



DOKUMENTACJA TECHNICZNA

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

BRANŻA : budowlana

OBIEKT : Szkoła podstawowa im. Orła Białego w Brzoziu Lubawskim

LOKALIZACJA : 13-306 Brzozie Lubawskie
Brzozie Lubawskie 43a
pow. Nowe Miasto Lubawskie

WŁAŚCICIEL : Gmina Kurzętnik

ZARZĄDCA : Dyrektor Szkoły Podstawowej im. Orła Białego w Brzoziu Lubawskim

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-RN-VI/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 w Brzoziu Lubawskim z 1991r.
- **Brak dokumentacji na budowę segmentu 2**
- 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 Brzoziu Libawskim składa się z trzech segmentów budowanych w różnych latach . Ostatni dobudowa – skrzydło południowe realizowana obecnie

Dach segmentu nr 1 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. Lokalizacja i opis szkoły:

Szkoła Podstawowa w Brzoziu Lubawskim zlokalizowana jest przy drodze asfaltowej na działkach: 371/3, 371/5, 371/6 i 372

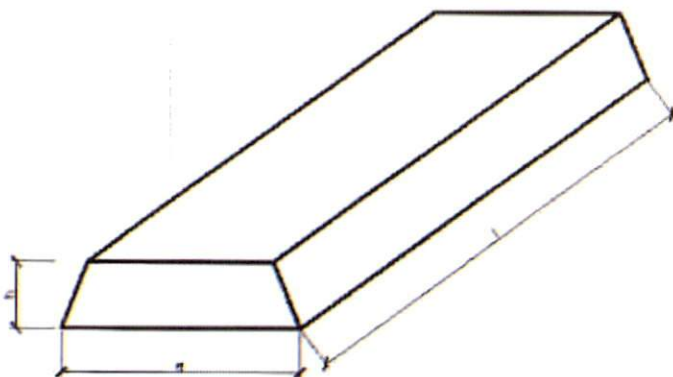


SZKOŁA PODSTAWOWA

Od strony południowej zlokalizowano segment dobudowany nr 2, oraz aktualnie realizowany. Nachylenie dachu połaci południowej w segmencie 1 i 2

4.0. Opis zastosowanych płyt DKZ:

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



Dane techniczne:

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



ZAKŁAD PROJEKTOWANIA I REALIZACJI BUDOWNICTWA

„BUDM”

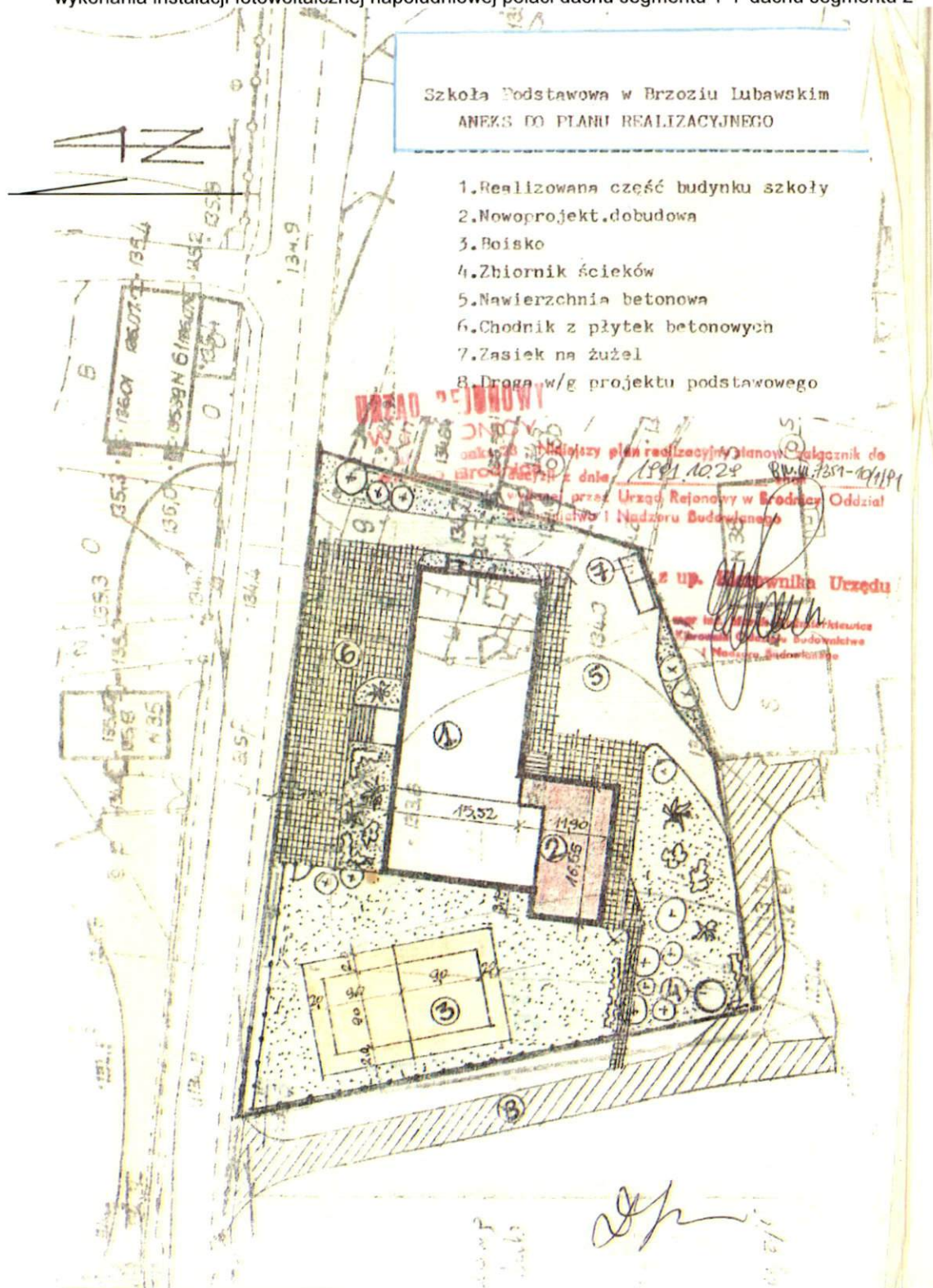
Dariusz Morczyński Grudziądz ul. Sambora 11a

Możliwość stosowania zarówno w budownictwie mieszkaniowym, użyteczności publicznej i przemysłowym z uwagi na niewielki ciężar.

Wyrób wykonany Wykonujemy na podstawie PN-EN 13224:2012.

5.0. Opis dachu :

Zgodnie z aneksem do planu realizacyjnego oraz ustawiem budynku w stosunku do stron świata istnieje możliwość wykonania instalacji fotowoltaicznej na południowej połaci dachu segmentu 1 i dachu segmentu 2





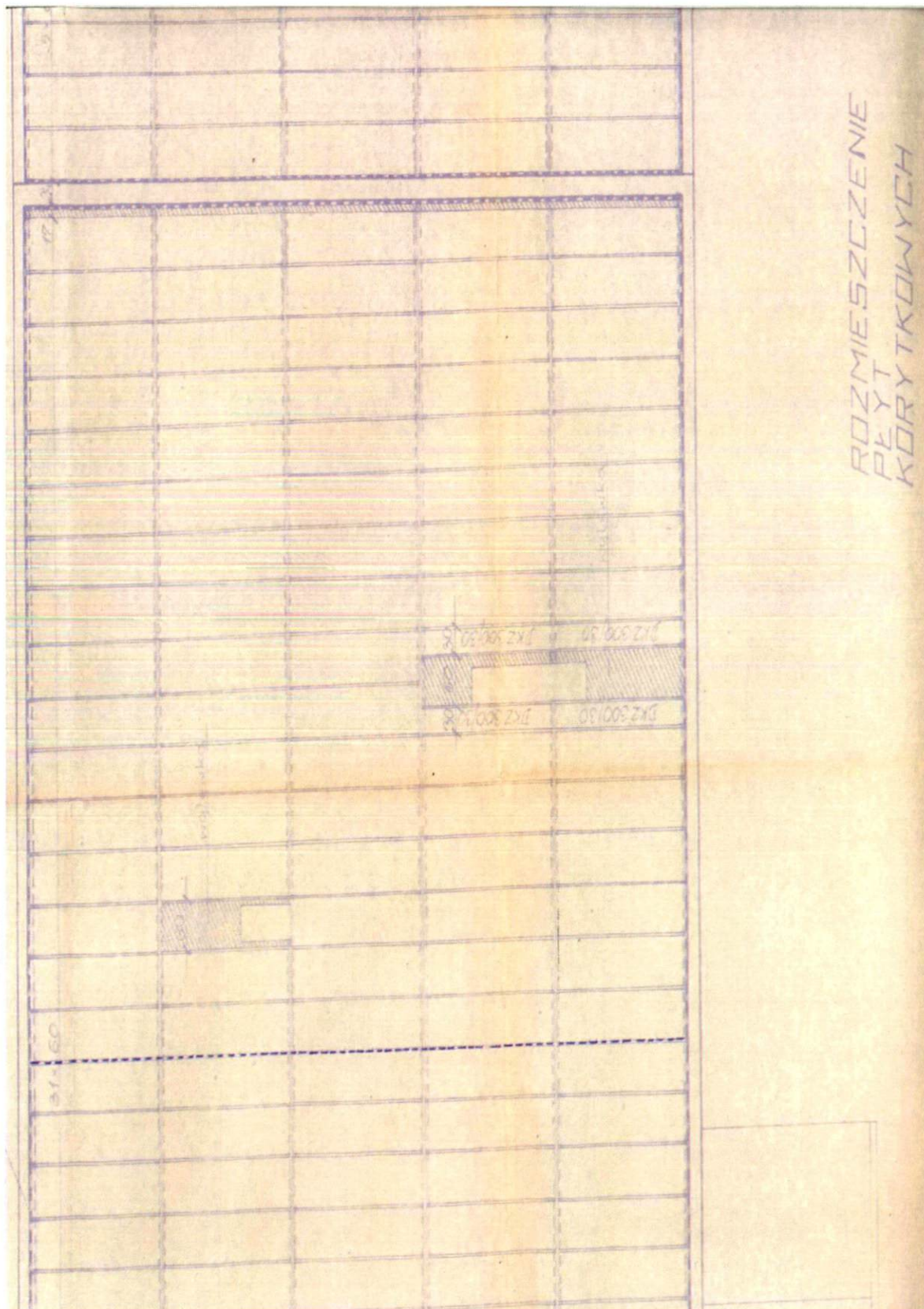
ZAKŁAD PROJEKTOWANIA I REALIZACJI BUDOWNICTWA

„BUDM”

Dariusz Morczyński Grudziądz ul. Sambora 11a

Na podstawie rzutu dachu segmentu 1 stwierdzono, iż płyty korytkowe o długości 3,0m ułożono prostopadle do kalenicy. Można założyć podobny układ płyt na segmencie 2

PRZED PRZYSTĄPIENIEM DO MONTAŻU PANELI NA SEGMENTCIE 2 SPRAWDZIĆ UŁOŻENIE PŁYT KORYTKOWYCH



Wynika stąd, że dwa stojaki paneli fotowoltaicznych ustawione będą na jednej płycie



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. -> C ₂ =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: $0.125 \times 1.626 = 0.20 \text{ kN/m}^2 \times 1.20 = 0.248 \text{ kN/m}^2$ $\gamma_f = 1.20$

Σ: $q_{ch} = 0,38$ 1,2 $q_{obl} = 0,46$

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, $g_k = 0.30 \text{ kN/m}^2$, $\alpha = 30-35^\circ$, $czp = 0.02 \times (35^\circ - 10^\circ) = 0.50$, $\gamma_f = 1.50$, $H = 41.50 - 45.42 \text{ m}$, $C_e = 1.23 + 0.0067 \times 45.42 = 1.530$,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
----	------	------	-----------



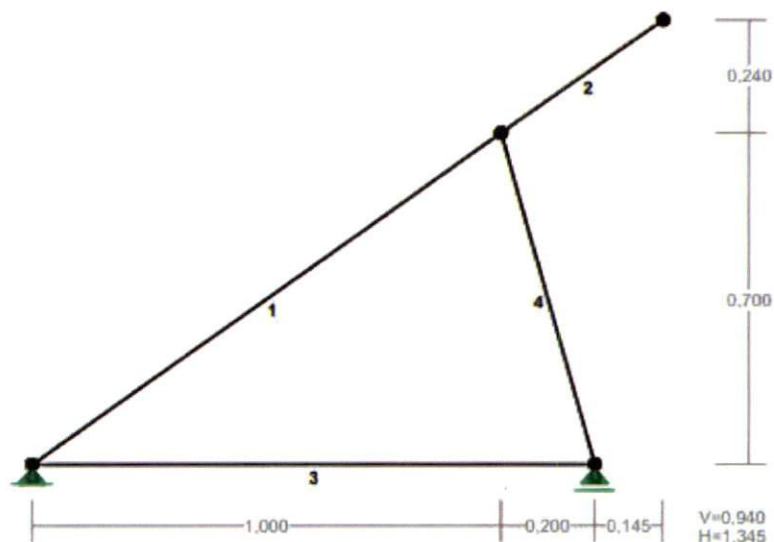
ZAKŁAD PROJEKTOWANIA I REALIZACJI BUDOWNICTWA

„BUDM”

Dariusz Morczyński Grudziądz ul. Sambora 11a

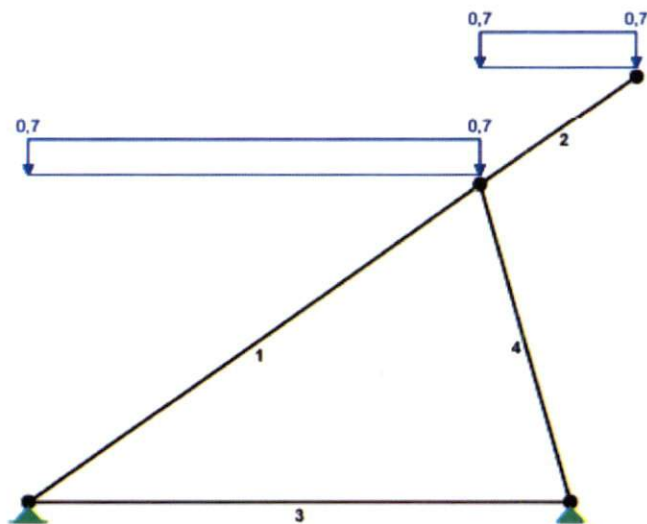
Obliczenia statyczne:

PANEL FOTOWOLTAICZNY:



OBCIĄŻENIA

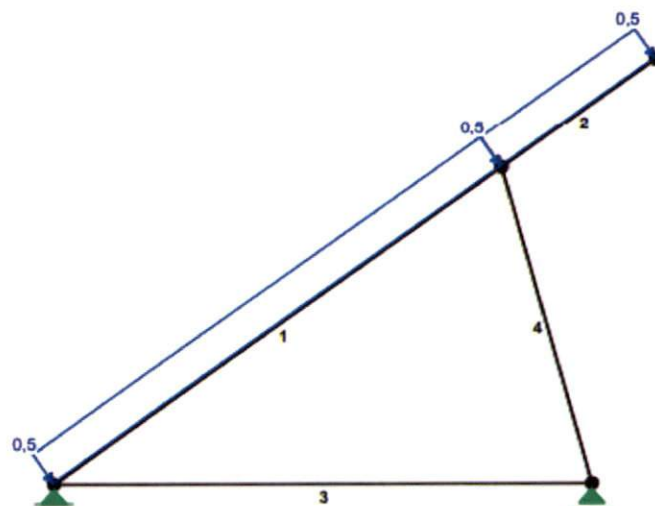
Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a [m]:	b [m]:
Grupa: A "ciężar ogniwa + k.wsporcza"			Stałe	$\gamma_f = 1,00$		
1	Liniowe	0,0	0,38	0,38	0,00	1,22
2	Liniowe	0,0	0,38	0,38	0,00	0,42



OBCIĄŻENIA:

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

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

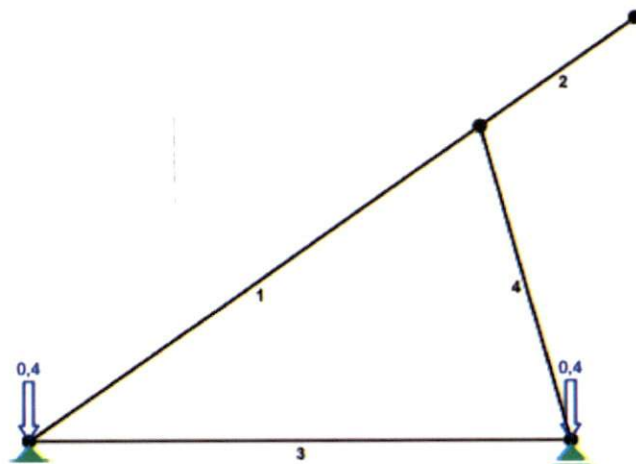


OBCIĄŻENIA:

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

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a [m]:	b [m]:
Grupa: C "obciążenie wiatrem"			Zmienne		$\gamma_F = 1,00$	
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:





ZAKŁAD PROJEKTOWANIA I REALIZACJI BUDOWNICTWA

„BUDM”

Dariusz Morczyński Grudziądz ul. Sambora 11a

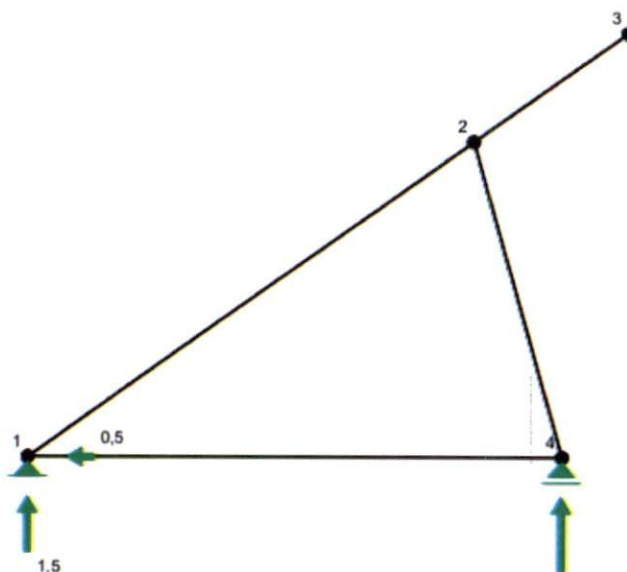
OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

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	



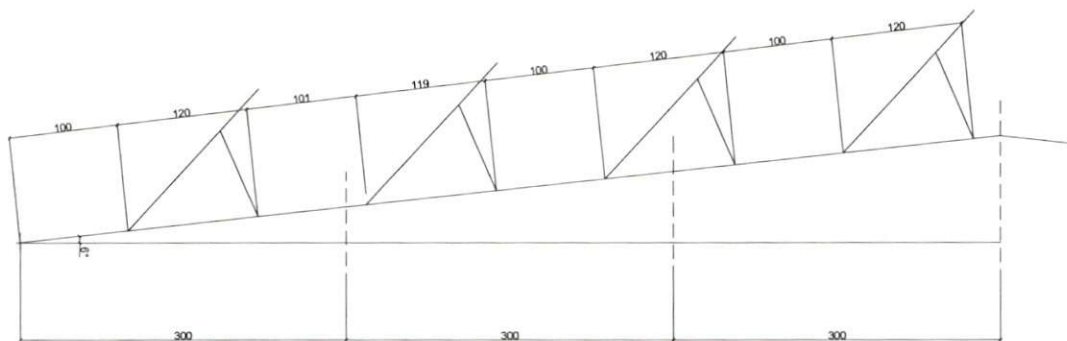
REAKCJE PODPOROWE DLA ROZSTWU STOJAKÓW 1,8m

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

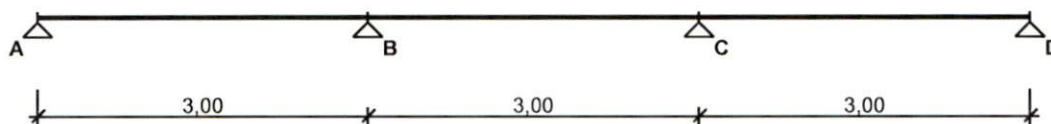
$R_2 = 3,35\text{kN}$

BEKŁA PODWALINOWA:

Projektuje się 116 bmodułów w czterech rzędach po 54 moduły



SCHEMAT BELKI



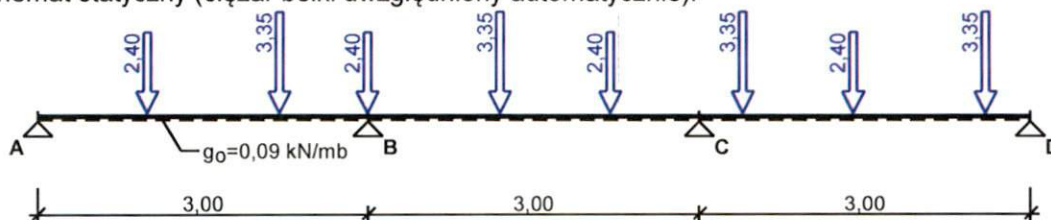
Parametry belki:

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

OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI

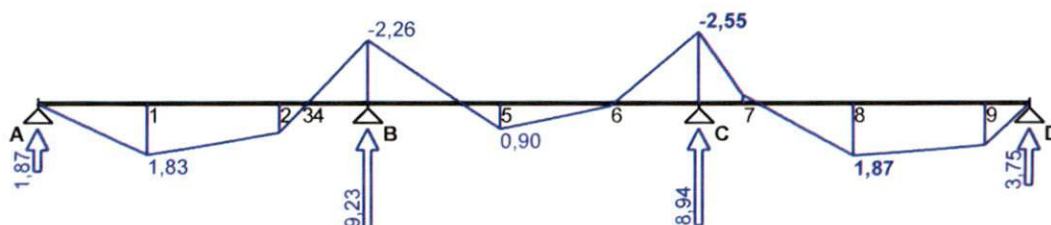
Przypadek P1: Przypadek 1 ($\gamma_f = 1,15$)

Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



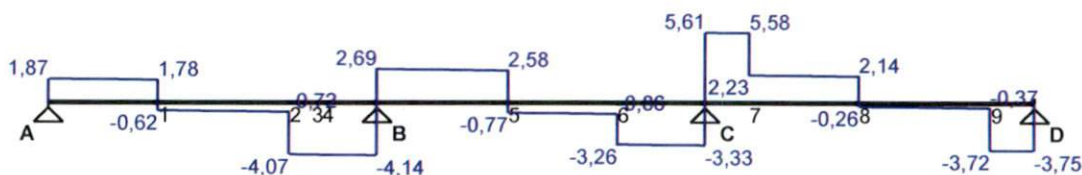
WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Momenty zginające [kNm]:

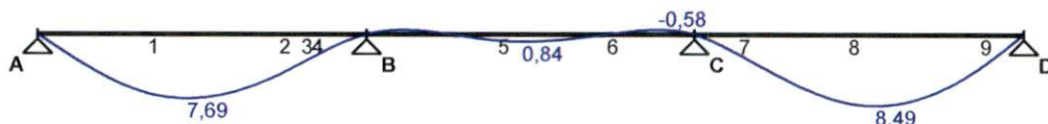




Siły poprzeczne [kN]:



Ugięcia [mm]:



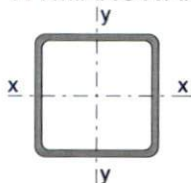
ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

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

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

BelkaNośność na zginaniePrzekrój $z = 6,00 \text{ m}$ 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 ścinaniePrzekrój $z = 6,00 \text{ m}$ Maksymalna siła poprzeczna $V_{\max} = 5,61 \text{ kN}$

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

Nośność na zginanie ze ścinaniem

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

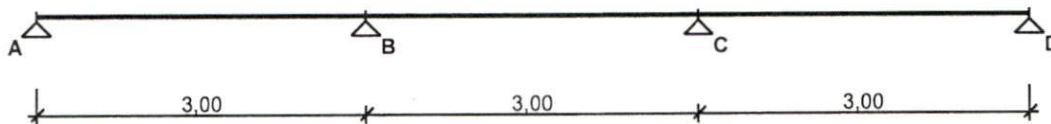
Stan graniczny użytkowaniaPrzekrój $z = 7,65 \text{ m}$ Ugięcie maksymalne $f_{k,\max} = 8,49 \text{ mm}$ Ugięcie graniczne $f_{gr} = l_o / 350 = 8,57 \text{ mm}$

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

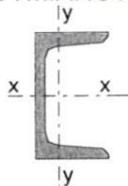


PRZEKRÓJ ZAMIENNY CEOWNIK

SCHEMAT BELKI



WYMIAROWANIE WG PN-90/B-03200



Przekrój: C 80

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

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

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

Przekrój $z = 6,00 \text{ m}$

Współczynnik zwichrzenia $\varphi_L = 1,000$

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

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

Nośność na ścinanie

Przekrój $z = 6,00 \text{ m}$

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

Przekrój $z = 7,65 \text{ m}$

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

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

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

3.0. Wnioski i zalecenia

- 3.1. Na podstawie przeprowadzonych obliczeń nie jest możliwe dodatkowe obciążenie płyt dachowych korytkowych instalacją fotowoltaiczną
- 3.2. W celu montażu stojaków należy wykonać podkonstrukcję z ceownika walcowanego C80 lub rury kwadratowej walcowanej 70*70*4 co 1,8m
- 3.3. Rozstaw osiowy stojaków konstrukcji wsporczej należy przyjąć $b=1,80\text{m}$, w celu ograniczenia dodatkowych żebier stalowych
- 3.4. Obciążenia spowodowane montażem instalacji na dachu przenosi dodatkowa belka
- 3.5. Wskazane jest usuwanie śniegu przy pojawieniu się pokrywy grubości powyżej 20cm, z uwagi na lokalne zasypy pomiędzy panelami

Opracował :

Grudziądz 29.08.2018r