

	Projekt budowlany układu kolektorów słonecznych Dom Pomocy Społecznej, ul. Rynkowa 27, 74-503 Moryń	1
--	--	---

## OBLICZENIA KONSTRUKCJI DACHU Z UWZGLĘDNIENIEM CIĘŻARU KOLEKTORÓW SŁONECZNYCH

### 1.0 ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ

STAROSTWO POWIATOWE  
w GRYFINIE  
Wydział Architektury i Budownictwa  
ul. 11 Listopada 16 "D", 74-101 Gryfino  
tel. 416-40-33, 404-53-53, fax 416-30-02

#### 1.1 Obciążenia stałe :

Lp	Rodzaj obciążenia			Wartość charakt.	Współ. obc.	Wartość obliczeniowa
1	blacha cynkowa gr. 0,55mm + zamki	0,001	78,50	0,08	1,1	0,09
2	deskowanie	0,025	6,00	0,15	1,1	0,17
RAZEM :				q <sub>k</sub> = 0,23	q <sub>o</sub> = 0,25	[ kN/m <sup>2</sup> ]
uwzględniając rozstaw krokwi co 1,00m				q <sub>k</sub> = 0,23	q <sub>o</sub> = 0,25	

#### 1.2 Śnieg $S_k = Q_k \times C$

strefa I Q <sub>k</sub>	c	Wartość charakt.	Współ. obc.	Wartość obliczeniowa
0,7	1,07	0,75	1,4	1,05
RAZEM :		S <sub>k</sub> = 0,75	S <sub>o</sub> = 1,05	[ kN/m <sup>2</sup> ]
uwzględniając rozstaw krokwi co 1,00m		S <sub>k</sub> = 0,75	S <sub>o</sub> = 1,05	[ kN/m <sup>2</sup> ]

#### 1.3 Wiatr $p_k = q_k \times C_e \times C_z \times B$

beta B	strefa I q <sub>k</sub>	C <sub>z</sub>	C <sub>e</sub>	Wartość charakt.	Współ. obc.	Wartość obliczeniowa
1,8	0,25	0,18	1,13	0,09	1,3	0,12
RAZEM :				p <sub>k</sub> = 0,09	p <sub>o</sub> = 0,12	[ kN/m <sup>2</sup> ]
uwzględniając rozstaw krokwi co 1,00m				p <sub>k</sub> = 0,09	p <sub>o</sub> = 0,12	

#### SSANIE

beta B	strefa I q <sub>k</sub>	C <sub>z</sub>	C <sub>e</sub>	Wartość charakt.	Współ. obc.	Wartość obliczeniowa
1,8	0,25	-0,40	1,13	-0,20	1,3	-0,26
RAZEM :				p <sub>k</sub> = -0,20	p <sub>o</sub> = -0,26	[ kN/m <sup>2</sup> ]
uwzględniając rozstaw krokwi co 1,00m				p <sub>k</sub> = -0,20	p <sub>o</sub> = -0,26	

## 1.4 OBCIĄŻENIE OD KOLEKTORÓW SŁONECZNYCH

STAROSTWO POWIATOWE  
w GRYFINIE

Wydział Architektury i Budownictwa  
ul. 11 Listopada 16 "D", 74-101 Gryfino  
tel. 416-40-33, 404-53-53, fax 416-30-02

Dane techniczne kolektora słonecznego Vitosol 100 typ s 2,5 :

- powierzchnia – 2,15 m<sup>2</sup>
- ciężar – 60 kg.

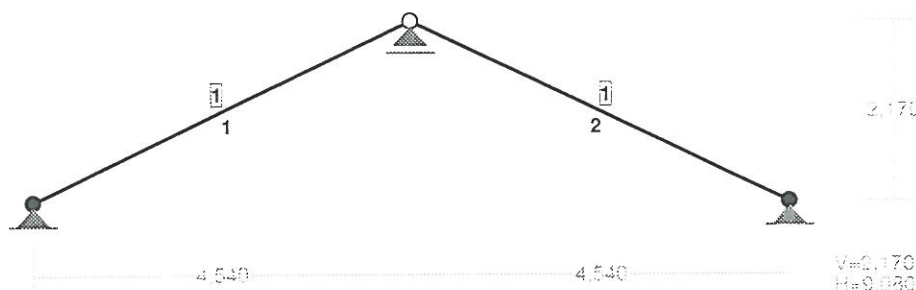
Ciężar 1m<sup>2</sup> kolektora wynosi więc 27,9 kg, uwzględniając 7,5 % naddatek dla osprzętu otrzymujemy obciążenie charakterystyczne 0,3 kN/m<sup>2</sup>.

Konstrukcje pod kolektory tworzą belki stalowe ceowniki NP65 – przyjęto ciężar od konstrukcji wsporczej 0,15 kN/m<sup>2</sup>.

Przyjęto współczynnik bezpieczeństwa równy 1,2.

## 2.0 OBLICZENIA DACHU

PRZEKROJE PRĘTÓW:



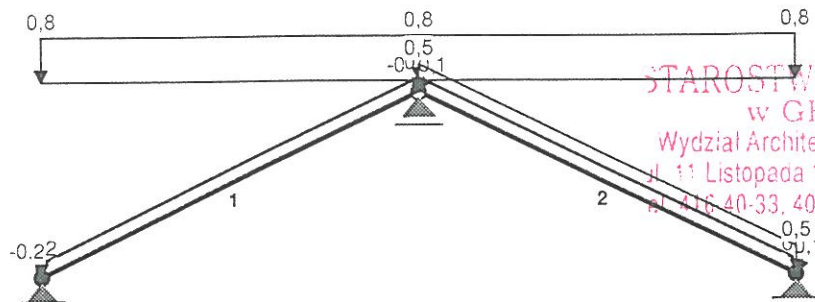
WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr.	A[cm <sup>2</sup> ]	I <sub>x</sub> [cm <sup>4</sup> ]	I <sub>y</sub> [cm <sup>4</sup> ]	W <sub>g</sub> [cm <sup>3</sup> ]	W <sub>d</sub> [cm <sup>3</sup> ]	h[cm]	Materiał:
1	200,0	4267	2604	533	533	16,0	23 Sosna K27

STAŁE MATERIAŁOWE:

Materiał:	Moduł E: [N/mm <sup>2</sup> ]	Napręż.gr.: [N/mm <sup>2</sup> ]	AlfaT: [1/K]
23 Sosna K27	9000	9,500	5,00E-06

OBCIĄŻENIA:



STAROSTWO POWIATOWE  
w GRYFINIE  
Wydział Architektury i Budownictwa  
ul. 11 Listopada 16 "D", 74-101 Gryfinc  
tel. 416 40-33, 404-53-53, fax 416-30-05

OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a [m]:	b [m]:
Grupa:	A "ciężar własny"			Stałe	$\gamma_f = 1,10$	
1	Liniowe	0,0	0,23	0,23	0,00	5,03
2	Liniowe	0,0	0,23	0,23	0,00	5,03
Grupa:	B "śnieg z prawej"			Zmienne	$\gamma_f = 1,40$	
2	Liniowe-Y	0,0	0,75	0,75	0,00	5,03
Grupa:	C "śnieg z lewej"			Zmienne	$\gamma_f = 1,40$	
1	Liniowe-Y	0,0	0,75	0,75	0,00	5,03
Grupa:	D "wiatr"			Zmienne	$\gamma_f = 1,30$	
1	Liniowe	25,6	-0,20	-0,20	0,00	5,03
2	Liniowe	-25,6	0,09	0,09	0,00	5,03
Grupa:	E "ciężar kolektorów"			Stałe	$\gamma_f = 1,20$	
2	Liniowe	0,0	0,45	0,45	0,00	5,03

W Y N I K I  
Teoria I-go rzędu  
Kombinatoryka obciążeń

OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa:	Znaczenie:	$\psi_d$ :	$\gamma_f$ :
Ciężar wł.			1,10
A - "ciężar własny"	Stałe		1,10
B - "śnieg z prawej"	Zmienne	1	1,40
C - "śnieg z lewej"	Zmienne	1	1,40
D - "wiatr"	Zmienne	1	1,30
E - "ciężar kolektorów"	Stałe		1,20

# RELACJE GRUP OBCIĄŻEŃ:

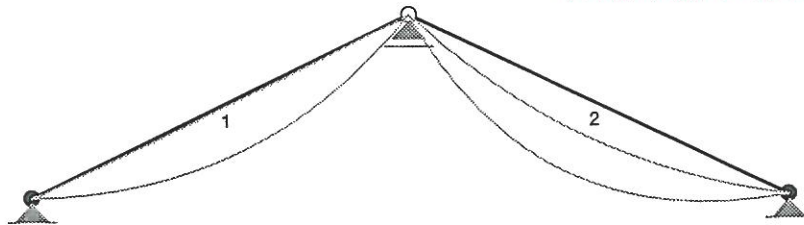
Grupa obc.:	Relacje:
CieŜar wł.	ZAWSZE
A - "cieŜar własny"	ZAWSZE
E - "cieŜar kolektorów"	ZAWSZE
B - "śnieg z prawej"	EWENTUALNIE
C - "śnieg z lewej"	EWENTUALNIE
D - "wiatr"	EWENTUALNIE

## KRYTERIA KOMBINACJI OBCIĄŻEŃ:

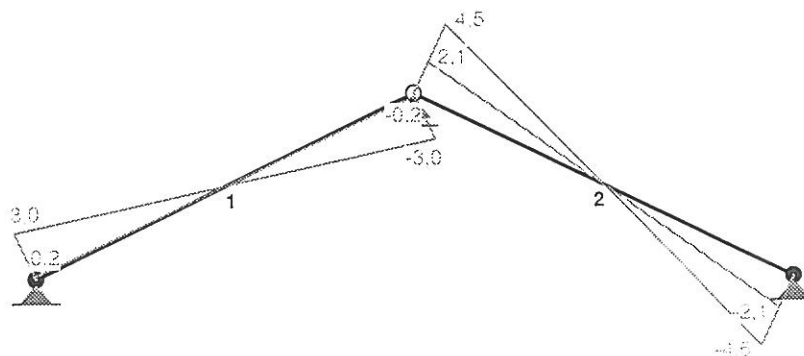
Nr:	Specyfikacja:
1	ZAWSZE : A+E EWENTUALNIE: B+C+D

## MOMENTY-OBWIEDNIE:

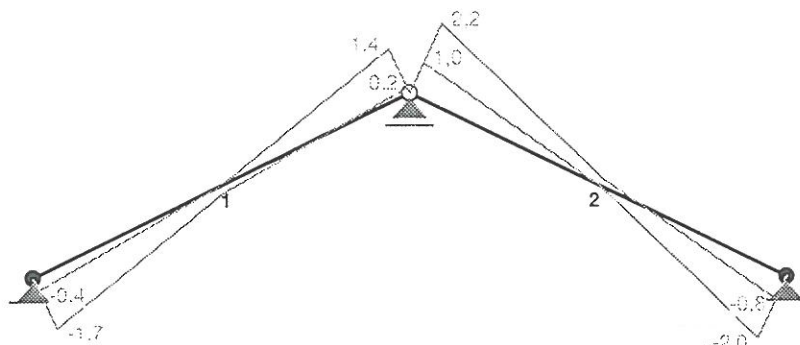
STAROSTWO POWIATOWE  
w GRYFINIE  
Wydział Architektury i Budownictwa  
ul. 11 Listopada 16 "D", 74-101 Gryfinc  
tel. 416-40-33, 404-53-53, fax 416-30-02



## SIŁY-OBWIEDNIE:



NORMALNE-OBWIEDNIE:



SILY PRZEKROJOWE - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu  
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

STAROSTWO POWIATOWE  
w GRYFINIE  
Wydział Architektury i Budownictwa  
ul. 11 Listopada 16 "D", 74-101 Gryfino  
tel 416-40-33, 404-53-53, fax 416-30-02

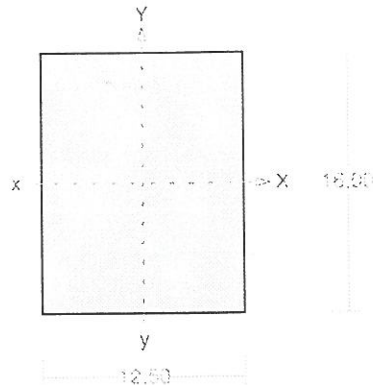
Pręt: x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:	Kombinacja obciążeń:	
1	2,516	3,8*	-0,0	0,0	ACE
	5,032	-0,0*	-3,0	1,4	ACE
	0,000	0,0*	2,3	-1,7	ACDE
	0,000	0,0	3,0*	-1,4	ABCE
	5,032	-0,0	-3,0*	1,4	ACE
	5,032	-0,0	-3,0	1,4*	ACE
	0,000	0,0	2,3	-1,7*	ACDE
2	2,516	5,7*	0,0	0,2	ABDE
	0,000	0,0*	4,5	2,2	ABDE
	5,032	0,0*	-4,2	-2,0	ABE
	0,000	0,0	4,5*	2,2	ABDE
	5,032	0,0	-4,5*	-1,8	ABCDE
	0,000	0,0	4,5	2,2*	ABDE
	5,032	0,0	-4,2	-2,0*	ABE

\* = Max/Min

### 3.0 SPRAWDZENIU WYTRZYMAŁOŚCIOWEMU PODDANO NAJBARDZIEJ WYŁĘŻONY PRZEKRÓJ - KROKIEW – pręt nr 2.

Do obliczeń przyjęto klasę drewna K27 (konstrukcja istniejąca).

Przekrój: I "B 16,0x12,5"



Wymiary przekroju:

$$h=160,0 \quad s=125,0.$$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$$J_xg=4266,7 \quad J_yg=2604,2 \quad A=200,00 \quad i_x=4,6 \\ i_y=3,6.$$

STAROSTWO POWIATOWE  
w GRYFINIE  
Wydział Architektury i Budownictwa  
ul. Listopada 16 "D", 74-101 Gryfinc  
tel. 416 40-33, 404-53-53, fax 416-30-02

#### Własności techniczne drewna:

Czas działania obciążeń: **Normalny.**

Klasa warunków wilgotnościowych: **1 - Wilg. <80% i > 60% (< 7 dni).**

$$m_1 = 1,00 \quad k_1 = 1,00$$

Przyjęto normalne warunki użytkowania konstrukcji.

$$m_2 = 1,00 \quad k_2 = 1,00$$

Wstępne wygięcie elementu przyjęto poniżej 1/250.

$$m_4 = 1,00$$

Cechy drewna:

#### 23 Sosna K27

$$R_{dm} = 13,00 \text{ MPa}$$

$$R_{dt} = 9,50 \text{ MPa}$$

$$R_{dc} = 11,50 \text{ MPa}, \quad R_{dc90} = 3,50 \text{ MPa}$$

$$R_{dv} = 1,40 \text{ MPa}$$

$$E_m = 9000 \text{ MPa}$$

$$G_m = 550 \text{ MPa}$$

$$m_3 = 1,00, \quad m = 1,00$$

$$m_3 = 1,00, \quad m = 1,00$$

#### Siły przekrojowe:

$$x_a = 2,516; \quad x_b = 2,516.$$

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **ABDE**

$$M_x = -5,7 \text{ kNm}, \quad V_y = 0,0 \text{ kN}, \quad N = 0,2 \text{ kN}.$$

Napężenia w skrajnych włóknach:  $\sigma_t = 10,7 \text{ MPa}$   $\sigma_c = -10,7 \text{ MPa}$ .

### Długości wyboczeniowe pręta:

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie układu przyjęto podatności węzłów ustalone wg zasad mechaniki:

$$\chi_1 = 1,000 \quad \chi_2 = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_0 = 5,032$$

$$l_c = 1,000 \times 5,032 = 5,032 \text{ m}$$

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$\chi_1 = 1,000 \quad \chi_2 = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_0 = 1,800$$

$$l_c = 1,000 \times 1,800 = 1,800 \text{ m}$$

### Nośność elementów rozciąganych:

$x_a = 2,516$ ;  $x_b = 2,516$ .

Siła osiowa:

$$N = 0,2 \text{ kN}.$$

Momenty zginające:

$$M_x = -5,7;$$

Pole powierzchni przekroju:

$$A = 200,0; \quad A_n = 200,0 \text{ cm}^2.$$

Wskaźniki wytrzymałości:

$$W_x = 533,3;$$

$$W_{xn} = 533,3;$$

Nośność przekroju na rozciąganie:

$$\sigma_t = \frac{N}{A_n} + \frac{M_x R_{dt}}{W_{xn} R_{dm}} = \frac{0,2}{200,0} \times 10 + \frac{5,7}{533,3} \frac{9,5}{13,0} \times 10^3$$

$$= 7,8 < 9,5 = 9,5 \times 1,00 = R_{dt} \text{ m}$$

### Nośność na zginanie:

$x_a = 2,516$ ;  $x_b = 2,516$ .

Momenty zginające:

$$M_x = -5,7;$$

Wskaźniki wytrzymałości:

$$W_x = 533,3;$$

$$W_{xn} = 533,3;$$

Nośność przekroju na zginanie:

$$\sigma_m = \frac{M_x}{W_{xn}} = \frac{5,7}{533,3} \times 10^3 = 10,7 < 13,0 = 13,0 \times 1,00 = R_{dm} \text{ m}$$

### Nośność przekroju na ściskanie:

$x_a = 5,032$ ;  $x_b = 0,000$ .

Siła osiowa:

$$N = -1,8 \text{ kN}.$$

Pole powierzchni przekroju:

$$A = 200,0; \quad A_n = 200,0; \quad A_d = 200,0 \text{ cm}^2.$$

Momenty bezwładności:

$$I_x = 4266,7; \quad I_y = 2604,2 \text{ cm}^4$$

Długości wyboczeniowe:

$$l_{cx} = 503,2; \quad l_{cy} = 180,0 \text{ cm}$$

STAROSTWO POWIATOWE  
w GRYFINIE  
Wydział Architektury i Budownictwa  
ul. 11 Listopada 16 "D", 74-101 Gryfino  
tel. 416 40-33, 404-53-53, fax 416-30-02

### Wyboczenie w płaszczyźnie równoległej do osi X:

Smukłość:

$$\lambda_c = l_c / \sqrt{I / A} = 503,2 / \sqrt{4266,7 / 200,0} = 108,95$$

Współczynnik wyboczeniowy:

$$k_E = \frac{\pi^2 E_k}{R_{kc} \lambda_c^2} = \frac{3,142^2 \times 7000}{20,0 \times 108,95^2} = 0,291$$

$$B = 1 + \left( 1 + \eta_2 \lambda_c \frac{R_{dc}}{R_{dm}} \right) k_E = 1 + \left( 1 + 0,0040 \times 108,95 \times \frac{11,5}{13,0} \right) \times 0,291 = 1,403$$

$$k_w = 0,5 \left( B - \sqrt{B^2 - 4 k_E} \right) = 0,5 \times \left( 1,403 - \sqrt{1,403^2 - 4 \times 0,291} \right) = 0,253$$

### Wyboczenie w płaszczyźnie równoległej do osi Y:

Smukłość:

$$\lambda_c = l_c / \sqrt{I / A} = 180,0 / \sqrt{2604,2 / 200,0} = 49,88$$

Współczynnik wyboczeniowy:

$$k_E = \frac{\pi^2 E_k}{R_{kc} \lambda_c^2} = \frac{3,142^2 \times 7000}{20,0 \times 49,88^2} = 1,388$$

$$B = 1 + \left( 1 + \eta_2 \lambda_c \frac{R_{dc}}{R_{dm}} \right) k_E = 1 + \left( 1 + 0,0040 \times 49,88 \times \frac{11,5}{13,0} \right) \times 1,388 = 2,633$$

$$k_w = 0,5 \left( B - \sqrt{B^2 - 4 k_E} \right) = 0,5 \times \left( 2,633 - \sqrt{2,633^2 - 4 \times 1,388} \right) = 0,729$$

STAROSTWO POWIATOWE  
w GRYFINIE  
Wydział Architektury i Budownictwa  
ul. 11 Listopada 16 "D", 74-101 Gryfino  
tel. 416 40-33, 404-53-53, fax 416-30-02

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_c = \frac{N}{A_n} = \frac{1,8}{200,00} \times 10 = 0,1 < 11,5 = 11,5 \times 1,00 = R_{dc} \text{ m}$$

$$\sigma_c = \frac{N}{A_d k_w} = \frac{1,8}{200,00 \times 0,253} \times 10 = 0,4 < 11,5 = 11,5 \times 1,00 = R_{dc} \text{ m}$$

### Nośność elementów ściskanych i zginanych:

xa = 2,830; xb = 2,201.

Siła osiowa:

$$N = -0,0 \text{ kN.}$$

Momenty zginające:

$$M_x = -5,6;$$

Pole powierzchni przekroju:

$$A = 200,0; \quad A_n = 200,0; \quad A_d = 200,0 \text{ cm}^2.$$

Wskaźniki wytrzymałości:

$$W_x = 533,3;$$

$$W_{xm} = 533,3;$$

Nośność przekroju bez uwzględnienia wyboczenia:

$$\sigma_c = \frac{N}{A_n} + \left( \frac{M_x}{W_{xn}} + \frac{M_y}{W_{yn}} \right) \frac{R_{dc}}{R_{dm}} = \frac{0,0}{200,0} \times 10 + \frac{5,6}{533,3} \frac{11,5}{13,0} \times 10^3$$

$$= 9,3 < 11,5 = 11,5 \times 1,00 = R_{dc} \text{ m}$$

Nośność przekroju z uwzględnieniem wyboczenia:

$$\sigma_c = \frac{N}{A_d k_{ux}} + \frac{M_x}{W_x} \frac{R_{dc}}{R_{dm}} \frac{1}{1 - \frac{k_{ux} N}{k_{Ex} A_d R_{dc}}} = \frac{0,0}{200,0 \times 0,253} \times 10 + \frac{5,6}{533,3} \frac{11,5}{13,0} \times 10^3 \frac{1}{1 - \frac{0,253 \times 0,0 \times 10}{0,291 \times 200,0 \times 20,0}}$$

$$= 9,3 < 11,5 = 11,5 \times 1,00 = R_{dc} \text{ m}$$

$$e = M_x / N = 5,6 / 0,0 \times 100 = 23790,54; \quad r = W_x / A = 533,3 / 200,0 = 2,67$$

$$\eta_4 = 1 - 7,5 e / (r \lambda_y) = 1 - 7,5 \times 23790,54 / (2,67 \times 49,88) = -1,3E+03 \quad \text{Przyjęto } \eta_4 = 1,000$$

$$\sigma_c = \frac{N}{A_d \eta_4 k_{uy}} = \frac{0,0}{200,0 \times 1,000 \times 0,729} \times 10 = 0,0 < 11,5 = 11,5 \times 1,00 = R_{dc} \text{ m}$$

Nośność przekroju na ścinanie:

$x_a = 5,032; \quad x_b = 0,000.$

Siły poprzeczne:

$$Q_y = 4,5; \quad Q_x = 0,0 \text{ kN.}$$

Momenty bezwładności:

$$I_x = 4266,7; \quad I_y = 2604,2 \text{ cm}^4$$

Ścinanie wzdłuż osi Y:

$$S_x = b h^2 / 8 = 12,5 \times 16,0^2 / 8 = 400,0 \text{ cm}^3$$

$$\tau = \frac{Q_y S_x}{I_x b} = \frac{4,5 \times 400,0}{4266,7 \times 12,5} \times 10 = 0,3 < 1,4 = 1,4 \times 1,00 = R_{dv} \text{ m}$$

Stan graniczny użytkowania:

W budynkach starych dopuszcza się wartości granicznych ugięć większe od tabelarycznych o 50% stąd przyjęto: Ugięcia graniczne:

$$f_{gr} = l / 150 = 5032 / 150 = 33,5 \text{ mm}$$

Współczynnik korekcyjny dla charakterystyk sprężystych:

$$k = k_1 k_2 = 1,00 \times 1,00 = 1,00$$

Ugięcia względem osi Y:

Sztywność na zginanie:

$$EI = E_m I k = 9000 \times 4266,7 \times 1,00 \times 10^{-5} = 384,0 \text{ kNm}^2$$

$$f_{max} = 30,7 < 33,5 = f_{gr}$$

STAROSTWO POWIATOWE  
W GRYFINIE  
Wydział Architektury i Budownictwa  
ul. 11 Listopada 16 "D", 74-101 Gryfinc  
tel. 416-40-33, 404-53-53, fax 416-30-02

WARUNKI SPEŁNIONE  
KONIEC OBLICZEŃ

29 zgodność  
2 czerwca

PROJEKTOWA  
Andrzej Janowski  
ul. Malczewskiego 88/13  
71-616 SZCZECIN  
REGON 81148663  
NIP 631-192-69-78

mgr inż. Marek Feri

H. Feri  
Uprawnienia budowlane do projektowania  
w specjalności konstrukcyjno-budowlanej;  
bez ograniczeń nr cwid. 116/Sz/2002

			ZESTAWIENIE STALI					Strona
Obiekt			Dom Pomocy Społecznej					1
Element			KONSTRUKCJA POD KOLEKTORY					
Miejsce budowy			Moryń, ul. Rynekowa 27					
ILOŚĆ ELEM.	NR ELEM.	ELEMENR	DŁUG.	ILOŚĆ	MASA JEDN.	MASA JEDN. ELEM.	MASA CAŁKOWITA	MATERIAŁ
[ szt. ]		[ mm ]	[ m ]	[ szt. ]	[ kg/m ]	[ kg ]	[ kg ]	
ŁĄCZNIK D1								
104	1.1	blacha 8x80	0,240	1	5,02	1,20	125,30	St3S
		śruba M10-45	0,045	1		0,05	4,99	kl.5.6
		śruba M10-240	0,240	2		0,13	27,66	kl.5.6
RAZEM							157,96	
BELKI NR 1								
10	NR1	ceownik NP65	4,800	1	7,09	34,03	340,32	St3S
RAZEM							340,32	
BELKI NR 2								
16	NR2	ceownik NP65	4,800	1	7,09	34,03	544,51	St3S
RAZEM							544,51	
MASA OGÓŁEM						[ kg ]	1 042,79	

ZESTAWIENIE WYŁACZNIE ELEMENTÓW NIESTANDARDOWYCH

STAROSTWO POWIATOWE  
w GRYFINIE  
Wydział Architektury i Budownictwa  
ul. 11 Listopada 16 "D", 74-101 Gryfino  
tel. 416-40-33, 404-53-53, fax 416-30-02