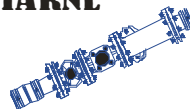


ARTPOL PRACOWNIA PROJEKTOWA

ADRES: ul. Orła 11b/5, 75-727 Koszalin
tel. : 696-088-094
e-mail: artpol.kosz@wp.pl

SIECI I INSTALACJE SANITARNE

PROJEKTOWANIE
DORADZTWO
NADZÓR



EKSPERTYZA TECHNICZNA

dotycząca możliwości montażu kolektorów słonecznych na dachu segmentu „A” wchodzącego w skład Zespołu Szkół w miejscowości Objazda.

OBIEKT: INSTALACJA SOLARNA do CWU i wspomagania CO
/opcja/

ADRES: OBJAZDA 95, 76-211 Objazda.

INWESTOR: URZĄD GMINY USTKA
ul. Dunina 24, 76 - 270 Ustka

	projektant	Data i podpis	sprawdzający	Data i podpis
<i>zakres opracowania</i>	KONSTRUKCJA			
<i>imię i nazwisko</i> <i>specjalność</i> <i>nr uprawn. budowl.</i> <i>Numer ewid. Izby</i>		2010-04		2010-04
	opracował	Data i podpis		
<i>imię i nazwisko</i> <i>specjalność</i> <i>nr uprawn. budowl.</i> <i>Numer ewid. Izby</i>		2010-04		

EGZEMPLARZ NR

1

Koszalin, kwiecień 2009r.

1.0. Podstawa opracowania

- 1.1. Umowa z inwestorem.
- 1.2. Wizja lokalne, dokumentacja fotograficzna, pomiary inwentaryzacyjne oraz badania stanu technicznego elementów konstrukcji przeprowadzone przez autorów opracowania.
- 1.3. Normy oraz literatura techniczna:
 - PN-82/B-02001. Obciążenia budowli. Obciążenia stałe.
 - PN-82/B-02003. Obciążenia budowli. Obciążenia zmienne technologiczne. Podstawowe obciążenia technologiczne i montażowe.
 - PN-B-03150:2000. Konstrukcje z drewna i materiałów drewnopochodnych. obliczenia i projektowanie. Konstrukcje.
 - PN-77/B-02011. Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie wiatrem.
 - PN-80/B-02010. Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenia śniegiem.

2.0. Cel i zakres opracowania

Celem opracowania jest ocena możliwości zamontowania na dachu budynku szkoły 25 kolektorów słonecznych ustawionych po jednym rzędzie na obu połaciach

Zakresem opracowania objęto:

- ogólną charakterystykę konstrukcji budynku,
- obliczenia sprawdzające nośność elementów konstrukcyjnych istniejącego budynku po rozbudowie.

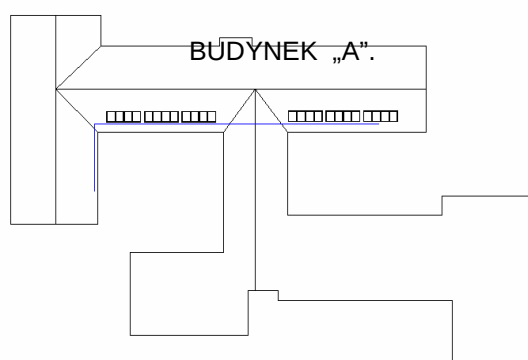
3.0. Ogólna charakterystyka oraz ocena stanu technicznego budynku

3.1. Opis konstrukcji budynku

Konstrukcję nośną dachu budynku stanowią stalowe dźwigary kratowe ustawione w rozstawach co 300 cm. Ściany wykonano jako murowane



Rys. 3.1. Widok fragmentu budynku szkolnego – BUDYNEK „A”.



Rys. 3.1a. Plan poglądowy kompleksu szkolnego – BUDYNEK „A”.

3.2. Ocena stanu technicznego konstrukcji budynku

Opiniowany obiekt jest budynkiem w dobrym stanie technicznym. Nie stwierdzono uszkodzeń konstrukcji.

4.0. Obliczenia sprawdzające nośność konstrukcji istniejącego budynku po rozbudowie

4.1. Zestawienie obciążeń

Ocenę nośności oraz ugięć poszczególnych elementów więźby dachowej przeprowadzono przy następujących założeniach:

- w bilansie obciążeń uwzględniono rozwiązania materiałowe aktualnie występującego układu konstrukcyjnego ram stalowych,
- w obliczeniach założono, że profile stalowe wykonane zostały ze stali S235JRG2.

Obciążenia stałe

Nr	Warstwa	jednostka	Char.	γ_f	Oblicz.
POŁĄC - g_{1k}					
1	Blacha trapezowa – 55x180x750 (0,5 mm)	kN/m ²	0,065	1,1	0,071
2	Płatwie stalowe – C80 co 170 cm	kN/m ²	0,059	1,1	0,065
OBCIĄŻENIA TECHNOLOGICZNE - g_{3k}					
1	Masa kolektorów	kN/m	0,490	1,3	0,637
2	Inne elementy podwieszone	kN/m ²	0,100	1,3	0,130

Obciążenia wiatrem

Strefa – II
Teren – A
Wysokość - >10 m
Podatność – niepodatna

Charakterystyczne ciśnienie prędkości wiatru – 350 Pa

Współczynnik ekspozycji – 0,84

Współczynniki aerodynamiczne
Ściana nawietrzna - 0,7,
Połąc zewnętrzna nawietrzna – $a = (-0,9)$,
Połąc wewnętrzna zawietrzna – $(-0,4)$,
Ściana zawietrzna – $(-0,4)$.

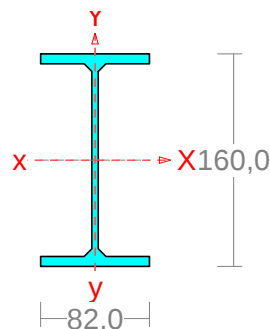
4.3. Sprawdzenie nośności głównych elementów istniejącej konstrukcji

Belka dźwigara

Pręt nr 1 (najbardziej wyężony)

Zadanie: dźwigar 2

Przekrój: I 160 PE



Wymiary przekroju:

I 160 PE $h=160,0$ $g=5,0$ $s=82,0$ $t=7,4$ $r=9,0$.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$J_{xg}=869,0$ $J_{yg}=68,3$ $A=20,10$ $i_x=6,6$ $i_y=1,8$
 $J_w=3958,9$ $J_t=3,4$ $i_s=6,8$.

Materiał: **St3S**. Wyt. **$f_d=215$ MPa** dla **$g=7,4$** .

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy **1**.

Siły przekrojowe:

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **ADE**

$M_x = 7,14$ kNm, $V_y = -11,26$ kN, $N = -24,21$ kN,

Naprężenia w skrajnych włóknach: $\sigma_t = 53,69$ MPa $\sigma_c = -77,78$ MPa.

Naprężenia:

Naprężenia w skrajnych włóknach: $\sigma_t = 53,69$ MPa $\sigma_c = -77,78$ MPa.

Naprężenia:

- normalne: $\sigma = -12,04$ $\Delta\sigma = 65,73$ MPa $\psi_{oc} = 1,000$

- ścinanie wzdłuż osi Y: $A_v = 8,00$ cm² $\tau = 14,08$ MPa $\psi_{ov} = 1,000$

Warunki nośności: $\sigma_{ec} = \sigma / \psi_{oc} + \Delta\sigma = 12,04 / 1,000 + 65,73 = 77,78 < 215$ MPa

$\tau_{ey} = \tau / \psi_{ov} = 14,08 / 1,000 = 14,08 < 124,70 = 0,58 \times 215$ MPa

$\sqrt{\sigma_e^2 + 3\tau_e^2} = \sqrt{77,78^2 + 3 \times 0,00^2} = 77,78 < 215$ MPa

Nośność elementów rozciąganych:

Siała osiowa: $N = -31,73$ kN.

Pole powierzchni przekroju: $A = 20,10$ cm².

Nośność przekroju na rozciąganie: $N_{Rt} = A f_d = 20,10 \times 215 \times 10^{-1} = 432,15$ kN.

Warunek nośności (31): $N = 31,73 < 432,15 = N_{Rt}$

Długości wyboczeniowe pręta:

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie układu przyjęto podatności węzłów ustalone wg załącznika 1 normy:

$\chi_1 = 1,0$ $\chi_2 = 0,32$ węzły nieprzesuwne $\Rightarrow \mu = 0,768$ dla $l_0 = 3,8$ $l_w = 0,768 \times 3,8 = 2,918$ m

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$\chi_1 = 1,0$ $\chi_2 = 1,0$ węzły nieprzesuwne $\Rightarrow \mu = 1,0$ dla $l_0 = 3,4$ $l_w = 1,0 \times 3,4 = 3,4$ m

- dla wyboczenia skrętnego przyjęto współczynnik długości wyboczeniowej $\mu_{\omega} = 1,000$. Rozstaw stężeń zabezpieczających przed obrotem $l_{\omega} = 3,800$ m. Długość wyboczeniowa $l_{\omega} = 3,800$ m.

Siły krytyczne:

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 869,0}{2,918^2} 10^{-2} = 2064,35 \text{ kN} \quad N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 68,3}{3,400^2} 10^{-2} = 119,54 \text{ kN}$$

$$N_z = \frac{1}{i_s^2} \left(\frac{\pi^2 EJ_{\omega}}{l_{\omega}^2} + GJ_T \right) = \frac{1}{6,8^2} \left(\frac{3,14^2 \times 205 \times 3958,9}{3,800^2} 10^{-2} + 80 \times 3,4 \times 10^2 \right) = 705,88 \text{ kN}$$

Nośność przekroju na ściskanie: $N_{RC} = A f_d = 20,1 \times 215 \times 10^{-1} = 432,15 \text{ kN}$

Określenie współczynników wyboczeniowych:

- dla N_x $\bar{\lambda} = 1,15 \sqrt{N_{RC} / N_x} = 1,15 \times \sqrt{432,15 / 2064,35} = 0,528 \Rightarrow \text{Tab.11 a} \Rightarrow \varphi = 0,963$

- dla N_y $\bar{\lambda} = 1,15 \sqrt{N_{RC} / N_y} = 1,15 \times \sqrt{432,15 / 119,54} = 2,196 \Rightarrow \text{Tab.11 b} \Rightarrow \varphi = 0,198$

- dla N_z $\bar{\lambda} = 1,15 \sqrt{N_{RC} / N_z} = 1,15 \times \sqrt{432,15 / 705,88} = 0,900 \Rightarrow \text{Tab.11 c} \Rightarrow \varphi = 0,620$

Przyjęto: $\varphi = \varphi_{\min} = 0,198$

Warunek nośności pręta na ściskanie (39):

$$\frac{N}{\varphi N_{RC}} = \frac{31,73}{0,198 \times 432,15} = 0,371 < 1$$

Zwichrzenie:

Dla dwuteownika walcowanego rozstaw stężeń zabezpieczających przekrój przed obrotem $l_1 = l_{\omega} = 3800$ mm:

$$\frac{35 i_y}{\beta} \sqrt{215 / f_d} = \frac{35 \times 18}{1,000} \times \sqrt{215 / 215} = 644 < 3800 = l_1$$

Pręt nie jest zabezpieczony przed zwichrzeniem.

Współrzędna punktu przyłożenia obciążenia $a_o = 0,00$ cm. Różnica współrzędnych środka ścinania i punktu przyłożenia siły $a_s = 0,00$ cm. Przyjęto następujące wartości parametrów zwichrzenia: $A_1 = 0,680$, $A_2 = 0,290$, $B = 0,970$.

$$A_o = A_1 b_y + A_2 a_s = 0,680 \times 0,00 + 0,290 \times 0,00 = 0,000$$

$$M_{cr} = \pm A_o N_y + \sqrt{(A_o N_y)^2 + B^2 i_s^2 N_y N_z} =$$

$$0,000 \times 119,54 + \sqrt{(0,000 \times 119,54)^2 + 0,970^2 \times 0,068^2 \times 119,54 \times 705,88} = 19,24$$

Smukłość względna dla zwichrzenia wynosi:

$$\bar{\lambda}_L = 1,15 \sqrt{M_R / M_{cr}} = 1,15 \times \sqrt{23,35 / 19,24} = 1,267$$

Nośność przekroju na zginanie:

- względem osi X $M_R = \alpha_p W f_d = 1,000 \times 108,6 \times 215 \times 10^{-3} = 23,35 \text{ kNm}$

Współczynnik zwichrzenia dla $\bar{\lambda}_L = 1,267$ wynosi $\varphi_L = 0,560$

Warunek nośności (54):

$$\frac{N}{N_{Rc}} + \frac{M_x}{\varphi_L M_{Rx}} = \frac{24,21}{432,15} + \frac{7,14}{0,560 \times 23,35} = 0,602 < 1$$

Nośność (stateczność) pręta ściskanego i zginanego:

Składnik poprawkowy:

$$M_{x \max} = 7,14 \text{ kNm} \quad \beta_x = 1,000$$

$$\Delta_x = 1,25 \varphi_x \bar{\lambda}_x^2 \frac{\beta_x M_{x \max}}{M_{Rx}} \frac{N}{N_{Rc}} = 1,25 \times 0,963 \times 0,528^2 \times \frac{1,000 \times 7,14}{23,35} \times \frac{31,73}{432,15} = 0,008$$

$$\Delta_x = 0,008 \quad M_{y \max} = 0 \quad \Delta_y = 0$$

Warunki nośności (58):

- dla wyboczenia względem osi X:

$$\frac{N}{\varphi_x N_{Rc}} + \frac{\beta_x M_{x \max}}{\varphi_L M_{Rx}} = \frac{31,73}{0,963 \times 432,15} + \frac{1,000 \times 7,14}{0,560 \times 23,35} = 0,622 < 0,992 = 1 - 0,008$$

- dla wyboczenia względem osi Y:

$$\frac{N}{\varphi_y N_{Rc}} + \frac{\beta_y M_{y \max}}{\varphi_L M_{Ry}} = \frac{31,73}{0,198 \times 432,15} + \frac{1,000 \times 7,14}{0,560 \times 23,35} = 0,917 < 1,000 = 1 - 0,000$$

Nośność przekroju na ścinanie:

- wzdłuż osi Y

$$V_R = 0,58 A_V f_d = 0,58 \times 8,0 \times 215 \times 10^{-1} = 99,76 \text{ kN}$$

$$V_0 = 0,6 V_R = 59,86 \text{ kN}$$

Warunek nośności dla ścinania wzdłuż osi Y:

$$V = 11,26 < 99,76 = V_R$$

Nośność przekroju zginanego, w którym działa siła poprzeczna:

- dla zginania względem osi X: $V_y = 11,26 < 59,86 = V_0 \quad M_{R,V} = M_R = 23,35 \text{ kNm}$

Warunek nośności (55):

$$\frac{N}{N_{Rc}} + \frac{M_x}{M_{Rx,V}} = \frac{24,21}{432,15} + \frac{7,14}{23,35} = 0,362 < 1$$

Nośność przekroju na ścinanie z uwzględnieniem siły osiowej:

- dla ścinania wzdłuż osi Y:

$$V = 11,26 < 99,60 = 99,76 \times \sqrt{1 - (24,21 / 432,15)^2} = V_R \sqrt{1 - (N / N_{Rc})^2} = V_{R,N}$$

Stan graniczny użytkowania:

Ugięcia względem osi Y liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{\max} = 2,8 \text{ mm}$$

$$a_{\text{gr}} = l / 250 = 3800 / 250 = 15,2 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 2,8 < 15,2 = a_{\text{gr}}$$

5.0. Wnioski

Po przeprowadzeniu analizy istniejących dźwigarów stalowych opiniowanego budynku, stwierdzam iż możliwe jest zamontowanie kolektorów słonecznych na połaci dachowej. Wzrost wyężenia belki dźwigara, wynikający z dodatkowego ciężaru kolektorów wynosi około 7%. Mieści się jednak to w dopuszczalnych granicach nośności.