

obc. łączne na płytkę żelb. z fotowoltaiką

4,25 kN/m<sup>2</sup>

### Poz. 3 Sprawdzenie płytki żelbetowej stropodachu

#### Obciążenia

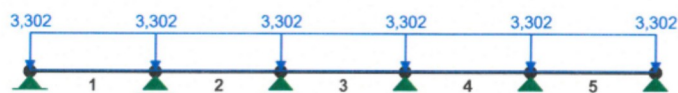
z poz. 2  $q = 4,25 \text{ kN/m}$  ;  $\gamma_f = 1,287$

płytką stropodachu to element wieloprzęsłowy. Sprawdzenia dokonuję jak dla płytki pięcioprzęsłowej.

wysokość płytki 10 cm ; przyjmuję beton klasy C12/15 ; stal zbrojeniowa ze względu na brak danych – przyjmuję jako zbrojenie stalą klasy A0 minimalne czyli:

$$\mu_{\min} = 0,0015 \times 100 \times 8 = 1,2 \text{ cm}^2 \text{ - pręty } \#4,5 \text{ mm co } 12,5 \text{ cm o } F_a = 1,27 \text{ cm}^2$$

schemat statyczny



#### OBCIĄŻENIA: ([kN],[kNm],[kN/m])

Pręt: Rodzaj: Kąt: P1(Tg): P2(Td): a[m]: b[m]:

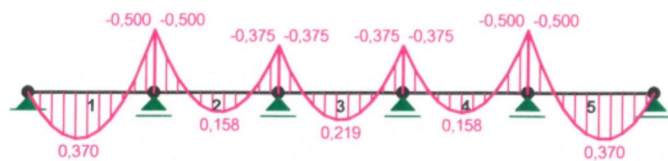
Grupa: A ""		Zmienne		$\square f = 1,29$		
1	Liniowe	0,0	3,302	3,302	0,00	0,83
2	Liniowe	0,0	3,302	3,302	0,00	0,83
3	Liniowe	0,0	3,302	3,302	0,00	0,83
4	Liniowe	0,0	3,302	3,302	0,00	0,83
5	Liniowe	0,0	3,302	3,302	0,00	0,83

#### OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

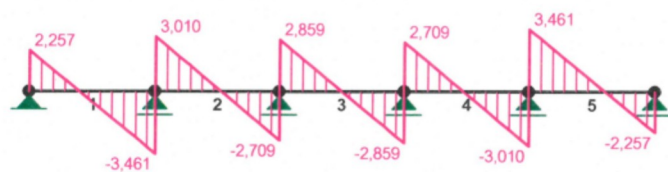
Grupa: Znaczenie:  $\square d$ :  $\square f$ :

Ciężar wł.		1,10
A -""	Zmienne	1 1,00 1,29

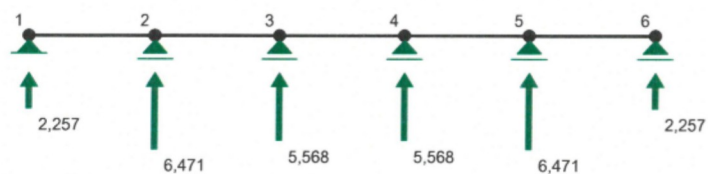
MOMENTY: Skala 1:50



TNĄCE: Skala 1:50



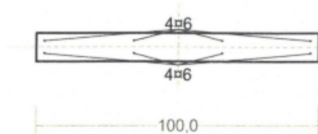
REAKCJE PODPOROWE: Skala 1:50



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

Węzeł: H[kN]: V[kN]: Wypadkowa[kN]: M[kNm]:

1	0,000	2,257	2,257
2	0,000	6,471	6,471
3	0,000	5,568	5,568
4	0,000	5,568	5,568
5	0,000	6,471	6,471
6	0,000	2,257	2,257



Zbrojenie główne:

$$A_{s1} + A_{s2} = 2,26 \text{ cm}^2, \rho = 100 (A_{s1} + A_{s2}) / A_c = 100 \times 2,26 / 1000 = 0,23 \%$$

$$J_{sx} = 11 \text{ cm}^4, J_{sy} = 2800 \text{ cm}^4,$$

**Siły przekrojowe:**

zadanie: , pręt nr 1, przekrój:  $x_a = 0,75 \text{ m}$ ,  $x_b = 0,08 \text{ m}$

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **A**

Momenty zginające:  $M_x = -0,365 \text{ kNm}$ ,

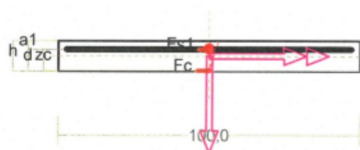
$$M_y = 0,000 \text{ kNm},$$

Siły poprzeczne:  $V_y = -0,245 \text{ kN}$ ,

$$V_x = 0,000 \text{ kN},$$

**Zbrojenie wymagane:**

(zadanie , pręt nr 1, przekrój:  $x_a = 0,83 \text{ m}$ ,  $x_b = 0,00 \text{ m}$ )



Wielkości obliczeniowe:

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

$$M_{sd} = \sqrt{(M_{sdx})^2 + (M_{sdy})^2} = \sqrt{(0,500^2 + 0,000^2)} = 0,500 \text{ kNm}$$

$$f_{cd} = 8,0 \text{ MPa}, f_{yd} = 190 \text{ MPa} = f_{td},$$

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

$$A_{s1} = 0,37 \text{ cm}^2 < \min A_{s1} = 1,96 \text{ cm}^2, \text{ przyjęto}$$

$$A_{s1} = 1,96 \text{ cm}^2, \Rightarrow (7\phi 6 = 1,98 \text{ cm}^2),$$

Dodatkowe zbrojenie ściskane nie jest obliczeniowo wymagane.

$$A_s = A_{s1} + A_{s2} = 0,37 \text{ cm}^2, \rho = 100 \times A_s / A_c = 100 \times 0,37 / 1000 = 0,04 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h = 10,0, d = 7,2, x = 0,4 (\xi = 0,051),$$

$$a_1 = 2,8, a_c = 0,1, z_c = 7,1, A_{cc} = 36 \text{ cm}^2,$$

$$\epsilon_c = -0,53 \%, \epsilon_{s1} = 10,00 \%,$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -7,061, F_{s1} = 7,061,$$

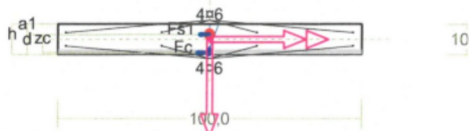
$$M_c = 0,344, M_{s1} = 0,155,$$

Warunki równowagi wewnętrznej:

$$F_c + F_{s1} = -7,061 + (7,061) = -0,000 \text{ kN} (N_{sd} = 0,000 \text{ kN})$$

$$M_c + M_{s1} = 0,344 + (0,155) = 0,500 \text{ kNm} (M_{sd} = 0,500 \text{ kNm})$$

**Nośność przekroju prostokątnego:**



Wielkości obliczeniowe:

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

$$M_{sd}=\sqrt{(M_{sdx}^2 + M_{sdy}^2)} = \sqrt{(0,500^2 + 0,000^2)} = 0,500 \text{ kNm}$$

$$f_{cd}=8,0 \text{ MPa}, f_{yd}=190 \text{ MPa} = f_{td},$$

$$\text{Zbrojenie rozciągane: } A_{s1}=2,26 \text{ cm}^2,$$

$$A_s=A_{s1}+A_{s2}=2,26 \text{ cm}^2, \rho=100 \times A_s/A_c=$$

$$100 \times 2,26/1000=0,23 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h=10,0, d=6,6, x=1,7 (\xi=0,263),$$

$$a_1=3,4, a_c=0,6, z_c=5,9, A_{cc}=189 \text{ cm}^2,$$

$$\epsilon_c=-0,11 \text{ ‰}, \epsilon_{s1}=0,32 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -8,435, F_{s1} = 8,435,$$

$$M_c = 0,368, M_{s1} = 0,131,$$

Warunek stanu granicznego nośności:

$$M_{Rd} = 2,002 \text{ kNm} > M_{sd} = M_c + M_{s1} = 0,368 + (0,131) = 0,500 \text{ kNm}$$

Nośność płytki żelbetowej jest wystarczająca

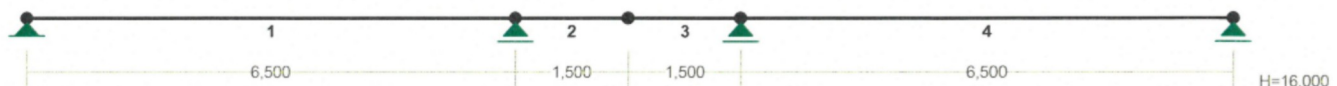
#### Poz. 4 Sprawdzenie zebra żelbetowego stropodachu

Obciążenia

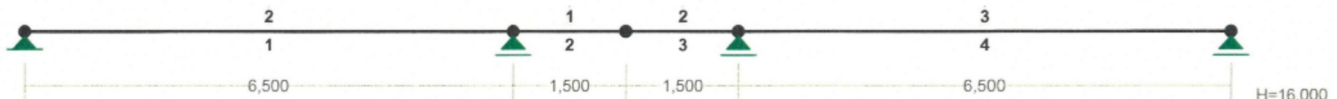
- z poz. 3 reakcja płytki żelbetowej  $q = 6,47 \text{ kN/m}$

W związku z brakiem danych dotyczących zbrojenia zeber przyjmuję zbrojenie minimalne czyli 2#12 mm górą i dołem. Stal klasy A0.

Schemat statyczny



PRZEKROJE PRĘTÓW: Skala 1:100

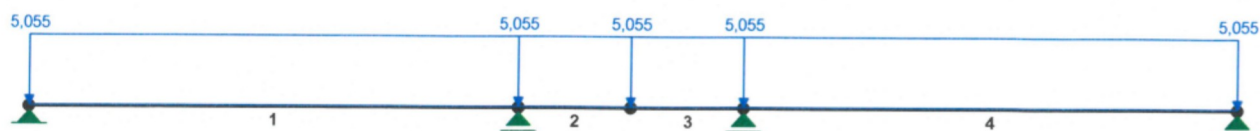


Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx[m]:	Ly[m]:	L[m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	00	1	2	6,500	0,000	6,500	1,000	3-2
2	00	2	3	1,500	0,000	1,500	1,000	2-1



3	00	3	4	1,500	0,000	1,500	1,000	1-2
4	00	4	5	6,500	0,000	6,500	1,000	2-3

OBCIĄŻENIA: Skala 1:100



OBCIĄŻENIA: ([kN] , [kNm] , [kN/m] )

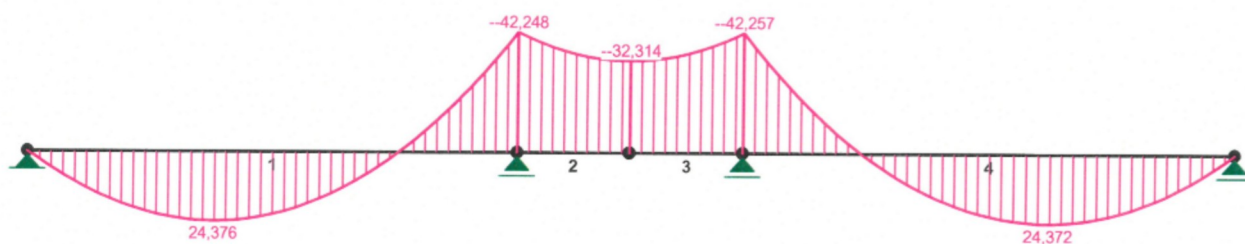
Pręt: Rodzaj: Kat: P1 (Tg): P2 (Td): a [m]: b [m]:

Grupa:	A	"			Zmienne	$\gamma_f = 1,28$	
1	Liniowe	0,0	5,055	5,055	0,00	6,50	
2	Liniowe	0,0	5,055	5,055	0,00	1,50	
3	Liniowe	0,0	5,055	5,055	0,00	1,50	
4	Liniowe	0,0	5,055	5,055	0,00	6,50	

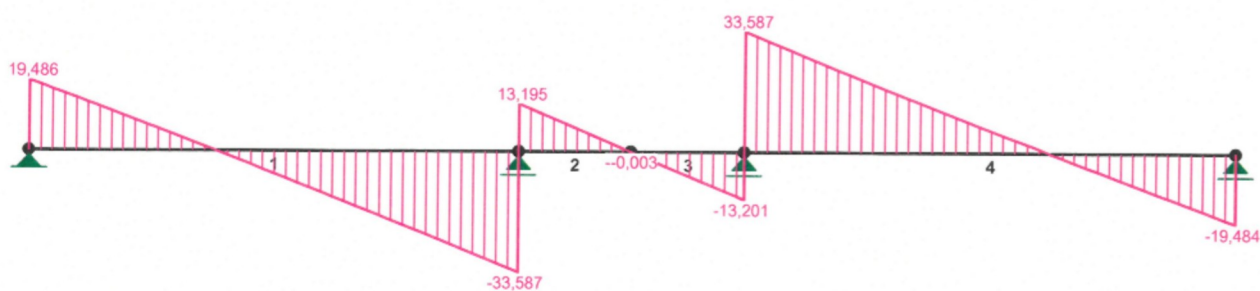
OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa:		Znaczenie:	$\psi_d$ :	$\gamma_f$ :
Ciężar wł.				1,10
A - " "	Zmienne	1	1,00	1,28

MOMENTY: Skala 1:100



TNĄCE: Skala 1:100

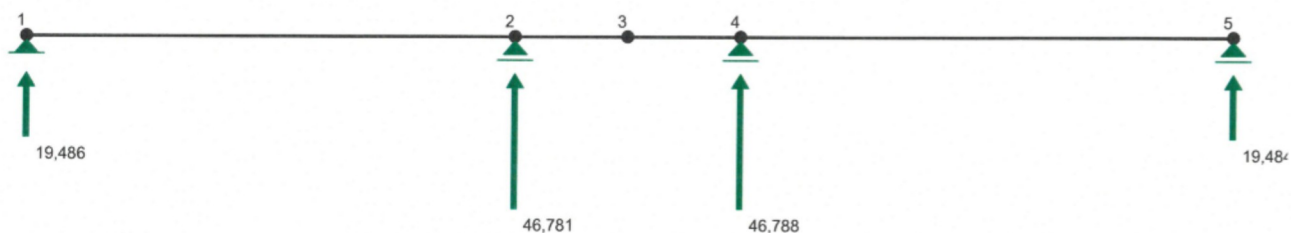


**SIŁY PRZEKROJOWE:** T.I rzędu  
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+A

Pręt:	x/L:	x[m] :	M[kNm] :	Q [kN] :	N [kN] :
1	0,00	0,000	-0,000	19,486	0,000
	0,38	2,488	<b>24,377*</b>	-0,048	0,000
	1,00	6,500	-42,248	-33,587	0,000
2	0,00	0,000	-42,248	13,195	0,000
	1,00	1,500	-32,314	-0,003	0,000
3	0,00	0,000	-32,314	-0,003	0,000
	1,00	1,500	-42,257	-13,201	0,000
4	0,00	0,000	-42,257	33,587	0,000
	0,62	4,012	<b>24,372*</b>	0,049	0,000
	1,00	6,500	0,000	-19,484	0,000

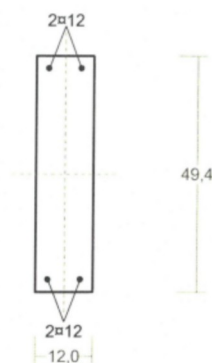
\* = Wartości ekstremalne

**REAKCJE PODPOROWE:** Skala 1:100



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

Węzeł:	H [kN] :	V [kN] :	Wypadkowa [kN] :	M [kNm] :
1	0,000	19,486	19,486	
2	0,000	46,781	46,781	
4	0,000	46,788	46,788	
5	0,000	19,484	19,484	



Wymiary przekroju [cm]:

$$h=49,4, \quad b=12,0,$$

Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej

**BETON: B15**

$$f_{ck}=12,0 \text{ MPa}, \quad f_{cd}=\alpha \cdot f_{ck}/\gamma_c=1,00 \times 12,0/1,50=8,0 \text{ MPa}$$

Cechy geometryczne przekroju betonowego:

$$A_c=593 \text{ cm}^2, \quad J_{cx}=120371 \text{ cm}^4, \quad J_{cy}=7110 \text{ cm}^4$$

**STAL: A-0 (St0S-b)**

$$f_{yk}=220 \text{ MPa}, \quad \gamma_s=1,15, \quad f_{yd}=190 \text{ MPa}$$

$$\xi_{lim}=0,0035/(0,0035+f_{yd}/E_s)=0,0035/(0,0035+190/200000)=0,787,$$

Zbrojenie główne:

$$A_{s1}+A_{s2}=4,52 \text{ cm}^2, \quad \rho=100 (A_{s1}+A_{s2})/A_c=100 \times 4,52/593=0,76 \%,$$

$$J_{sx}=4749 \text{ cm}^4, \quad J_{sy}=52 \text{ cm}^4,$$

**Siły przekrojowe:**

zadanie: Poz 4, pręt nr 1, przekrój:  $x_a=3,25 \text{ m}$ ,  $x_b=3,25 \text{ m}$

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: A

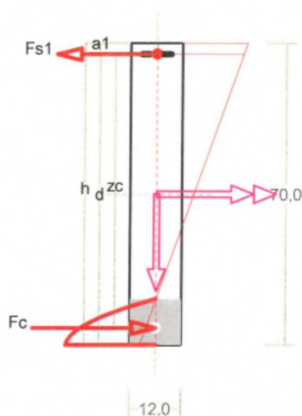
$$\text{Momenty zginające:} \quad M_x = -24,369 \text{ kNm}, \quad M_y = 0,000 \text{ kNm},$$

$$\text{Siły poprzeczne:} \quad V_y = 0,363 \text{ kN}, \quad V_x = 0,000 \text{ kN},$$

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

**Zbrojenie wymagane:**

(zadanie Poz 4, pręt nr 1, przekrój:  $x_a=6,50 \text{ m}$ ,  $x_b=0,00 \text{ m}$ )



Wielkości obliczeniowe:

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

$$M_{sd}=\sqrt{(M_{sdx}^2 + M_{sdy}^2)} = \sqrt{(42,248^2 + 0,000^2)} = 42,248 \text{ kNm}$$

$$f_{cd}=8,0 \text{ MPa}, \quad f_{yd}=190 \text{ MPa} = f_{td},$$

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

$$A_{s1}=3,51 \text{ cm}^2 \Rightarrow (4\phi 12 = 4,52 \text{ cm}^2),$$

Dodatkowe zbrojenie ściskane nie jest obliczeniowo wymagane.

$$A_s=A_{s1}+A_{s2}=3,51 \text{ cm}^2, \quad \rho=100 \times A_s/A_c=100 \times 3,51/840=0,42 \%$$

**Wielkości geometryczne [cm]:**

$$h=70,0, \quad d=67,4, \quad x=10,7 \quad (\xi=0,159),$$

$$a_1=2,6, \quad a_c=4,0, \quad z_c=63,4, \quad A_{cc}=129 \text{ cm}^2,$$

$$\epsilon_c=-1,89 \text{ ‰}, \quad \epsilon_{s1}=10,00 \text{ ‰},$$

**Wielkości statyczne [kN, kNm]:**

$$F_c=-66,620, \quad F_{s1}=66,620,$$

$$M_c=20,663, \quad M_{s1}=21,585,$$

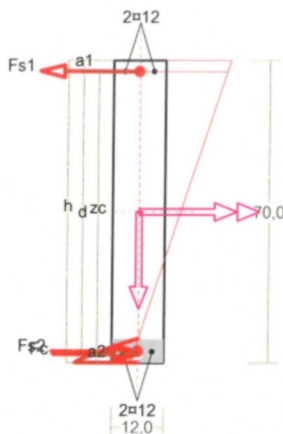
**Warunki równowagi wewnętrznej:**

$$F_c+F_{s1}=-66,620+(66,620)=-0,000 \text{ kN} \quad (N_{sd}=0,000 \text{ kN})$$

$$M_c+M_{s1}=20,663+(21,585)=42,248 \text{ kNm} \quad (M_{sd}=42,248 \text{ kNm})$$

**Nośność przekroju prostokątnego:**

zadanie Poz 4, pręt nr 1, przekrój:  $x_a=6,50 \text{ m}$ ,  $x_b=0,00 \text{ m}$



Wielkości obliczeniowe:

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

$$M_{sd}=\sqrt{(M_{sdx}^2 + M_{sdy}^2)} = \sqrt{(42,248^2 + 0,000^2)} = 42,248 \text{ kNm}$$

$$f_{cd}=8,0 \text{ MPa}, f_{yd}=190 \text{ MPa} = f_{td},$$

$$\text{Zbrojenie rozciągane: } A_{s1}=2,26 \text{ cm}^2,$$

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

$$A_s=A_{s1}+A_{s2}=4,52 \text{ cm}^2, \rho=100 \times A_s/A_c=100 \times 4,52/840=0,54 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h=70,0, d=67,4, x=5,6 (\xi=0,083),$$

$$a_1=2,6, a_2=2,6, a_c=2,0, z_c=65,4, A_{cc}=67 \text{ cm}^2,$$

$$\varepsilon_c=-0,91 \text{ ‰}, \varepsilon_{s2}=-0,49 \text{ ‰}, \varepsilon_{s1}=10,00 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -20,840, F_{s1} = 42,977, F_{s2} = -22,137,$$

$$M_c = 6,886, M_{s1} = 13,925, M_{s2} = 7,172,$$

Warunek stanu granicznego nośności:

$$M_{Rd} = M_c + M_{s1} + M_{s2} = 6,886 + (13,925) + (7,172) = 27,983 \text{ kNm} < M_{sd} = 42,248 \text{ kNm}$$

**Nośność pręta jest niewystarczająca**

W związku z przekroczeniem nośności żebra żelbetowego stropodachu należy zmniejszyć obciążenie od baterii fotowoltaicznych poprzez odstępianie od ich dociążania bloczkami betonowymi. Należy wobec tego montować baterie za pośrednictwem podłużnych belek stalowych do stropodachu. Wówczas obciążenie dodatkowe wyniesie około 20 kG/m<sup>2</sup>.

#### WNIOSEK

Jest możliwość zamontowania na połaci dachu budynku produkcyjno – magazynowego baterii fotowoltaicznych pod warunkiem nie dociążania ich bloczkami betonowymi.

Maksymalne obciążenie od baterii na połac dachu nie powinno przekroczyć 20 kG/m<sup>2</sup>

OBLICZENIA WYKONAŁ

mgr inż. Tadeusz Lato  
mgr inż. Tadeusz Lato  
ipr. bud nr 1938/Lb/83  
upr. proj. nr 240/Lb/87