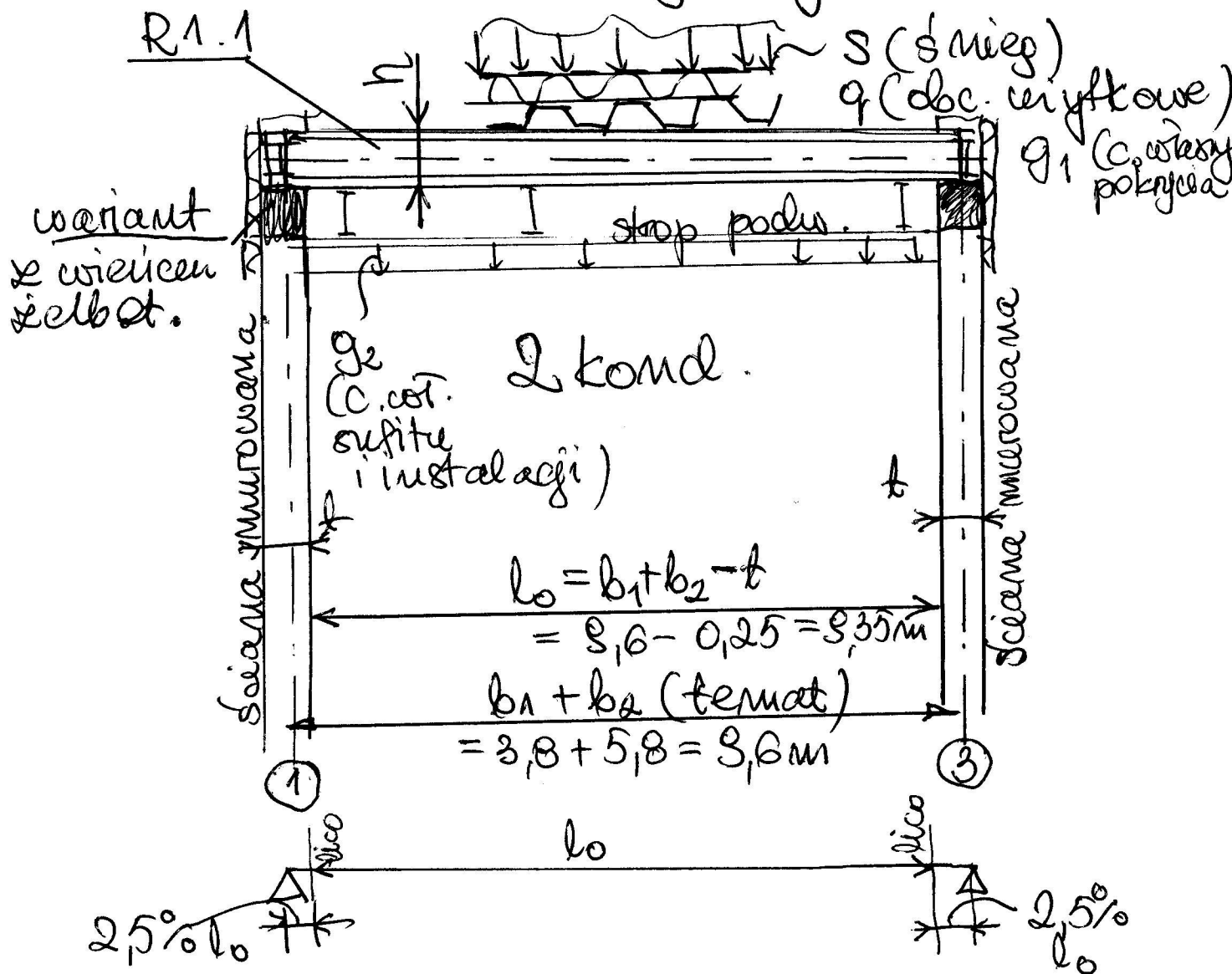


Por. 4. Belka - rygiel dachowy R.1

Por. 4.1. Schemat statyczny i obciążenia



Długość obliczeniowa belki

$$l_d = l_0 + 2 \cdot 2,5\% l_0 = 1,05 l_0 = 1,05 \cdot 9,35 = 9,82 \text{ m}$$

Wysokość belki stalowej koncepcyjnie (wstępnie) należy przyjmować

$$h = \frac{1}{20} \text{ do } \frac{1}{30} l_d$$

Belki walcowane stosuje się do 6m, rzadziej 8m
 Ponieważ mamy dużą długość, więc przyjmujemy

$$h = \frac{1}{50} l_d = \frac{1}{50} \cdot 3,82 = 327 \text{ mm}$$

Wyjście profil IPE 320

i dalej sprawdzimy jego ugięcie, które przy dużych belkach jest decydujące.

Obciążenia zestawiono w por. 1 i 2 :

* obciążenie stałe (ciężar pokrycia bel ciężaru własnego belki)

$$g_1 = 0,3 \text{ kN/m}^2$$

* obciążenie śniegiem

$$s = 0,86 \text{ kN/m}^2$$

* obciążenie użytkowe dachem kat. H

$$q_1 = 0,4 \text{ kN/m}^2$$

* obciążenie stałe - sufit podwieszony

$$g_2 = 0,2 \text{ kN/m}^2$$

* obciążenie zmienne instalacji podwieszonych

$$q_2 = 0,3 \text{ kN/m}^2$$

Dla belek w rozstawie $a = 3,6 \text{ m}$, mamy:

$$G = 3,6 (0,3 + 0,2) = 1,8 \text{ kN/m}$$

$$S = 3,6 \cdot 0,86 = 3,1 \text{ kN/m}$$

$$Q_1 = 3,6 \cdot 0,4 = 1,4 \text{ kN/m}$$

$$Q_2 = 3,6 \cdot 0,3 = 1,1 \text{ kN/m}$$

Poz. 4.2. Kombinacje obciążeń

(a) stan graniczny użytkowości (użyteczna)

$$K1_k = (0.106) 1,0 \cdot 1,8 + 1,0 (3,5 + 1,5 \cdot 0 + 1,1 \cdot 0,7) = 6,1 \text{ kN/m}$$

(b) stan graniczny nośności (naprężenia)

$$K1_d = 1,35 \cdot 1,8 + 1,5 (3,5 \cdot 0,5 + 1,5 \cdot 0 + 1,1 \cdot 0,7) = 6,21 \text{ kN/m}$$

$$K2_d = 1,55 \cdot 0,85 \cdot 1,8 + 1,5 \cdot 3,5 + 1,5 (1,5 \cdot 0 + 1,1 \cdot 0,7) = 8,47 \text{ kN/m}$$

$$K3_d = 1,35 \cdot 0,85 \cdot 1,8 + 1,5 \cdot 1,5 + 1,5 (3,5 \cdot 0,5 + 1,1 \cdot 0,7) = 8,09 \text{ kN/m}$$

Do dalszych obliczeń przyjęto

$$q_d = 8,1 \text{ kN/m}$$

$$q_k = 6,1 \text{ kN/m}$$

Poz. 4.3. SEN - Wymiarowanie (przyjęcie, sprawdzenie) wymiaru elementu ze względu na nośność

Belka zabezpieczona przed zwichnięciem przez blachy trapezowe pokrycia.

Latożenie: Przekroj jest klasy 1
(dwuteownik walcowany),
a grubość płatek $t_f < 40 \text{ mm}$

Obliczenia dokonuje się jak dla przekroju
klasy 3, czyli w stanie sprężystym

Przyjeto stal S 355, dla której
granica plastyczności $f_y = 355 \text{ MPa}$
moduł Younga $E = 210000 \text{ MPa}$

Moment zginający belki

$$M_{Ed} = \frac{q_d \cdot l^2}{8} = \frac{8,1 \cdot 2,82^2}{8} = 97,6 \text{ kNm}$$

Siła poprzeczna

$$V_{Ed} = \frac{q_d \cdot l}{2} = \frac{8,1 \cdot 2,82}{2} = 28,8 \text{ kN}$$

Nosność sprężysta mierzona momentem
zginającym $M_{Rd} = W_{el} \cdot f_y / \gamma_M$

Dla IPE 330 mamy z tablic $W_{el} = 713 \text{ cm}^3$

$$M_{Rd} = 713 \cdot 355 / 1,0 = \frac{253115}{1000} = 253,1 \text{ kNm}$$

-4- $M_{Rd} > M_{Ed}$, czyli nosność przekroju
jest wystarczająca

Nośność na ścinanie

$$V_{Rd} = A_v \cdot \frac{f_y}{\sqrt{3}}$$

gdzie $A_v = (h - 2t_f) \cdot t_w = (33 - 2 \cdot 1,15) \cdot 0,75 = 23,0 \text{ cm}^2$

($t_f = 1,15 \text{ mm}$ - grubość płaski,
 $t_w = 0,75 \text{ mm}$ - grubość środnika)

$$V_{Rd} = 23 \cdot \frac{355}{\sqrt{3} / 10} = 472 \text{ kN}$$

Ponieważ $V_{Ed} = 38,8 < 0,2 \cdot V_{Rd} = 0,2 \cdot 472 = 94,4 \text{ kN}$

więc nie sprawdzamy wytrzymałości w zderzonym stanie naprężenia (M, V)

Sprawdzenie ugięcia belki

Dla IPE 330 z tablic $I_y = 11770 \text{ cm}^4$
Poz. H.H. S.G.U. Stan graniczny użytkowania (ugięcie)
Ugięcie belki wolnoopartej

$$\delta = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_k \cdot l^4}{EI} = \frac{5}{384} \cdot \frac{6,1 \cdot 3,82^4}{210000 \cdot 11770} = 2,88 \text{ cm}$$

Ugięcie dopuszczalne

$$\delta_{dop} = \frac{l_0}{350} = \frac{3,82}{350} = 281 \text{ cm} \quad -5-$$

Ponieważ ugięcie przekracza dopuszczalne, to występuje

Dla IPE 360 : $I_y = 16270 \text{ cm}^4$

$$i \delta = \frac{5}{384} \cdot \frac{6,1 \cdot 9,82^4}{210000 \cdot 16270} = 2,16 \text{ cm} < \delta_{\text{dop}}$$

Ostatecznie przyjęto belkę IPE 360.

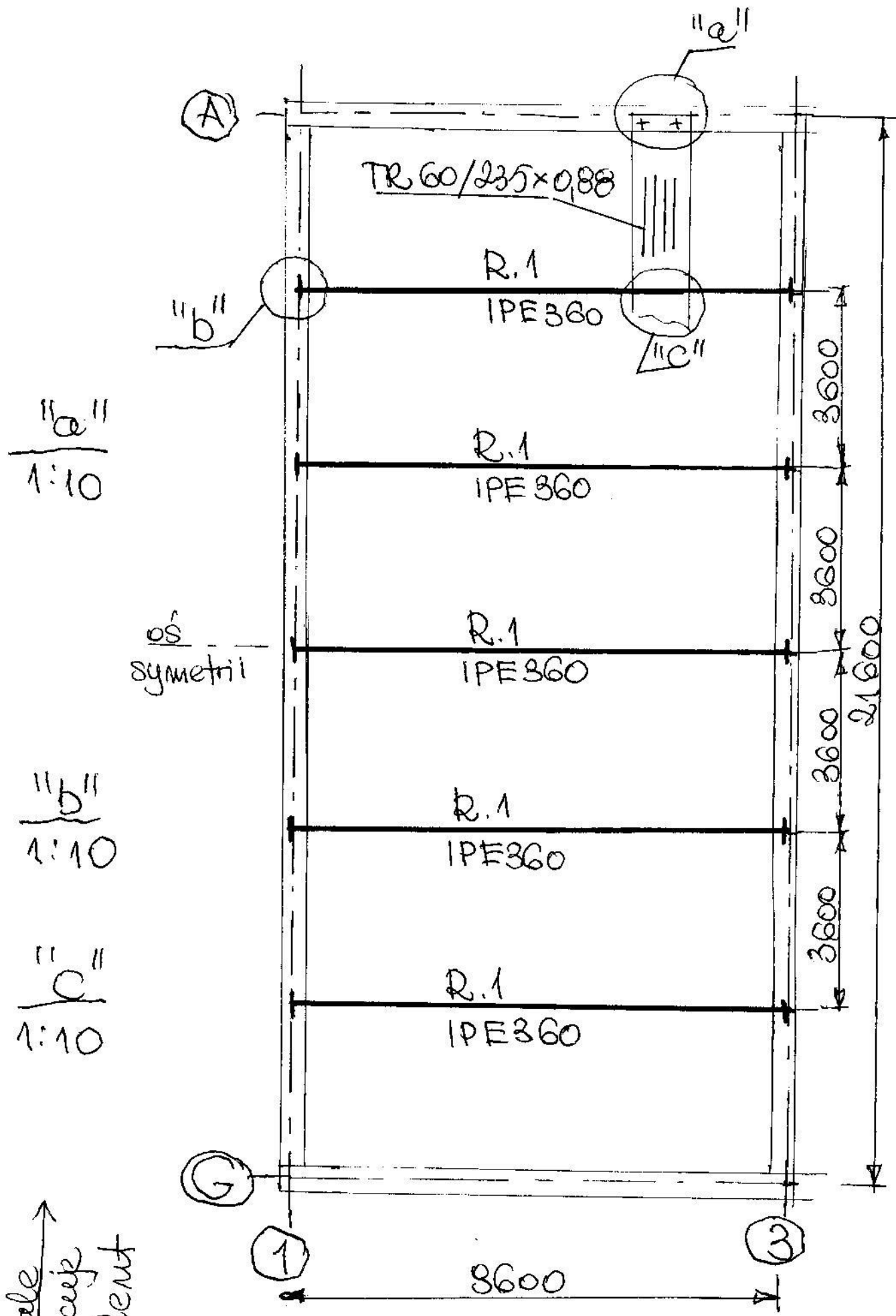
Poz. 4.5 Rysunek konstrukcji nośnej dachu

Na załączonym rysunku.

Poz. 4.6. Dobór blachy fałdowej pokrycia

Dobrano blachę TR 60/235 x 0,88
prod. FLORPROFILE

za pomocą arkusza Excel.



"a"
1:10

"b"
1:10

"c"
1:10

Detale
opracuje
student

Tabelka 1:100
rysunkowa

OBLICZANIE I WYMIAROWANIE BLACH TRAPEZOWYCH - FLORPROFILE

dla jednakowych rozpiętości, obciążenia dociskającego, bez sił normalnych

Współczynniki bezpieczeństwa wg:

PN

Schemat statyczny

Liczba przęseł	3 (max 7)
Rozpiętość przęśla I	3,6 m
Szer. podpór skrajn.	180 Stosuję szer. bA = 40
Szer. podp. pośred.	280 Stosuję bB max = 120
Ugięcie f=l/150	= 2,40 cm
Rozpiętość oblicz. dla przęśla skrajnego	3,45 m

Obciążenia charakterystyczne		$\gamma_M = 1,00$
		wsp.obc.oblicz.
Obciąż. trwałe	0,30 kN/m ²	$\gamma_F = 1,35$
Obciąż. śniegiem	0,96 kN/m ²	$\gamma_F = 1,50$
Obciąż. użytkowe	0,40 kN/m ²	$\gamma_F = 0,90$
Inne obciąż. zmienne	0,50 kN/m ²	$\gamma_F = 1,05$
q =	2,16 kN/m ²	q ₀ = 2,37

PROFIL

TR 60 / 235 t = 0,88 mm

Komentarz:	
WERYFIKACJA POZYTYWNA	
STOPIEŃ WYKORZYSTANIA	
Nośności	71 %
Ugięcia	77 %

Charakterystyczne dane przekroju				R <input type="checkbox"/> Obciążenie dynamiczne	
Nomin. gr. blachy	Ciężar własny	Momenty bezwładn.		graniczne	
		I_{eff}^+	I_{eff}^-	Przęsło pojedyncze	Przęsło wielokrotne
t_N [mm]	g [kN/m ²]	I_{eff}^+ [cm ⁴ /m]	I_{eff}^- [cm ⁴ /m]	L_{gr} [m]	
0,88	0,09	55,63	57,54	2,8	3,5

Dopuszczalne obciążenia profilu (=Wartości charakt. wg. nowej koncepcji bezpieczeństwa)										
dla skierowanych w dół obciążeń powierzchniowych										
Grubość nominal. blachy	Moment przęsłowy	Siły podporowe na podporach skrajnych		Dopuszczalne obciążenia sprężyste na podporach pośrednich				Resztkowa momenty podporowe		
		Dla nośności R _{A,T}	Dla ugięcia R _{A,G}	max M _B >= M _B <= M _{.....}	C	max M _B	maksym. podp. pośr. max R _B	min l [m]	max l [m]	max M _R [kNm/m]
t_N [mm]	M _{df} [kNm/m]	R _{A,T} [kN/m]	R _{A,G} [kN/m]	M _d ⁺ [kNm/m]	C	max M _B [kNm/m]	max R _B [kN/m]	min l [m]	max l [m]	max M _R [kNm/m]
0,88	5,44	13,8	13,8	4,51	16,68	4,51	31,69	0	0	0
0,88		0	0	4,51	21,54	4,51	40,95	0	0	0

WERYFIKACJA NOŚNOŚCI W ZAKRESIE SPRĘŻYSTYM

Wsp. bezp. $\gamma_F = 1,40$ dla ciężaru własnego
 1,40 dla obciążeń zmiennych

OBCIĄŻALNOŚCI:

$$M_{dBd} = M_d / \gamma_M - (l_{eff} R_{Bd} / (C / \sqrt{\gamma_M}))^2 < \max M_B / \gamma_M = 60 \text{ mm}$$

$$= 4,19 \text{ kNm dla szer. podpory } b_B = 120 \text{ mm}$$

$$= 4,32 \text{ kNm dla szer. podpory } b_B = 280 \text{ mm}$$

$$dop. M_{dBd} = 4,32 \text{ kNm dla istn. szer. podp. } b_B = 280 \text{ mm}$$

OBCIĄŻENIA WYNIKAJĄCE Z PRZYJĘTEGO ROZWIĄZANIA

Siły podpor. Podp. skrajne	$l_{eff} R_{Ad} = 3,27 \text{ kN} < 13,80 \text{ kN} = R_{A,Gd} \text{ ----> 24 \%}$
Podp. pośrednia	$l_{eff} R_{Bd} = 9,39 \text{ kN} < 40,95 \text{ kN} = \max R_B \text{ ----> 23 \%}$
Momenty maks. mom. przęsłowy	$l_{eff} M_{Fd} = 2,26 \text{ kNm} < 5,44 \text{ kNm} = M_{dfd} \text{ ----> 41 \%}$
maks. mom. na podp.	$l_{eff} M_{Bd} = 3,07 \text{ kNm} < 4,32 \text{ kNm} = dop. M_{dBd} \text{ ----> 71 \%}$

----> WERYFIKACJA POZYTYWNA

WERYFIKACJA UGIĘCIA W ZAKRESIE SPRĘŻYSTYM

Wsp. bezp. $\gamma_F = 1,00$ dla ciężaru własnego
 1,00 dla obciążeń zmiennych

q₀ = 2,16 kN/m²

$$l_{eff} f = 1,77 \text{ cm} = L / 195 < L / 150 = z_{ul} f \text{ ----> 77 \%}$$

----> WERYFIKACJA NA UGIĘCIE- POZYTYWNA