

Temat:

EKSPERTYZA TECHNICZNA STANU TECHNICZNEGO BUDYNKU
OCHOTNICZEJ STRAŻY POŻARNEJ
PRZY UL. RYNEK 9 2 W MIEJSCOWOŚCI BĘDKOWICE
POD KĄTEM DOCIĄŻENIA DACHU PANELAMI FOTOWOLTAICZNYMI

Lokalizacja:

UL. RYNEK 9
32-089 BĘDKOWICE

Inwestor:

GMINA WIELKA WIEŚ
PLAC WSPÓLNOTY 1
32-085 SZYCE

Faza:

EKSPERTYZA TECHNICZNA

OPRACOWAŁ	mgr inż. Piotr Wojtaszek Nr upr.: MAP/0430/POOK/13 <i>Upr. do proj. bez ogr. w spec. konstrukcyjno- budowlanej</i>	
-----------	--	--

Sierpień 2025 r.

SPIS TREŚCI

➤ **Ekspertyza Techniczna.**

1.	Podstawa opracowania.....	4
2.	Przedmiot i zakres opracowania.	4
3.	Ogólna charakterystyka obiektu.....	4
4.	Kryteria oceny stanu technicznego budynku.....	6
5.	Opis rozwiązań konstrukcyjnych z inwentaryzacją uszkodzeń.	7
6.	Ocena stanu technicznego budynku.	11
7.	Założenia projektowanego montażu paneli fotowoltaicznych.....	11
8.	Analiza obliczeniowa więźby dachowej.....	11
9.	Wnioski.	36
10.	Uwagi końcowe.....	37

➤ **Uprawnienia i przynależność do Izby Inżynierów Budownictwa.**

EKSPERTYZA TECHNICZNA

ogólnego stanu budynku Ochotniczej Straży Pożarnej
przy ul. Rynek 9 w miejscowości Będkowice
pod kątem dociążenia dachu panelami fotowoltaicznymi.

1. Podstawa opracowania.

- Wizja lokalna obiektu – budynek OSP Będkowice, ul. Rynek 9, 32-089 Będkowice, 01.08.2025;
- Inwentaryzacja – wykonana przez Biuro Usług Geodezyjnych GEOPUNKT, Krzysztof Szklarczyk, ul. Stroma 49, 32-089 Wielka Wieś, 21.03.2025 r.;
- Audyt Energetyczny – wykonany przez Goltech Usługi Inżynieryjne, Piotr Gola oraz Igor Kornaś, Aleja Pokoju 29A/2, 31-564 Kraków, 10.04.2025 r.;
- Wytyczne realizacyjne – dostarczone przez MA PROJEKT Spółka z o.o., ul. Spacerowa 76, 32-085 Szyce;
- Normy i przepisy budowlane;

2. Przedmiot i zakres opracowania.

Przedmiotem opracowania jest ekspertyza techniczna ogólnego stanu budynku Ochotniczej Straży Pożarnej, przy ul. Rynek 9 w miejscowości Będkowice, pod kątem dociążenia dachu panelami fotowoltaicznymi.

Zakres opracowania obejmuje oględziny budynku z oceną ogólnego stanu technicznego oraz stanu podłoża gruntowego, wraz z analizą statyczno-wytrzymałościową elementów konstrukcyjnych więźby dachowej podlegających dociążeniu.

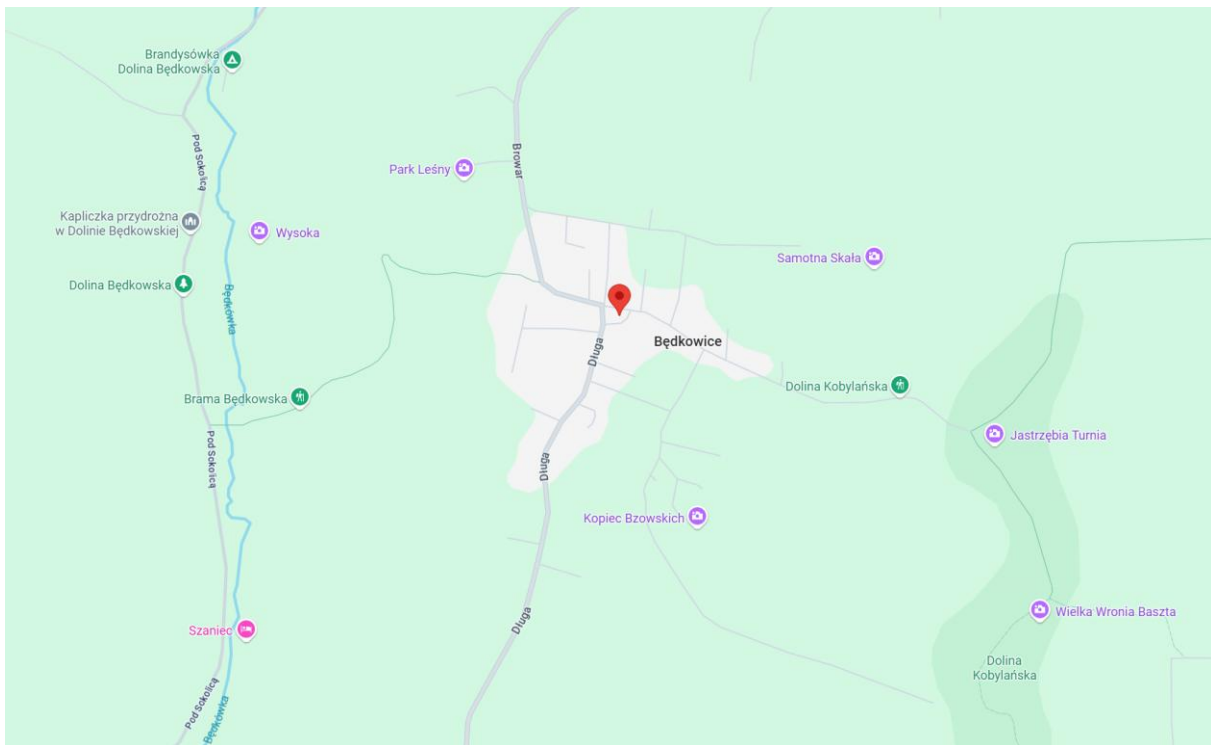
3. Ogólna charakterystyka obiektu.

Przedmiotowy obiekt w rzucie ma kształt prostokąta o wymiarach około 22,80x14,50m, i wysokości około 9,40m licząc od poziomu przyległego terenu do kalenicy. Obiekt posiada dwie kondygnacje nadziemne z częściowo użytkowym poddaszem (w centralnej części), nie jest podpiwniczony. W poziomie parteru zlokalizowany jest lokal handlowy, pomieszczenia socjalne, salka ze ścianą wspinaczkową, kotłownia oraz garaż. Na piętrze zlokalizowane są pomieszczenia socjalne, kuchnia sala wielofunkcyjna oraz pomieszczenia magazynowe. W centralnej

części poddasza zlokalizowana jest sala wykładowa. Konstrukcja ścian nośnych murowana, ściany nośne z cegły pełnej oraz bloczków żużłobetonowych, ocieplonych styropianem gr. 10cm. Strop nad parterem i piętrem w części centralnej i zachodniej monolityczny, żelbetowy. Strop w części wschodniej nad salą dolną, drewniany (deskowanie pełne na jętkach drewnianych). Schody wewnętrzne na piętro żelbetowe, monolityczne. Dach dwuspadowy drewniany, w części centralnej i zachodniej płatwiowo-krokwiowy, w części wschodniej krokwiowo-jętkowy. Dach kryty blachą trapezową na deskowaniu pełnym.



Przedmiotowy budynek Ochotniczej Straży Pożarnej.



Lokalizacja budynku, źródło: www.google.pl/maps

4. Kryteria oceny stanu technicznego budynku.

- **Dobry**, procentowe zużycie elementu 0÷15%. Element budynku (lub rodzaj konstrukcji, wykończenia, wyposażenia) jest dobrze utrzymany, konserwowany, nie wykazuje zużycia i uszkodzeń. Cechy i właściwości wbudowanych materiałów odpowiadają wymogom normy.
- **Zadowolający**, (dostateczny) procentowe zużycie elementu 16÷30%. Element budynku utrzymany jest należycie. Celowy jest remont bieżący polegający na drobnych naprawach, uzupełnieniach, konserwacji, impregnacji.
- **Średni**, procentowe zużycie elementu 31÷50%. W elementach budynku występują niewielkie uszkodzenia i ubytki nie zagrażające bezpieczeństwu publicznemu. Celowy jest częściowy remont kapitalny.
- **Zły**, procentowe zużycie elementu 51÷70%. W elementach budynku występują znaczne uszkodzenia, ubytki. Cechy i właściwości wbudowanych materiałów mają obniżoną klasę. Wymagany kompleksowy remont kapitalny, względnie wymiana.
- **Bardzo zły**, procentowe zużycie elementu szacowane na więcej niż 70%. W większości elementów budynku występują uszkodzenia, i ubytki dyskwalifikujące obiekt do dalszej eksploatacji, grożące wystąpieniem awarii

lub katastrofy budowlanej. Wymagane wyłączenie obiektu z użytkowania, zakaz wstępu, opracowanie projektu remontu lub rozbiórki obiektu.

5. Opis rozwiązań konstrukcyjnych z inwentaryzacją uszkodzeń.

Fundamenty

Z uwagi na założenia przyjęte w opracowaniu nie wykonano odkrywek fundamentów części wyższej budynku. Nie stwierdzono spękań, przemieszczeń, uskoków świadczących o nierównomiernym osiadaniu budynku.

Stan techniczny fundamentów określa się jako DOBRY.

Ściany nośne

Ściany nośne budynku wykonano w technologii murowanej z cegły pełnej oraz pustaków żużlobetonowych. W ścianach szczytowych piętra od strony zachodniej zaobserwowano wyraźne spękania ukośne, natomiast w ścianach wewnętrznych występują spękania poziome.

Wstępna analiza uszkodzeń, bez badań odkrywkowych, wskazuje że pęknięcia powstały najprawdopodobniej w wyniku braku zastosowania wzmocnień w postaci rdzeni żelbetowych w ścianach oraz niewykonania wieńców żelbetowych w poziomie murłat, płatwi oraz stropów ścian nośnych wewnętrznych i szczytowych. W konsekwencji zmienne obciążenia klimatyczne (wiatr, śnieg) są przenoszone bezpośrednio na nieusztynnione przegrody murowe, co prowadzi do ich nadmiernego naprężenia i spękań.



Spękanie w ścianie szczytowej – zachodniej



Spękanie w ścianie wewnętrznej – zachodniej - usztywniającej ścianę szczytową



Spękanie w ścianie wewnętrznej – zachodniej

Dodatkowe spękania pionowe zaobserwowano na styku części centralnej i wschodniej budynku, w obrębie pomieszczenia sali dolnej, w której obecnie znajduje się ściana wspinaczkowa. Pęknięcia występują zarówno na poziomie parteru, jak i piętra.

Prawdopodobną przyczyną uszkodzeń jest niewłaściwe przewiązanie muru w miejscu połączenia ściany zewnętrznej z wewnętrzną. Dodatkowo, siły rozpierające pochodzące z więźby dachowej o konstrukcji jętkowej mogły doprowadzić do odspojenia fragmentów muru. W bezpośrednim sąsiedztwie spękania, w ścianie wewnętrznej wykonano otwór o znacznej średnicy, co mogło istotnie wpłynąć na utracenie funkcji usztywniającej tej przegrody względem ściany zewnętrznej.

Ocena stanu technicznego:

- Ściany parteru: DOBRY – brak istotnych uszkodzeń konstrukcyjnych.
- Ściany piętra: ŚREDNI – obecność licznych spękań i zarysowań, szczególnie w części zachodniej budynku.



Spękanie na styku ściany zewnętrznej i wewnętrznej w części wschodniej

Strop międzykondygnacyjny

Strop międzykondygnacyjny budynku wykonany są jako monolityczny, żelbetowy. Powierzchnie stropów od spodu, od wnętrza pomieszczeń są otynkowane i pomalowane, lub obite boazerią. Na stropie ułożone są warstwy posadzkowe różnego typu.

Podczas oględzin płyty stropowej nie stwierdzono nierównomiernego i nadmiernego uginania, pęknięcia czy ubytków w stropie.

Stan techniczny stropu określa się jako DOBRY.

Schody wewnętrzne

Schody wewnętrzne na piętro dwubiegowe, żelbetowe.

Stan techniczny schodów określa się jako DOBRY.

Dach

Konstrukcja dachu w części centralnej wykonana jest w technologii drewnianej, w układzie płatwiowo-krokwiowym, o geometrii dwuspadowej. Dach wyposażony jest w dwie lukarny dwuspadowe – zlokalizowane po stronie zachodniej oraz wschodniej.

Elementy konstrukcyjne więźby dachowej, tj. krokwie, płatwie oraz murlaty, są w dobrym stanie technicznym – nie wykazują oznak nadmiernego zużycia ani uszkodzeń mechanicznych. Nie stwierdzono również obecności korozji biologicznej.

W związku z planowanym dociążeniem konstrukcji dachowej panelami fotowoltaicznymi, przeprowadzono pełną analizę obliczeniową nośności i użytkowości więźby dachowej.

Na podstawie wyników obliczeń (patrz pkt. 8) stwierdzono, że:

- Więźba dachowa centralna oraz wschodnia spełniają wymagania Stanu Granicznego Nośności (SGN) oraz Stanu Granicznego Użytkowania (SGU) zgodnie z normą PN-EN 1995 Eurokod 5: Projektowanie konstrukcji drewnianych.
- Więźba dachowa zachodnia, ze względu na duże rozpiętości przęseł krokwi oraz ich smukłe przekroje, nie spełnia wymagań SGN i SGU zgodnie z w/w normą.

Ocena stanu technicznego:

- Więźbę dachową centralną i wschodnią jako będącą w ZADOWALAJĄCYM stanie technicznym.

- Wieżbę dachową zachodnią jako będącą w ZADAWALAJĄCYM stanie technicznym, ale z uwagi na fakt przekroczenia Stanu Granicznego Nośności i Użytkowalności stanowi bezpośrednie zagrożenie dla bezpiecznego użytkowania obiektu przeznaczonego na stały pobyt ludzi.

6. Ocena stanu technicznego budynku.

Na podstawie przeprowadzonych oględzin obiektu, ze szczególnym uwzględnieniem geometrii oraz stanu technicznego elementów konstrukcyjnych, stwierdza się, że budynek znajduje się w dobrym stanie technicznym, z wyjątkiem:

- ścian szczytowych i wewnętrznych piętra, które oceniono jako będące w średnim stanie technicznym ze względu na występujące spękania i zarysowania.
- Wieżba dachowa została oceniona jako będąca w zadowalającym stanie technicznym, z lokalnymi ograniczeniami nośności w części zachodniej (szczegóły w pkt. 5 i 8).

Posadowienie budynku uznaje się za prawidłowe – nie stwierdzono oznak nierównomiernego osiadania, pęknięć fundamentów ani utraty stateczności wynikającej z podmycia lub rozluźnienia gruntu.

Stan podłoża gruntowego oceniono jako prawidłowy – brak widocznych deformacji, osunięć czy innych niekorzystnych zjawisk geotechnicznych.

7. Założenia projektowanego montażu paneli fotowoltaicznych.

W ramach zamierzenia planuje się dociążenie krokwi więźby dachowej panelami fotowoltaicznymi o ciężarze 20 kg/m².

8. Analiza obliczeniowa więźby dachowej.

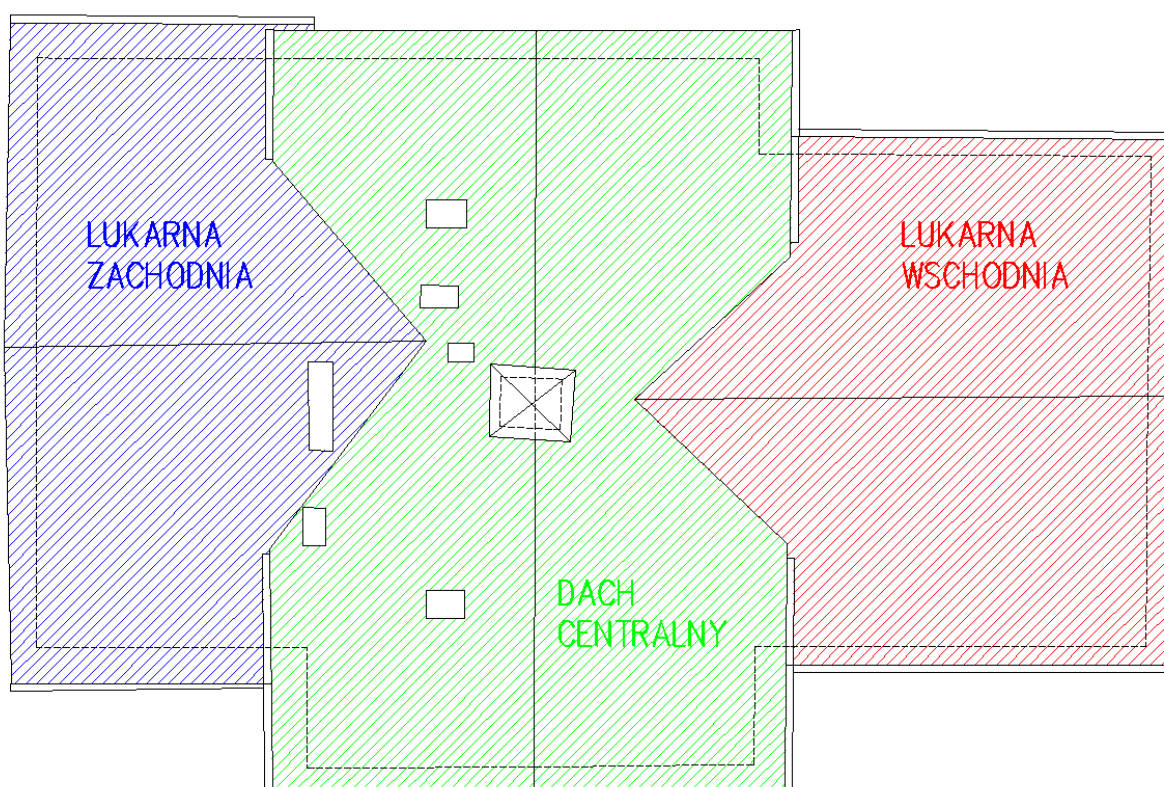
Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe wykonano na podstawie następujących Norm:

- EN 1990 Eurokod: Podstawy projektowania konstrukcji,
- EN 1991 Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje,
- EN 1995 Eurokod 5: Projektowanie konstrukcji drewnianych,

Na potrzebę analizy obliczeniowej więźby dachowej, dach podzielono na 3 części:

- Dach centralny (kolor zielony)
- Lukarna zachodnia (kolor niebieski)

- Lukarna wschodnia (kolor czerwony)



8.1. Zestawienie obciążeń na dach budynku.

Obc. stałe na dach - stan istniejący

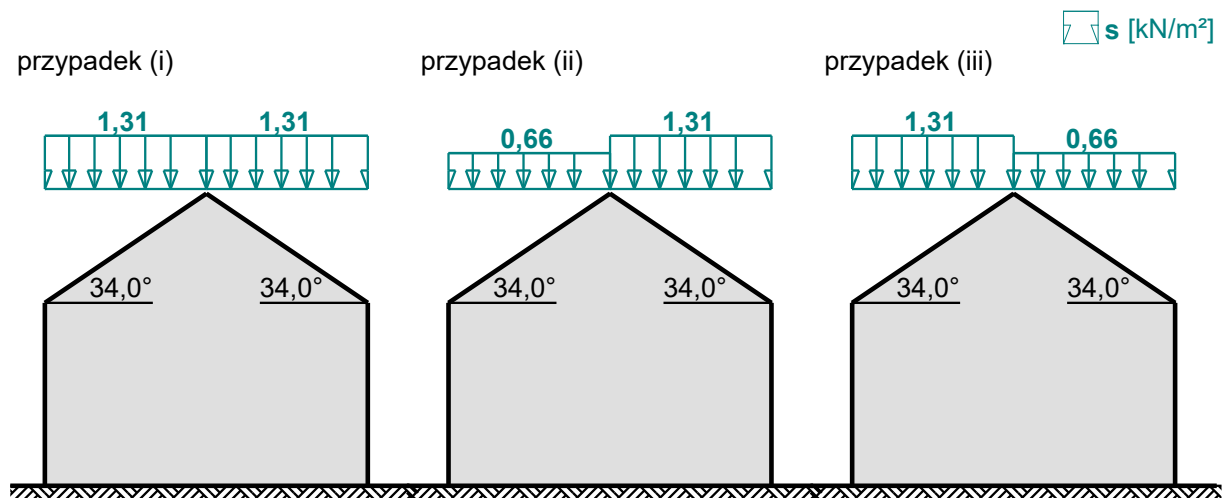
L.p.	Opis oddziaływania	Rodzaj oddziaływania	Wartość char. kN/m ²	ψ	γ_F	Wartość obl. kN/m ²
1.	blacha trapezowa	stałe	0,10	--	1,35	0,14
2.	łaty i kontrłaty	stałe	0,08	--	1,35	0,11
3.	paroizolacja	stałe	0,01	--	1,35	0,01
4.	deskowanie pełne	stałe	0,14	--	1,35	0,19
Σ :			0,33			0,45

Obc. stałe na dach - stan projektowany

L.p.	Opis oddziaływania	Rodzaj oddziaływania	Wartość char. kN/m ²	ψ	γ_F	Wartość obl. kN/m ²
1.	fotowoltaika	stałe	0,20	--	1,35	0,27
2.	blacha trapezowa	stałe	0,10	--	1,35	0,14
3.	łaty i kontrłaty	stałe	0,08	--	1,35	0,11
4.	paroizolacja	stałe	0,01	--	1,35	0,01
5.	deskowanie pełne	stałe	0,14	--	1,35	0,19
Σ :			0,53			0,72

Obc. śniegiem

Obciążenie śniegiem wg PN-EN 1991-1-3 / Dachy dwupołaciowe (5.3.3)



- Dach dwupołaciowy
- Warunki lokalizacyjne: normalne, przypadek A (brak wyjątkowo obfitych opadów śniegu i brak wyjątkowych zamieci)
- Sytuacja obliczeniowa: trwała lub przejściowa
- Obciążenie charakterystyczne śniegiem gruntu (wg załącznika krajowego):
Strefa obciążenia śniegiem 3; A = 415 m n.p.m.
 $s_k = 0,006 \cdot A - 0,6 = 1,890 \text{ kN/m}^2$
- Współczynnik ekspozycji:
Teren: normalny
 $C_e = 1,0$
- Współczynnik termiczny: $C_t = 1,0$

Cały dach - przypadek (i) - równomierny układ obciążenia:

- Współczynnik kształtu dachu:
Kąt nachylenia połaci dachowej: $\alpha = 34,0^\circ$
 $\mu_2 = 0,8 \cdot (60^\circ - \alpha) / 30^\circ = 0,8 \cdot (60^\circ - 34,0^\circ) / 30^\circ = 0,693$

Obciążenie charakterystyczne śniegiem:

$$s = \mu \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,693 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,890 = 1,31 \text{ kN/m}^2$$

Mniej obciążona połać dachu - przypadek (ii/iii) - nierównomierny układ obciążenia:

- Współczynnik kształtu dachu:
Kąt nachylenia połaci dachowej: $\alpha = 34,0^\circ$
 $\mu = 0,5 \cdot \mu_2 = 0,5 \cdot 0,8 \cdot (60^\circ - \alpha) / 30^\circ = 0,5 \cdot 0,8 \cdot (60^\circ - 34,0^\circ) / 30^\circ = 0,347$

Obciążenie charakterystyczne śniegiem:

$$s = \mu \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,347 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,890 = 0,66 \text{ kN/m}^2$$

Bardziej obciążona połać dachu - przypadek (ii/iii) - nierównomierny układ obciążenia:

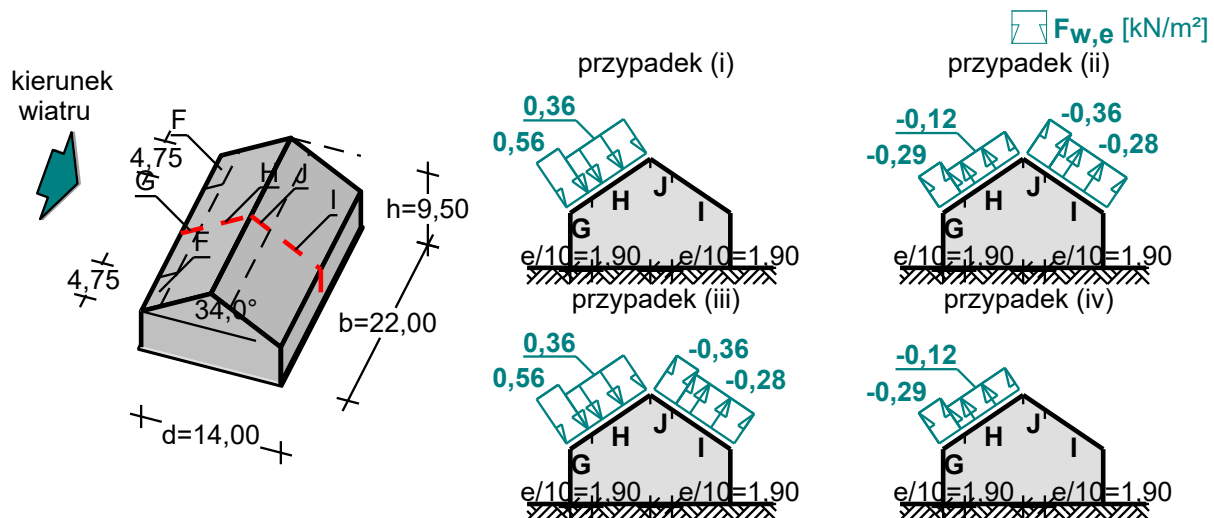
- Współczynnik kształtu dachu:
Kąt nachylenia połaci dachowej: $\alpha = 34,0^\circ$
 $\mu_2 = 0,8 \cdot (60^\circ - \alpha) / 30^\circ = 0,8 \cdot (60^\circ - 34,0^\circ) / 30^\circ = 0,693$

Obciążenie charakterystyczne śniegiem:

$$s = \mu \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,693 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,890 = 1,31 \text{ kN/m}^2$$

Obc. wiatrem

Obciążenie wiatrem wg PN-EN 1991-1-4 / Dachy dwuspadowe - ciśnienie zewnętrzne (7.2.5)



- Dach dwuspadowy o wymiarach: $b = 22,00$ m, $d = 14,00$ m, kąt nachylenia połaci $\alpha = 34,0^\circ$
- Budynek o wysokości $h = 9,50$ m
- Wymiar $e = \min(b, 2 \cdot h) = 19,0$ m
- Wiatr wiejący na ścianę boczną ($\theta = 0^\circ$)
- Obliczany element: element konstrukcyjny
- Wartość podstawowa bazowej prędkości wiatru:
Strefa obciążenia wiatrem 1; $A = 415$ m n.p.m.
 $v_{b,0} = 22 \cdot [1 + 0,0006 \cdot (A - 300)] = 23,52$ m/s (wg załącznika krajowego)
- Współczynnik kierunkowy: $c_{dir} = 1,0$
- Współczynnik sezonowy: $c_{season} = 1,00$
- Bazowa prędkość wiatru: $v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 23,52$ m/s
- Kategoria terenu II $\rightarrow z_0 = 0,05$ m, $z_{min} = 2$ m
- Wysokość odniesienia: $z_e = h = 9,50$ m
- Współczynnik orografii: $c_o(z_e) = 1$
- Współczynnik turbulencji: $k_1 = 1,0$
- Współczynnik terenu: $k_r = 0,19 \cdot (z_0/z_{0,II})^{0,07} = 0,190$
- Współczynnik chropowatości: $c_r(z_e) = k_r \cdot \ln(z_e/z_0) = 0,190 \cdot \ln(9,50/0,05) = 1,00$ (wg p.4.3.2 normy)
- Średnia prędkość wiatru: $v_m(z_e) = c_r(z_e) \cdot c_o(z_e) \cdot v_b = 23,45$ m/s
- Intensywność turbulencji: $I_v(z_e) = k_1 / (c_o(z_e) \cdot \ln(z_e/z_0)) = 0,191$
- Gęstość powietrza: $\rho = 1,25$ kg/m³
- Szczytowe ciśnienie prędkości: $q_p(z_e) = [1 + 7 \cdot I_v(z_e)] \cdot (1/2) \cdot \rho \cdot v_m^2(z_e) = 801,9$ Pa = 0,802 kPa
- Współczynnik konstrukcyjny: $c_{sCd} = 1,000$

Połąc w przekroju x/b = 0,50 - pole G - parcie:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego: $c_{pe} = c_{pe,10} = 0,7$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_{sCd} \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,802 \cdot 0,7 = \mathbf{0,56 \text{ kN/m}^2}$$

Połąc w przekroju x/b = 0,50 - pole G - ssanie:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego: $c_{pe} = c_{pe,10} = -0,367$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_{sCd} \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,802 \cdot (-0,367) = \mathbf{-0,29 \text{ kN/m}^2}$$

Połąc w przekroju x/b = 0,50 - pole H - parcie:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego: $c_{pe} = c_{pe,10} = 0,453$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_{sCd} \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,802 \cdot 0,453 = \mathbf{0,36 \text{ kN/m}^2}$$

Połąć w przekroju x/b = 0,50 - pole H - ssanie:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego: $c_{pe} = c_{pe,10} = -0,147$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,802 \cdot (-0,147) = -0,12 \text{ kN/m}^2$$

Połąć w przekroju x/b = 0,50 - pole I - parcie:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego: $c_{pe} = c_{pe,10} = 0,0$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,802 \cdot 0,0 = 0,00 \text{ kN/m}^2$$

Połąć w przekroju x/b = 0,50 - pole I - ssanie:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego: $c_{pe} = c_{pe,10} = -0,347$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,802 \cdot (-0,347) = -0,28 \text{ kN/m}^2$$

Połąć w przekroju x/b = 0,50 - pole J - parcie:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego: $c_{pe} = c_{pe,10} = 0,0$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,802 \cdot 0,0 = 0,00 \text{ kN/m}^2$$

Połąć w przekroju x/b = 0,50 - pole J - ssanie:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego: $c_{pe} = c_{pe,10} = -0,447$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,802 \cdot (-0,447) = -0,36 \text{ kN/m}^2$$

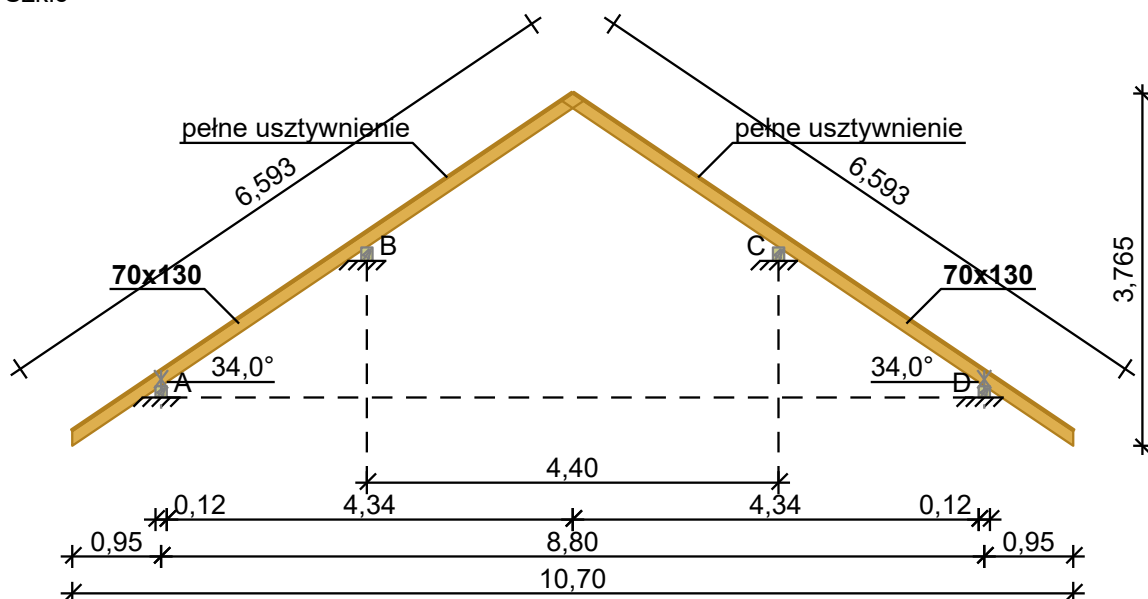
8.2. Dach centralny.

Podczas wizji lokalnej zinventaryzowano następujące przekroje drewniane elementów nośnych więźby dachowej:

- Krokwie – 7x13cm
- Płatwie – 13x13cm

Wiązar krokwiowo-płatwiowy (stan istniejący)

Szkic



Kąt nachylenia połaci dachowej $\alpha = 34,0^\circ$
 Osiowy rozstaw płatwi $l_3 = 4,40$ m
 Osiowy rozstaw murłat $l = 8,80$ m
 Wysięg wsporników $l_1 = 1,01$ m
 Rozstaw osiowy wiązarów $a = 1,00$ m
 Podparcie - lewa murłata: nieprzesuwna; $b = 0,12$ m
 Podparcie - prawa murłata: nieprzesuwna; $b = 0,12$ m
 Podparcie - lewa płatew: nieprzesuwna; $b = 0,12$ m
 Podparcie - prawa płatew: nieprzesuwna; $b = 0,12$ m
 Usztywnienia boczne krokwi - na całej długości elementu

Dane materiałowe:

Drewno lite iglaste **C24** wg PN-EN 338:2016-06
 Krokiew 70x130 mm

Obciążenia:

Pokrycie dachu $g_1 = 0,330$ kN/m²

Uwzględniono ciężar własny elementu

Obciążenie warstwami wykończeniowymi:

- dolnych odcinków krokwi do płatwi $g_2 = 0,12$ kN/m²

- na wsporniku $g_3 = 0,00$ kN/m²

Obciążenie śniegiem wyznaczono automatycznie

- Iloczyn współczynnika ekspozycji, współczynnika termicznego i obciążenia charakterystycznego śniegiem gruntu $C_e \cdot C_t \cdot s_k = 1,890$ kN/m²

Obciążenie wiatrem wyznaczono automatycznie jak dla strefy środkowej dachu dwuspadowego

- Parametry dachu:

- Wysokość całkowita $h = 9,50$ m

- Długość dachu $c = 22,00$ m

- Długość okapów $c_1 = 0,60$ m

- Szerokość dachu przyjęto wg zdefiniowanych wymiarów obliczanego elementu

- Szczytowe ciśnienie prędkości wiatru $q_{p(z)} = 0,802$ kPa

Obciążenie użytkowe powierzchni dachu (krótkotrwałe)

$q = 0,000$ kN/m²

Założenia obliczeniowe:

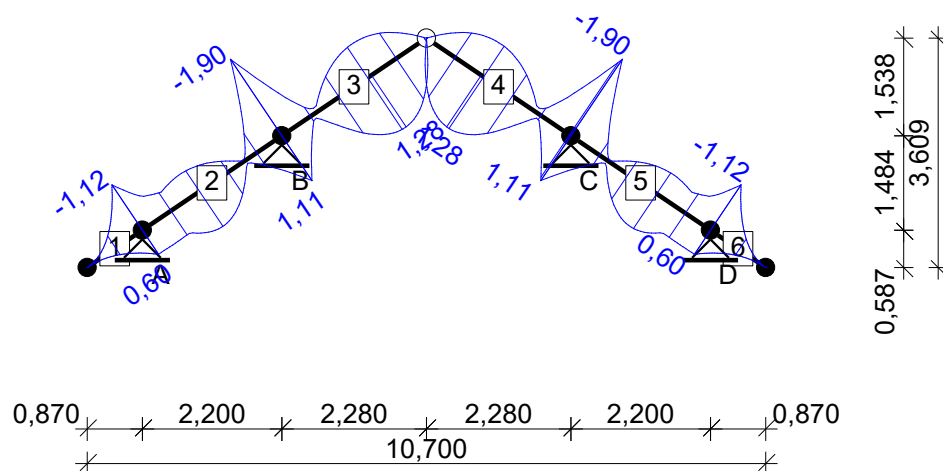
Załącznik krajowy: PN-EN (Polska)

Klasa niezawodności konstrukcji - RC2

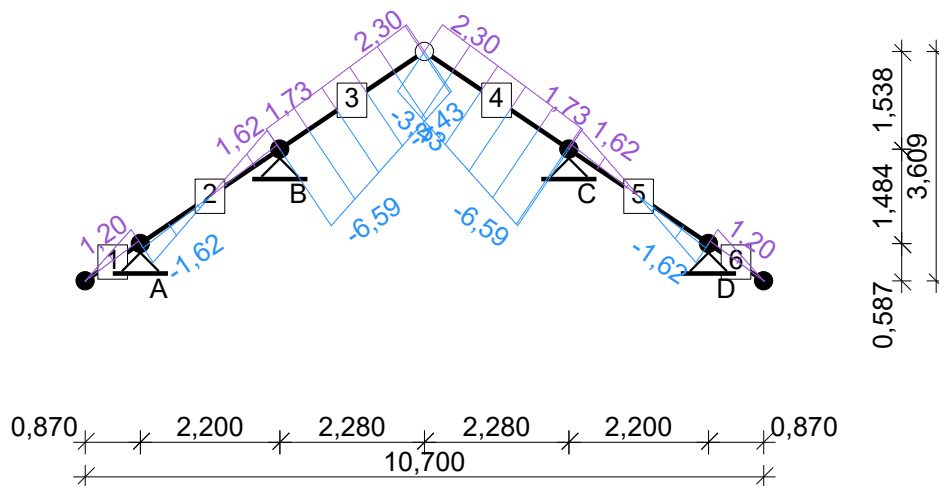
Klasa użytkowania konstrukcji - 2

WYNIKI:

Obwiednia momentów zginających [kNm]:



Obwiednia sił osiowych [kN]:



Krokiew 70x130 mm

→ $A = 91,0 \text{ cm}^2$, $W_y = 197,2 \text{ cm}^3$, $W_z = 106,2 \text{ cm}^3$, $J_y = 1281,6 \text{ cm}^4$, $J_z = 371,6 \text{ cm}^4$, $J_{\text{tor}} = 985,6 \text{ cm}^4$, $m = 3,8 \text{ kg/m}$

Drewno lite iglaste **C24** wg PN-EN 338:2016-06

→ $f_{t,0,k} = 14,5 \text{ MPa}$, $f_{c,0,k} = 21 \text{ MPa}$, $f_{m,k} = 24 \text{ MPa}$, $f_{v,k} = 4 \text{ MPa}$, $E_{0,\text{mean}} = 11 \text{ GPa}$, $\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$, $\rho_{\text{mean}} = 420 \text{ kg/m}^3$

SGN - Zginanie z rozciąganiem osiowym:

Decyduje kombinacja: **K332**: $0,85 \cdot 1,35 \cdot \text{stałe} + 1,5 \cdot \text{śnieg równomierny} + (1,5 \cdot 0,6 \cdot \text{wiatr z prawej, strefa FHJI} + 1,5 \cdot 0,6 \cdot \text{ciśnienie wewnętrzne (ii)}) \rightarrow \gamma_M = 1,3$; $k_{\text{mod}} = 0,90$

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju $x = 0,00 \text{ m}$ na przęcie 5:

$$N_{t,d} = 1,62 \text{ kN}, \quad \sigma_{t,0,d} = 0,18 \text{ MPa}$$

$$M_{y,d} = -1,90 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,y,d} = 9,62 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

$$k_{h,y} = 1,029; \quad f_{m,y,d} = k_{h,y} \cdot (k_{\text{mod}} \cdot f_{m,k} / \gamma_M) = 17,10 \text{ MPa}$$

$$k_h = 1,029; \quad f_{t,0,d} = k_h \cdot (k_{\text{mod}} \cdot f_{t,0,k} / \gamma_M) = 10,33 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{t,0,d} / f_{t,0,d} + \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,017 + 0,562 = 0,580 < 1$$

SGN - Warunek stateczności - wyboczenie:

Decyduje kombinacja: **K316**: $0,85 \cdot 1,35 \cdot \text{stałe} + 1,5 \cdot \text{śnieg równomierny} + (1,5 \cdot 0,6 \cdot \text{wiatr z lewej, strefa FHJI} + 1,5 \cdot 0,6 \cdot \text{ciśnienie wewnętrzne (ii)}) \rightarrow \gamma_M = 1,3$; $k_{\text{mod}} = 0,90$

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju $x = 0,00 \text{ m}$ na przęcie 3:

$$N_{c,d} = 6,38 \text{ kN}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,70 \text{ MPa}$$

$$M_{y,d} = -1,90 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,y,d} = 9,62 \text{ MPa}$$

Warunek stateczności elementu:

$$l_{ey} = 2,75 \text{ m}; \quad k_{c,y} = 0,517; \quad l_{ez} = 0,00 \text{ m}$$

$$f_{c,0,d} = k_{\text{mod}} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 14,54 \text{ MPa}; \quad k_{h,y} = 1,029$$

$$f_{m,y,d} = k_{h,y} \cdot (k_{\text{mod}} \cdot f_{m,k} / \gamma_M) = 17,10 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,0,d} / (k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,093 + 0,562 = 0,656 < 1$$

$$(\sigma_{c,0,d} / f_{c,0,d})^2 + k_m \cdot \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,002 + 0,394 = 0,396 < 1$$

SGN - Warunek stateczności - zwichrzenie:

element zabezpieczony przed zwichrzeniem

SGN - Ścinanie:

Decyduje kombinacja: **K316**: $0,85 \cdot 1,35 \cdot \text{stałe} + 1,5 \cdot \text{śnieg równomierny} + (1,5 \cdot 0,6 \cdot \text{wiatr z lewej, strefa FHJI} + 1,5 \cdot 0,6 \cdot \text{ciśnienie wewnętrzne (ii)}) \rightarrow \gamma_M = 1,3$; $k_{\text{mod}} = 0,90$

Siła poprzeczna i odpowiadające naprężenie dla przekroju $x = 0,00 \text{ m}$ na przęcie 3:

$$k_{cr} = 0,67$$

$$V_{z,d} = -3,79 \text{ kN}, \quad \tau_{z,d} = 0,93 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

$$f_{v,d} = k_{\text{mod}} \cdot f_{v,k} / \gamma_M = 2,77 \text{ MPa}$$

$$\tau_{z,d} = 0,93 \text{ MPa} < f_{v,d} = 2,77 \text{ MPa} \quad (33,6\%)$$

SGN - Docisk na podporze:

Decyduje kombinacja: **K353**: $0,85 \cdot 1,35 \cdot \text{stałe} + 1,5 \cdot \text{śnieg max. z lewej} \rightarrow \gamma_M = 1,3$; $k_{\text{mod}} = 0,80$

Podpora A → Reakcja $R_{V,A} = 4,91 \text{ kN}$; $a_p = 53,6 \text{ mm}$; $b_e = 70 \text{ mm}$

$$k_{c,90} = 1,00$$

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 12,92 \text{ MPa}$$

$$f_{c,90,d} = k_{mod} \cdot f_{c,90,k} / \gamma_M = 1,54 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,56,d} = 1,31 \text{ MPa} < f_{c,0,d} / [(f_{c,0,d} / (k_{c,90} \cdot f_{c,90,d})) \cdot \sin^2 56^\circ + \cos^2 56^\circ] = 2,12 \text{ MPa} \quad (61,6\%)$$

SGU - Ugięcie chwilowe:

Decyduje kombinacja: **K856**: stałe+śnieg równomierny+(0,6·wiatr z lewej, strefa

FHJI+0,6·ciśnienie wewnętrzne (ii))

Wartości dla przekroju **x = 1,54 m** na pręcie 3:

$$u_{inst} = (-) 4,3 \text{ mm} < u_{inst,lim} = 2750 / 350 = 7,9 \text{ mm} \quad (54,4\%)$$

SGU - Ugięcie końcowe:

Decyduje kombinacja: **K1126**: 1,8·stałe+1,0·śnieg równomierny+(0,6·wiatr z lewej, strefa

FHJI+0,6·ciśnienie wewnętrzne (ii))

Wartości dla przekroju **x = 1,54 m** na pręcie 3:

$$u_{fin} = (-) 4,9 \text{ mm} < u_{fin,lim} = 1,5 \cdot 2750 / 200 = 20,6 \text{ mm} \quad (23,7\%)$$

Krokiew w miejscu oparcia na podporze 70x100 mm

→ $A = 70,0 \text{ cm}^2$, $W_y = 116,7 \text{ cm}^3$, $W_z = 81,7 \text{ cm}^3$, $J_y = 583,3 \text{ cm}^4$, $J_z = 285,8 \text{ cm}^4$, $J_{tor} = 649,1 \text{ cm}^4$,
 $m = 2,9 \text{ kg/m}$

Drewno lite iglaste **C24** wg PN-EN 338:2016-06

→ $f_{t,0,k} = 14,5 \text{ MPa}$, $f_{c,0,k} = 21 \text{ MPa}$, $f_{m,k} = 24 \text{ MPa}$, $f_{v,k} = 4 \text{ MPa}$, $E_{0,mean} = 11 \text{ GPa}$, $\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$,
 $\rho_{mean} = 420 \text{ kg/m}^3$

SGN - Zginanie z rozciąganiem osiowym:

Decyduje kombinacja: **K332**: 0,85·1,35·stałe+1,5·śnieg równomierny+(1,5·0,6·wiatr z prawej, strefa FHJI+1,5·0,6·ciśnienie wewnętrzne (ii)) → $\gamma_M = 1,3$; $k_{mod} = 0,90$

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 0,00 m** na pręcie 5:

$$N_{t,d} = 1,62 \text{ kN}, \quad \sigma_{t,0,d} = 0,23 \text{ MPa}$$

$$M_{y,d} = -1,90 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,y,d} = 16,25 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

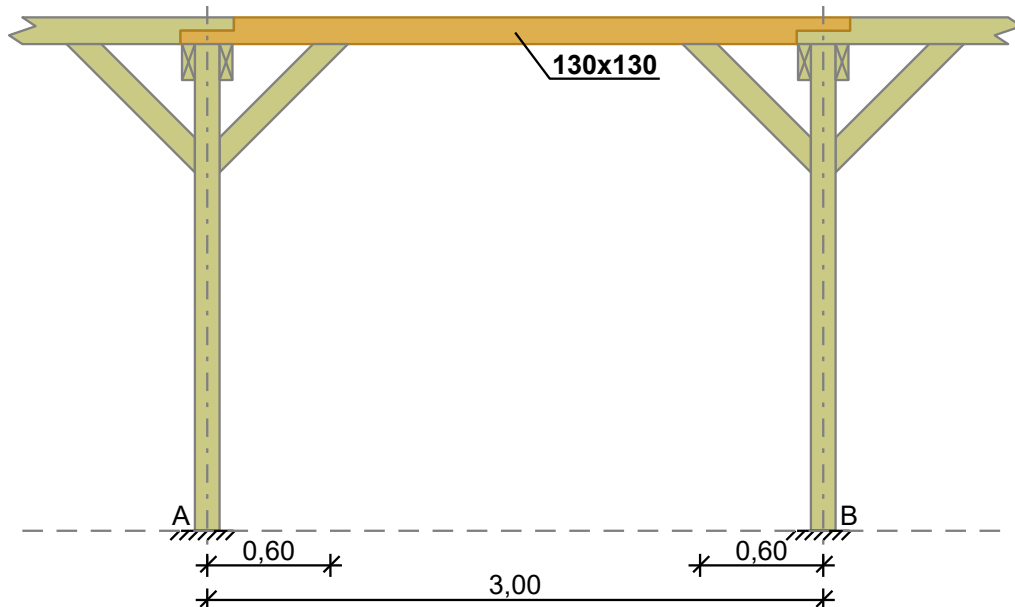
$$k_{h,y} = 1,084; \quad f_{m,y,d} = k_{h,y} \cdot (k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M) = 18,02 \text{ MPa}$$

$$k_h = 1,084; \quad f_{t,0,d} = k_h \cdot (k_{mod} \cdot f_{t,0,k} / \gamma_M) = 10,89 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{t,0,d} / f_{t,0,d} + \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,021 + 0,902 = 0,923 < 1$$

Płatew (stan istniejący)

Szkic



Rozstaw osiowy słupów $l = 3,00 \text{ m}$

Odległość podparcia płatwi mieczem $a = 0,60 \text{ m}$

Dane materiałowe:

Drewno lite iglaste **C24** wg PN-EN 338:2016-06

Płatew 130x130 mm

Obciążenia:

Obciążenie stałe $((0,330 \cdot (0,5 \cdot 2,20 + 2,20) / \cos 34,0^\circ) + (0,120 \cdot 0,5 \cdot 2,20 / \cos 34,0^\circ))$

$$g_z = 1,473 \text{ kN/m}$$

Uwzględniono ciężar własny elementu

Obciążenie śniegiem $(1,310 \cdot (0,5 \cdot 2,20 + 2,20))$

$$s_z = 4,324 \text{ kN/m}$$

Obciążenie wiatrem (i) $((0,561 \cdot (0,5 \cdot 2,20 + 2,20) / \cos 34,0^\circ) \cdot \cos 34,0^\circ)$

$$w_{e,z} = 1,852 \text{ kN/m}; w_{e,y} = 1,250 \text{ kN/m}$$

Obciążenie wiatrem (ii) $((0,607 \cdot (0,5 \cdot 2,20 + 2,20) / \cos 34,0^\circ) \cdot \cos 34,0^\circ)$

$$w_{e,z} = 2,004 \text{ kN/m}; w_{e,y} = 1,351 \text{ kN/m}$$

Obciążenie ciśnieniem wewnętrznym (i) $((-0,160) \cdot (0,5 \cdot 2,20 + 2,20) / \cos 34,0^\circ) \cdot \cos 34,0^\circ)$

$$w_{i,z} = -0,529 \text{ kN/m}; w_{i,y} = -0,357 \text{ kN/m}$$

Obciążenie użytkowe powierzchni dachu $q_z = 0,000 \text{ kN/m}$

Obciążenie zmienne (użytkowe stropu; $\psi_0 = 1,00$; $\psi_1 = 1,00$; $\psi_2 = 1,00$; średniotrwale)

$$q_z = 0,000 \text{ kN/m}$$

Założenia obliczeniowe:

Załącznik krajowy: PN-EN (Polska)

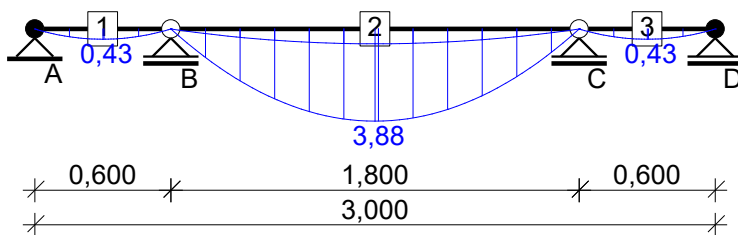
Klasa niezawodności konstrukcji - RC2

Klasa użytkowania konstrukcji - 2

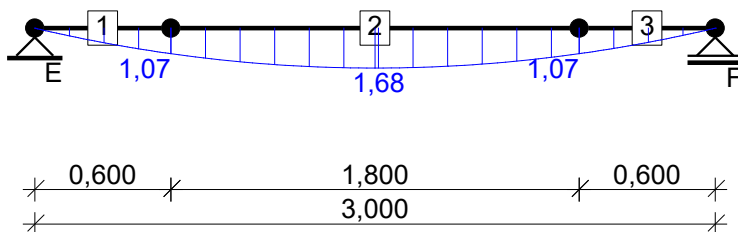
WYNIKI:

Obwiednia momentów zginających [kNm]:

Kierunek pionowy:



Kierunek poziomy:



Płatew 130x130 mm

→ $A = 169,0 \text{ cm}^2$, $W_y = 366,2 \text{ cm}^3$, $W_z = 366,2 \text{ cm}^3$, $J_y = 2380,1 \text{ cm}^4$, $J_z = 2380,1 \text{ cm}^4$, $J_{\text{tor}} = 4017,6 \text{ cm}^4$, $m = 7,1 \text{ kg/m}$

Drewno lite iglaste **C24** wg PN-EN 338:2016-06

→ $f_{t,0,k} = 14,5 \text{ MPa}$, $f_{c,0,k} = 21 \text{ MPa}$, $f_{m,k} = 24 \text{ MPa}$, $f_{v,k} = 4 \text{ MPa}$, $E_{0,\text{mean}} = 11 \text{ GPa}$, $\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$, $\rho_{\text{mean}} = 420 \text{ kg/m}^3$

SGN - Zginanie:

Decyduje kombinacja: **K16**: $0,85 \cdot 1,35 \cdot \text{stała} + 1,5 \cdot \text{śnieg} + (1,5 \cdot 0,6 \cdot \text{wiatr (ii)} + 1,5 \cdot 0,6 \cdot \text{ciśnienie wewnętrzne})$ → $\gamma_M = 1,3$; $k_{\text{mod}} = 0,90$

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 0,90 m** na pręcie **2**:

$$M_{y,d} = 3,88 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,y,d} = 10,60 \text{ MPa}$$

$$M_{z,d} = 1,01 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,z,d} = 2,75 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

$$k_{h,y} = 1,029; f_{m,y,d} = k_{h,y} \cdot (k_{\text{mod}} \cdot f_{m,k} / \gamma_M) = 17,10 \text{ MPa}$$

$$k_{h,z} = 1,029; f_{m,z,d} = k_{h,z} \cdot (k_{\text{mod}} \cdot f_{m,k} / \gamma_M) = 17,10 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} = 0,620 + 0,113 = 0,733 < 1$$

$$k_m \cdot \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} = 0,434 + 0,161 = 0,595 < 1$$

SGN - Warunek stateczności - wyboczenie:

w elemencie nie występują siły ściskające

SGN - Warunek stateczności - zwichrzenie:

element o przekroju kwadratowym/okrągłym nie ulega zwichrzeniu

SGN - Ścinanie:

Decyduje kombinacja: **K14**: $0,85 \cdot 1,35 \cdot \text{stała} + 1,5 \cdot \text{śnieg} \rightarrow \gamma_M = 1,3; k_{mod} = 0,80$

Siły poprzeczne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 0,00 m** na przęcie **2**:

$$k_{cr} = 0,67$$

$$V_{z,d} = -7,43 \text{ kN}, \quad T_{z,d} = 0,98 \text{ MPa}$$

$$V_{y,d} = 0,00 \text{ kN}, \quad T_{y,d} = 0,00 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M = 2,46 \text{ MPa}$$

$$T_{z,d} = 0,98 \text{ MPa} < f_{v,d} = 2,46 \text{ MPa} \quad (40,0\%)$$

SGU - Ugięcie chwilowe:

Decyduje kombinacja: **K35**: stała+(wiatr (ii)+ciśnienie wewnętrzne)+0,5·śnieg

Wartości dla przekroju **x = 0,60 m** na przęcie **1**:

$$U_{inst} = (U_{inst,z}^2 + U_{inst,y}^2)^{0,5} = 2,5 \text{ mm} > U_{inst,lim} = 600 / 350 = 1,7 \text{ mm} \quad (143,1\%)$$

SGU - Ugięcie końcowe:

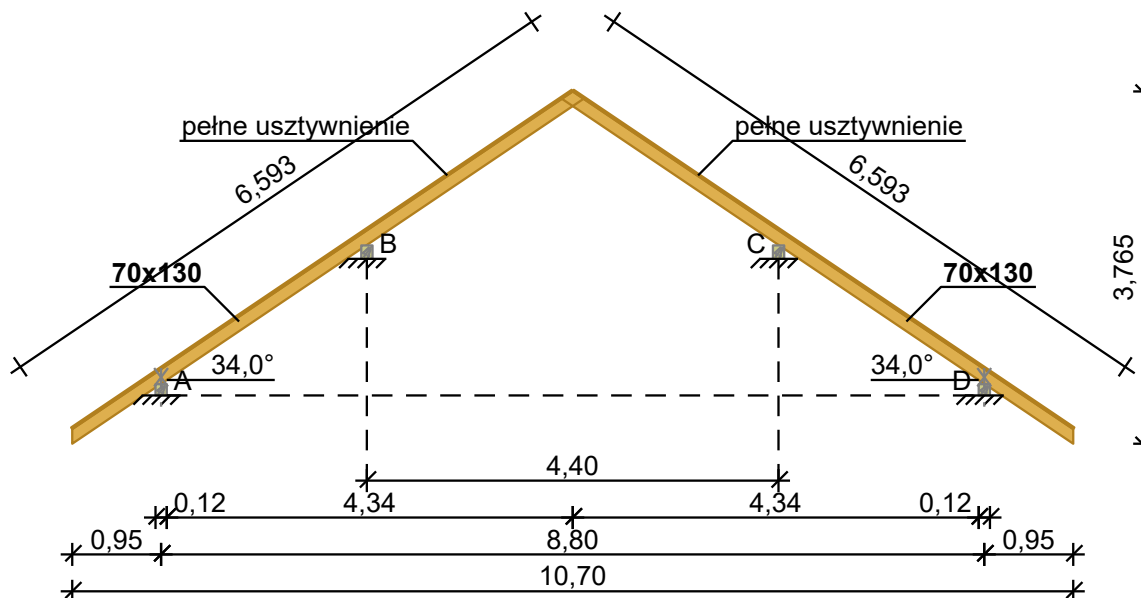
Decyduje kombinacja: **K43**: $1,8 \cdot \text{stała} + (1,0 \cdot \text{wiatr (ii)} + 1,0 \cdot \text{ciśnienie wewnętrzne}) + 0,5 \cdot \text{śnieg}$

Wartości dla przekroju **x = 0,60 m** na przęcie **1**:

$$U_{fin} = (U_{fin,z}^2 + U_{fin,y}^2)^{0,5} = 2,5 \text{ mm} < U_{fin,lim} = 1,5 \cdot 600 / 200 = 4,5 \text{ mm} \quad (54,5\%)$$

Wiązarkrokwowo-płatwiowy (stan projektowany)

Szkic



Kąt nachylenia połaci dachowej $\alpha = 34,0^\circ$

Osiowy rozstaw płatwi $l_3 = 4,40 \text{ m}$

Osiowy rozstaw murłat $l = 8,80 \text{ m}$

Wysięg wsporników $l_1 = 1,01 \text{ m}$

Rozstaw osiowy wiązarów $a = 1,00 \text{ m}$

Podparcie - lewa murłata: nieprzesuwna; $b = 0,12 \text{ m}$

Podparcie - prawa murłata: nieprzesuwna; $b = 0,12 \text{ m}$

Podparcie - lewa płatew: nieprzesuwna; $b = 0,12 \text{ m}$

Podparcie - prawa płatew: nieprzesuwna; $b = 0,12 \text{ m}$

Usztywnienia boczne krokwi - na całej długości elementu

Dane materiałowe:

Drewno lite iglaste **C24** wg PN-EN 338:2016-06

Krokwie 70x130 mm

Obciążenia:

Pokrycie dachu $g_1 = 0,530 \text{ kN/m}^2$

Uwzględniono ciężar własny elementu

Obciążenie warstwami wykończeniowymi:

- dolnych odcinków krokwi do płatwi $g_2 = 0,12 \text{ kN/m}^2$

- na wsporniku $g_3 = 0,00 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie śniegiem wyznaczono automatycznie

- Iloczyn współczynnika ekspozycji, współczynnika termicznego i obciążenia charakterystycznego śniegiem gruntu $C_e \cdot C_t \cdot s_k = 1,890 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie wiatrem wyznaczono automatycznie jak dla strefy środkowej dachu dwuspadowego

- Parametry dachu:

- Wysokość całkowita $h = 9,50 \text{ m}$

- Długość dachu $c = 22,00 \text{ m}$

- Długość okapów $c_1 = 0,60 \text{ m}$

- Szerokość dachu przyjęto wg zdefiniowanych wymiarów obliczanego elementu

- Szczytowe ciśnienie prędkości wiatru $q_{p(z)} = 0,802 \text{ kPa}$

Obciążenie użytkowe powierzchni dachu (krótkotrwałe)

$q = 0,000 \text{ kN/m}^2$

Założenia obliczeniowe:

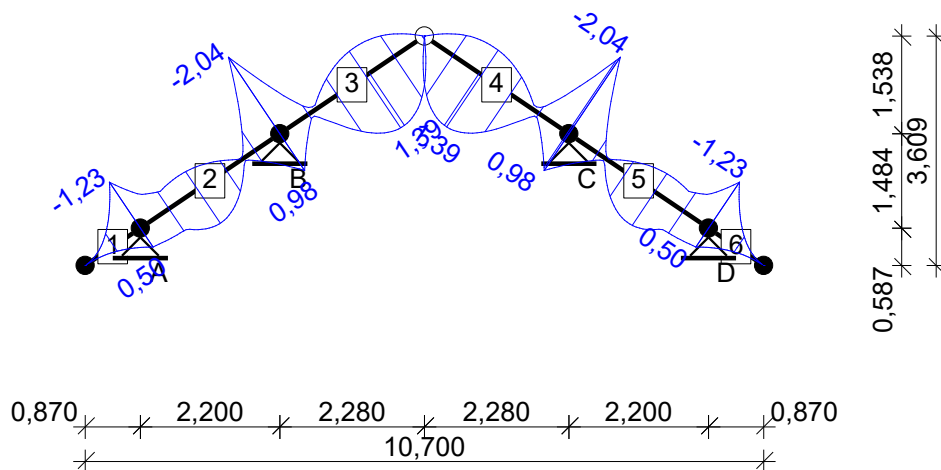
Załącznik krajowy: PN-EN (Polska)

Klasa niezawodności konstrukcji - RC2

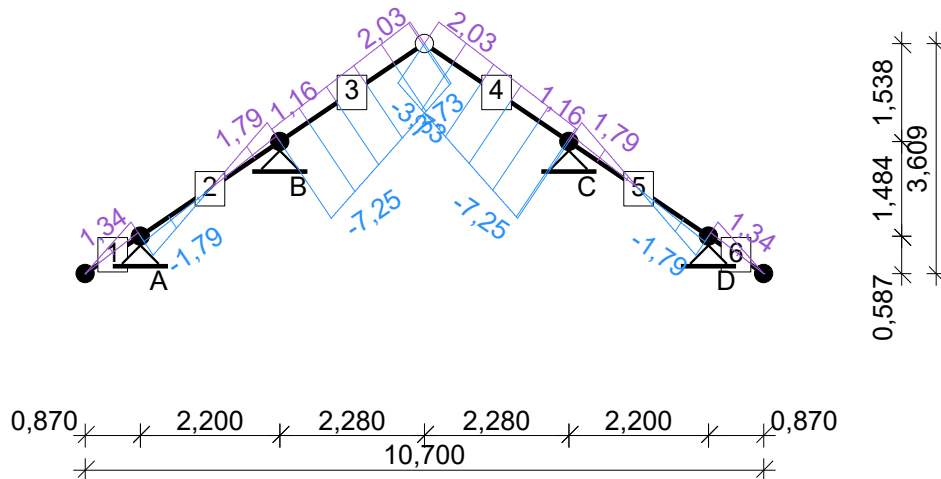
Klasa użytkowania konstrukcji - 2

WYNIKI:

Obwiednia momentów zginających [kNm]:



Obwiednia sił osiowych [kN]:



Krokiew 70x130 mm

→ $A = 91,0 \text{ cm}^2$, $W_y = 197,2 \text{ cm}^3$, $W_z = 106,2 \text{ cm}^3$, $J_y = 1281,6 \text{ cm}^4$, $J_z = 371,6 \text{ cm}^4$, $J_{\text{tor}} = 985,6 \text{ cm}^4$, $m = 3,8 \text{ kg/m}$

Drewno lite iglaste **C24** wg PN-EN 338:2016-06

→ $f_{t,0,k} = 14,5 \text{ MPa}$, $f_{c,0,k} = 21 \text{ MPa}$, $f_{m,k} = 24 \text{ MPa}$, $f_{v,k} = 4 \text{ MPa}$, $E_{0,\text{mean}} = 11 \text{ GPa}$, $\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$, $\rho_{\text{mean}} = 420 \text{ kg/m}^3$

SGN - Zginanie z rozciąganiem osiowym:

Decyduje kombinacja: **K332**: $0,85 \cdot 1,35 \cdot \text{stałe} + 1,5 \cdot \text{śnieg równomierny} + (1,5 \cdot 0,6 \cdot \text{wiatr z prawej, strefa FHJI} + 1,5 \cdot 0,6 \cdot \text{ciśnienie wewnętrzne (ii)}) \rightarrow \gamma_M = 1,3$; $k_{\text{mod}} = 0,90$

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju $x = 0,00 \text{ m}$ na pręcie 5:

$$N_{t,d} = 1,79 \text{ kN}, \quad \sigma_{t,0,d} = 0,20 \text{ MPa}$$

$$M_{y,d} = -2,04 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,y,d} = 10,36 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

$$k_{h,y} = 1,029; \quad f_{m,y,d} = k_{h,y} \cdot (k_{\text{mod}} \cdot f_{m,k} / \gamma_M) = 17,10 \text{ MPa}$$

$$k_h = 1,029; \quad f_{t,0,d} = k_h \cdot (k_{\text{mod}} \cdot f_{t,0,k} / \gamma_M) = 10,33 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{t,0,d} / f_{t,0,d} + \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,019 + 0,606 = 0,625 < 1$$

SGN - Warunek stateczności - wyboczenie:

Decyduje kombinacja: **K316**: $0,85 \cdot 1,35 \cdot \text{stałe} + 1,5 \cdot \text{śnieg równomierny} + (1,5 \cdot 0,6 \cdot \text{wiatr z lewej, strefa FHJI} + 1,5 \cdot 0,6 \cdot \text{ciśnienie wewnętrzne (ii)}) \rightarrow \gamma_M = 1,3$; $k_{\text{mod}} = 0,90$

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju $x = 0,00 \text{ m}$ na pręcie 3:

$$N_{c,d} = 7,04 \text{ kN}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,77 \text{ MPa}$$

$$M_{y,d} = -2,04 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,y,d} = 10,36 \text{ MPa}$$

Warunek stateczności elementu:

$$l_{ey} = 2,75 \text{ m}; \quad k_{c,y} = 0,517; \quad l_{ez} = 0,00 \text{ m}$$

$$f_{c,0,d} = k_{\text{mod}} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 14,54 \text{ MPa}; \quad k_{h,y} = 1,029$$

$$f_{m,y,d} = k_{h,y} \cdot (k_{\text{mod}} \cdot f_{m,k} / \gamma_M) = 17,10 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,0,d} / (k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,103 + 0,606 = 0,709 < 1$$

$$(\sigma_{c,0,d} / f_{c,0,d})^2 + k_m \cdot \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,003 + 0,424 = 0,427 < 1$$

SGN - Warunek stateczności - zwichrzenie:

element zabezpieczony przed zwichrzeniem

SGN - Ścinanie:

Decyduje kombinacja: **K316**: $0,85 \cdot 1,35 \cdot \text{stałe} + 1,5 \cdot \text{śnieg równomierny} + (1,5 \cdot 0,6 \cdot \text{wiatr z lewej, strefa FHJI} + 1,5 \cdot 0,6 \cdot \text{ciśnienie wewnętrzne (ii)}) \rightarrow \gamma_M = 1,3$; $k_{\text{mod}} = 0,90$

Siła poprzeczna i odpowiadające naprężenie dla przekroju $x = 0,00 \text{ m}$ na pręcie 3:

$$k_{cr} = 0,67$$

$$V_{z,d} = -4,10 \text{ kN}, \quad \tau_{z,d} = 1,01 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

$$f_{v,d} = k_{\text{mod}} \cdot f_{v,k} / \gamma_M = 2,77 \text{ MPa}$$

$$\tau_{z,d} = 1,01 \text{ MPa} < f_{v,d} = 2,77 \text{ MPa} \quad (36,4\%)$$

SGN - Docisk na podporze:

Decyduje kombinacja: **K353**: $0,85 \cdot 1,35 \cdot \text{stałe} + 1,5 \cdot \text{śnieg max. z lewej} \rightarrow \gamma_M = 1,3$; $k_{\text{mod}} = 0,80$

Podpora A → Reakcja $R_{V,A} = 5,44 \text{ kN}$; $a_p = 53,6 \text{ mm}$; $b_e = 70 \text{ mm}$

$$k_{c,90} = 1,00$$

$$f_{c,0,d} = k_{\text{mod}} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 12,92 \text{ MPa}$$

$$f_{c,90,d} = k_{\text{mod}} \cdot f_{c,90,k} / \gamma_M = 1,54 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,56,d} = 1,45 \text{ MPa} < f_{c,0,d} / [(f_{c,0,d} / (k_{c,90} \cdot f_{c,90,d})) \cdot \sin^2 56^\circ + \cos^2 56^\circ] = 2,12 \text{ MPa} \quad (68,3\%)$$

SGU - Ugięcie chwilowe:

Decyduje kombinacja: **K856**: $\text{stałe} + \text{śnieg równomierny} + (0,6 \cdot \text{wiatr z lewej, strefa FHJI} + 0,6 \cdot \text{ciśnienie wewnętrzne (ii)})$

Wartości dla przekroju $x = 1,54 \text{ m}$ na pręcie 3:

$$u_{\text{inst}} = (-) 4,8 \text{ mm} < u_{\text{inst,lim}} = 2750 / 350 = 7,9 \text{ mm} \quad (60,7\%)$$

SGU - Ugięcie końcowe:

Decyduje kombinacja: **K1126**: $1,8 \cdot \text{stałe} + 1,0 \cdot \text{śnieg równomierny} + (0,6 \cdot \text{wiatr z lewej, strefa FHJI} + 0,6 \cdot \text{ciśnienie wewnętrzne (ii)})$

Wartości dla przekroju $x = 1,54 \text{ m}$ na pręcie 3:

$$u_{\text{fin}} = (-) 5,8 \text{ mm} < u_{\text{fin,lim}} = 1,5 \cdot 2750 / 200 = 20,6 \text{ mm} \quad (28,0\%)$$

Krokiew w miejscu oparcia na podporze 70x100 mm

→ $A = 70,0 \text{ cm}^2$, $W_y = 116,7 \text{ cm}^3$, $W_z = 81,7 \text{ cm}^3$, $J_y = 583,3 \text{ cm}^4$, $J_z = 285,8 \text{ cm}^4$, $J_{\text{tor}} = 649,1 \text{ cm}^4$, $m = 2,9 \text{ kg/m}$

Drewno lite iglaste **C24** wg PN-EN 338:2016-06

→ $f_{t,0,k} = 14,5 \text{ MPa}$, $f_{c,0,k} = 21 \text{ MPa}$, $f_{m,k} = 24 \text{ MPa}$, $f_{v,k} = 4 \text{ MPa}$, $E_{0,mean} = 11 \text{ GPa}$, $\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$,
 $\rho_{mean} = 420 \text{ kg/m}^3$

SGN - Zginanie z rozciąganiem osiowym:

Decyduje kombinacja: **K332**: $0,85 \cdot 1,35 \cdot \text{stała} + 1,5 \cdot \text{śnieg równomierny} + (1,5 \cdot 0,6 \cdot \text{wiatr z prawej, strefa FHJI} + 1,5 \cdot 0,6 \cdot \text{ciśnienie wewnętrzne (ii)}) \rightarrow \gamma_M = 1,3; k_{mod} = 0,90$

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju $x = 0,00 \text{ m}$ na pręcie 5:

$$N_{t,d} = 1,79 \text{ kN}, \quad \sigma_{t,0,d} = 0,26 \text{ MPa}$$

$$M_{y,d} = -2,04 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,y,d} = 17,52 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

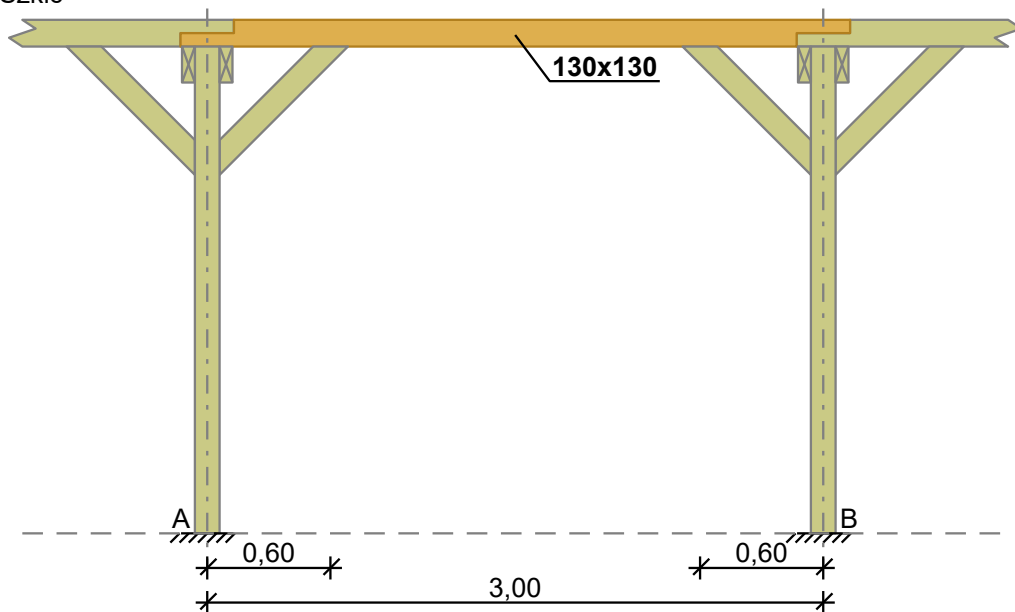
$$k_{h,y} = 1,084; \quad f_{m,y,d} = k_{h,y} \cdot (k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M) = 18,02 \text{ MPa}$$

$$k_h = 1,084; \quad f_{t,0,d} = k_h \cdot (k_{mod} \cdot f_{t,0,k} / \gamma_M) = 10,89 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{t,0,d} / f_{t,0,d} + \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,024 + 0,972 = 0,996 < 1$$

Płatew (stan projektowany)

Szkic



Rozstaw osiowy słupów $l = 3,00 \text{ m}$

Odległość podparcia płatwi mieczem $a = 0,60 \text{ m}$

Dane materiałowe:

Drewno lite iglaste **C24** wg PN-EN 338:2016-06

Płatew 130x130 mm

Obciążenia:

Obciążenie stałe $((0,530 \cdot (0,5 \cdot 2,20 + 2,20) / \cos 34,0^\circ) + (0,120 \cdot 0,5 \cdot 2,20 / \cos 34,0^\circ))$

$$g_z = 2,269 \text{ kN/m}$$

Uwzględniono ciężar własny elementu

Obciążenie śniegiem $(1,310 \cdot (0,5 \cdot 2,20 + 2,20))$

$$s_z = 4,324 \text{ kN/m}$$

Obciążenie wiatrem (i) $((0,561 \cdot (0,5 \cdot 2,20 + 2,20) / \cos 34,0^\circ) \cdot \cos 34,0^\circ)$

$$w_{e,z} = 1,852 \text{ kN/m}; \quad w_{e,y} = 1,250 \text{ kN/m}$$

Obciążenie wiatrem (ii) $((0,607 \cdot (0,5 \cdot 2,20 + 2,20) / \cos 34,0^\circ) \cdot \cos 34,0^\circ)$

$$w_{e,z} = 2,004 \text{ kN/m}; \quad w_{e,y} = 1,351 \text{ kN/m}$$

Obciążenie ciśnieniem wewnętrznym (i) $((-0,160) \cdot (0,5 \cdot 2,20 + 2,20) / \cos 34,0^\circ) \cdot \cos 34,0^\circ)$

$$w_{i,z} = -0,529 \text{ kN/m}; \quad w_{i,y} = -0,357 \text{ kN/m}$$

Obciążenie użytkowe powierzchni dachu $q_z = 0,000 \text{ kN/m}$

Obciążenie zmienne (użytkowe stropu; $\psi_0 = 1,00$; $\psi_1 = 1,00$; $\psi_2 = 1,00$; średniotrwale)

$$q_z = 0,000 \text{ kN/m}$$

Założenia obliczeniowe:

Załącznik krajowy: PN-EN (Polska)

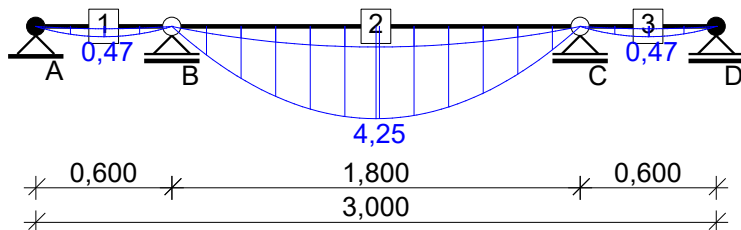
Klasa niezawodności konstrukcji - RC2

Klasa użytkowania konstrukcji - 2

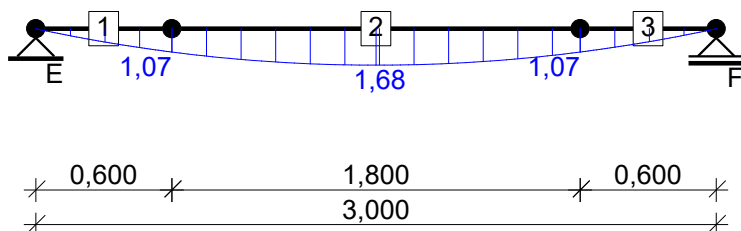
WYNIKI:

Obwiednia momentów zginających [kNm]:

Kierunek pionowy:



Kierunek poziomy:



Platew 130x130 mm

→ $A = 169,0 \text{ cm}^2$, $W_y = 366,2 \text{ cm}^3$, $W_z = 366,2 \text{ cm}^3$, $J_y = 2380,1 \text{ cm}^4$, $J_z = 2380,1 \text{ cm}^4$, $J_{\text{tor}} = 4017,6 \text{ cm}^4$, $m = 7,1 \text{ kg/m}$

Drewno lite iglaste **C24** wg PN-EN 338:2016-06

→ $f_{t,0,k} = 14,5 \text{ MPa}$, $f_{c,0,k} = 21 \text{ MPa}$, $f_{m,k} = 24 \text{ MPa}$, $f_{v,k} = 4 \text{ MPa}$, $E_{0,\text{mean}} = 11 \text{ GPa}$, $\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$, $\rho_{\text{mean}} = 420 \text{ kg/m}^3$

SGN - Zginanie:

Decyduje kombinacja: **K16**: $0,85 \cdot 1,35 \cdot \text{stała} + 1,5 \cdot \text{śnieg} + (1,5 \cdot 0,6 \cdot \text{wiatr (ii)} + 1,5 \cdot 0,6 \cdot \text{ciśnienie wewnętrzne}) \rightarrow \gamma_M = 1,3$; $k_{\text{mod}} = 0,90$

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 0,90 m** na pręcie **2**:

$$M_{y,d} = 4,25 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,y,d} = 11,61 \text{ MPa}$$

$$M_{z,d} = 1,01 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,z,d} = 2,75 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

$$k_{h,y} = 1,029; \quad f_{m,y,d} = k_{h,y} \cdot (k_{\text{mod}} \cdot f_{m,k} / \gamma_M) = 17,10 \text{ MPa}$$

$$k_{h,z} = 1,029; \quad f_{m,z,d} = k_{h,z} \cdot (k_{\text{mod}} \cdot f_{m,k} / \gamma_M) = 17,10 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + k_{m,z} \cdot \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} = 0,679 + 0,113 = 0,792 < 1$$

$$k_{m,y} \cdot \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} = 0,475 + 0,161 = 0,636 < 1$$

SGN - Warunek stateczności - wyboczenie:

w elemencie nie występują siły ściskające

SGN - Warunek stateczności - zwichrzenie:

element o przekroju kwadratowym/okrągłym nie ulega zwichrzeniu

SGN - Ścinanie:

Decyduje kombinacja: **K14**: $0,85 \cdot 1,35 \cdot \text{stała} + 1,5 \cdot \text{śnieg} \rightarrow \gamma_M = 1,3$; $k_{\text{mod}} = 0,80$

Siły poprzeczne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 0,00 m** na pręcie **2**:

$$k_{cr} = 0,67$$

$$V_{z,d} = -8,25 \text{ kN}, \quad \tau_{z,d} = 1,09 \text{ MPa}$$

$$V_{y,d} = 0,00 \text{ kN}, \quad \tau_{y,d} = 0,00 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

$$f_{v,d} = k_{\text{mod}} \cdot f_{v,k} / \gamma_M = 2,46 \text{ MPa}$$

$$\tau_{z,d} = 1,09 \text{ MPa} < f_{v,d} = 2,46 \text{ MPa} \quad (44,4\%)$$

SGU - Ugięcie końcowe:

Decyduje kombinacja: **K43**: $1,8 \cdot \text{stała} + (1,0 \cdot \text{wiatr (ii)} + 1,0 \cdot \text{ciśnienie wewnętrzne}) + 0,5 \cdot \text{śnieg}$

Wartości dla przekroju **x = 0,60 m** na pręcie **1**:

$$u_{\text{fin}} = (u_{\text{fin},z}^2 + u_{\text{fin},y}^2)^{0,5} = 2,5 \text{ mm} < u_{\text{fin},\text{lim}} = 1,5 \cdot 600 / 200 = 4,5 \text{ mm} \quad (54,5\%)$$

- dolnych odcinków krokwi do płatwi $g_2 = 0,12 \text{ kN/m}^2$

- na wsporniku $g_3 = 0,00 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie śniegiem wyznaczono automatycznie

- Iloczyn współczynnika ekspozycji, współczynnika termicznego i obciążenia charakterystycznego śniegiem gruntu $C_e \cdot C_t \cdot s_k = 1,890 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie wiatrem wyznaczono automatycznie jak dla strefy środkowej dachu dwuspadowego

- Parametry dachu:

- Wysokość całkowita $h = 9,50 \text{ m}$

- Długość dachu $c = 22,00 \text{ m}$

- Długość okapów $c_1 = 0,60 \text{ m}$

- Szerokość dachu przyjęto wg zdefiniowanych wymiarów obliczanego elementu

- Szczytowe ciśnienie prędkości wiatru $q_{p(z)} = 0,802 \text{ kPa}$

Obciążenie użytkowe powierzchni dachu (krótkotrwałe)

$q = 0,000 \text{ kN/m}^2$

Założenia obliczeniowe:

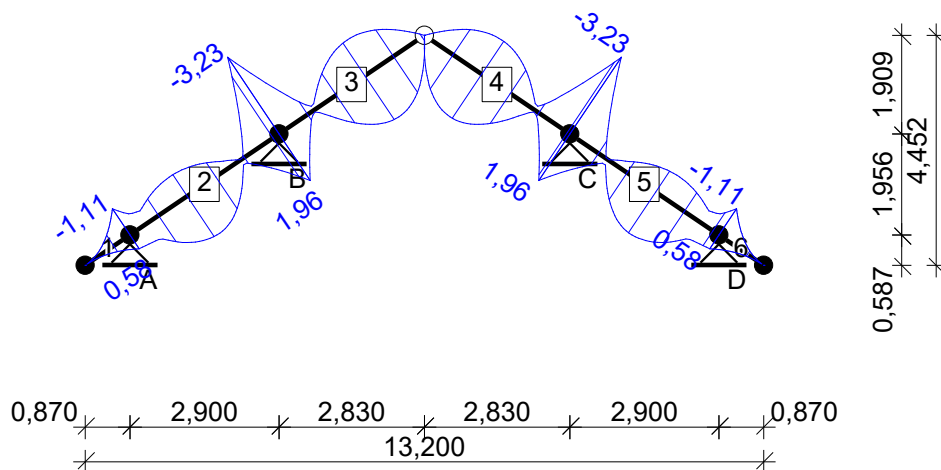
Załącznik krajowy: PN-EN (Polska)

Klasa niezawodności konstrukcji - RC2

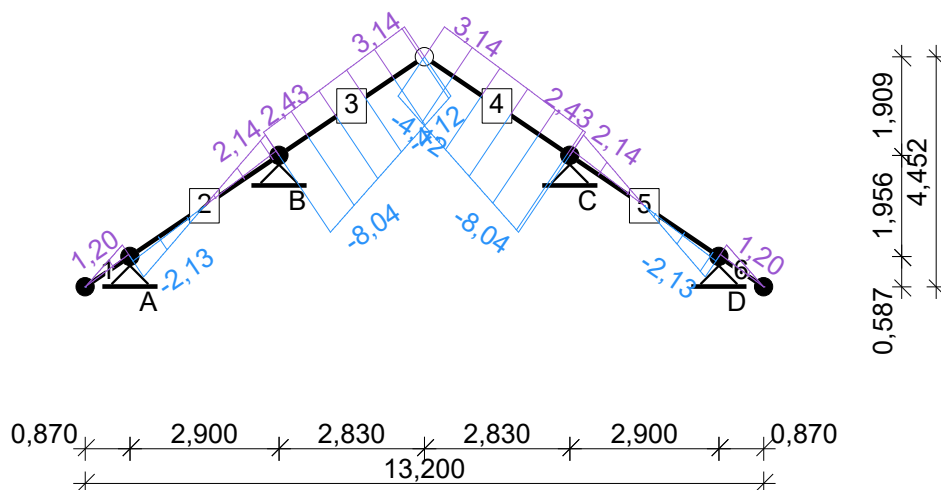
Klasa użytkowania konstrukcji - 2

WYNIKI:

Obwiednia momentów zginających [kNm]:



Obwiednia sił osiowych [kN]:



Krokiew 70x130 mm

→ $A = 91,0 \text{ cm}^2$, $W_y = 197,2 \text{ cm}^3$, $W_z = 106,2 \text{ cm}^3$, $J_y = 1281,6 \text{ cm}^4$, $J_z = 371,6 \text{ cm}^4$, $J_{\text{tor}} = 985,6$

cm⁴, m = 3,8 kg/m

Drewno lite iglaste **C24** wg PN-EN 338:2016-06

→ $f_{t,0,k} = 14,5 \text{ MPa}$, $f_{c,0,k} = 21 \text{ MPa}$, $f_{m,k} = 24 \text{ MPa}$, $f_{v,k} = 4 \text{ MPa}$, $E_{0,mean} = 11 \text{ GPa}$, $\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$,
 $\rho_{mean} = 420 \text{ kg/m}^3$

SGN - Zginanie z rozciąganiem osiowym:

Decyduje kombinacja: **K332**: 0,85·1,35·stała+1,5·śnieg równomierny+(1,5·0,6·wiatr z prawej, strefa FHJI+1,5·0,6·ciśnienie wewnętrzne (ii)) → $\gamma_M = 1,3$; $K_{mod} = 0,90$

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 0,00 m** na pręcie **5**:

$$N_{t,d} = 2,14 \text{ kN}, \quad \sigma_{t,0,d} = 0,24 \text{ MPa}$$

$$M_{y,d} = -3,23 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,y,d} = 16,37 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

$$k_{h,y} = 1,029; \quad f_{m,y,d} = k_{h,y} \cdot (K_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M) = 17,10 \text{ MPa}$$

$$k_h = 1,029; \quad f_{t,0,d} = k_h \cdot (K_{mod} \cdot f_{t,0,k} / \gamma_M) = 10,33 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,023 + 0,957 = 0,980 < 1$$

SGN - Warunek stateczności - wyboczenie:

Decyduje kombinacja: **K316**: 0,85·1,35·stała+1,5·śnieg równomierny+(1,5·0,6·wiatr z lewej, strefa FHJI+1,5·0,6·ciśnienie wewnętrzne (ii)) → $\gamma_M = 1,3$; $K_{mod} = 0,90$

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 0,00 m** na pręcie **3**:

$$N_{c,d} = 7,78 \text{ kN}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,85 \text{ MPa}$$

$$M_{y,d} = -3,23 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,y,d} = 16,37 \text{ MPa}$$

Warunek stateczności elementu:

$$l_{ey} = 3,41 \text{ m}; \quad k_{c,y} = 0,361; \quad l_{ez} = 0,00 \text{ m}$$

$$f_{c,0,d} = K_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 14,54 \text{ MPa}; \quad k_{h,y} = 1,029$$

$$f_{m,y,d} = k_{h,y} \cdot (K_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M) = 17,10 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,163 + 0,957 = 1,120 > 1$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,003 + 0,670 = 0,674 < 1$$

SGN - Warunek stateczności - zwichrzenie:

element zabezpieczony przed zwichrzeniem

SGN - Ścinanie:

Decyduje kombinacja: **K332**: 0,85·1,35·stała+1,5·śnieg równomierny+(1,5·0,6·wiatr z prawej, strefa FHJI+1,5·0,6·ciśnienie wewnętrzne (ii)) → $\gamma_M = 1,3$; $K_{mod} = 0,90$

Siła poprzeczna i odpowiadające naprężenie dla przekroju **x = 0,00 m** na pręcie **5**:

$$k_{cr} = 0,67$$

$$V_{z,d} = -4,82 \text{ kN}, \quad \tau_{z,d} = 1,19 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

$$f_{v,d} = K_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M = 2,77 \text{ MPa}$$

$$\tau_{z,d} = 1,19 \text{ MPa} < f_{v,d} = 2,77 \text{ MPa} \quad (42,9\%)$$

SGN - Docisk na podporze:

Decyduje kombinacja: **K353**: 0,85·1,35·stała+1,5·śnieg max. z lewej → $\gamma_M = 1,3$; $K_{mod} = 0,80$

Podpora A → Reakcja $R_{V,A} = 5,63 \text{ kN}$; $a_p = 53,6 \text{ mm}$; $b_e = 70 \text{ mm}$

$$K_{c,90} = 1,00$$

$$f_{c,0,d} = K_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 12,92 \text{ MPa}$$

$$f_{c,90,d} = K_{mod} \cdot f_{c,90,k} / \gamma_M = 1,54 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,56,d} = 1,50 \text{ MPa} < f_{c,0,d} / [(f_{c,0,d}/(K_{c,90} \cdot f_{c,90,d})) \cdot \sin^2 56^\circ + \cos^2 56^\circ] = 2,12 \text{ MPa} \quad (70,6\%)$$

SGU - Ugięcie chwilowe:

Decyduje kombinacja: **K856**: stała+śnieg równomierny+(0,6·wiatr z lewej, strefa FHJI+0,6·ciśnienie wewnętrzne (ii))

Wartości dla przekroju **x = 1,98 m** na pręcie **3**:

$$u_{inst} = (-) 8,8 \text{ mm} < u_{inst,lim} = 3413 / 350 = 9,8 \text{ mm} \quad (90,3\%)$$

SGU - Ugięcie końcowe:

Decyduje kombinacja: **K1126**: 1,8·stała+1,0·śnieg równomierny+(0,6·wiatr z lewej, strefa FHJI+0,6·ciśnienie wewnętrzne (ii))

Wartości dla przekroju **x = 1,98 m** na pręcie **3**:

$$u_{fin} = (-) 10,0 \text{ mm} < u_{fin,lim} = 1,5 \cdot 3413 / 200 = 25,6 \text{ mm} \quad (39,1\%)$$

Krokiew w miejscu oparcia na podporze 70x100 mm

→ $A = 70,0 \text{ cm}^2$, $W_y = 116,7 \text{ cm}^3$, $W_z = 81,7 \text{ cm}^3$, $J_y = 583,3 \text{ cm}^4$, $J_z = 285,8 \text{ cm}^4$, $J_{tor} = 649,1 \text{ cm}^4$,
m = 2,9 kg/m

Drewno lite iglaste **C24** wg PN-EN 338:2016-06

→ $f_{t,0,k} = 14,5 \text{ MPa}$, $f_{c,0,k} = 21 \text{ MPa}$, $f_{m,k} = 24 \text{ MPa}$, $f_{v,k} = 4 \text{ MPa}$, $E_{0,mean} = 11 \text{ GPa}$, $\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$,
 $\rho_{mean} = 420 \text{ kg/m}^3$

SGN - Zginanie z rozciąganiem osiowym:

Decyduje kombinacja: **K332**: $0,85 \cdot 1,35 \cdot \text{stałe} + 1,5 \cdot \text{śnieg równomierny} + (1,5 \cdot 0,6 \cdot \text{wiatr z prawej, strefa FHJ} + 1,5 \cdot 0,6 \cdot \text{ciśnienie wewnętrzne (ii)}) \rightarrow \gamma_M = 1,3; k_{mod} = 0,90$

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 0,00 m** na pręcie **5**:

$$N_{t,d} = 2,14 \text{ kN}, \quad \sigma_{t,0,d} = 0,31 \text{ MPa}$$

$$M_{y,d} = -3,23 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,y,d} = 27,66 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

$$k_{h,y} = 1,084; f_{m,y,d} = k_{h,y} \cdot (k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M) = 18,02 \text{ MPa}$$

$$k_h = 1,084; f_{t,0,d} = k_h \cdot (k_{mod} \cdot f_{t,0,k} / \gamma_M) = 10,89 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,028 + 1,535 = 1,563 > 1$$

W wyniku przeprowadzonej analizy obliczeniowej stanu istniejącego stwierdza się, iż elementy nośne więźby dachowej — w szczególności krokwie — nie posiadają wystarczającej nośności do przeniesienia obciążeń klimatycznych (śniegu i wiatru) oddziałujących na dach budynku.

Wiązary dachowe o znacznej rozpiętości wynoszącej 13,20 m, przy przęsłach murlaty–płatew rzędu 2,90 m oraz płatew–kalenica 2,75 m, zostały wykonane z elementów o smukłych przekrojach poprzecznych 7×13 cm, rozmieszczonych w odstępach około 1,0 m.

Ze względu na planowane dodatkowe obciążenie wynikające z montażu instalacji fotowoltaicznej (obciążenie powierzchniowe na poziomie 20 kg/m²), a także konieczność spełnienia wymagań dotyczących obciążeń klimatycznych właściwych dla danej strefy, zaleca się przeprowadzenie wzmocnienia konstrukcji dachowej. Dobór odpowiedniego rozwiązania wzmacniającego powinien uwzględniać zarówno aktualne normy obciążeniowe, jak i charakterystykę istniejącej konstrukcji, w celu zapewnienia jej bezpiecznej i trwałej eksploatacji.

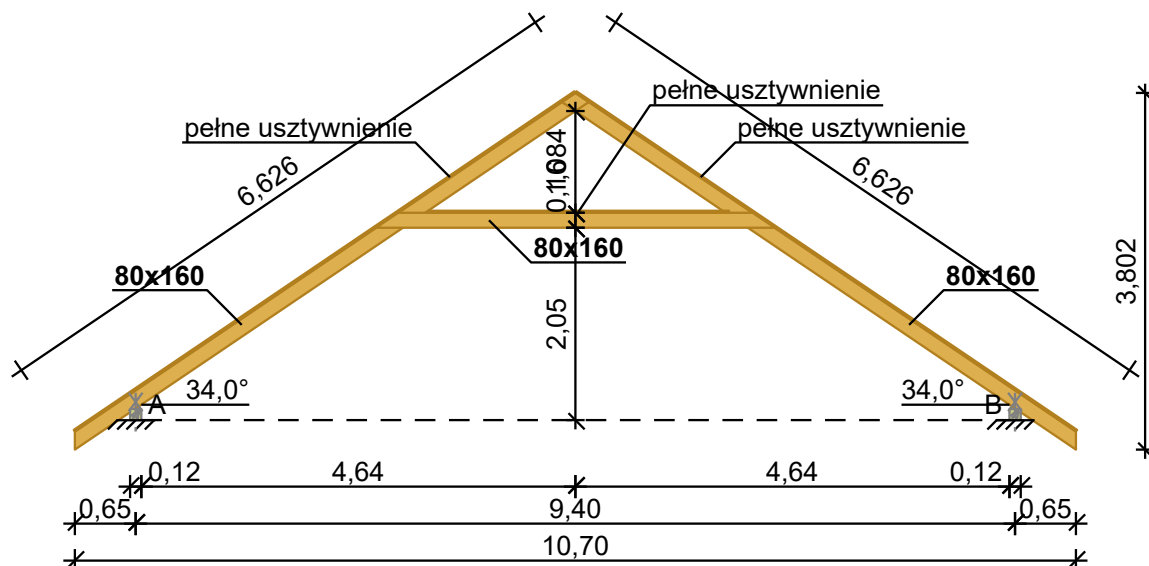
8.4. Lukarna wschodnia.

Podczas wizji lokalnej zinwentaryzowano następujące przekroje drewniane elementów nośnych więźby dachowej:

- Krokwie – 8x16cm
- Jętki – 8x16cm

Wiązary jętkowy (stan istniejący)

Szkic



Kąt nachylenia połaci dachowej $\alpha = 34,0^\circ$

Osiowy rozstaw murlat $l = 9,40$ m

Wysięg wsporników $l_1 = 0,71$ m

Poziom jętki $h_1 = 2,05$ m

Rozstaw osiowy wiązarów $a = 0,90$ m

Podparcie - lewa murlata: nieprzesuwna; $b = 0,12$ m; $h = 0,12$ m

Podparcie - prawa murlata: nieprzesuwna; $b = 0,12$ m; $h = 0,12$ m

Usztywnienia boczne krokwi - na całej długości elementu

Usztywnienia boczne jętki - na całej długości elementu

Dane materiałowe:

Drewno lite iglaste **C24** wg PN-EN 338:2016-06

Krokiew 80x160 mm (zaciosy: podpora - 30 mm, Jętka - brak)

Jętka 80x160 mm

Obciążenia:

Pokrycie dachu $g_1 = 0,330$ kN/m²

Uwzględniono ciężar własny elementu

Obciążenie warstwami wykończeniowymi:

- dolnych odcinków krokwi $g_2 = 0,12$ kN/m²

- na wsporniku $g_3 = 0,00$ kN/m²

Obciążenie stałe na jętce $g_4 = 0,220$ kN/m²

Obciążenie śniegiem wyznaczono automatycznie

- Iloczyn współczynnika ekspozycji, współczynnika termicznego i obciążenia charakterystycznego śniegiem gruntu $C_e \cdot C_t \cdot s_k = 1,890$ kN/m²

Obciążenie wiatrem wyznaczono automatycznie jak dla strefy środkowej dachu dwuspadowego

- Parametry dachu:

- Wysokość całkowita $h = 9,50$ m

- Długość dachu $c = 22,00$ m

- Długość okapów $c_1 = 0,60$ m

- Szerokość dachu przyjęto wg zdefiniowanych wymiarów obliczanego elementu

- Szczytowe ciśnienie prędkości wiatru $q_{p(z)} = 0,802$ kPa

Obciążenie użytkowe powierzchni dachu (krótkotrwałe)

$q = 0,000$ kN/m²

Obciążenie zmienne jętki (użytkowe stropu; $\psi_0 = 1,00$; $\psi_1 = 1,00$; $\psi_2 = 1,00$; średniotrwałe)

$q_1 = 0,50$ kN/m²

Założenia obliczeniowe:

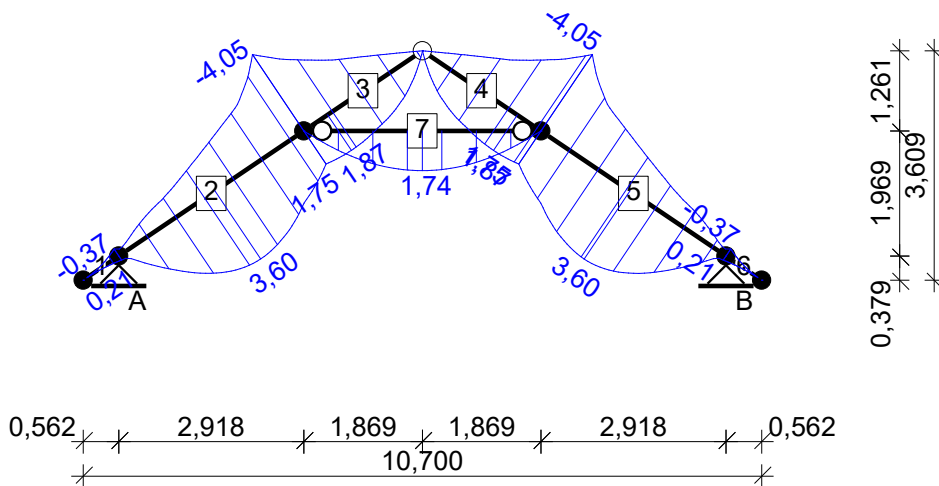
Załącznik krajowy: PN-EN (Polska)

Klasa niezawodności konstrukcji - RC2

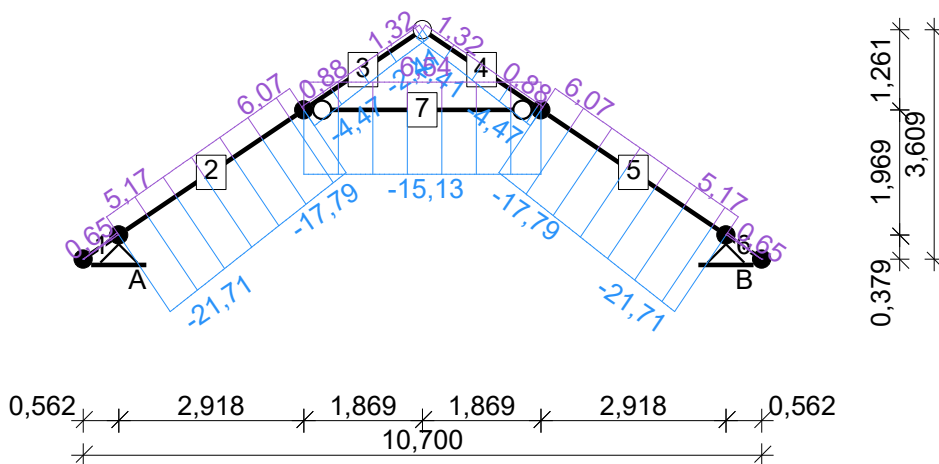
Klasa użytkowania konstrukcji - 2

WYNIKI:

Obwiednia momentów zginających [kNm]:



Obwiednia sił osiowych [kN]:



Krokiew 80x160 mm

→ $A = 128,0 \text{ cm}^2$, $W_y = 341,3 \text{ cm}^3$, $W_z = 170,7 \text{ cm}^3$, $J_y = 2730,7 \text{ cm}^4$, $J_z = 682,7 \text{ cm}^4$, $J_{\text{tor}} = 1874,9 \text{ cm}^4$, $m = 5,4 \text{ kg/m}$

Drewno lite iglaste **C24** wg PN-EN 338:2016-06

→ $f_{t,0,k} = 14,5 \text{ MPa}$, $f_{c,0,k} = 21 \text{ MPa}$, $f_{m,k} = 24 \text{ MPa}$, $f_{v,k} = 4 \text{ MPa}$, $E_{0,\text{mean}} = 11 \text{ GPa}$, $\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$, $\rho_{\text{mean}} = 420 \text{ kg/m}^3$

SGN - Zginanie ze ściskaniem osiowym:

Decyduje kombinacja: **K826**: $0,85 \cdot 1,35 \cdot \text{stała} + 1,5 \cdot \text{śnieg max. z prawej} + (1,5 \cdot 0,6 \cdot \text{wiatr z prawej, strefa FHJI (iii)} + 1,5 \cdot 0,6 \cdot \text{ciśnienie wewnętrzne (ii)}) + 1,5 \cdot 1,0 \cdot \text{zmiennie na jętce}$ → $\gamma_M = 1,3$; $k_{\text{mod}} = 0,90$

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju $x = 3,52 \text{ m}$ na pręcie 2:

$$N_{c,d} = 14,96 \text{ kN}, \quad \sigma_{c,0,d} = 1,17 \text{ MPa}$$

$$M_{y,d} = -4,04 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,y,d} = 11,84 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

$$f_{m,y,d} = k_{\text{mod}} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 16,62 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,d} = k_{\text{mod}} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 14,54 \text{ MPa}$$

$$(\sigma_{c,0,d} / f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,006 + 0,712 = 0,719 < 1$$

SGN - Warunek stateczności - wyboczenie:

Decyduje kombinacja: **K826**: $0,85 \cdot 1,35 \cdot \text{stała} + 1,5 \cdot \text{śnieg max. z prawej} + (1,5 \cdot 0,6 \cdot \text{wiatr z prawej, strefa FHJI (iii)} + 1,5 \cdot 0,6 \cdot \text{ciśnienie wewnętrzne (ii)}) + 1,5 \cdot 1,0 \cdot \text{zmiennie na jętce}$ → $\gamma_M = 1,3$; $k_{\text{mod}} = 0,90$

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju $x = 3,52 \text{ m}$ na pręcie 2:

$$N_{c,d} = 14,96 \text{ kN}, \quad \sigma_{c,0,d} = 1,17 \text{ MPa}$$

$$M_{y,d} = -4,04 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,y,d} = 11,84 \text{ MPa}$$

Warunek stateczności elementu:

$$l_{ey} = 4,62 \text{ m}; \quad k_{c,y} = 0,305; \quad l_{ez} = 0,00 \text{ m}$$

$$f_{c,0,d} = k_{\text{mod}} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 14,54 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 16,62 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,0,d} / (k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,264 + 0,712 = 0,976 < 1$$

$$(\sigma_{c,0,d} / f_{c,0,d})^2 + k_{m,y} \cdot \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,006 + 0,499 = 0,505 < 1$$

SGN - Warunek stateczności - zwichrzenie:

element zabezpieczony przed zwichrzeniem

SGN - Ścinanie:

Decyduje kombinacja: **K661**: 0,85·1,35·stała+1,5·śnieg równomierny+(1,5·0,6·wiatr z prawej, strefa FHJI+1,5·0,6·ciśnienie wewnętrzne (ii)) → $\gamma_M = 1,3$; $k_{mod} = 0,90$

Siła poprzeczna i odpowiadające naprężenie dla przekroju **x = 0,00 m** na pręcie **5**:

$$k_{cr} = 0,67$$

$$V_{z,d} = -4,19 \text{ kN}, \quad T_{z,d} = 0,73 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M = 2,77 \text{ MPa}$$

$$T_{z,d} = 0,73 \text{ MPa} < f_{v,d} = 2,77 \text{ MPa} \quad (26,5\%)$$

SGU - Ugięcie końcowe:

Decyduje kombinacja: **K2984**: 1,8·stała+(1,0·wiatr z lewej, strefa FHJI (iii))+1,0·ciśnienie wewnętrzne (ii))+0,5·śnieg max. z lewej+1,8·zmiennie na jętce

Wartości dla przekroju **x = 2,39 m** na pręcie **2**:

$$u_{fin} = (-) 24,1 \text{ mm} < u_{fin,lim} = 1,5 \cdot 5775 / 200 = 43,3 \text{ mm} \quad (55,6\%)$$

Krokiew w miejscu oparcia na podporze 80x130 mm

→ $A = 104,0 \text{ cm}^2$, $W_y = 225,3 \text{ cm}^3$, $W_z = 138,7 \text{ cm}^3$, $J_y = 1464,7 \text{ cm}^4$, $J_z = 554,7 \text{ cm}^4$, $J_{tor} = 1368,7 \text{ cm}^4$, $m = 4,4 \text{ kg/m}$

Drewno lite iglaste **C24** wg PN-EN 338:2016-06

→ $f_{t,0,k} = 14,5 \text{ MPa}$, $f_{c,0,k} = 21 \text{ MPa}$, $f_{m,k} = 24 \text{ MPa}$, $f_{v,k} = 4 \text{ MPa}$, $E_{0,mean} = 11 \text{ GPa}$, $\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$, $\rho_{mean} = 420 \text{ kg/m}^3$

SGN - Zginanie ze ściskaniem osiowym:

Decyduje kombinacja: **K662**: 0,85·1,35·stała+1,5·śnieg równomierny+(1,5·0,6·wiatr z prawej, strefa FHJI+1,5·0,6·ciśnienie wewnętrzne (ii))+1,5·1,0·zmiennie na jętce → $\gamma_M = 1,3$; $k_{mod} = 0,90$

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 0,00 m** na pręcie **2**:

$$N_{c,d} = 21,71 \text{ kN}, \quad \sigma_{c,0,d} = 2,09 \text{ MPa}$$

$$M_{y,d} = -0,37 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,y,d} = 1,66 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

$$k_{h,y} = 1,029; \quad f_{m,y,d} = k_{h,y} \cdot (k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M) = 17,10 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 14,54 \text{ MPa}$$

$$(\sigma_{c,0,d} / f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,021 + 0,097 = 0,118 < 1$$

Jętka 80x160 mm

→ $A = 128,0 \text{ cm}^2$, $W_y = 341,3 \text{ cm}^3$, $W_z = 170,7 \text{ cm}^3$, $J_y = 2730,7 \text{ cm}^4$, $J_z = 682,7 \text{ cm}^4$, $J_{tor} = 1874,9 \text{ cm}^4$, $m = 5,4 \text{ kg/m}$

Drewno lite iglaste **C24** wg PN-EN 338:2016-06

→ $f_{t,0,k} = 14,5 \text{ MPa}$, $f_{c,0,k} = 21 \text{ MPa}$, $f_{m,k} = 24 \text{ MPa}$, $f_{v,k} = 4 \text{ MPa}$, $E_{0,mean} = 11 \text{ GPa}$, $\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$, $\rho_{mean} = 420 \text{ kg/m}^3$

SGN - Zginanie ze ściskaniem osiowym:

Decyduje kombinacja: **K79**: 1,35·stała+1,5·0,5·śnieg równomierny+1,5·1,0·zmiennie na jętce
→ $\gamma_M = 1,3$; $k_{mod} = 0,80$

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 1,87 m** na pręcie **7**:

$$N_{c,d} = 9,42 \text{ kN}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,74 \text{ MPa}$$

$$M_{y,d} = 1,74 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,y,d} = 5,09 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

$$f_{m,y,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 14,77 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 12,92 \text{ MPa}$$

$$(\sigma_{c,0,d} / f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,003 + 0,345 = 0,348 < 1$$

SGN - Warunek stateczności - wyboczenie:

Decyduje kombinacja: **K703**: 0,85·1,35·stała+1,5·śnieg równomierny+1,5·1,0·zmiennie na jętce → $\gamma_M = 1,3$; $k_{mod} = 0,80$

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 1,87 m** na pręcie **7**:

$$N_{c,d} = 12,78 \text{ kN}, \quad \sigma_{c,0,d} = 1,00 \text{ MPa}$$

$$M_{y,d} = 1,65 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,y,d} = 4,84 \text{ MPa}$$

Warunek stateczności elementu:

$$l_{ey} = 3,74 \text{ m}; \quad k_{c,y} = 0,441; \quad l_{ez} = 0,00 \text{ m}; \quad k_m = 0,7$$

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 12,92 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 14,77 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,0,d} / (k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,175 + 0,328 = 0,503 < 1$$

$$(\sigma_{c,0,d} / f_{c,0,d})^2 + k_m \cdot \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,006 + 0,229 = 0,235 < 1$$

SGN - Warunek stateczności - zwichrzenie:

element zabezpieczony przed zwichrzeniem

SGN - Ścinanie:

Decyduje kombinacja: **K235**: 1,35·stała+1,5·0,5·śnieg max. z prawej+1,5·1,0·zmienna na jętce → $\gamma_M = 1,3$; $k_{mod} = 0,80$

Siła poprzeczna i odpowiadające naprężenie dla przekroju **x = 0,00 m** na przęcie 7:

$$k_{cr} = 0,67$$

$$V_{z,d} = -1,65 \text{ kN}, \quad T_{z,d} = 0,29 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M = 2,46 \text{ MPa}$$

$$T_{z,d} = 0,29 \text{ MPa} < f_{v,d} = 2,46 \text{ MPa} \quad (11,7\%)$$

SGU - Ugięcie końcowe:

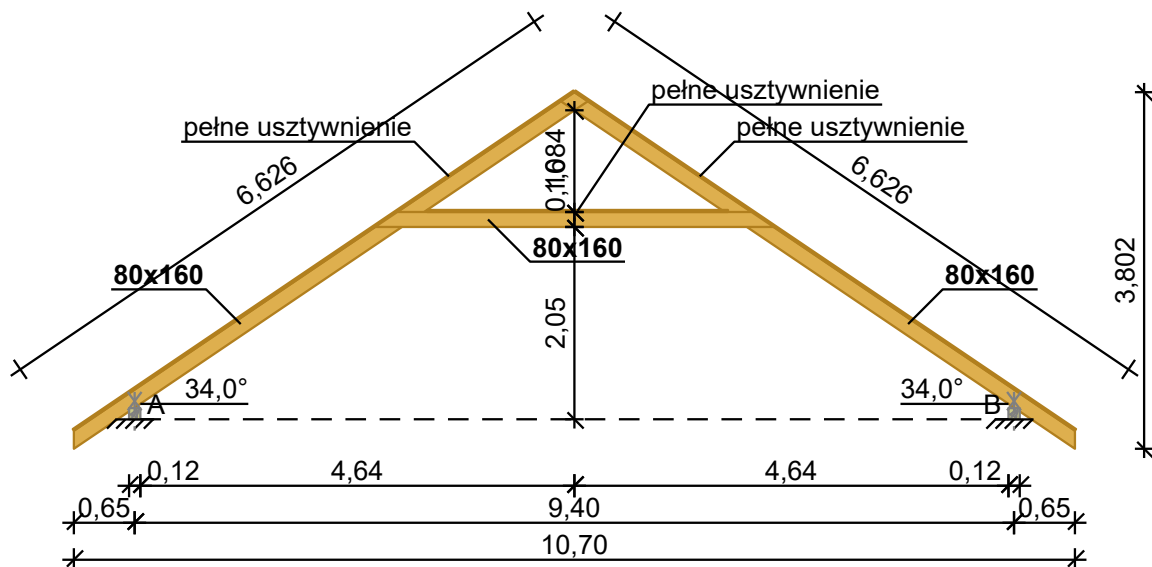
Decyduje kombinacja: **K2753**: 1,8·stała+1,0·śnieg równomierny+(0,6·wiatr z prawej, strefa FHJI (iii))+0,6·ciśnienie wewnętrzne)+1,8·zmienna na jętce

Wartości dla przekroju **x = 1,87 m** na przęcie 7:

$$u_{fin} = (-) 10,7 \text{ mm} < u_{fin,lim} = 1,5 \cdot 3739 / 200 = 28,0 \text{ mm} \quad (38,3\%)$$

Wiązark jętkowy (stan projektowany)

Szkic



Kąt nachylenia połaci dachowej $\alpha = 34,0^\circ$

Osiowy rozstaw murlat $l = 9,40 \text{ m}$

Wysięg wsporników $l_1 = 0,71 \text{ m}$

Poziom jętka $h_1 = 2,05 \text{ m}$

Rozstaw osiowy wiązarów $a = 0,90 \text{ m}$

Podparcie - lewa murlata: nieprzesuwna; $b = 0,12 \text{ m}$; $h = 0,12 \text{ m}$

Podparcie - prawa murlata: nieprzesuwna; $b = 0,12 \text{ m}$; $h = 0,12 \text{ m}$

Usztywnienia boczne krokwi - na całej długości elementu

Usztywnienia boczne jętki - na całej długości elementu

Dane materiałowe:

Drewno lite iglaste **C24** wg PN-EN 338:2016-06

Krokiew 80x160 mm (zaciosy: podpora - 30 mm, Jętka - brak)

Jętka 80x160 mm

Obciążenia:

Pokrycie dachu $g_1 = 0,530 \text{ kN/m}^2$
 Uwzględniono ciężar własny elementu
 Obciążenie warstwami wykończeniowymi:
 - dolnych odcinków krokwi $g_2 = 0,12 \text{ kN/m}^2$
 - na wsporniku $g_3 = 0,00 \text{ kN/m}^2$
 Obciążenie stałe na jętce $g_4 = 0,220 \text{ kN/m}^2$
 Obciążenie śniegiem wyznaczono automatycznie
 - Iloczyn współczynnika ekspozycji, współczynnika termicznego i obciążenia charakterystycznego śniegiem gruntu $C_e \cdot C_t \cdot s_k = 1,890 \text{ kN/m}^2$
 Obciążenie wiatrem wyznaczono automatycznie jak dla strefy środkowej dachu dwuspadowego
 - Parametry dachu:
 - Wysokość całkowita $h = 9,50 \text{ m}$
 - Długość dachu $c = 22,00 \text{ m}$
 - Długość okapów $c_1 = 0,60 \text{ m}$
 - Szerokość dachu przyjęto wg zdefiniowanych wymiarów obliczanego elementu
 - Szczytowe ciśnienie prędkości wiatru $q_{p(z)} = 0,802 \text{ kPa}$
 Obciążenie użytkowe powierzchni dachu (krótkotrwałe)
 $q = 0,000 \text{ kN/m}^2$
 Obciążenie zmienne jętki (użytkowe stropu; $\psi_0 = 1,00$; $\psi_1 = 1,00$; $\psi_2 = 1,00$; średniotrwale)
 $q_1 = 0,50 \text{ kN/m}^2$

Założenia obliczeniowe:

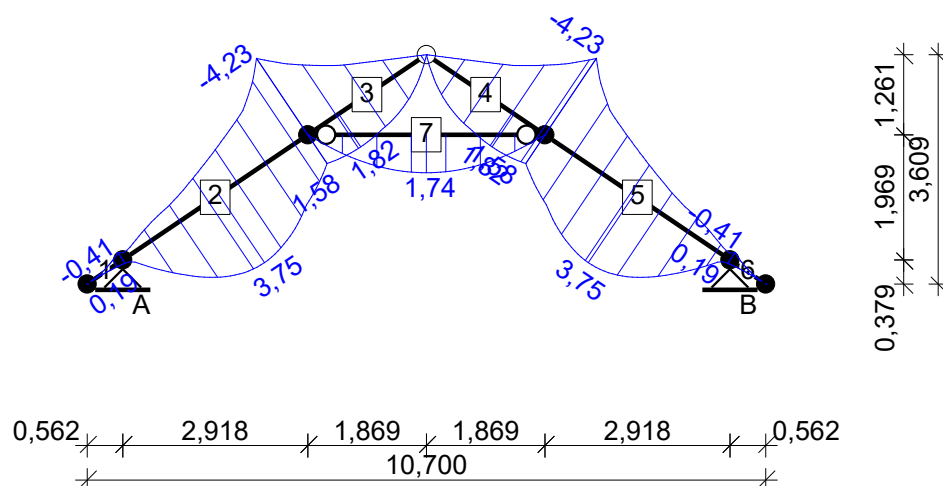
Załącznik krajowy: PN-EN (Polska)

Klasa niezawodności konstrukcji - RC2

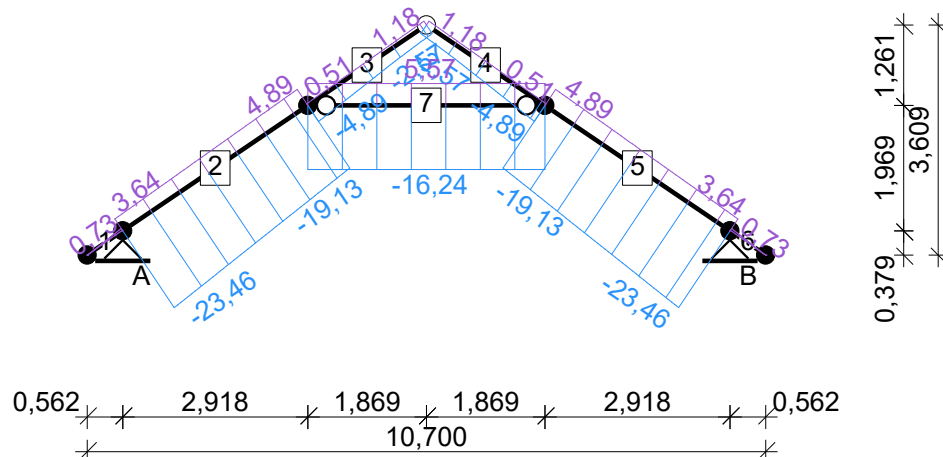
Klasa użytkowania konstrukcji - 2

WYNIKI:

Obwiednia momentów zginających [kNm]:



Obwiednia sił osiowych [kN]:



Krokiew 80x160 mm

→ $A = 128,0 \text{ cm}^2$, $W_y = 341,3 \text{ cm}^3$, $W_z = 170,7 \text{ cm}^3$, $J_y = 2730,7 \text{ cm}^4$, $J_z = 682,7 \text{ cm}^4$, $J_{\text{tor}} = 1874,9 \text{ cm}^4$, $m = 5,4 \text{ kg/m}$

Drewno lite iglaste **C24** wg PN-EN 338:2016-06

→ $f_{t,0,k} = 14,5 \text{ MPa}$, $f_{c,0,k} = 21 \text{ MPa}$, $f_{m,k} = 24 \text{ MPa}$, $f_{v,k} = 4 \text{ MPa}$, $E_{0,\text{mean}} = 11 \text{ GPa}$, $\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$, $\rho_{\text{mean}} = 420 \text{ kg/m}^3$

SGN - Zginanie ze ściskaniem osiowym:

Decyduje kombinacja: **K826**: $0,85 \cdot 1,35 \cdot \text{stałe} + 1,5 \cdot \text{śnieg max. z prawej} + (1,5 \cdot 0,6 \cdot \text{wiatr z prawej, strefa FHJI (iii)} + 1,5 \cdot 0,6 \cdot \text{ciśnienie wewnętrzne (ii)}) + 1,5 \cdot 1,0 \cdot \text{zmiennie na jętce}$ → $\gamma_M = 1,3$; $k_{\text{mod}} = 0,90$

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju $x = 3,52 \text{ m}$ na pręcie 2:

$$N_{c,d} = 16,30 \text{ kN}, \quad \sigma_{c,0,d} = 1,27 \text{ MPa}$$

$$M_{y,d} = -4,23 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,y,d} = 12,38 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

$$f_{m,y,d} = k_{\text{mod}} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 16,62 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,d} = k_{\text{mod}} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 14,54 \text{ MPa}$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,008 + 0,745 = 0,753 < 1$$

SGN - Warunek stateczności - wyboczenie:

Decyduje kombinacja: **K826**: $0,85 \cdot 1,35 \cdot \text{stałe} + 1,5 \cdot \text{śnieg max. z prawej} + (1,5 \cdot 0,6 \cdot \text{wiatr z prawej, strefa FHJI (iii)} + 1,5 \cdot 0,6 \cdot \text{ciśnienie wewnętrzne (ii)}) + 1,5 \cdot 1,0 \cdot \text{zmiennie na jętce}$ → $\gamma_M = 1,3$; $k_{\text{mod}} = 0,90$

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju $x = 3,52 \text{ m}$ na pręcie 2:

$$N_{c,d} = 16,30 \text{ kN}, \quad \sigma_{c,0,d} = 1,27 \text{ MPa}$$

$$M_{y,d} = -4,23 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,y,d} = 12,38 \text{ MPa}$$

Warunek stateczności elementu:

$$l_{ey} = 4,62 \text{ m}; \quad k_{c,y} = 0,305; \quad l_{ez} = 0,00 \text{ m}$$

$$f_{c,0,d} = k_{\text{mod}} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 14,54 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = k_{\text{mod}} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 16,62 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,287 + 0,745 = 1,032 > 1$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,008 + 0,522 = 0,529 < 1$$

SGN - Warunek stateczności - zwichrzenie:

element zabezpieczony przed zwichrzeniem

SGN - Ścinanie:

Decyduje kombinacja: **K661**: $0,85 \cdot 1,35 \cdot \text{stałe} + 1,5 \cdot \text{śnieg równomierny} + (1,5 \cdot 0,6 \cdot \text{wiatr z prawej, strefa FHJI} + 1,5 \cdot 0,6 \cdot \text{ciśnienie wewnętrzne (ii)})$ → $\gamma_M = 1,3$; $k_{\text{mod}} = 0,90$

Siła poprzeczna i odpowiadające naprężenie dla przekroju $x = 0,00 \text{ m}$ na pręcie 5:

$$k_{cr} = 0,67$$

$$V_{z,d} = -4,53 \text{ kN}, \quad \tau_{z,d} = 0,79 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

$$f_{v,d} = k_{\text{mod}} \cdot f_{v,k} / \gamma_M = 2,77 \text{ MPa}$$

$$\tau_{z,d} = 0,79 \text{ MPa} < f_{v,d} = 2,77 \text{ MPa} \quad (28,6\%)$$

SGU - Ugięcie końcowe:

Decyduje kombinacja: **K2984**: $1,8 \cdot \text{stałe} + (1,0 \cdot \text{wiatr z lewej, strefa FHJI (iii)} + 1,0 \cdot \text{ciśnienie wewnętrzne (ii)}) + 0,5 \cdot \text{śnieg max. z lewej} + 1,8 \cdot \text{zmiennie na jętce}$

Wartości dla przekroju $x = 2,32 \text{ m}$ na pręcie 2:

$$u_{fin} = (-) 24,9 \text{ mm} < u_{fin,lim} = 1,5 \cdot 5775 / 200 = 43,3 \text{ mm} \quad (57,5\%)$$

Krokiew w miejscu oparcia na podporze 80x130 mm

→ $A = 104,0 \text{ cm}^2$, $W_y = 225,3 \text{ cm}^3$, $W_z = 138,7 \text{ cm}^3$, $J_y = 1464,7 \text{ cm}^4$, $J_z = 554,7 \text{ cm}^4$, $J_{\text{tor}} = 1368,7 \text{ cm}^4$, $m = 4,4 \text{ kg/m}$

Drewno lite iglaste **C24** wg PN-EN 338:2016-06

→ $f_{t,0,k} = 14,5 \text{ MPa}$, $f_{c,0,k} = 21 \text{ MPa}$, $f_{m,k} = 24 \text{ MPa}$, $f_{v,k} = 4 \text{ MPa}$, $E_{0,\text{mean}} = 11 \text{ GPa}$, $\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$, $\rho_{\text{mean}} = 420 \text{ kg/m}^3$

SGN - Zginanie ze ściskaniem osiowym:

Decyduje kombinacja: **K662**: $0,85 \cdot 1,35 \cdot \text{stałe} + 1,5 \cdot \text{śnieg równomierny} + (1,5 \cdot 0,6 \cdot \text{wiatr z prawej, strefa FHJI} + 1,5 \cdot 0,6 \cdot \text{ciśnienie wewnętrzne (ii)}) + 1,5 \cdot 1,0 \cdot \text{zmiennie na jętce}$ → $\gamma_M = 1,3$; $k_{\text{mod}} = 0,90$

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju $x = 0,00 \text{ m}$ na pręcie 2:

$$N_{c,d} = 23,46 \text{ kN}, \quad \sigma_{c,0,d} = 2,26 \text{ MPa}$$

$$M_{y,d} = -0,41 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,y,d} = 1,80 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

$$k_{h,y} = 1,029; \quad f_{m,y,d} = k_{h,y} \cdot (k_{\text{mod}} \cdot f_{m,k} / \gamma_M) = 17,10 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 14,54 \text{ MPa}$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,024 + 0,106 = 0,130 < 1$$

Jętka 80x160 mm

→ $A = 128,0 \text{ cm}^2$, $W_y = 341,3 \text{ cm}^3$, $W_z = 170,7 \text{ cm}^3$, $J_y = 2730,7 \text{ cm}^4$, $J_z = 682,7 \text{ cm}^4$, $J_{tor} = 1874,9 \text{ cm}^4$, $m = 5,4 \text{ kg/m}$

Drewno lite iglaste **C24** wg PN-EN 338:2016-06

→ $f_{t,0,k} = 14,5 \text{ MPa}$, $f_{c,0,k} = 21 \text{ MPa}$, $f_{m,k} = 24 \text{ MPa}$, $f_{v,k} = 4 \text{ MPa}$, $E_{0,mean} = 11 \text{ GPa}$, $\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$, $\rho_{mean} = 420 \text{ kg/m}^3$

SGN - Zginanie ze ściskaniem osiowym:

Decyduje kombinacja: **K79**: 1,35·stałe+1,5·0,5·śnieg równomierny+1,5·1,0·zmiennie na jętce
→ $\gamma_M = 1,3$; $k_{mod} = 0,80$

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 1,87 m** na pręcie 7:

$$N_{c,d} = 10,73 \text{ kN}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,84 \text{ MPa}$$

$$M_{y,d} = 1,74 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,y,d} = 5,09 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

$$f_{m,y,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 14,77 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 12,92 \text{ MPa}$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,004 + 0,345 = 0,349 < 1$$

SGN - Warunek stateczności - wyboczenie:

Decyduje kombinacja: **K703**: 0,85·1,35·stałe+1,5·śnieg równomierny+1,5·1,0·zmiennie na jętce → $\gamma_M = 1,3$; $k_{mod} = 0,80$

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 1,87 m** na pręcie 7:

$$N_{c,d} = 13,89 \text{ kN}, \quad \sigma_{c,0,d} = 1,09 \text{ MPa}$$

$$M_{y,d} = 1,65 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,y,d} = 4,84 \text{ MPa}$$

Warunek stateczności elementu:

$$l_{ey} = 3,74 \text{ m}; \quad k_{c,y} = 0,441; \quad l_{ez} = 0,00 \text{ m}; \quad k_m = 0,7$$

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 12,92 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 14,77 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,190 + 0,328 = 0,518 < 1$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,007 + 0,229 = 0,236 < 1$$

SGN - Warunek stateczności - zwichrzenie:

element zabezpieczony przed zwichrzeniem

SGN - Ścinanie:

Decyduje kombinacja: **K235**: 1,35·stałe+1,5·0,5·śnieg max. z prawej+1,5·1,0·zmiennie na jętce → $\gamma_M = 1,3$; $k_{mod} = 0,80$

Siła poprzeczna i odpowiadające naprężenie dla przekroju **x = 0,00 m** na pręcie 7:

$$k_{cr} = 0,67$$

$$V_{z,d} = -1,65 \text{ kN}, \quad \tau_{z,d} = 0,29 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M = 2,46 \text{ MPa}$$

$$\tau_{z,d} = 0,29 \text{ MPa} < f_{v,d} = 2,46 \text{ MPa} \quad (11,7\%)$$

SGU - Ugięcie końcowe:

Decyduje kombinacja: **K2753**: 1,8·stałe+1,0·śnieg równomierny+(0,6·wiatr z prawej, strefa FHJI (iii))+0,6·ciśnienie wewnętrzne+1,8·zmiennie na jętce

Wartości dla przekroju **x = 1,87 m** na pręcie 7:

$$u_{fin} = (-) 10,7 \text{ mm} < u_{fin,lim} = 1,5 \cdot 3739 / 200 = 28,0 \text{ mm} \quad (38,3\%)$$

W wyniku przeprowadzonej analizy obliczeniowej stanu istniejącego oraz stanu projektowanego (uwzględniającego dodatkowe obciążenie dachu panelami fotowoltaicznymi), stwierdza się, iż elementy nośne więźby dachowej — w szczególności krokwie oraz jętka — posiadają wystarczającą nośność do przeniesienia obciążeń klimatycznych właściwych dla danej strefy, ale nie posiadają wystarczającej nośności do przeniesienia obciążeń wynikających z montażu instalacji fotowoltaicznej (obciążenie powierzchniowe na poziomie 20 kg/m^2).

Zaleca się rezygnację z montażu paneli fotowoltaicznych na połaci dachowej lukarny wschodniej ze względu na niewystarczającą nośność konstrukcji po uwzględnieniu dodatkowego obciążenia. Dociążenie tej części dachu może prowadzić do nadmiernego wzrostu sił rozporowych generowanych przez więźbę krokwiowo-jętkową, co z kolei może pogłębić istniejące uszkodzenia ścian zewnętrznych budynku. Obecnie obserwuje się na nich lokalne spękania i zarysowania, które mogą ulec intensyfikacji w wyniku zwiększonego oddziaływania sił konstrukcyjnych.

9. Wnioski.

Po przeprowadzeniu analizy konstrukcji nośnej dachu stwierdzam, że:

- Elementy nośne więźby dachowej części centralnej posiadają wystarczającą nośność do przeniesienia obciążeń klimatycznych (śniegu i wiatru) oddziaływujących na dach budynku oraz dodatkowego obciążenia na poziomie 20 kg/m^2 wynikającego z montażu instalacji fotowoltaicznej.
- Elementy nośne więźby dachowej lukarny zachodniej nie posiadają wystarczającej nośności do przeniesienia obciążeń klimatycznych (śniegu i wiatru) oddziaływujących na dach budynku. Ze względu na planowane dodatkowe obciążenie wynikające z montażu instalacji fotowoltaicznej (obciążenie powierzchniowe na poziomie 20 kg/m^2), a także konieczność spełnienia wymagań dotyczących obciążeń klimatycznych właściwych dla danej strefy, zaleca się przeprowadzenie wzmocnienia konstrukcji dachowej. Sugeruje się wzmocnienie więźby poprzez zagęszczenie rozstawu krokwi – montaż dodatkowych krokwi $7 \times 12,5 \text{ cm}$ centralnie pomiędzy istniejącymi krokwiami (rozstawionymi w chwili obecnej co $\sim 100 \text{ cm}$), co da ostateczny rozstaw krokwi dachowych 50 cm .
- Elementy nośne więźby dachowej lukarny wschodniej posiadają wystarczającą nośność do przeniesienia obciążeń klimatycznych właściwych dla danej strefy, ale nie posiadają wystarczającej nośności do przeniesienia obciążeń wynikających z montażu instalacji fotowoltaicznej (obciążenie powierzchniowe na poziomie 20 kg/m^2). Zaleca się rezygnację z montażu paneli fotowoltaicznych na połaci dachowej lukarny wschodniej ze względu na niewystarczającą nośność

konstrukcji po uwzględnieniu dodatkowego obciążenia oraz zwiększenie sił rozporowych na ściany zewnętrzne budynku.

Dodatkowo, zwiększenie obciążeń od paneli fotowoltaicznych jest pomijalnie małe (do 2% sumarycznych obciążeń działających na fundamenty), stąd nie zachodzi potrzeba analizy wytrzymałościowej fundamentów i posadowienia budynku.

Nośność układu: fundamenty – podłoże gruntowe można uznać za wystarczającą.

10. Uwagi końcowe.

W związku z występowaniem części elementów konstrukcyjnych w stanie technicznym ocenianym jako średni oraz stwierdzeniem, że konstrukcja drewniana lukarny po stronie zachodniej nie spełnia wymagań normowych z uwagi na przekroczenie stanów granicznych nośności i użytkowania, niniejszym stwierdzam, że:

- W celu przywrócenia wymaganych parametrów nośności i użytkowania konstrukcji lukarny zachodniej, zaleca się wykonanie wzmocnienia więźby dachowej części zachodniej poprzez zagęszczenie rozstawu krokwi. Sugeruje się montaż dodatkowych krokwi o przekroju $7 \times 12,5$ cm, rozmieszczonych centralnie pomiędzy istniejącymi krokwiami, które obecnie posiadają rozstaw wynoszący około 100 cm. Po wykonaniu wzmocnienia, docelowy rozstaw krokwi wyniesie 50 cm, co zapewni poprawę sztywności oraz zwiększenie nośności układu dachowego.
- W celu realizacji wzmocnienia więźby dachowej w części zachodniej, obejmującego montaż dodatkowych krokwi, przewiduje się demontaż istniejącego pokrycia dachowego wraz z deskowaniem. Po zakończeniu prac konstrukcyjnych należy odtworzyć warstwy pokrycia w zakresie zgodnym ze stanem pierwotnym.
- Zaleca się przeprowadzenie naprawy rys występujących na ścianach szczytowych oraz wewnętrznych budynku. Ich pozostawienie bez interwencji, poza negatywnym wpływem na estetykę wewnątrz, może prowadzić do dalszego rozwoju spękań, co w konsekwencji może skutkować osłabieniem parametrów wytrzymałościowych ścian nośnych. W celu zapewnienia trwałości konstrukcji oraz bezpieczeństwa użytkowania obiektu, niezbędne jest podjęcie działań naprawczych zgodnych z obowiązującymi normami budowlanymi. Naprawę sugeruje się powiązać z planowanymi pracami modernizacyjnymi, które są przedmiotem niniejszego opracowania.



MAP OIIB/KK/0054-0462/13

DECYZJA

Na podstawie art. 24 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów, inżynierów budownictwa oraz urbanistów (*Dz. U. z 2013 r., poz. 932 z późn. zm.*), art. 12 ust. 1 pkt 1 i 5, art. 12 ust. 3, art. 13 ust. 1 pkt 1 oraz art. 13 ust. 4, art. 14 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (*tekst jednolity: Dz. U. z 2010 r. Nr 243 poz. 1623 z późn. zm.*), § 11 ust. 1 pkt 1, § 15 i § 17 ust. 1 pkt 1 rozporządzenia Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 28 kwietnia 2006 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (*Dz. U. z 2006 r. Nr 83 poz. 578 z późn. zm.*) oraz art. 104 ustawy z dnia 14 czerwca 1960 r. Kodeks postępowania administracyjnego (*tekst jednolity: Dz. U. z 2013 r., poz. 267 z późn. zm.*).

Małopolska Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna stwierdza, że

Pan mgr inż. **Piotr Krzysztof Wojtaszek**
urodzony dnia 06.12.1984 r. w Krakowie
uzyskał

UPRAWNIENIA BUDOWLANE

numer ewidencyjny MAP/0430/POOK/13

**do projektowania bez ograniczeń
w specjalności konstrukcyjno - budowlanej.**

UZASADNIENIE

Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna Małopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w Krakowie na podstawie protokołów z postępowania kwalifikacyjnego oraz z przeprowadzonego egzaminu, stwierdziła, że Pan Piotr Wojtaszek posiada wymagane prawem wykształcenie i praktykę zawodową konieczną do uzyskania uprawnień budowlanych w wyżej wymienionej specjalności i uzyskał pozytywny wynik egzaminu na uprawnienia budowlane. Szczegółowy 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 Małopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w Krakowie w terminie 14 dni od daty jej doręczenia.

Skład Orzekający
Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej:

1. Przewodniczący Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej
dr inż. Zygmunt Rawicki

2. Członek Składu Orzekającego
mgr inż. arch. Elżbieta Gabryś

3. Członek Składu Orzekającego
mgr inż. Krzysztof Seweryn





Zaświadczenie
o numerze weryfikacyjnym:
MAP-8RT-TX2-Z3C *

Pan Marcin Wodniak o numerze ewidencyjnym MAP/BO/0125/18
adres zamieszkania ul. Kaczorówka 17A, 31-264 Kraków
jest członkiem Małopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.
Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2025-01-01 do 2025-12-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2024-12-02 roku przez:

Mirosław Boryczko, Przewodniczący Rady Małopolskiej 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.

