

EKSPERTYZA TECHNICZNA

dotycząca możliwości wykonania prac polegających na montażu instalacji fotowoltaicznej na dachu budynku hali H1 w zakresie świetlika zlokalizowanego w środkowej części dachu wchodzącego w skład zakładów Valvex S.A. w Jordanowie

LOKALIZACJA
INWESTYCJI:

ul. Nad Skawą 2; 34-240 Jordanów

INWESTOR:

Valvex S.A.
ul. Nad Skawą 2
34-240 Jordanów

AUTOR:

dr inż. Bartosz Piotrowicz
upr. bud. nr SWK/0174/PWBkb/17



Kraków, maj 2024 r.

Opracowanie:

dr inż. Bartosz Piotrowicz

Zawartość

KOPIA WPISU DO IZBY	2
KOPIA NADANIA UPRAWNIENÍ	3
1. Dane ogólne	4
1.1. Podstawy opracowania	4
1.2. Zakres opracowania	4
1.3. Stan istniejący budynku	6
1.4. Założenia obliczeniowe	7
2. Warunki gruntowo-wodne i posadowienie	8
3. Stan techniczny elementów konstrukcyjnych	9
4. Dane materiałowe i geometryczne	10
5. Obliczenia statycznie – wytrzymałościowe konstrukcji dachu w różnych stadiach jej pracy	10
5.1. Płatew z dodatkowym obciążeniem instalacją PV	10
5.2. Statyka – rama nośna	13
5.3. Sprawdzenie nośności rygli - IPE 360	16
5.4. Sprawdzenie nośności słupa – 2xC240	17
6. Wnioski i zalecenia	19

A. DOKUMENTY FORMALNE

KOPIA WPISU DO IZBY



Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:
SWK-WKG-A5S-M3I *

Pan Bartosz Jacek Piotrowicz o numerze ewidencyjnym SWK/BO/0045/18
adres zamieszkania ul. Potok Mały 28, 28-300 Jędrzejów
jest członkiem Świętokrzyskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.
Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2024-03-01 do 2024-12-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2024-02-20 roku przez:

Ewa Skiba, Przewodniczący Rady Świętokrzyskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

Zgodnie z art. 78¹ K.c.

§ 1. Do zachowania elektronicznej formy czynności prawnej wystarczy złożenie oświadczenia woli w postaci elektronicznej i opatrzenie go kwalifikowanym podpisem elektronicznym.

§ 2. Oświadczenie woli złożone w formie elektronicznej jest równoważne z oświadczeniem woli złożonym w formie pisemnej.

* Weryfikację poprawności danych w niniejszym zaświadczeniu można sprawdzić za pomocą numeru weryfikacyjnego zaświadczenia na stronie Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa www.piib.org.pl lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.



Za zgodność z oryginałem
Kraków

KOPIA NADANIA UPRAWNIEŃ



**ŚWIĘTOKRZYSKA
OKRĘGOWA
IZBA
INŻYNIERÓW
BUDOWNICTWA**

Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna
sygn. akt SK-0054-0055(2)/17

Kielce, dnia 28 grudnia 2017r.

DECYZJA

Na podstawie art. 24 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000r. o samorządach zawodowych architektów oraz inżynierów budownictwa (Dz.U. z 2016r. poz. 1725) i art. 12 ust. 2 i ust. 3, ust. 4c pkt 3, art. 14 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 7 lipca 1994r. Prawo budowlane (Dz.U. z 2017r. poz. 1332) oraz § 10 i § 12 ust. 1 rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 11 września 2014r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz. U. z 2014r. poz. 1278), po ustaleniu, że zostały spełnione warunki w zakresie przygotowania zawodowego oraz po złożeniu egzaminu na uprawnienia budowlane z wynikiem pozytywnym

Pan Bartosz Jacek Piotrowicz

magister inżynier budownictwa
ur. dnia 25 stycznia 1990 roku w Będzinie

otrzymuje

UPRAWNIENIA BUDOWLANE

nr ewidencyjny SWK/0174/PWBKb/17

**do projektowania i kierowania robotami budowlanymi
w specjalności konstrukcyjno-budowlanej
bez ograniczeń.**

UZASADNIENIE

W związku z uwzględnieniem w całości żądania strony, na podstawie art. 107 § 4 K.p.a. odstępuje się od uzasadnienia decyzji. Zakres nadanych uprawnień budowlanych wskazano na odwrocie decyzji.

Pouczenie

Od niniejszej decyzji służy odwołanie do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie, za pośrednictwem Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej Świętokrzyskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w terminie 14 dni od daty jej doręczenia.

Zgodnie z treścią art. 127a ustawy Kodeks postępowania administracyjnego (Dz. U. z 2017r. poz. 1257 t.j.):

§ 1. W trakcie biegu terminu do wniesienia odwołania strona może zrzec się prawa do wniesienia odwołania wobec organu administracji publicznej, który wydał decyzję.

§ 2. Z dniem doręczenia organowi administracji publicznej oświadczenia o zrzeczeniu się prawa do wniesienia odwołania przez ostatnią ze stron postępowania, decyzja staje się ostateczna i prawomocna.

W przypadku złożenia przez stronę oświadczenia o zrzeczeniu się prawa do odwołania od decyzji (określonego w § 2) stronie nie przysługuje prawo do odwołania się ani skargi do sądu administracyjnego.

Skład orzekający Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej

Otrzymują:

1. Pan Bartosz Jacek Piotrowicz
Potok Mały 28
28-300 Jędrzejów
2. Okręgowa Rada ŚOIIB
3. Główny Inspektor Nadzoru Budowlanego
4. a/a



mgr inż. Andrzej Pieniążek
Przewodniczący składu orzekającego

dr inż. Stefan Szalkowski
Członek składu orzekającego

mgr inż. Elżbieta Chociaj
Członek składu orzekającego

Za zgodność z oryginałem
Kraków

B. OPIS TECHNICZNY

1. Dane ogólne

1.1. Podstawy opracowania

- a. Umowa z Inwestorem
- b. Specyfikacja Warunków Zamówienia
- c. Wizja lokalna
- d. Polskie i europejskie normy oraz przepisy budowlane
- e. Rozporządzenia i inne akty prawne
- f. Koncepcja rozmieszczenia instalacji fotowoltaicznej

1.2. Zakres opracowania

Ekspertyza dotyczy możliwości wykonania prac związanych z dostawą, montażem i uruchomieniem instalacji fotowoltaicznej zlokalizowanej na dachu budynku hali nr 1 wchodzących w skład zakładu Valvex S.A. w Jordanowie, zlokalizowanego w m. Jordanów przy ul. Nad Skawą 2 z zachowaniem bezpieczeństwa dla konstrukcji budynku oraz jego użytkowników. Przedmiotowe prace mają na celu wykonanie instalacji PV produkującej energię elektryczną na potrzeby własne Inwestora. Po wykonaniu prac, elementy konstrukcyjne budynku powinny spełniać warunki stanów granicznych nośności, użytkowności, oraz inne szczegółowe zapisy norm branżowych i innych aktów prawnych. Analizie w niniejszej ekspertyzie, poddano dach nad budynkiem hali h1 – w zakresie świetlika, której lokalizację w ramach kompleksu budynków Zakładu Valvex S.A. w Jordanowie przedstawiono na rysunku poniżej (kolorem czerwonym)

MAPKA Nr.2



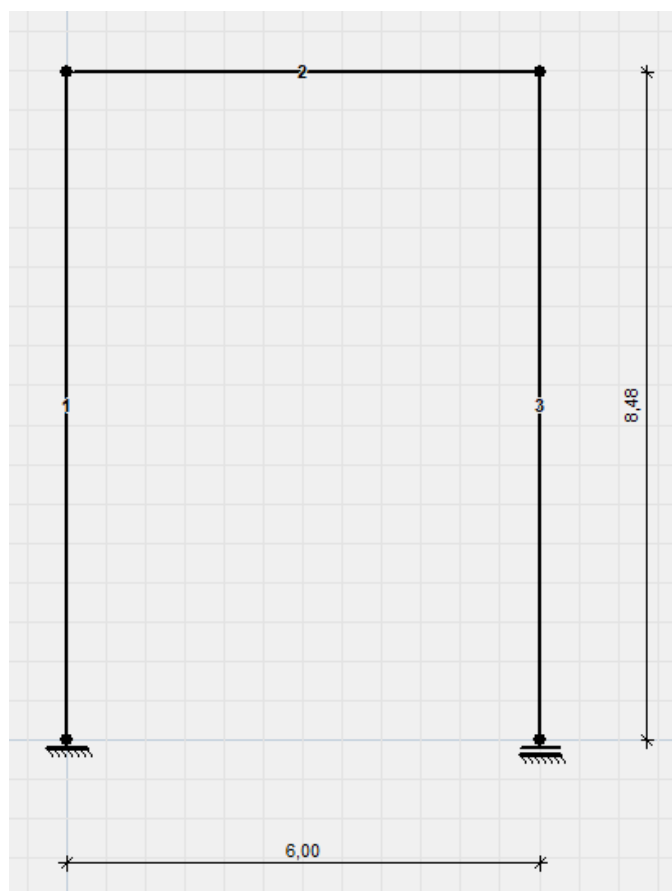
1.3. Stan istniejący budynku

Konstrukcja nośna dachu nad analizowaną halą (w zakresie świetlika) stanowi ustrój ramowy składający się z rygli dachowych oraz słupów nośnych. Słupy nośne stanowią również miejsce mocowania elewacji budynku. Słupy nośne wykonane są z zespołu kształtowników walcowanych na gorąco w postaci 2xC240. Rygle dachowy wykonane również z kształtowników walcowanych na gorąco typu IPE 360.

Na wyżej opisanej konstrukcji dachu znajdują się stalowe płatwie z kształtowników walcowanych na gorąco (IPE 220), na których bezpośrednio oparte są prefabrykowane płyty korytkowe typu DKZ.

Przedmiotowy dach jest dwuspadowy. Kąt nachylenia połaci wynosi 5° . Na potrzeby niniejszej ekspertyzy przyjęto stal konstrukcyjną klasy S235. Wymiary przekrojów elementów konstrukcji budynku określono w trakcie inwentaryzacji obiektu.

Czas wykonania konstrukcji dachu nad budynkiem określono na lata 70-80 XX wieku. Poniżej przedstawiono rysunek pokazujący geometrię ustroju nośnego hali oraz fotografie obrazujące analizowaną konstrukcję dachu.



Rysunek 2 Geometria ustroju nośnego konstrukcji dachu



Rysunek 3 Ustrój nośny analizowanego świetlika dachowego – widok ogólny

1.4. Założenia obliczeniowe

a) Budynek hali H1 - świetlik

Analizę konstrukcji obiektu prowadzi się bez możliwości uzyskania przez którykolwiek jej element stanu granicznego nośności i użytkowości.

Przedmiotowy projekt nie ingeruje w elementy konstrukcyjne budynku w zakresie ich wzmocnienia lub prowadzenia zabiegów remontowych lub regeneracyjnych. Celem niniejszej ekspertyzy jest odpowiedź na pytanie, czy dach zlokalizowany nad budynkiem, bez ingerencji w jego konstrukcję jest w stanie przenieść dodatkowe obciążenie wynikające z zamontowania na nim instalacji fotowoltaicznej posadowionej metodą kotwienia mechanicznego do konstrukcji dachu lub metodą wklejania (z uwzględnieniem ciężaru rusztu aluminiowego, umożliwiającego taki montaż, ciężaru paneli fotowoltaicznych oraz elementów towarzyszących). Z uwagi na konieczność montażu konstrukcji o znacznym ciężarze przedsięwzięcie to należy zaliczyć do przedsięwzięć mogących wpływać w sposób znaczący na zachowanie elementów konstrukcyjnych dachu.

Na etapie realizacji prac należy zwrócić uwagę na stan konstrukcji budynku, w szczególności zachowania połączeń dachowych. W przypadku zauważenia elementów w stanie technicznym odbiegającym od postanowień niniejszej ekspertyzy należy niezwłocznie prace przerwać oraz powiadomić projektanta o zaistniałym fakcie, w celu przedsięwzięcia działań naprawczych lub przeprowadzenia rewizji założeń przyjętych do analizy statyczno – wytrzymałościowej.

Przedmiotowe prace należy prowadzić pod nadzorem osoby posiadającej odpowiednie uprawnienia. Dodatkowo w przypadku wystąpienia w okresie zimowym ponadnormatywnego zaśnieżenia, dach budynku należy odśnieżać. Niniejsza ekspertyza określa jedynie możliwość przenoszenia obciążeń przez elementy konstrukcyjne budynku w zakresie normowym. Występujące obciążenia w budynku przyjęto na podstawie norm PN-EN 1990, PN-EN 1991-1-3, PN-80/B-02010, PN-B-02011:1997, PN-82/B-02001, PN-82/B-02003.

2. Warunki gruntowo-wodne i posadowienie

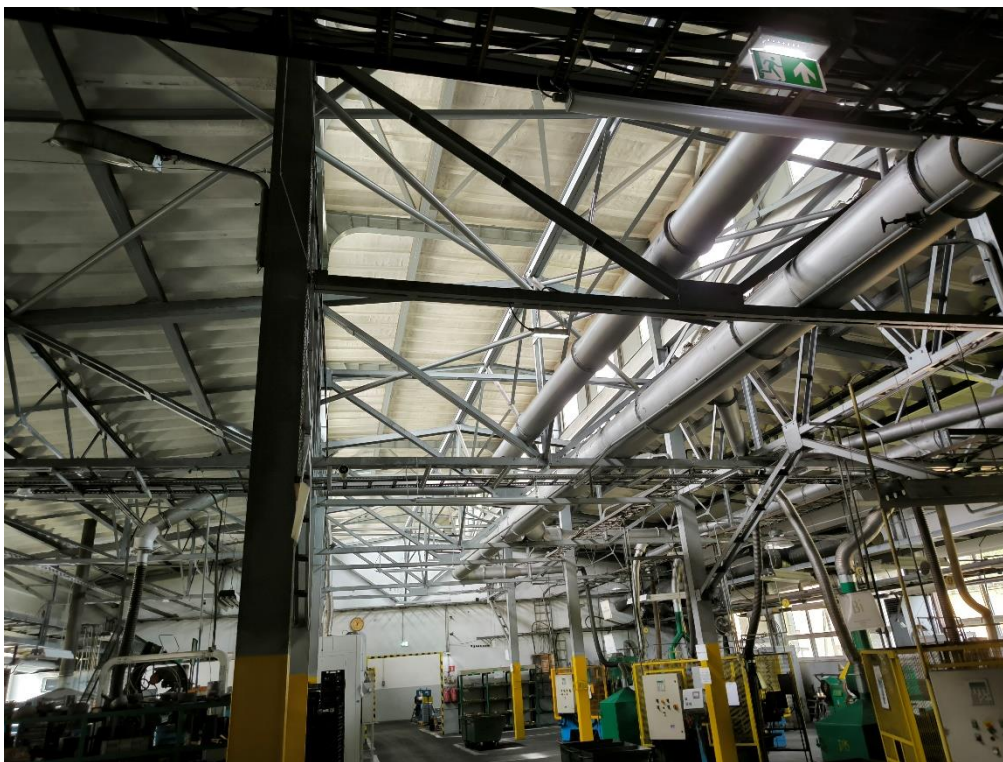
Z wywiadu branżowego ustalono, że na terenie inwestycji panują złożone warunki gruntowo - wodne. Konstrukcja budynku (w częściach nadziemnych) składa się z prostych układów statycznych, umożliwiających łatwe wyznaczenie sił wewnętrznych w przekrojach, bez użycia skomplikowanych metod obliczeniowych. W związku z bliskością Rzeki Skawy warunki gruntowo – wodne są złożone, a budynki zostały posadowione w sposób pośredni. W związku z powyższym obiekt zalicza się do drugiej kategorii geotechnicznej zgodnie z § 5.3.2. oraz § 7 p. 1.a. Rozporządzenia MSWiA z dnia 24 września 1998 roku w/s ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz. U. nr 126 poz. 839). Z uwagi na pomijalnie

małe dodatkowe obciążenie w stosunku do ciężaru całej konstrukcji budynku nie przewiduje się konieczności wykonania analizy posadowienia budynku. Założenia przyjęte w pierwotnej dokumentacji projektowej obiektu pozostają zgodne ze stanem faktycznym budynku, po wykonaniu prac związanych z montażem instalacji PV. Dodatkowo zakłada się, że posadowienie obiektu obliczono w taki sposób, aby zapewniało one możliwość maksymalnego wykorzystania nośności elementów konstrukcji w części nadziemnej budynku.

3. Stan techniczny elementów konstrukcyjnych

b) Budynek hali H1 - świetlik

Budynek znajduje się w dobrym stanie technicznym. Elementy konstrukcyjne nie wykazują śladów uszkodzeń mechanicznych, nadmiernych odkształceń oraz przemieszczeń. Powyższe wnioski zostały wyciągnięte na podstawie oceny makroskopowej konstrukcji. Elementy konstrukcyjne obiektu nie wykazują oznak przekroczenia nośności. Dach nad budynkiem nie wykazuje nieszczelności. Elementy konstrukcji dachu zabezpieczone antykorozyjnie w zadowalającym stopniu. Poniżej przedstawiono również zdjęcia obrazujące stan techniczny konstrukcji dachu.



Rysunek 4 Konstrukcja nośna świetlika - widok ogólny

4. Dane materiałowe i geometryczne

Do obliczeń przyjęto następujące parametry materiałowe i geometryczne konstrukcji:

- Konstrukcja nośna – rama stalowa,
- Rozpiętość dachu: ok. 6,0 m,
- Stal konstrukcyjna S235,
- Elementy ramy stalowej:
 - Słupy 2xC240
 - Rygle: IPE 360
- Konstrukcja świetlika jest całkowicie autonomiczna – niezależna od konstrukcji hali H1 – układ oddylatowany, samonośny.

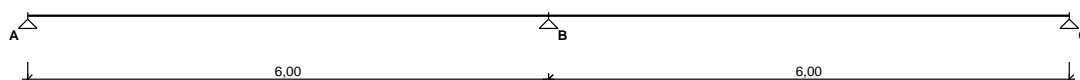
5. Obliczenia statyczno – wytrzymałościowe konstrukcji dachu w różnych stadiach jej pracy

Na potrzeby określenia możliwości przeniesienia przez konstrukcję budynku dodatkowych obciążeń wynikających z montażu instalacji fotowoltaicznej na dachu budynku przeprowadzono analizę statyczno – wytrzymałościową konstrukcji nośnej budynku. Obciążenia przekazywane na konstrukcję traktowane są jako oddziaływania równomiernie rozłożone na powierzchni dachu. Przewiduje się występowanie następujących typów oddziaływań: stałe, technologiczne oraz klimatyczne. Na uwagę zasługuje fakt, że nie istnieje kombinacja oddziaływań, w której jednocześnie występuje maksymalne obciążenie śniegiem i wiatrem. Dodatkowo uwzględniono przypadek obecności dodatkowego obciążenia stałego wynikającego z obecności instalacji fotowoltaicznej posadowionej na dachu.

Poniżej przedstawiono również raport z obliczeń statyczno – wytrzymałościowych konstrukcji nośnej budynku z uwzględnieniem obciążenia dodatkowego w postaci montażu na nim dodatkowego obciążenia w postaci montażu instalacji PV, zgodnie z koncepcją projektową instalacji.

5.1. Płatew z dodatkowym obciążeniem instalacją PV

SCHEMAT BELKI



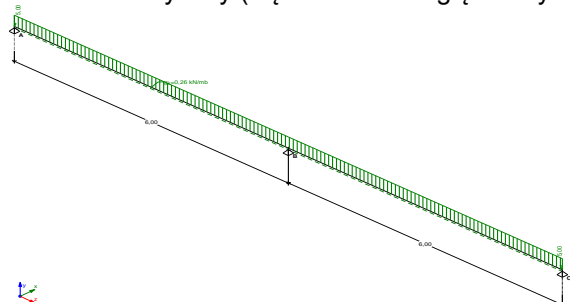
Parametry belki:

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

OBCIĄŻENIA CHARAKTERYSTYCZNE BELKI

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

Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):

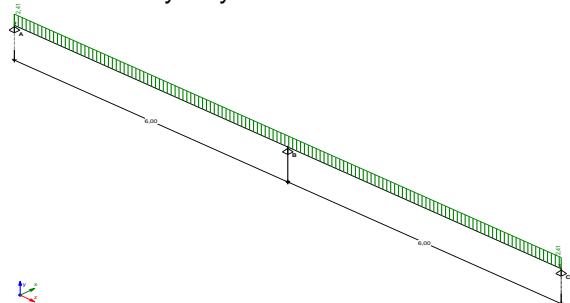


Tablica obciążeń charakterystycznych (dodatkowo ciężar belki $g_k = 0,26$ kN/m)

Przekrój	z [m]	q_l [kN/m]	q_p [kN/m]	F [kN]	M [kN]
A.	0,00	--	5,00	0,00	0,00
B.	6,00	5,00	5,00	0,00	0,00
C.	12,00	5,00	--	0,00	0,00

Przypadek **P2: śnieg** ($\gamma_f = 1,5$)

Schemat statyczny:

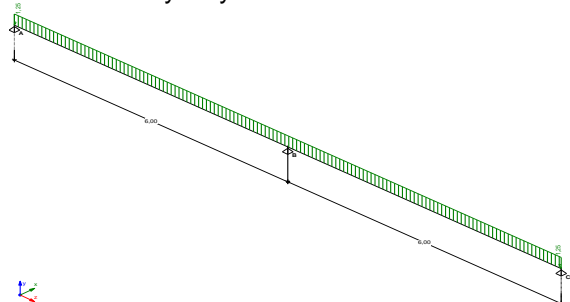


Tablica obciążeń charakterystycznych

Przekrój	z [m]	q_l [kN/m]	q_p [kN/m]	F [kN]	M [kN]
A.	0,00	--	2,41	0,00	0,00
B.	6,00	2,41	2,41	0,00	0,00
C.	12,00	2,41	--	0,00	0,00

Przypadek **P3: technologiczne** ($\gamma_f = 1,5$)

Schemat statyczny:



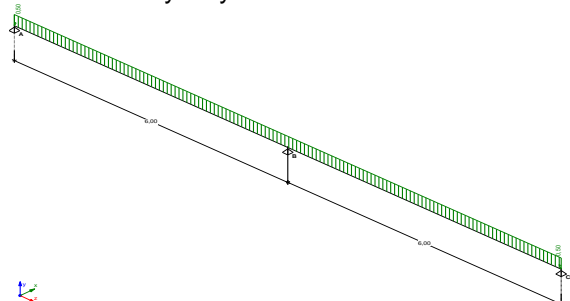
Tablica obciążeń charakterystycznych

Przekrój	z [m]	q_l [kN/m]	q_p [kN/m]	F [kN]	M [kN]
A.	0,00	--	1,25	0,00	0,00

B.	6,00	1,25	1,25	0,00	0,00
C.	12,00	1,25	--	0,00	0,00

Przypadek **P4: Fotowoltaika** ($\gamma_f = 1,35$)

Schemat statyczny:



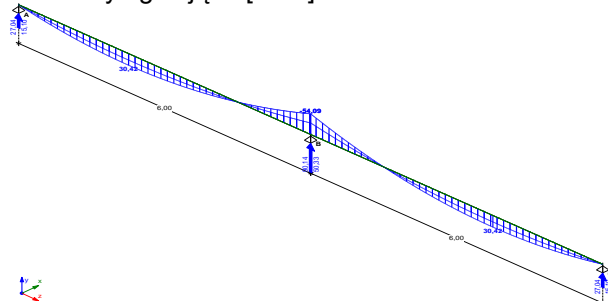
Tablica obciążeń charakterystycznych

Przekrój	z [m]	q_l [kN/m]	q_p [kN/m]	F [kN]	M [kN]
A.	0,00	--	0,50	0,00	0,00
B.	6,00	0,50	0,50	0,00	0,00
C.	12,00	0,50	--	0,00	0,00

WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Obwiednia sił wewnętrznych

Momenty zginające [kNm]:



Tablica wyników obliczeń statycznych:

Przekrój	z [m]	M_{max} [kNm]	M_{min} [kNm]	V_{max} [kN]	V_{min} [kN]	$f_{k,max}$ [mm]	$f_{k,min}$ [mm]	uwagi
Przęsło A - B ($l_0 = 6,00$ m)								
A.	0,00	0,00	0,00	27,04	15,10	--	--	
	2,26	30,42	16,99	-0,04	-0,07	9,96	7,02	max M
	2,52	29,99	16,74	-1,81	-3,25	10,10	7,12	max f_k
B.	6,00	-30,20	-54,09	-25,16	-45,07	--	--	min M
Przęsło B - C ($l_0 = 6,00$ m)								
B.	6,00	-30,20	-54,09	45,07	25,16	--	--	min M
	9,48	29,99	16,74	3,25	1,81	10,10	7,12	max f_k
	9,74	30,42	16,99	0,07	0,04	9,96	7,02	max M
C.	12,00	0,00	0,00	-15,10	-27,04	--	--	
Reakcje podporowe: $R_A = 27,04/15,10$ kN, $R_B = 90,14/50,33$ kN, $R_C = 27,04/15,10$ kN								

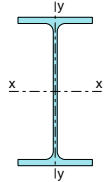
ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

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: **IPE 220**

$$A_v = 13,0 \text{ cm}^2, \quad m = 26,2 \text{ kg/m}$$

$$J_x = 2770 \text{ cm}^4, \quad J_y = 205 \text{ cm}^4, \quad J_\omega = 22670 \text{ cm}^6, \quad J_T = 9,07 \text{ cm}^4, \quad W_x = 252 \text{ cm}^3$$

Stal: **S235** (wg PN-EN 1993-1-1:2006)

Nośności obliczeniowe przekroju:

- zginanie: klasa przekroju 1 ($\alpha_p = 1,067$) $M_R = 57,84 \text{ kNm}$
- ścinanie: klasa przekroju 1 $V_R = 161,86 \text{ kN}$

Belka

Nośność na zginanie

Przekrój z = 6,00 m (**K4**: 1,0·P1+1,0·P4+1,0·P2+0,90·P3)

Współczynnik zwichrzenia $\varphi_L = 1,000$

Moment maksymalny $M_{\max} = -54,09 \text{ kNm}$

$$(52) \quad M_{\max} / (\varphi_L \cdot M_R) = 0,935 < 1$$

Nośność na ścinanie

Przekrój z = 6,00 m (**K4**: 1,0·P1+1,0·P4+1,0·P2+0,90·P3)

Maksymalna siła poprzeczna $V_{\max} = -45,07 \text{ kN}$

$$(53) \quad V_{\max} / V_R = 0,278 < 1$$

Nośność na zginanie ze ścinaniem

$$V_{\max} = (-)45,07 \text{ kN} < V_o = 0,6 \cdot V_R = 97,12 \text{ kN} \rightarrow \text{warunek niemiarodajny}$$

Stan graniczny użytkowania

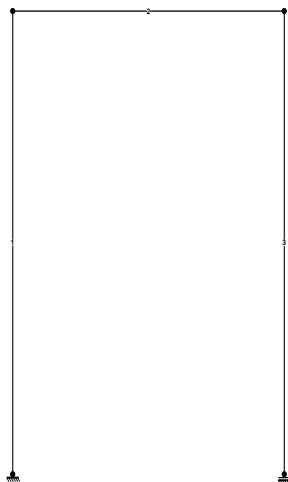
Przekrój z = 9,48 m (**K2**: 1,0·P1+1,0·P4+1,0·P2)

Ugięcie maksymalne $f_{k,\max} = 10,10 \text{ mm}$

Ugięcie graniczne $f_{gr} = l_o / 350 = 6000 / 350 = 17,14 \text{ mm}$

$$f_{k,\max} = 10,10 \text{ mm} < f_{gr} = 17,14 \text{ mm} \quad (58,9\%)$$

5.2. Statyka – rama nośna



Węzły:

x [m]	y [m]	typ podpory	kąt	k _x [kN/m]
0,00	0,00	szttywna	90	--
6,00	0,00	szttywna przesuwna	90	--
0,00	8,48			
6,00	8,48			

Pręty:

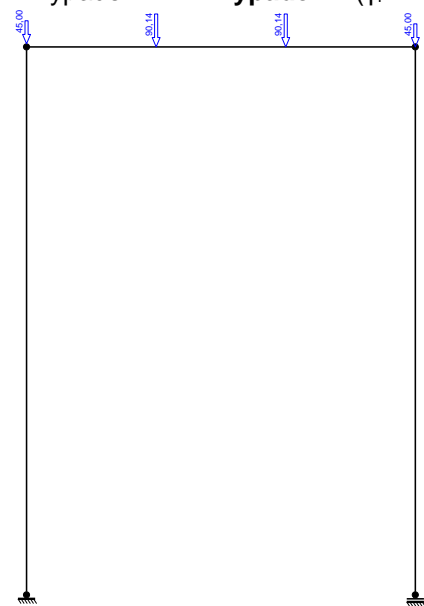
węzeł początkowy	węzeł końcowy	typ przekroju	połączenie początek	połączenie koniec	
1	3	2x C 240, niepołączone	szttywne	szttywne	0
3	4	IPE 360	szttywne	szttywne	0
4	2	2x C 240, niepołączone	szttywne	szttywne	0

Typy przekrojów prętowych:

nazwa przekroju	A [cm ²]	J _x [cm ⁴]	h [mm]	m [kg/mb]	nazwa materiału	E [GPa]	α _t [10 ⁻⁶ /°C]
IPE 360	72,73	16265,63	360	57,1	Stal S235	210,0	12,0
2x C 240, niepołączone	84,61	7197,62	240	66,4	Stal S235	210,0	12,0

OBCIĄŻENIA: (wartości charakterystyczne)

Przypadek **P1: Przypadek 1** ($\gamma_f = 1,20$)

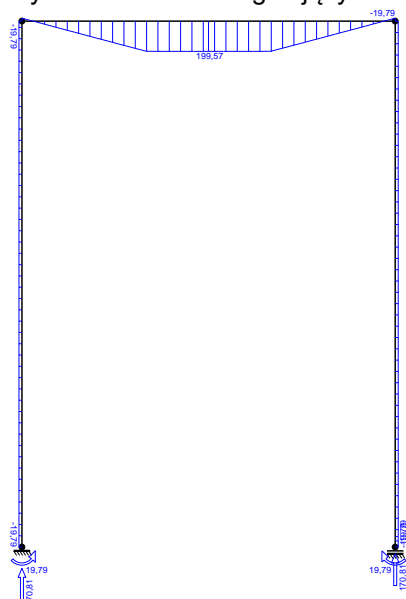


L.p.	element	opis
1	konstrukcja	ciężar własny
2	węzeł 3	siła skupiona F = 45,00 kN; kąt nachylenia 0,0st.
3	pręt 2	siła skupiona F = 90,14 kN w odległości a = 2,00 m
4	pręt 2	siła skupiona F = 90,14 kN w odległości a = 4,00 m
5	pręt 2	siła skupiona F = 45,00 kN w odległości a = 0,00 m od końca pręta

WYNIKI:

Przypadek P1: Przypadek 1

Wykres momentów zginających:



Reakcje podporowe:

węzeł (podpora)	R_y [kN]	R_x [kN]	M [kNm]
1 (A)	170,81	0,00	19,79
2 (B)	170,81	0,00	-19,79

Siły wewnętrzne:

pręt	węzeł/x [m]	M [kNm]	N [kN]	T [kN]
1	1	-19,79	-170,81	0,00
	3	-19,79	-164,18	0,00
2	3	-19,79	0,00	110,18
	x = 3,00 m	199,57	0,00	0,00
	4	-19,79	0,00	-110,18
3	4	-19,79	-164,18	0,00
	x = 8,31 m	-19,79	-170,68	0,00
	2	-19,79	-170,81	0,00

Przemieszczenia:

pręt	węzeł/x [m]	v_x [mm]	v_y [mm]	ϕ [rad]
1	1	0,0	0,0	0,00000
	3	-0,7	-39,2	0,00925
2	3	39,2	-0,7	0,00925
	x = 3,00 m	39,2	-19,0	
	4	39,2	-0,7	-0,00925
3	4	0,7	39,2	-0,00925
	2	0,0	78,5	0,00000

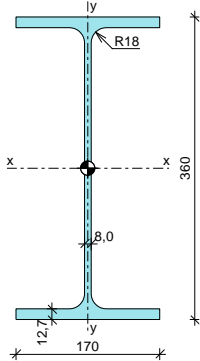
Napężenia:

pręt	x [m]	σ_{max} [MPa]	σ_{min} [MPa]
1	8,48 m	13,60	--
	0,00 m	--	-53,19
2	3,00 m	220,85	--
	3,00 m	--	-220,85
3	0,00 m	13,60	--
	8,48 m	--	-53,19

5.3. Sprawdzenie nośności rygli - IPE 360

Przekrój

Dwuteownik IPE 360 (wg PN-H-93419:1997)



Wymiary przekroju

$h = 360 \text{ mm}$ $b_f = 170 \text{ mm}$
 $t_w = 8,0 \text{ mm}$ $t_f = 12,7 \text{ mm}$
 $r = 18,0 \text{ mm}$

Cechy geometryczne przekroju

$A = 72,70 \text{ cm}^2$ $A_{vy} = 28,80 \text{ cm}^2$ $A_{vx} = 43,18 \text{ cm}^2$
 $J_x = 16270 \text{ cm}^4$ $J_y = 1040 \text{ cm}^4$
 $W_x = 904,0 \text{ cm}^3$ $W_y = 123,0 \text{ cm}^3$
 $W_{pl,x} = 1020 \text{ cm}^3$ $W_{pl,y} = 188,9 \text{ cm}^3$
 $i_x = 15,00 \text{ cm}$ $i_y = 3,790 \text{ cm}$
 $J_w = 313600 \text{ cm}^6$ $J_T = 37,32 \text{ cm}^4$
 $W_w = 2124 \text{ cm}^4$ $S_x = 510,0 \text{ cm}^3$
 $A_L = 1,353 \text{ m}^2/\text{mb}$ $A_G = 2,370 \text{ m}^2/\text{t}$
 $U/A = 186,1 \text{ m}^{-1}$ $m = 57,10 \text{ kg/m}$

Stal: S235 (wg PN-EN 1993-1-1:2006), $f_d = 215 \text{ MPa}$;

Nośność obliczeniowa przy zginaniu

$M_{Rx} = 206,8 \text{ kNm}$ (klasa: 1, $\alpha_{px} = 1,064$)

$M_{Ry} = 33,53 \text{ kNm}$ (klasa: 1, $\alpha_{py} = 1,268$)

• ustalenie współczynnika zwichrzenia
pominięto zwichrzenie elementu $\rightarrow \phi_L = 1,000$

Nośność obliczeniowa przy ścinaniu

$V_{Ry} = 359,1 \text{ kN}$ (klasa: 1, $\phi_{pvy} = 1,000$)

$V_{Rx} = 538,5 \text{ kN}$ (klasa: 1, $\phi_{pvx} = 1,000$)

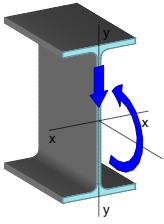
Nośność obliczeniowa przy zginaniu ze ścinaniem

$V_y = 110,2 \text{ kN} < V_{0,y} = 0,6 \cdot V_{R,y} = 215,5 \text{ kN} \rightarrow M_{Rx,V} = M_{Rx}$

$V_x = 0,000 \text{ kN} < V_{0,x} = 0,3 \cdot V_{R,x} = 161,5 \text{ kN} \rightarrow M_{Ry,V} = M_{Ry}$

Obciążenie elementu

$M_x = 199,6 \text{ kNm}$, $V_y = 110,2 \text{ kN}$



Warunki nośności elementu

$$(52) \quad M_x / (\phi_L \cdot M_{Rx}) = 0,965 < 1$$

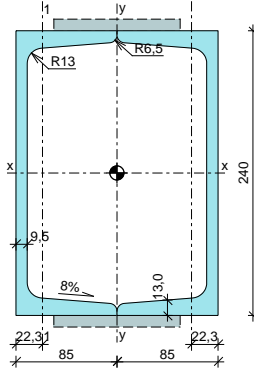
$$(55) \quad M_x / M_{Rx,V} = 0,965 < 1$$

$$(53) \quad V_y / V_{Ry} = 0,307 < 1$$

5.4. Sprawdzenie nośności słupa – 2xC240

Przekrój

2x Ceownik C 240, połączone przewiązkami co 300 mm (wg PN-H-93403:1986)



Wymiary profilu podstawowego C 240

$h = 240 \text{ mm}$	$b_f = 85 \text{ mm}$
$t_w = 9,5 \text{ mm}$	$t_f = 13,0 \text{ mm}$
$r = 13,0 \text{ mm}$	$r_1 = 6,5 \text{ mm}$
$e = 22,3 \text{ mm}$	$a = 26,4 \text{ mm}$

Cechy geometryczne profilu podstawowego C 240

$A = 42,30 \text{ cm}^2$	$A_{vy} = 22,80 \text{ cm}^2$	$A_{vx} = 22,10 \text{ cm}^2$
$J_x = 3600 \text{ cm}^4$	$J_y = 248,0 \text{ cm}^4$	
$W_x = 300,0 \text{ cm}^3$	$W_y = 39,60 \text{ cm}^3$	
$i_x = 9,220 \text{ cm}$	$i_y = 2,420 \text{ cm}$	
$J_w = 22700 \text{ cm}^6$	$J_T = 20,80 \text{ cm}^4$	
$W_w = 374,0 \text{ cm}^4$		
$A_L = 0,776 \text{ m}^2/\text{mb}$	$A_G = 23,36 \text{ m}^2/\text{t}$	
$U/A = 183,3 \text{ m}^{-1}$	$m = 33,20 \text{ kg/m}$	

Cechy geometryczne przekroju

$A = 84,60 \text{ cm}^2$	$A_{vy} = 45,60 \text{ cm}^2$	$A_{vx} = 44,20 \text{ cm}^2$
$J_x = 7200 \text{ cm}^4$	$J_y = 3822 \text{ cm}^4$	
$W_x = 600,0 \text{ cm}^3$	$W_y = 449,6 \text{ cm}^3$	
$i_x = 9,220 \text{ cm}$	$i_y = 6,721 \text{ cm}$	$i_1 = 2,420 \text{ cm}$
$A_L = 0,820 \text{ m}^2/\text{mb}$	$A_G = 12,35 \text{ m}^2/\text{t}$	
$U/A = 96,93 \text{ m}^{-1}$	$m = 66,40 \text{ kg/m}$	

Stal: S235 (wg PN-EN 1993-1-1:2006), $f_d = 215 \text{ MPa}$, $\lambda_p = 84,0$;

Nośność obliczeniowa przy ściskaniu

- wyboczenie względem osi materiałowej

$$N_{Rc,x} = 1819 \text{ kN} \text{ (klasa: 1, } \psi_x = 1,000)$$

$$l_{ex} = 8,50 \text{ m, } \lambda_x = 92,2, \quad \bar{\lambda}_x = \lambda_x / \lambda_p = 1,098 \text{ wg "c"} \rightarrow \varphi_x = 0,509$$

$$\varphi_x \cdot N_{Rc,x} = 925,3 \text{ kN}$$

- wyboczenie pojedynczej gałęzi między przewiązkami

$$l_1 = 0,30 \text{ m, } \lambda_v = l_1 / i_1 = 12,4, \quad \bar{\lambda}_v = \lambda_v / \lambda_p = 0,148 \text{ wg "c"} \rightarrow \varphi_1 = 0,992$$

- wyboczenie względem osi niematerialowej

$$N_{Rc,y} = 1804 \text{ kN} \text{ (klasa: 4, } \psi_y = \min(\varphi_1; \varphi_p) = \min(0,992; 1,000) = 0,992)$$

$$l_{ey} = 8,50 \text{ m, } \lambda_y = 126,5, \quad \lambda_{m,y} = 127,1$$

$$\bar{\lambda}_{m,y} = (\lambda_{m,y} / \lambda_p) \cdot \sqrt{\psi_y} = 1,506 \text{ wg "b"} \rightarrow \varphi_y = 0,380$$

$$\varphi_y \cdot N_{Rc,y} = 684,7 \text{ kN}$$

Nośność obliczeniowa przy zginaniu

$$M_{Rx} = 141,8 \text{ kNm} \text{ (klasa: 1, } \alpha_{px} = 1,099)$$

$$M_{Ry} = 96,67 \text{ kNm} \text{ (klasa: 1, } \alpha_{py} = 1,000)$$

- ustalenie współczynnika zwichrzenia

nie uwzględniono zwichrzenia elementu, założono $\varphi_L = 1,000$

Nośność obliczeniowa przy ścinaniu

$$V_{Ry} = 568,6 \text{ kN} \text{ (klasa: 1, } \varphi_{pvy} = 1,000)$$

$$V_{Rx} = 551,2 \text{ kN} \text{ (klasa: 1, } \varphi_{pvx} = 1,000)$$

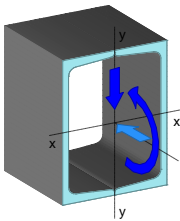
Nośność obliczeniowa przy zginaniu ze ścinaniem

$$V_y = 110,2 \text{ kN} < V_{0,y} = 0,3 \cdot V_{R,y} = 170,6 \text{ kN} \rightarrow M_{Rx,V} = M_{Rx}$$

$$V_x = 0,000 \text{ kN} < V_{0,x} = 0,3 \cdot V_{R,x} = 165,4 \text{ kN} \rightarrow M_{Ry,V} = M_{Ry}$$

Obciążenie elementu

$$N = 170,8 \text{ kN, } M_x = 19,79 \text{ kNm, } V_y = 110,2 \text{ kN}$$



Warunki nośności elementu

$$(57) \quad \Delta_x = 0,010; \text{ założono } \beta_x = 1,0$$

$$(58) \quad N / (\varphi_x \cdot N_{Rc,x}) + \beta_x \cdot M_x / M_{Rx} + \Delta_x = 0,185 + 0,140 + 0,010 = 0,334 < 1$$

$$(39) \quad N / (\varphi_y \cdot N_{Rc,y}) = 0,249 < 1$$

$$(55) \quad N / N_{Rc} + M_x / M_{Rx,V} = 0,094 + 0,140 = 0,233 < 1$$

$$(53) \quad V_y / V_{Ry} = 0,194 < 1$$

$$(56) \quad V_y = 110,2 \text{ kN} < V_{Ry,N} = V_{Ry} \cdot \sqrt{1 - (N/N_{Rc})^2} = 566,1 \text{ kN} \quad (19,5\%)$$

6. Wnioski i zalecenia

Na podstawie przeprowadzonej analiz danych dotyczących budynku hali nr – w zakresie świetlika dachowego, wchodzącej w skład zakładu Valvex S.A., zlokalizowanego przy ul. Nad Skawą 2 w Jordanowie, orzekam, że budynek znajduje się w dobrym stanie technicznym, a jego konstrukcja nośna umożliwia przeprowadzenie prac określonych w koncepcji projektowej instalacji fotowoltaicznej z zachowaniem SGN i SGU konstrukcji. W trakcie wykonywania prac oraz eksploatacji budynków należy uwzględnić poniższe zalecenia:

1. Prace budowlane prowadzić pod nadzorem osoby uprawnionej.
2. W trakcie prac przestrzegać zasad Bezpieczeństwa i Higieny Pracy.
3. Do wykonania prac używać materiałów oraz sprzętu posiadających odpowiednie świadectwo dopuszczenia do stosowania w budownictwie.
4. Dla instalacji fotowoltaicznej zastosować mechanicznie **kotwiony** lub **wklejany** system posadowienia dostosowany do wykorzystania w przypadku dachów krytych papą na podłożu betonowym,
5. Montaż wykonać zgodnie z zaleceniami zastosowanego systemu montażu.
6. Materiały na budowie przechowywać zgodnie z zaleceniami producenta.
7. Nie dopuszcza się stosowania obciążeń o wartości wyższej niż przyjęta w niniejszej ekspertyzie.
8. Na czas prac budowlanych pracownicy powinni zostać wyposażeni w środki ochrony bezpośredniej, szczególnie w zakresie ochrony przed upadkiem z dużej wysokości,
9. Podczas prowadzenia prac, ich miejsce należy zabezpieczyć przed niezamierzonym upuszczeniem elementów montowanej instalacji.
10. Podczas wykonywania prac związanych z montażem instalacji fotowoltaicznej należy monitorować przemieszczenia konstrukcji dachu.
11. W przypadku wystąpienia nadmiernych odkształceń prace należy niezwłocznie przerwać oraz powiadomić o tym fakcie projektanta opracowującego niniejszą ekspertyzę w celu zaproponowania działań naprawczych lub wzmacniających.
12. W przypadku stwierdzenia parametrów materiałowych konstrukcji nośnej odbiegające w sposób znaczący od przyjętych w niniejszym opracowaniu prace należy przerwać i powiadomić o tym fakcie projektanta, w celu przeprowadzenia ponownej analizy statycznej – wytrzymałościowej konstrukcji.
13. Należy podjąć działania mające na celu maksymalne zmniejszenie ciężaru konstrukcji.

14. Dopuszczalne jest zmniejszenie oddziaływań przekazywanych na konstrukcję dachu od tych, założonych w niniejszej ekspertyzie.
15. Prace powinna wykonać firma posiadająca odpowiednie doświadczenie.
16. Podczas prac należy mieć na uwadze interes osób trzecich zlokalizowanych na działkach sąsiednich oraz użytkowników budynku.
17. Podczas występowania dużych ilości opadów śniegu, każdorazowo dach należy poddać odśnieżaniu z uwagi na duże wykorzystanie nośności konstrukcji.
18. Należy nie dopuścić do możliwości powstania na dachu lokalnych zasp śnieżnych, które mogłyby w sposób znaczący zmienić statykę układu nośnego,
19. Nakazuje się utrzymanie elementów konstrukcji budynku w dobrym stanie technicznym,
20. Nie dopuszcza się dokładania dodatkowych obciążeń, nie uwzględnionych w niniejszej ekspertyzie, do analizowanej konstrukcji,
21. Należy przeprowadzać kontrole konstrukcji budynku oraz instalacji znajdujących się w nim w częstotliwości oraz w sposób zgodny z obowiązującymi przepisami prawa w tym zakresie.

Opracowanie:

dr inż. Bartosz Piotrowicz