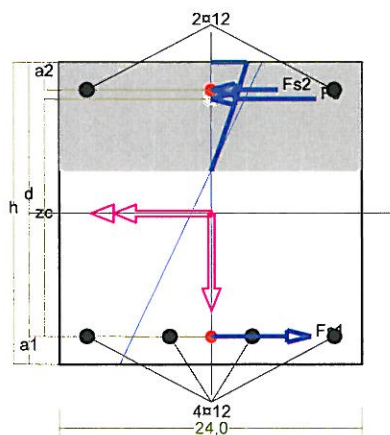
Warunki równowagi wewnętrznej:

$$F_c+F_{s1}=-56,833+(56,833)=-0,000 \text{ kN} (N_{sd}=0,000 \text{ kN})$$

$$M_c+M_{s1}=6,095+5,570=11,665 \text{ kNm} (M_{sd}=11,665 \text{ kNm})$$

Nośność przekroju prostokątnego:

zadanie PODCIĄG P1, pręt nr 1, przekrój: $x_a=1,50 \text{ m}$, $x_b=1,35 \text{ m}$



Wielkości obliczeniowe:

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

$$M_{sd}=\sqrt{(M_{sdx}^2 + M_{sdy}^2)} = \sqrt{(-11,665^2 + 0,000^2)} = 11,665 \text{ kNm}$$

$$f_{cd}=10,7 \text{ MPa}, \quad f_{yd}=350 \text{ MPa} = f_{td},$$

Zbrojenie rozciągane: $A_{s1}=4,52 \text{ cm}^2$,

Zbrojenie ściskane: $A_{s2}=2,26 \text{ cm}^2$,

$$A_s=A_{s1}+A_{s2}=6,79 \text{ cm}^2, \rho=100 \times A_s/A_c=$$

$$100 \times 6,79/576=1,18 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h=24,0, \quad d=21,8, \quad x=8,7 (\xi=0,398),$$

$$a_1=2,2, \quad a_2=2,2, \quad a_c=3,0, \quad z_c=18,8, \quad A_{cc}=208 \text{ cm}^2,$$

$$\epsilon_c=-0,45 \text{ ‰}, \quad \epsilon_{s2}=-0,33 \text{ ‰}, \quad \epsilon_{s1}=0,68 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$F_c = -46,160$, $F_{s1} = 61,281$, $*)F_{s2} = -15,120$,
 $M_c = 4,177$, $M_{s1} = 6,006$, $M_{s2} = 1,482$,
 Warunek stanu granicznego nośności:
 $M_{Rd} = 31,330 \text{ kNm} > M_{Sd} = M_c + M_{s1} + M_{s2} = 4,177 + (6,006) + (1,482) = 11,665 \text{ kNm}$

Zbrojenie poprzeczne (strzemiona)

zadanie PODCIĄG P1, 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:

$$\rho_{w,min} = 0,08 \frac{\sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}} = 0,08 \times \frac{\sqrt{16}}{410} = 0,00078$$

Rozstaw strzemion:

Strefa nr 1

Początek i koniec strefy: $x_a = 0,0$ $x_b = 142,5 \text{ cm}$

Maksymalny rozstaw strzemion – wymagania dla belek:

$$s_{max} = 0,75 d = 0,75 \times 218 = 164 \quad s_{max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto $s_{max} = 164 \text{ mm}$.

Maksymalny rozstaw strzemion – wymagania dla słupów:

$$s_{max} = \min\{h; b\} = \min\{240,0; 240,0\} = 240,0 \quad s_{max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto $s_{max} = 240,0 \text{ mm}$.

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

Przyjęto strzemiona 2-cięte, prostopadłe do osi pręta o rozstawie **16,3 cm**, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

$$\rho_w = A_{sw} / (s b_w \sin \alpha) = 0,57 / (16,3 \times 24,0 \times 1,000) = 0,00144$$

$$\rho_w = 0,00144 > 0,00078 = \rho_{w,min}$$

Strefa nr 2

Początek i koniec strefy: $x_a = 142,5$ $x_b = 285,0 \text{ cm}$

Maksymalny rozstaw strzemion – wymagania dla belek:

$$s_{max} = 0,75 d = 0,75 \times 218 = 164 \quad s_{max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto $s_{max} = 164 \text{ mm}$.

Maksymalny rozstaw strzemion – wymagania dla słupów:

$$s_{max} = \min\{h; b\} = \min\{240,0; 240,0\} = 240,0 \quad s_{max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto $s_{max} = 240,0 \text{ mm}$.

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

Przyjęto strzemiona 2-cięte, prostopadłe do osi pręta o rozstawie **16,3 cm**, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

$$\rho_w = A_{sw} / (s b_w \sin \alpha) = 0,57 / (16,3 \times 24,0 \times 1,000) = 0,00144$$

$$\rho_w = 0,00144 > 0,00078 = \rho_{w,min}$$

Ścinanie

zadanie PODCIĄG P1, pręt nr 1.

Przyjęto podparcie i obciążenie bezpośrednie.

Odcinek nr 6

Początek i koniec odcinka: $x_a = 237,5$ $x_b = 285,0 \text{ cm}$

Siły przekrojowe:

$$N_{Sd} = 0,000;$$

$$V_{Sd \max} = -16,417 \text{ kN}$$

Siła poprzeczna w odległości d od podpory wynosi: $V_{Sd} = -13,905 \text{ kN}$

Rodzaj odcinka:

$$\rho_L = \frac{A_{sL}}{b_w d} = \frac{4,52}{24,0 \times 21,8} = 0,00865; \quad \rho_L \leq 0,01$$

Przyjęto $\rho_L = 0,00865$.

$$\sigma_{cp} = N_{Sd} / A_c = -0,000 / 622,80 \times 10 = -0,000 \text{ MPa} \quad \sigma_{cp} \leq 0,2 f_{cd}$$

Przyjęto $\sigma_{cp} = -0,000 \text{ MPa}$.

$$\begin{aligned} V_{Rd1} &= [0,35 k f_{ctd} (1,2 + 40 \rho_L) + 0,15 \sigma_{cp}] b_w d = \\ &= [0,35 \times 1,38 \times 0,90 \times (1,2 + 40 \times 0,00865) + 0,15 \times -0,000] \times 24,0 \times 21,8 \times 10^{-1} = 35,158 \text{ kN} \\ V_{Sd} &= 13,905 < 35,158 = V_{Rd1} \end{aligned}$$

Nośność odcinka I-go rodzaju:

$$V_{Sd} = 13,905 < 35,158 = V_{Rd1}$$

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

$$V_{Rd2} = 0,5 v f_{cd} b_w z = 0,5 \times 0,562 \times 10,7 \times 24,0 \times 18,9 \times 10^{-1} = 136,377 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 16,417 < 136,377 = V_{Rd2}$$

Nośność zbrojenia podłużnego

zadanie PODCIĄG P1, pręt nr 1.

Sprawdzenie siły przenoszonej przez zbrojenie rozciągane dla $x = 1,603 \text{ m}$:

$$\Delta F_{td} = 0,5 |V_{Sd}| (\cot \theta - V_{Rd32} / V_{Rd3} \cot \alpha) = 0,5 \times -2,052 \times (1,000) = 1,026 \text{ kN}$$

Sumaryczna siła w zbrojeniu rozciągany:

$$F_{td} = F_{td,m} + \Delta F_{td} = 60,487 + 1,026 = 61,513 \text{ kN};$$

$$F_{td} \leq F_{td,max} = 61,452 \text{ kN}$$

Przyjęto $F_{td} = 61,452 \text{ kN}$

$$F_{td} = 61,452 < 158,336 = 4,52 \times 350 \times 10^{-1} = A_s f_{yd}$$

Zarysowanie

zadanie PODCIĄG P1, pręt nr 1,

Położenie przekroju:

$$x = 1,425 \text{ m}$$

Siły przekrojowe:

$$M_{Sd} = 11,557 \text{ kNm}$$

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

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

Wymiary przekroju:

$$b_w = 24,0 \text{ cm}$$

$$d = h - a_1 = 24,0 - 2,2 = 21,8 \text{ cm}$$

$$A_c = 576 \text{ cm}^2$$

$$W_c = 2304 \text{ cm}^3$$

Minimalne zbrojenie:

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

$$\begin{aligned} A_s &= k_c k f_{ct,eff} A_{ct} / \sigma_{s,lim} = \\ &= 0,4 \times 1,0 \times 1,9 \times 288 / 280 = 0,78 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$A_{s1} = 4,52 > 0,78 = A_s$$

Zarysowanie:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 1,9 \times 2304 \times 10^{-3} = 4,378 \text{ kNm}$$

$$M_{Sd} = 11,557 > 4,378 = M_{cr}$$

Przekrój zarysowany.

Szerokość rozwarcia rysy prostopadłej do osi pręta:

Przyjęto $k_2 = 0,5$.

$$\rho_r = A_s / A_{ct,eff} = 4,52 / 122 = 0,03705$$

$$s_{rm} = 50 + 0,25 k_1 k_2 \phi / \rho_r = 50 + 0,25 \times 0,8 \times 0,50 \times 12 / 0,03705 = 82,38$$

$$\begin{aligned} \epsilon_{sm} &= \sigma_s / E_s [1 - \beta_1 \beta_2 (\sigma_{sr} / \sigma_s)^2] = \\ &= 133,990 / 200000 \times [1 - 1,0 \times 0,5 \times (4,378 / 11,557)^2] = 0,00062 \end{aligned}$$

$$w_k = \beta s_{rm} \epsilon_{sm} = 1,7 \times 82,38 \times 0,00062 = 0,09 \text{ mm}$$

$$w_k = 0,09 < 0,3 = w_{lim}$$

Szerokość rozwarcia rysy ukośnej:

Rysy ukośne nie występują.

Ugięcia

zadanie PODCIĄG P1, pręt nr 1

Ugięcia wyznaczono dla charakterystycznych obciążeń długotrwałych.

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

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

Moment rysujący:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 1,9 \times 2304 \times 10^{-3} = 4,378 \text{ kNm}$$

Całkowity moment zginający $M_{Sd} = 11,557 \text{ kN}$ powoduje zarysowanie

Sztywność dla krótkotrwałego działania obciążeń długotrwałych:

Sztywność na zginanie wyznaczona dla momentu $M_{Sd} = 11,557 \text{ kNm}$.

$$\begin{aligned} \text{Wielkości geometryczne przekroju:} \quad & x_I = 12,2 \text{ cm} \quad I_I = 32105 \text{ cm}^4 \\ & x_{II} = 6,0 \text{ cm} \quad I_{II} = 9742 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B &= \frac{E_{cm} I_{II}}{1 - \beta_1 \beta_2 (M_{cr} / M_{Sd})^2 (1 - I_{II} / I_I)} = \\ &= \frac{29000 \times 9742}{1 - 1,0 \times 0,5 (4,378 / 11,557)^2 \times (1 - 9742 / 32105)} \times 10^{-5} = 2974 \text{ kNm}^{2*} \end{aligned}$$

Sztywność dla długotrwałego działania obciążeń długotrwałych:

Sztywność na zginanie wyznaczona dla momentu $M_{Sd} = 11,557 \text{ kNm}$.

$$\begin{aligned} \text{Wielkości geometryczne przekroju:} \quad & x_I = 12,6 \text{ cm} \quad I_I = 40838 \text{ cm}^4 \\ & x_{II} = 8,7 \text{ cm} \quad I_{II} = 23307 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

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

$$= \frac{9667 \times 23307}{1 - 1,0 \times 0,5 \times (4,378/11,557)^2 \times (1 - 23307/40838)} \times 10^{-5} = 2325 \text{ kNm}_2$$

Wykres sztywności i momentów dla obciążeń długotrwałych.

Ugięcia.

Ugięcie w punkcie o współrzędnej $x = 1,425 \text{ m}$, wyznaczone poprzez całkowanie funkcji krzywizny osi pręta ($1/\rho$) z uwzględnieniem zmiany sztywności wzdłuż osi elementu, wynosi:

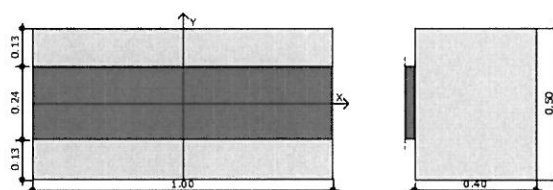
$$a = a_{x,d} = 4,1 \text{ mm}$$

$$a = 4,1 < 19,0 = a_{\text{lim}}$$

ŁAWA Ł1

Geometria

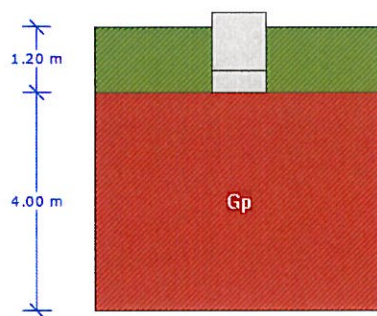
Szerokość ławy B	[m]	0.
Długość ławy L	[m]	1.
Wysokość ławy H_f	[m]	0.
Grubość ściany b	[m]	0.
Mimośród e_y	[m]	-0.



Materiały

Klasa betonu		B.
Klasa stali		34
Otulina	[cm]	7.
Średnica prętów	[mm]	12.

Warunki gruntowe



Warstwa	Nazwa gruntu	Miaższość [m]	$\rho^{(n)}$ [t/m ³]	$C^{(n)}_u$ [kPa]	$\phi^{(n)}_u$ [°]	M [kPa]	M_o [kPa]
1	Gliny piaszczyste	4.00	1.85	27.77	16.33	25875.39	23290.

Metoda określenia parametrów geotechnicznych		
Głębokość posadowienia	[m]	1..
Ciężar zasypki	[kN/m ³]	20.

Obciążenia

Numer zestawu	N [kN]	M_y [kNm]	T_y [kN]	M_x [kNm]	T_x [kN]
1	50.00	0.00	0.00	0.00	0.

Stan graniczny nośności

DLA SCHEMATU NR 1

DLA WARSTWY NR 1

$$N = 65.10 \text{ kN} \leq m \cdot Q_{FNB} = 0.81 \cdot 229.44 = 185.85 \text{ kN}$$

Naprężenia pod fundamentem

DLA SCHEMATU NR 1

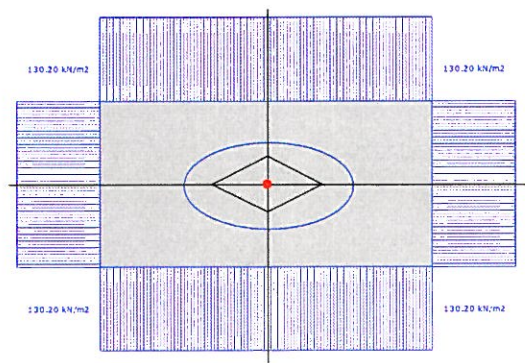
Naprężenia w narożach:

$$q_1 = 130.20 \text{ kN/m}^2$$

$$q_2 = 130.20 \text{ kN/m}^2$$

$$q_3 = 130.20 \text{ kN/m}^2$$

$$q_4 = 130.20 \text{ kN/m}^2$$



Odrywanie nie występuje.

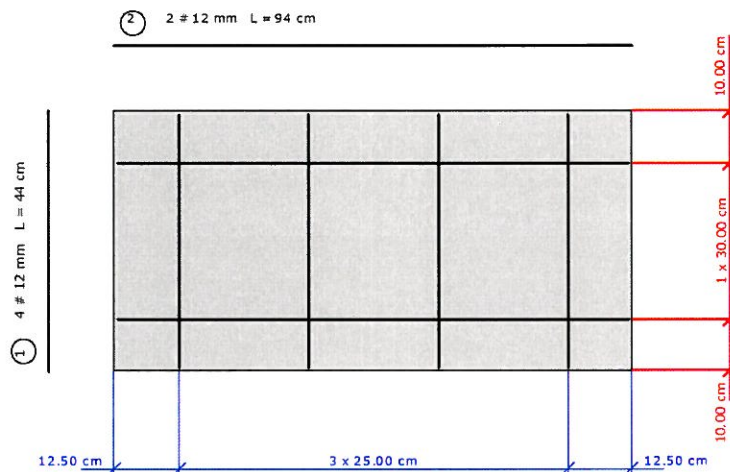
Wymiarowanie zbrojenia

POTRZEBNE ZBROJENIE DLA SCHEMATU NR 1

$$A_y = 0.08 \text{ cm}^2/\text{mb}$$

Minimalne zbrojenie konstrukcyjne dla fundamentu wynosi: $A_k=4.34 \text{ cm}^2/\text{mb}$

W kierunku y (B) przyjęto $f_i=12.0 \text{ mm}$ w rozstawie $s_1=25.0 \text{ cm}$ $A_{s1}=5.38 \text{ cm}^2/\text{mb}$



Nr pręta	Ilość	Długość pręta [cm]	Długość całkowita [m]
1	4	44	1.76
2	2	94	1.88

Średnica	[mm]	12
Klasa stali		34
Masa jednostkowa	[kg/m]	0.8
Długość ogółem	[m]	2.64
Masa ogółem	[kg]	2.1

Wyniki obliczeń przebicia

DLA SCHEMATU NR 1

Przebicie nie występuje

Stateczność fundamentu

STATECZNOŚĆ NA OBRÓT:

DLA SCHEMATU NR 1

Stateczność OK. $M_{wyp}=0.0 \text{ kNm} \leq m \cdot M_{otrzym} = 0.72 \cdot 15.2 = 11.0 \text{ kNm}$

STATECZNOŚĆ NA PRZESUW:

DLA SCHEMATU NR 1

Przesuw po warstwie 1

Stateczność OK. $T_y=0.0 \text{ kN} \leq m \cdot T_{uy} = 0.72 \cdot 2.5 = 1.8 \text{ kN}$

Osiadanie fundamentu

DLA SCHEMATU NR1

Osiadania pierwotne = 0.185 cm

Osiadania wtórne = 0.000 cm

Osiadania całkowite = 0.185 cm

Nachylenie względem osi X = 0.00000 °

Nachylenie względem osi Y = 0.00000 °

Przechyłka = 0.00000 °

Warunek naprężeniowy $0.3 \cdot \sigma_{zp} = 0.3 \cdot 45.37 \text{ kN/m}^2 = 13.61 \text{ kN/m}^2 \geq \sigma_{zd} = 13.34 \text{ kN/m}^2$

Głębokość, na której zachodzi warunek wytrzymałościowy = 2.50 m

Rozkład naprężeń pod analizowanym fundamentem:

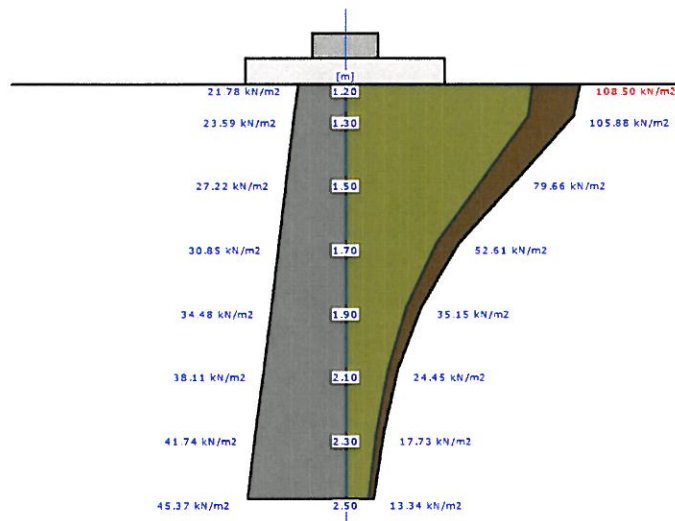


Tabela z wartościami:

Nr	H [m]	σ_{zR} [kN/m²]	σ_{zS} [kN/m²]	σ_{zD} [kN/m²]	Suma = $\sigma_{zS} + \sigma_{zD} + \sigma_{zDf} + \sigma_{zDfund}$
0	1.20	21.78	21.78	86.72	108.50
1	1.30	23.59	21.25	84.63	105.88
2	1.50	27.22	15.99	63.67	79.66
3	1.70	30.85	10.56	42.05	52.61
4	1.90	34.48	7.06	28.10	35.15
5	2.10	38.11	4.91	19.54	24.45
6	2.30	41.74	3.56	14.17	17.73
7	2.50	45.37	2.68	10.66	13.34

Legenda:

H [m]

σ_{zR} [kN/m²]

σ_{zS} [kN/m²]

σ_{zD} [kN/m²]

- głębokość liczona od poziomemu terenu

- naprężenia pierwotne

- naprężenia wtórne

- naprężenia dodatkowe

PROJEKTANT:

mgr inż. Ireneusz Mróz
uprawnienia projektowe MAZ/0103/PWOK/08
specjalność konstrukcyjno- budowlana

SPRAWDZAJĄCY:

mgr inż. Jarosław Wywigacz
uprawnienia projektowe 168/94/Os
specjalność konstrukcyjno- budowlana

mgr inż. Ireneusz Mróz
Uprawnienia budowlane do
projektowania i kierowania
budowlanymi bez ograniczeń
w specjalności konstrukcyjno-budowlanej
nr upr. MAZ/0103/PWOK/08
nr ewid. MAZ/BO/0624/02

mgr inż. Jarosław Wywigacz
Projektowanie, Nadzór i Kierowanie
Branża: Konstrukcyjno- Budowlana i Architektoniczna
Upr. Nr 168/94/Os, nr ewid. MQIB MAZ/BO/0624/02