



DOKUMENTACJA TECHNICZNA

STADIUM : opinia techniczna dot możliwości montażu paneli fotowoltaicznych na dachu szkoły

BRANŻA : budowlana



LOKALIZACJA : Tereszewo 9A
13-306 Kurzętnik,

WŁAŚCICIEL : Gmina Kurzętnik

ZARZĄDCA : Dyrektor Szkoły Podstawowej
im. Kawalerów Orderu
Uśmiechu w Tereszewie

Opracował - imię i nazwisko:	branża	Nr upr.	Podpis
mgr inż. Dariusz Morczyński	konstrukcyjno - budowlana	UAN-N- -V/4/TO/85	<i>mgr inż. Dariusz Morczyński</i> upr. bud. BP-Pol-V/178/TO/83 upr. proj. UAN-N-V/4/TO/85 nr ewidencji KUP/BO/1662/01
Data opracowania : sierpień 2018 rok			



I OPINIA TECHNICZNA

1.0. Dane ogólne.

1.1 Przedmiot i cel opracowania:

Przedmiotem opracowania jest ocena stanu technicznego dachu wraz z analizą obciążeń.

Celem opracowania jest sprawdzenie możliwości montażu paneli fotowoltaicznych na dachu szkoły, z uwzględnieniem stanu technicznego dachu szkbudynku szkoły

1.2. Podstawa opracowania.

1.2.1. Podstawa formalna:

- Umowa z Wójtem Gminy Kurzetnik z dnia 22.08.2018r

1.2.2. Podstawa prawna:

1. Ustawa z dnia 20 lutego 2015 r. o zmianie ustawy – Prawo budowlane oraz niektórych innych ustaw, (Dz.U. 1994Nr 89 poz. 414 z późn zmianami – tekst jednolity DU. z 2018 r. poz. 1202, 1276.)
 2. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dn. 12.04.2002r w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75 z 15.06.2002r.)
- NORMY TECHNICZNE OBOWIĄZUJĄCE I ZALECANE DO STOSOWANIA W BUDOWNICTWIE

1.3. Zakres opracowania.

Zakres opracowania obejmuje:

- ocenę stanu technicznego konstrukcji dachu – analiza obciążeń
- ocena możliwości montażu paneli fotowoltaicznych ,

1.4. Materiały wykorzystane przy opracowaniu i przeprowadzone badania.

- Instrukcja montażu użytkowania i konserwacji - dach skośny , szyna SM 50 system CORAB T*011 dach płaski - pionowo.
- Projekt budowlany rozbudowy szkoły w Tereszewie opracowany w grudniu 2004 przez ZUI w Brodnicy ul. Nowa 41a - projektant konstrukcji Danuta Iwanus
- Przeprowadzono oględziny konstrukcji dachu szkoły w dniu 22.08.2018, bez naruszania elementów konstrukcji i wykończenia.

2.0. Opis rozwiązań konstrukcyjno - materiałowych dachu.

Budynek szkoły w Tereszewie składa się z części dydaktycznej, częściowo podpiwniczonej i sali gimnastycznej, niepodpiwniczonej. Cały budynek wykonany metodą tradycyjną.

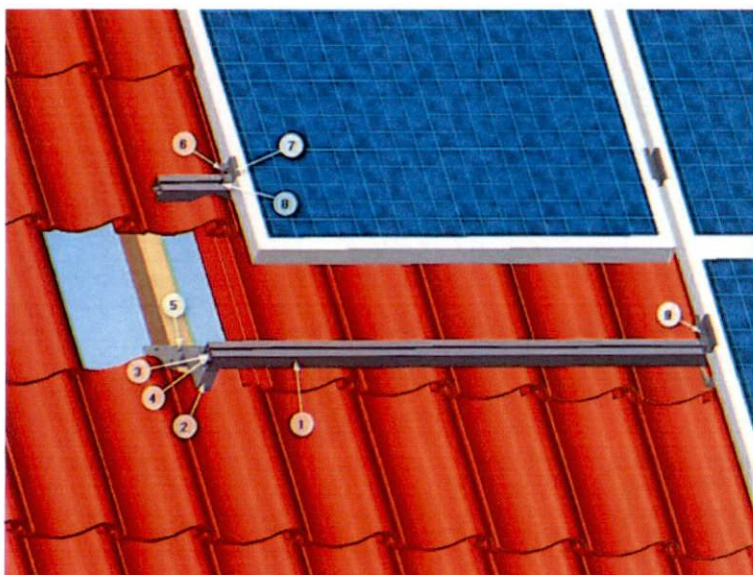
Dach nad częścią dydaktyczną drewniany o konstrukcji płasko - kleszczowej, pokryty blachą dachówkową na łąkach drewnianych:

- Krokwie 8*18cm w rozstawie 95cm
- Płatwie 14 * 16cm
- Słupki 14*14cm
- Muryłaty 14*14cm zakotwione w wieńcach co 90cm
- Ocieplenie – wełna mineralna 20cm
- Pokrycie - blacha dachówkowa powlekana w kolorze ciemnej cegły na łąkach 45 * 55mm e rozstawie 30cm, nachylenie połaci 40°
- Okap – deskowanie pełne



SZKOŁA PODSTAWOWA

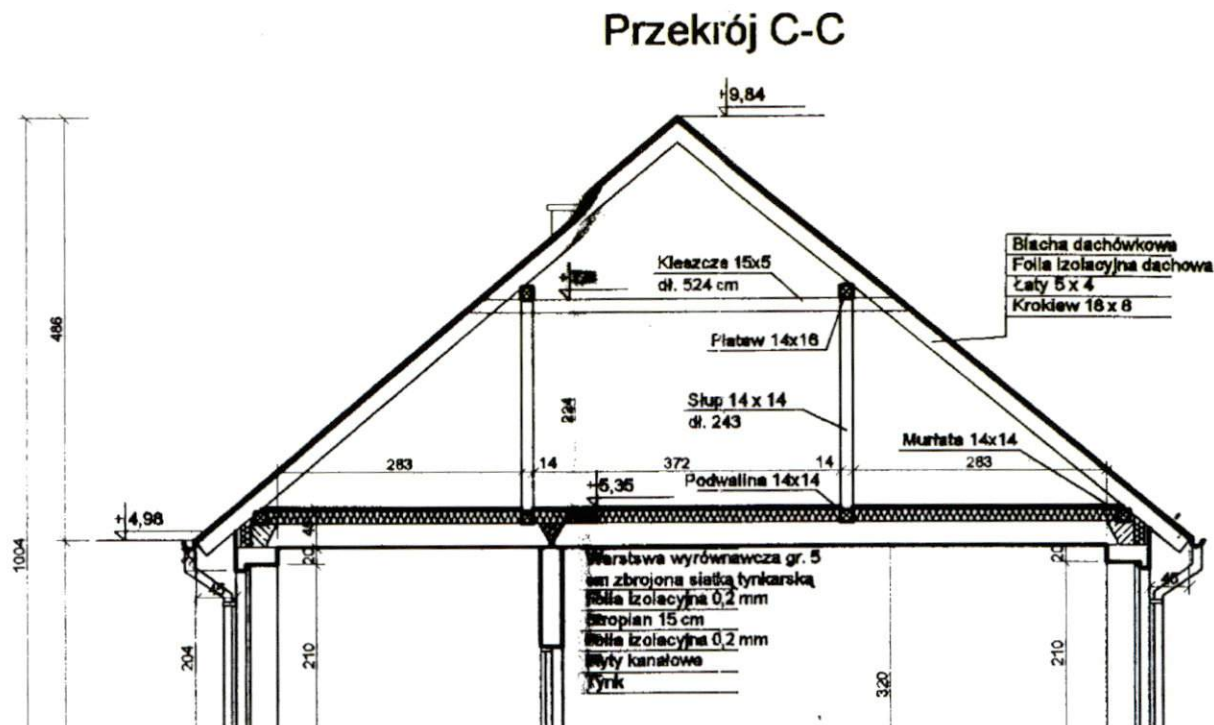
3.0. Sposób montażu paneli:





4.0. Analiza wytrzymałości konstrukcji dachu:

Zakłada się montaż paneli fotowoltaicznych w środkowej części budynku – segment południowo-wschodni prostopadły do drogi asfaltowej. Nie zaleca się montowania paneli na dachu nad wejściem głównym z uwagi na długość belek krokwiowych wykonanych jako belki wolnopodparte.
(PRZEKRÓJ: C-C) - maksymalnie 78 modułów



W przypadku dachu skośnego panele montowane są na profilach które mocowane są do krokwi poprzez kołki dokrokwiowe. Montaż poprzez kołki dokrokwiowe zapewnia wysoką stabilność i wytrzymałość, Posiadają one nakrętki uszczelniające. Wszystkie profesjonalne elementy przeznaczone do montażu systemów fotowoltaicznych są bardzo mocno wyspecjalizowane i nie powodują przeciekania dachu. Na szczelność dachu winna być udzielona gwarancja na okres minimum 36 miesięcy – zalecana na okres 60 miesięcy.

Przed montażem firma realizująca zamówienie winna zapoznać się z ułożeniem krokwi, właśnie ze względu na mocowanie profili.

Waga panelu fotowoltaicznego 20kG = 0,2kN

Obciążenia płyty – panel fotowoltaiczny

Obciążenia stałe:

- ciężar własny panelu fotowoltaicznego : (pow. $A = 1.64 \times 0.992 = 1.626 \text{ m}^2$, $q = 0,2/1,626 = 0,123 \text{ kN/m}^2$
- ciężar konstrukcji wsporczej aluminiowej: $0.125 \times 1.626 = 0.20 \text{ kN/m}^2 \times 1.20 = 0.248 \text{ kN/m}^2$

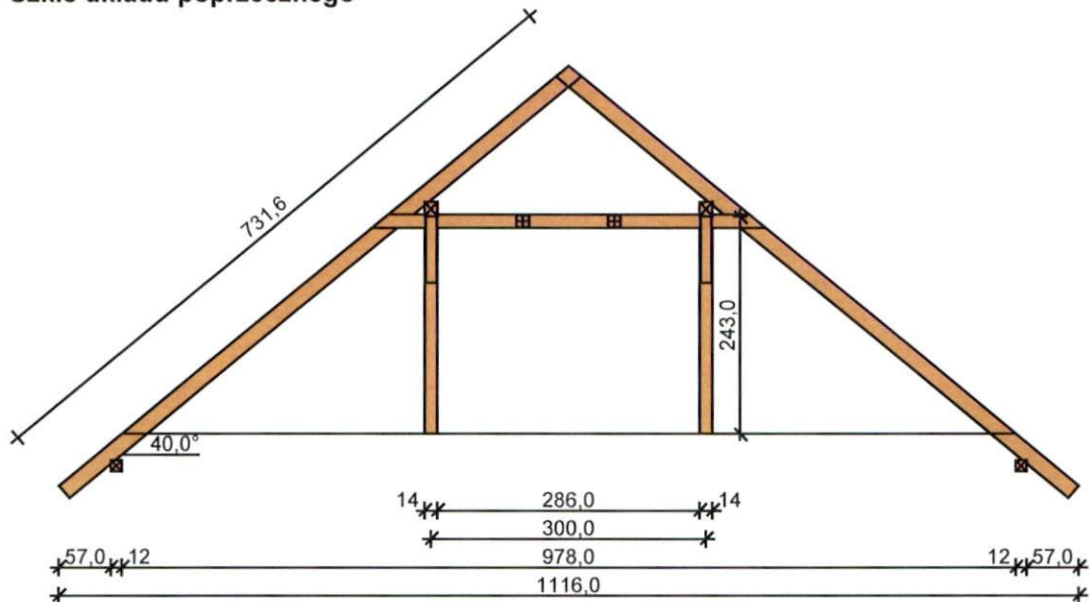
$$\Sigma: q_{ch} = 0,371 \quad 1,3 \quad q_{obl} = 0,48$$

Aktualnie poddasze wykorzystywane na pomieszczenia dydaktyczne – ocieplenie na dolnej części krokwi i płatwici.

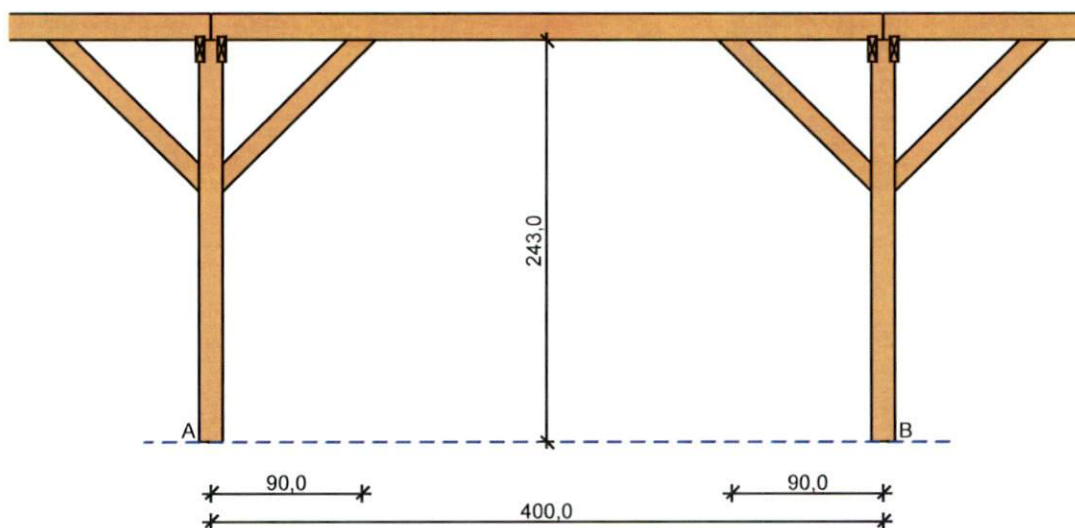


OBLICZENIA WSPRAWDZAJĄCE WIĄZARA

Szkic układu poprzecznego



Szkic układu podłużnego - płatwi pośredniej



Geometria ustroju:

Kąt nachylenia połaci dachowej $\alpha = 40,0^\circ$

Rozpiętość wiaźara $l = 11,16 \text{ m}$

Rozstaw podpór w świetle murłat $l_s = 9,78 \text{ m}$

Rozstaw osiowy płatwi $l_{gx} = 3,00 \text{ m}$

Rozstaw krokwi $a = 0,95 \text{ m}$

Odległość między usztywnieniami bocznymi krokwi $= 0,50 \text{ m}$

Płatw pośrednia o długości osiowej między słupami $l = 4,00 \text{ m}$

- lewy koniec płatwi oparty na słupie z mieczami, odległość podparcia mieczami $a_{mL} = 0,90 \text{ m}$

- prawy koniec płatwi oparty na słupie z mieczami, odległość podparcia mieczami $a_{mP} = 0,90 \text{ m}$

Wysokość całkowita słupów pod płatw pośrednią $h_s = 2,43 \text{ m}$

Rozstaw podparć poziomych murłaty $l_{mo} = 0,90 \text{ m}$

Wysięg wspornika murłaty $l_{mw} = 0,90 \text{ m}$



Dane materiałowe:

- krokiew 8/18cm (zacios 3 cm) z drewna C30
- płatew 14/16 cm z drewna C30
- słup 14/14 cm z drewna C30
- kleszcze 2x 5/15 cm (zacios 2 cm) o prześwicie gałęzi 8 cm, z przewiązkami co 100 cm z drewna C30
- murlata 12/12 cm z drewna C30

Obciążenia (wartości charakterystyczne i obliczeniowe):

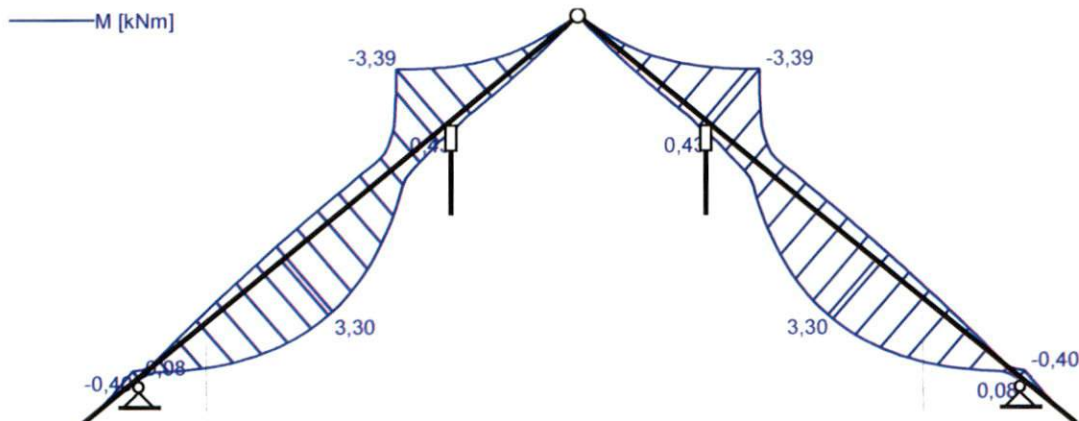
- pokrycie dachu : $g_k = 0,047 \text{ kN/m}^2$, $g_o = 0,056 \text{ kN/m}^2$
- uwzględniono ciężar własny więzara
- obciążenie śniegiem (wg PN-80/B-02010/Az1/Z1-1: połać bardziej obciążona, strefa 3, $A=80 \text{ m n.p.m.}$, nachylenie połaci $40,0 \text{ st.}$):
 - na połaci lewej $s_{kl} = 0,960 \text{ kN/m}^2$, $s_{ol} = 1,440 \text{ kN/m}^2$
 - na połaci prawej $s_{kp} = 0,640 \text{ kN/m}^2$, $s_{op} = 0,960 \text{ kN/m}^2$
 - obciążenie śniegiem traktuje się jako obciążenie średniotrwale
- obciążenie wiatrem (wg PN-B-02011:1977/Az1:2009/Z1-3: strefa I, teren A, wys. budynku $z=10,0 \text{ m}$):
 - na połaci nawietrznej $p_{kl} = 0,216 \text{ kN/m}^2$, $p_{ol} = 0,324 \text{ kN/m}^2$
 - na stronie zawietrznej $p_{kp} = -0,216 \text{ kN/m}^2$, $p_{op} = -0,324 \text{ kN/m}^2$
- ocieplenie na całej długości krokwi $g_{kk} = 0,770 \text{ kN/m}^2$, $g_{ok} = 0,924 \text{ kN/m}^2$
- dodatkowe obciążenie stałe płatwi $q_{kp} = 0,290 \text{ kN/m}$, $q_{op} = 0,348 \text{ kN/m}$
- obciążenie montażowe kleszczy $F_k = 1,0 \text{ kN}$, $F_o = 1,2 \text{ kN}$

Założenia obliczeniowe:

- klasa użytkowania konstrukcji: 2
- w obliczeniach statycznych krokwi uwzględniono wpływ podatności płatwi
- współczynniki długości wyboczeniowej słupa:
 - w płaszczyźnie ustroju podłużnego ustalony automatycznie
 - w płaszczyźnie więzara $\mu_y = 1,00$

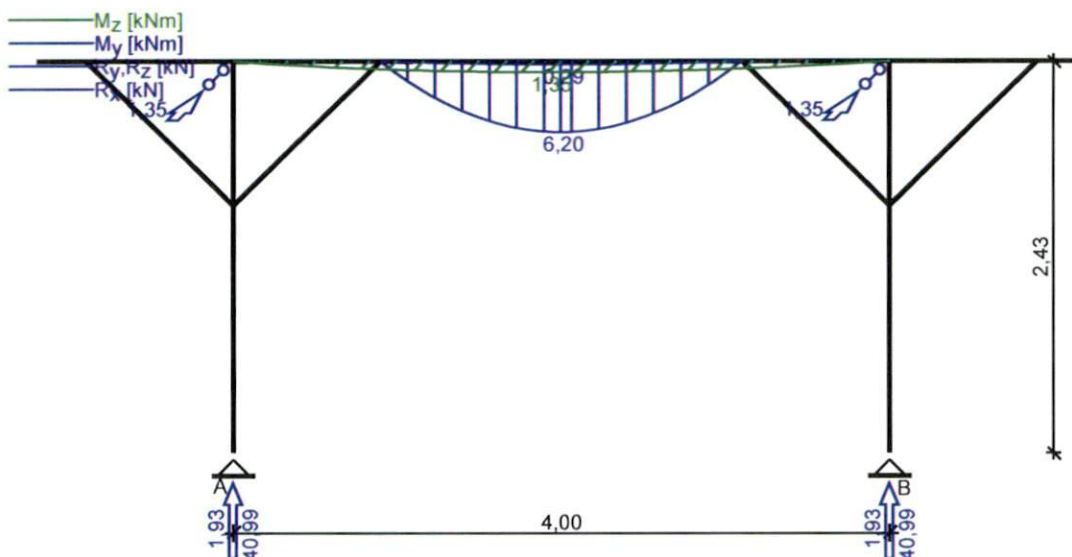
WYNIKI

Obwiednia momentów zginających w układzie poprzecznym:





Obwiednia momentów w układzie podłużnym - płatwi pośredniej:



WYMIAROWANIE wg PN-B-03150:2000

drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości C30

→ $f_{m,k} = 30 \text{ MPa}$, $f_{t,0,k} = 18 \text{ MPa}$, $f_{c,0,k} = 23 \text{ MPa}$, $f_{v,k} = 3 \text{ MPa}$, $E_{0,mean} = 12 \text{ GPa}$, $\rho_k = 380 \text{ kg/m}^3$

Krokiew 8/18 cm (zacios na podporach 3 cm)

Smukłość

$$\lambda_y = 86,7 < 150$$

$$\lambda_z = 21,7 < 150$$

Maksymalne siły i naprężenia w przęśle

decyduje kombinacja: K12 stałe-max (podatność)+wiatr (podatność)+0,90·śnieg (podatność)

$$M_y = 3,25 \text{ kNm}, \quad N = 2,81 \text{ kN}$$

$$f_{m,y,d} = 13,85 \text{ MPa}, \quad f_{c,0,d} = 10,62 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 7,51 \text{ MPa}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,20 \text{ MPa}$$

$$k_{c,y} = 0,398$$

$$\sigma_{c,0,d} / (k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,589 < 1$$

$$(\sigma_{c,0,d} / f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,380 < 1$$

Maksymalne siły i naprężenia na podporze (płatwi)

decyduje kombinacja: K5 stałe-max+wiatr+0,90·śnieg

$$M_y = -3,30 \text{ kNm}, \quad N = 1,37 \text{ kN}$$

$$f_{m,y,d} = 13,85 \text{ MPa}, \quad f_{c,0,d} = 10,62 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 10,99 \text{ MPa}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,11 \text{ MPa}$$

$$(\sigma_{c,0,d} / f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,794 < 1$$

Maksymalne ugięcie krokwi (pomiędzy murlatą a płatwią)

decyduje kombinacja: K11 stałe-max (podatność)+wiatr (podatność)

$$u_{fin} = 11,16 \text{ mm} < u_{net,fin} = l / 200 = 4504 / 200 = 22,52 \text{ mm} \quad (49,5\%)$$

Maksymalne ugięcie wspornika krokwi

decyduje kombinacja: K2 stałe-max+śnieg

$$u_{fin} = 6,66 \text{ mm} < u_{net,fin} = 2 \cdot l / 200 = 2 \cdot 822 / 200 = 8,22 \text{ mm} \quad (80,9\%)$$

Płatew 14/16 cm

Smukłość

$$\lambda_y = 20,6 < 150$$

$$\lambda_z = 23,5 < 150$$



Obciążenia obliczeniowe

$$q_{z,\max} = 10,25 \text{ kN/m} \quad q_{y,\max} = 0,67 \text{ kN/m}$$

Maksymalne siły i naprężenia w płatwi

decyduje kombinacja: K3 stałe-max+śnieg+0,90·wiatr-parcie

$$M_y = 6,20 \text{ kNm}, \quad M_z = 1,21 \text{ kNm}$$

$$f_{m,y,d} = 13,85 \text{ MPa}, \quad f_{m,z,d} = 13,85 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 10,38 \text{ MPa}, \quad \sigma_{m,z,d} = 2,32 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,867 < 1$$

$$k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,692 < 1$$

Maksymalne ugięcie

decyduje kombinacja: K2 stałe-max+śnieg

$$u_{\text{fin}} = 5,73 \text{ mm} < u_{\text{net,fin}} = l / 200 = 11,00 \text{ mm} \quad (52,1\%)$$

Słup 14/14 cm

Smukłość (słup A)

$$\lambda_y = 91,3 < 150$$

$$\lambda_z = 60,1 < 150$$

Maksymalne siły i naprężenia (słup A)

decyduje kombinacja: K3 stałe-max+śnieg+0,90·wiatr-parcie

$$M_y = 0,00 \text{ kNm}, \quad N = 40,99 \text{ kN}$$

$$f_{c,0,d} = 10,62 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 0,00 \text{ MPa}, \quad \sigma_{c,0,d} = 2,09 \text{ MPa}$$

$$k_{c,y} = 0,362, \quad k_{c,z} = 0,708$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,544 < 1$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,278 < 1$$

Kleszcze 2x 5/15 cm o prześwicie gałęzi 14 cm, z przewiązkami co 100 cm

Smukłość

$$\lambda_y = 69,3 < 150$$

$$\lambda_z = 145,7 < 175$$

Maksymalne siły i naprężenia

decyduje kombinacja: K2 stałe-max+montażowe

$$M_y = 0,91 \text{ kNm}$$

$$f_{m,y,d} = 25,38 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 4,86 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,192 < 1$$

Maksymalne ugięcie:

decyduje kombinacja: K2 stałe-max+montażowe

$$u_{\text{fin}} = 1,22 \text{ mm} < u_{\text{net,fin}} = l / 200 = 3000 / 200 = 15,00 \text{ mm} \quad (8,1\%)$$

Murłata 12/12 cm

Część murłaty leżąca na ścianie

Obciążenia obliczeniowe

$$q_{z,\max} = 5,50 \text{ kN/m} \quad q_{y,\max} = 1,52 \text{ kN/m}$$

$$q_{z,\min} = -0,48 \text{ kN/m (odrywanie)}$$

Maksymalne siły i naprężenia

decyduje kombinacja: K4 stałe-max+wiatr

$$M_z = 0,13 \text{ kNm}$$

$$f_{m,z,d} = 20,77 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} = 0,46 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,022 < 1$$



Część wspornikowa murlaty

- nie dotyczy – skrajne pola nie powinny być zabudowane panelami

5.0. Wnioski i zalecenia

- 5.1. Na podstawie przeprowadzonych obliczeń więzara płatwiowo – kleszczowego, dociążenie instalacją paneli fotowoltaicznych w przekroju C – C jest możliwe – nie powoduje przekroczenia wytrzymałości konstrukcji
- 5.2. Rozstaw osiowy kołków dokrokwiniowych należy przyjąć $b=0,95m$, sprawdzając wymiary w naturze
- 5.3. Wzrost obciążeń spowodowany montażem instalacji na dachu nie wpłynie negatywnie na stateczność konstrukcji dachu.
- 5.4. W przypadku braku przewiązek gałęzi kleszczy przed montażem paneli uzupełnić przewiązki zgodnie ze schematem

Opracował :

mgr inż. Dariusz Morczyński
upr. bud. BP-RN-1/178/TO/83
upr. proj. UAN-N-W4/TO/85
nr ewidencyjny KUP/BO/1602/01

Grudziądz 25.08.2018r