



DOKUMENTACJA TECHNICZNA

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

BRANŻA : budowlana

OBIEKT : Zespół Szkół im Władysława Jagiełły w Kurzętniku

LOKALIZACJA : 13-306 Kurzętnik
ul Grunwaldzka 37
pow. Nowe Miasto Lubawskie

WŁAŚCICIEL : Gmina Kurzętnik

ZARZĄDCA : Dyrektor Szkoły Podstawowej im. Władysława Jagiełły w Kurzętniku

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. EPBN-V/178/TO/83 upr. proj. UAN-N-V/4/TO/85 nr ewidencyjny 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 dla instalatorów i użytkowników - wersja I 2015 system CORAB PI dach płaski - pionowo.
- Projekt budowlany rozbudowy szkoły- gimnazjum w Kurzetniku opracowany przez p. Piotra Iwanus w kwietniu 1990r..
- Przeprowadzono oględziny dachu szkoły w dniu 22.08.2018, bez naruszania elementów konstrukcji i wykończenia.

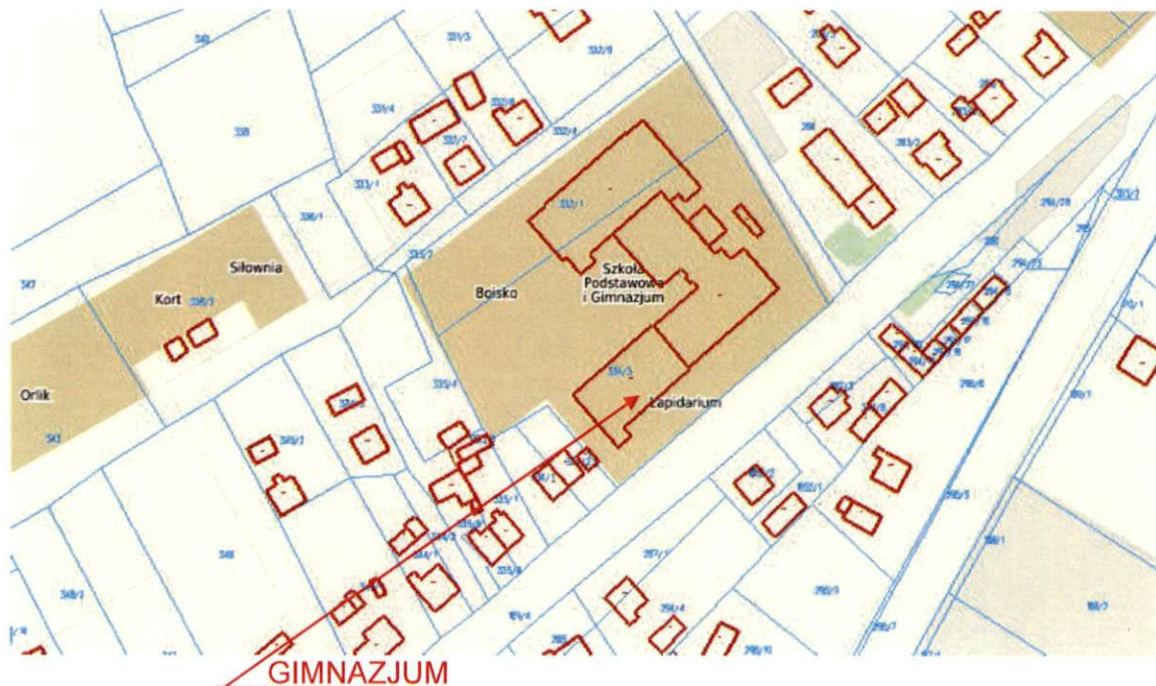
2.0. Opis rozwiązań konstrukcyjno - materiałowych dachu.

Budynek szkoły w Kurzetniku składa się z trzech segmentów budowanych w różnych latach:

- Szkoła podstawowa,
- Gimnazjum,
- Sala gimnastyczna
Dobudowa – gimnazjum zrealizowana na podstawie dokumentacji opracowanej w kwietniu 1999 w 2012r

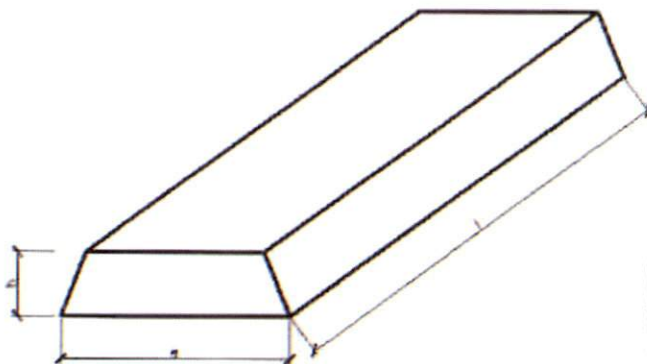
Dach gimnazjum płaski składający się z następujących warstw:

- 3 * papa,
- Warstwa wyrównawcza 2-5cm,
- Płyty korytkowe DKZ na ściankach ażurowych układane równolegle do okapu,
- Wentylowana pustka powietrzna
- Ocieplenie – wełna mineralna 30cm
- Płyty kanałowe,
- Tynk – gładź gipsowa



3.0. Analiza wytrzymałości i obciążeń płyty DKZ:

Płyty dachowe korytkowe DKZ stosuje się do wykonania przekryć dachowych.
Dopuszczalna wartość obciążeń obliczeniowych – $2,65 \text{ kN/m}^2$.



Dane techniczne: 13224:2012.

Minimalna klasa betonu: C20/25

Stal: AIII(N)

Długość modularna(l): 180cm; 240cm; 300cm

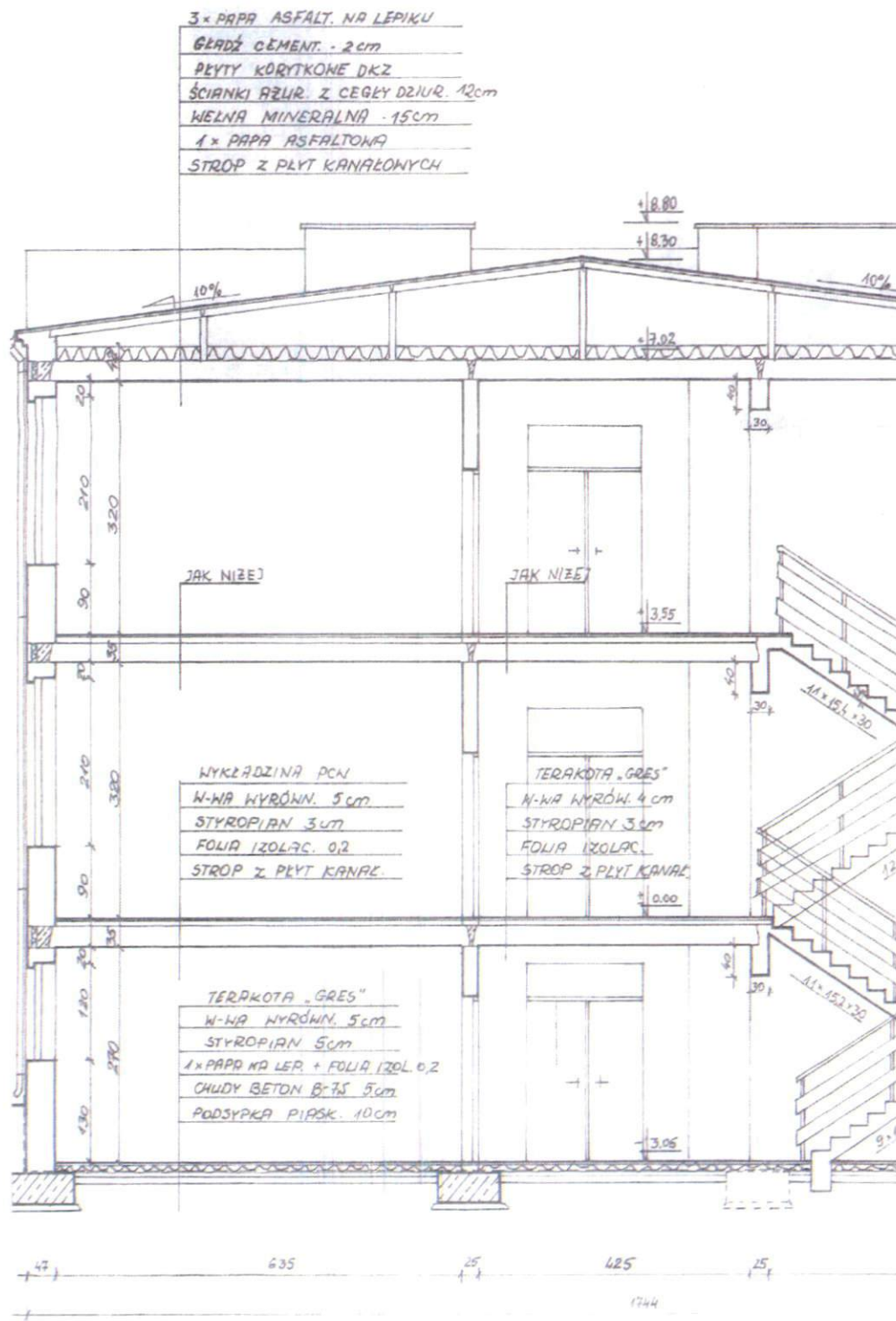
Szerokość modularna(s): 30cm; 60cm

Wysokość(h): 10cm

Masa: 60-220kg

Możliwość stosowania zarówno w budownictwie mieszkaniowym , użyteczności publicznej i przemysłowym z uwagi na niewielki ciężar. Wyrób wykonany Wykonujemy na podstawie PN-EN 13224:2012.

Kopia rysunku – PRZEKRÓJ: I - I



PRZEKRÓJ I-I

Płyty kanałowe DKZ/300 ułożone prostopadłe do okapu



Obciążenia płyty – stan istniejący

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m ²	γ _f	k _d	Obc. obl. kN/m ²
1.	Papa na podłożu betonowym posypana żwirkiem, potrójnie [0,150kN/m ²]	0,22	1,30	--	0,29
2.	Warstwa cementowa grub. 2 cm [21,0kN/m ³ ·0,05m]	0,42	1,30	--	0,55
3.	Obciążenie śniegiem dachu jednospadowego wg PN-80/B-02010/Az1/Z1-1 (strefa 3, A=80 m n.p.m. -> Q _k = 1,2 kN/m ² , nachylenie połaci 4,0 st. -> C2=0,8) [0,960kN/m ²]	0,96	1,50	0,00	1,44
Σ:		1,60	1,39	--	2,28

Obciążenie obliczeniowe $q_{obl} = 2,28 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie $q_{obl} = 2,18 \text{ kN/m}^2 < q_{dop} = 2,65 \text{ kN/m}^2$

Obciążenia płyty – panel fotowoltaiczny

Obciążenia stałe:

- ciężar własny panelu fotowoltaicznego : (pow. $A = 1.64 \times 0.992 = 1.626 \text{ m}^2$, rozstaw stojaków $b = 1.20 \text{ m}$) $0.18 / 1.626 = 0.110 \times 1.20 \text{ kN/m}^2 = 0.132 \text{ kN/m}^2$ $\gamma_f = 1.20$
 - ciężar konstrukcji wsporczej aluminiowej: $0.125 \times 1.626 = 0.20 \text{ kN/m}^2 \times 1.20 = 0.248 \text{ kN/m}^2$ $\gamma_f = 1.20$

$$\Sigma: q_{ch} = 0,38 \quad 1,2 \quad q_{obl} = 0,46$$

Obciążenia zewnętrzne płyty z panelem

$$q_{obl} = 2,28 + 0,46 = 2,74 \text{ kN/m}^2 > q_{dop} = 2,65 \text{ kN/m}^2$$

Niezbędne wykonanie wzmocnienia – belek pod stojaki paneli

Obciążenie śniegiem instalacji:

II strefa j-jak dach rozstaw stojaków 1,2m	0,72	1,5	1,08
--	------	-----	------

Obciążenie wiatrem instalacji:

I strefa, $g_k = 0.30 \text{ kN/m}^2$, $\alpha = 30-35^\circ$, $c_{zp} = 0.02 \times (35^\circ - 10^\circ) = 0.50$, $\gamma_f = 1.50$,

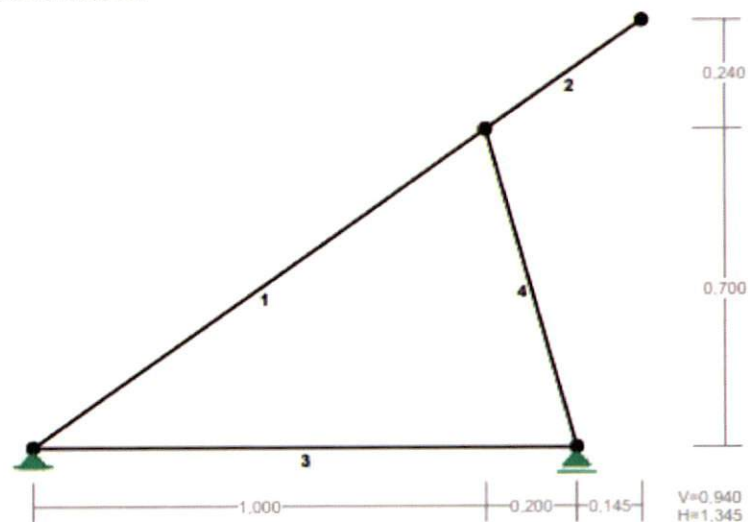
$H = 41.50 - 45.42 \text{ m}$, $C_e = 1.23 + 0.0067 \times 45.42 = 1.530$,

rozstaw stojaków $a = 1.20 \text{ m}$ $w_k = 0.30 \times 0.50 \times 1.53 \times 1.0 \times 1.80 = 0.41 \text{ kN/m}^2$ $\gamma_f = 1.50$

wk	0.41	1.20	0.49 kN/m
----	------	------	-----------

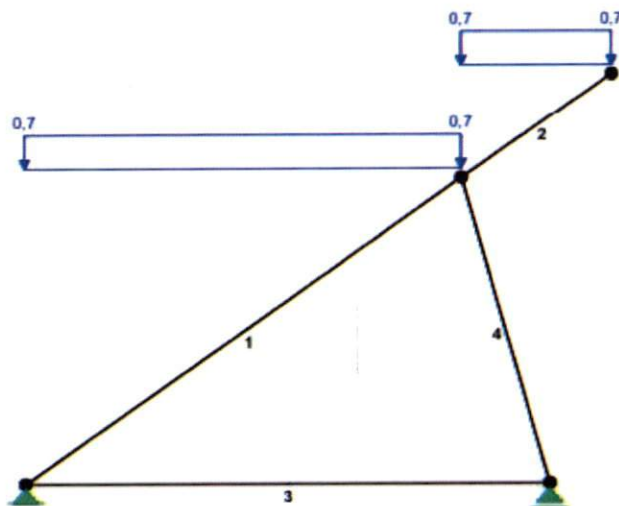


Obliczenia statyczne:
PANEL FOTOWOLTAICZNY



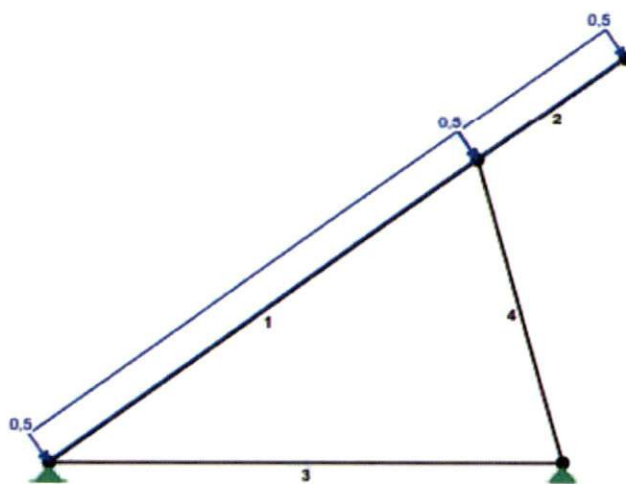
OBCIĄŻENIA

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa:	A	"ciężar ogniwa + k.wsporcza"	Stale	$\gamma_f = 1,00$		
1	Linowe	0,0	0,38	0,38	0,00	1,22
2	Linowe	0,0	0,38	0,38	0,00	0,42



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa:	B	"ociążenie śniegiem"	Zmienne	$\gamma_f = 1,00$		
1	Linowe-Y	0,0	0,72	0,72	0,00	1,22
2	Linowe-Y	0,0	0,72	0,72	0,00	0,42

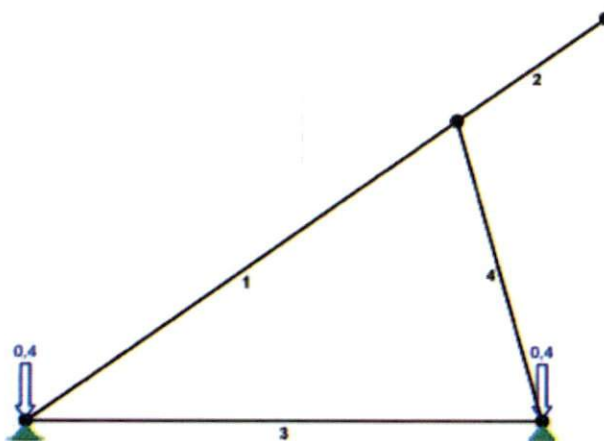


OBCIĄŻENIA:

([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa: C "obciążenie wiatrem"						
1	Liniowe	35,0	0,49	0,49	0,00	1,22
2	Liniowe	34,8	0,49	0,49	0,00	0,42

OBCIĄŻENIA:





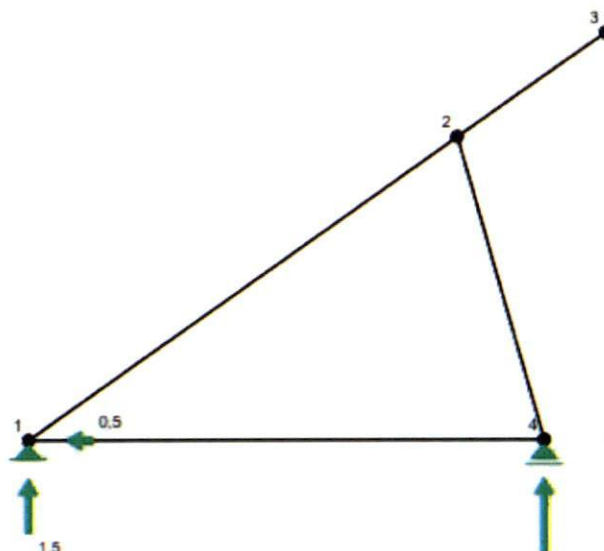
OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa:	D	"ciężar bloku betonowego"	Stałe		$\gamma_f = 1,00$	
3	Skupione	0,0	0,44		0,00	
3	Skupione	0,0	0,44		1,20	

OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa:	Znaczenie:	ψ_d :	γ_f :
Ciężar wł.			1,10
A - "ciężar ogniwa + k.wsporcza"	Stałe		1,00
B - "obciążenie śniegiem"	Zmienne	1	1,00
C - "obciążenie wiatrem"	Zmienne	1	1,00
D - "ciężar bloku betonowego"	Stałe		1,00

REAKCJE PODPOROWE:



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

Węzeł:	H [kN]:	V [kN]:	Wypadkowa [kN]:	M [kNm]:
1	-0,5	1,5	1,6	
4	-0,0	2,3	2,3	



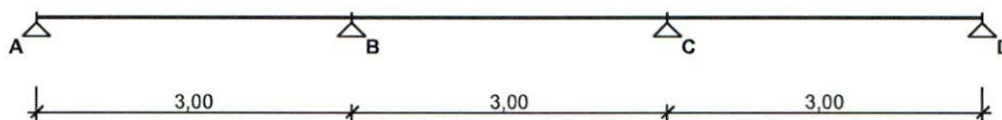
REAKCJE PODPOROWE DLA ROZSTWU STOJAKÓW 1,8m

$R_1 = 2,4 \text{ kN}$

$R_2 = 3,35 \text{ kN}$

BEKLA PODWALINOWA:

SCHEMAT BELKI



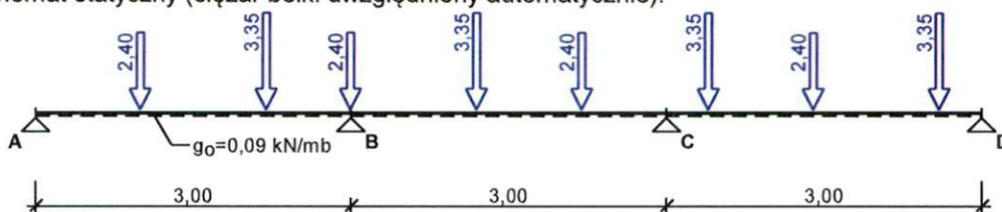
Parametry belki:

- współczynnik obciążenia dla ciężaru własnego belki $\gamma_f = 1,10$

OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI

Przypadek P1: Przypadek 1 ($\gamma_f = 1,15$)

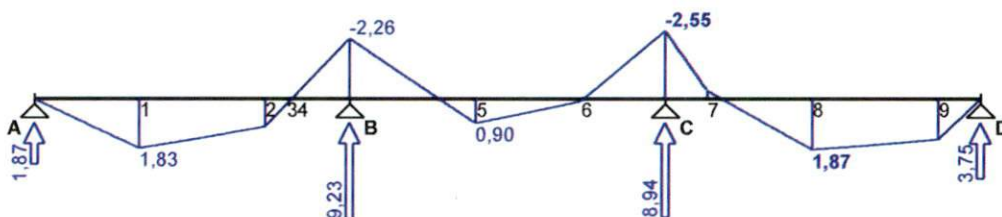
Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



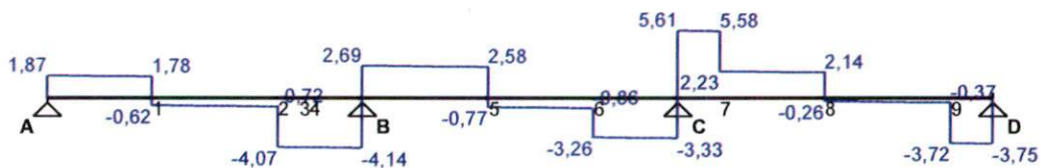
WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

1

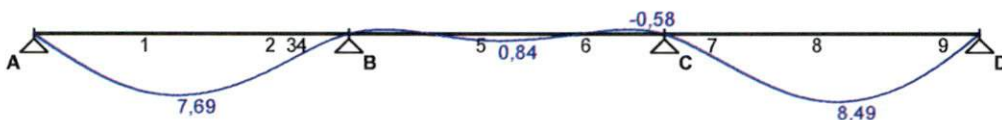
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:



Ugięcia [mm]:





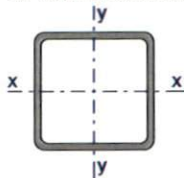
ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

Wykorzystanie rezerwy plastycznej przekroju: tak;

Parametry analizy zwichrzenia:

- obciążenie przyłożone na pasie górnym belki;
- obciążenie działa w dół;
- belka zabezpieczona przed zwichrzeniem;

WYMIAROWANIE WG PN-90/B-03200



Przekrój: 70x70x4,0

$$A_v = 5,28 \text{ cm}^2, \quad m = 8,15 \text{ kg/m}$$

$$J_x = 74,7 \text{ cm}^4, \quad J_y = 74,7 \text{ cm}^4, \quad J_w = 0,00 \text{ cm}^6, \quad J_T = 118 \text{ cm}^4, \quad W_x = 21,3 \text{ cm}^3$$

Stal: St3

Nośności obliczeniowe przekroju:

- zginanie: klasa przekroju 1 ($\alpha_p = 1,114$)

$$M_R = 5,10 \text{ kNm}$$

- ścinanie: klasa przekroju 1

$$V_R = 65,84 \text{ kN}$$

Belka

Nośność na zginanie

Przekrój $z = 6,00 \text{ m}$

Współczynnik zwichrzenia $\varphi_L = 1,000$

Moment maksymalny $M_{\max} = -2,55 \text{ kNm}$

$$(52) \quad M_{\max} / (\varphi_L \cdot M_R) = 0,499 < 1$$

Nośność na ścinanie

Przekrój $z = 6,00 \text{ m}$

Maksymalna siła poprzeczna $V_{\max} = 5,61 \text{ kN}$

$$(53) \quad V_{\max} / V_R = 0,085 < 1$$

Nośność na zginanie ze ścinaniem

$$V_{\max} = (-)4,14 \text{ kN} < V_o = 0,3 \cdot V_R = 19,75 \text{ kN} \rightarrow \text{warunek niemiarodajny}$$

Stan graniczny użytkowania

Przekrój $z = 7,65 \text{ m}$

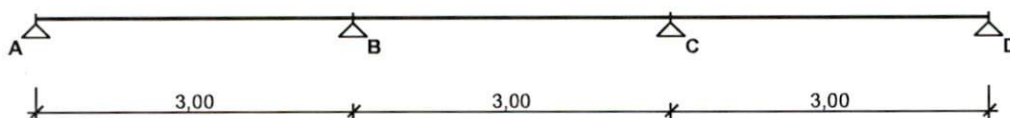
Ugięcie maksymalne $f_{k,\max} = 8,49 \text{ mm}$

Ugięcie graniczne $f_{gr} = l_o / 350 = 8,57 \text{ mm}$

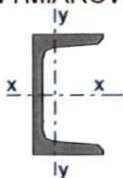
$$f_{k,\max} = 8,49 \text{ mm} < f_{gr} = 8,57 \text{ mm} \quad (99,0\%)$$

PRZEKRÓJ ZAMIENNY CEOWNIK

SCHEMAT BELKI



WYMIAROWANIE WG PN-90/B-03200





Przekrój: C 80

$$A_v = 4,80 \text{ cm}^2, m = 8,64 \text{ kg/m}$$

$$J_x = 106 \text{ cm}^4, J_y = 19,4 \text{ cm}^4, J_o = 172 \text{ cm}^6, J_T = 2,23 \text{ cm}^4, W_x = 26,5 \text{ cm}^3$$

Stal: St3

Nośności obliczeniowe przekroju:

- zginanie: klasa przekroju 1

$$M_R = 4,27 \text{ kNm}$$

- ścinanie: klasa przekroju 1

$$V_R = 59,86 \text{ kN}$$

Belka

Nośność na zginanie

$$\text{Przekrój } z = 6,00 \text{ m}$$

$$\text{Współczynnik zwichrzenia } \varphi_L = 1,000$$

$$\text{Moment maksymalny } M_{\max} = -2,55 \text{ kNm}$$

$$(52) \quad M_{\max} / (\varphi_L \cdot M_R) = 0,597 < 1$$

Nośność na ścinanie

$$\text{Przekrój } z = 6,00 \text{ m}$$

$$\text{Maksymalna siła poprzeczna } V_{\max} = 5,62 \text{ kN}$$

$$(53) \quad V_{\max} / V_R = 0,094 < 1$$

Nośność na zginanie ze ścinaniem

$$V_{\max} = (-)4,15 \text{ kN} < V_o = 0,3 \cdot V_R = 17,96 \text{ kN} \rightarrow \text{warunek niemiarodajny}$$

Stan graniczny użytkowania

$$\text{Przekrój } z = 7,65 \text{ m}$$

$$\text{Ugięcie maksymalne } f_{k,\max} = 5,99 \text{ mm}$$

$$\text{Ugięcie graniczne } f_{gr} = l_o / 350 = 8,57 \text{ mm}$$

$$f_{k,\max} = 5,99 \text{ mm} < f_{gr} = 8,57 \text{ mm} \quad (69,9\%)$$

4.0. Wnioski i zalecenia

- 4.1. Na podstawie przeprowadzonych obliczeń nie jest możliwe dodatkowe obciążenie płyt dachowych korytkowych instalacją fotowoltaiczną
- 4.2. W celu montażu stojaków należy wykonać podkonstrukcję z ceownika walcowanego C80 lub rury kwadratowej walcowanej 70*70*4 co 1,8m
- 4.3. Rozstaw osiowy stojaków konstrukcji wsporczej należy przyjąć $b=1.80\text{m}$, w celu ograniczenia dodatkowych żebier stalowych
- 4.4. Obciążenia spowodowane montażem instalacji na dachu przenosi dodatkowa belka
- 4.5. Wskazane jest usuwanie śniegu przy pojawieniu się pokrywy grubości powyżej 20cm, z uwagi na lokalne nawiewy pomiędzy panelami

Opracował :

mgr inż. Dariusz Morczyński
upr. bud. BR-334 V/178/TO/83
upr. proj. LAN-N-V/4/TO/85
nr ewidencyjny KU/150/1662/01

Grudziądz 25.08.2018r