

OPINIA STANU TECHNICZNEGO**Dla Inwestycji „Budowa dachowej instalacji fotowoltaicznej
na potrzeby zasilania szkoły w Łazach****ADRES:**

Łazy 50
32-765 Łazy
Dz.nr 589/3, gm.Rzezawa, pow.bocheński

ZLECENIODAWCA:

Plasma Project s.c. A.Kozak, m.Pietras-Kozak
os.teatralne 3/19
31-945 Kraków

Autorzy:

mgr inż. Michał DRAB
upr.nr MAP/0350/POOK/13

mgr inż. Kinga DRAB

Kraków, kwiecień 2024

SPIS ZAWARTOŚCI

CZĘŚĆ OPISOWA :

I. DANE OGÓLNE	3
I.1 PRZEDMIOT, CEL I ZAKRES OPRACOWANIA	3
I.2 PODSTAWA OPRACOWANIA	3
I.3 KOPIE UPRAWNIEŃ BUDOWLANYCH I WPISÓW DO IZB	5
 II. OPIS TECHNICZNY	6
II.1 ISTNIEJĄCY STAN FAKTYCZNY	6
II.2 CZĘŚĆ HALOWA	7
II.2.1 OPIS TECHNICZNY	7
II.2.2 STAN TECH.POSZCZEGÓLNYCH ELEMENTÓW KONSTRUKCJI	8
II.2.3 WNIOSKI I ZALECENIA	11

I. DANE OGÓLNE

I.1 PRZEDMIOT CEL I ZAKRES OPRACOWANIA

Przedmiotem opracowania jest wykonanie ekspertyzy stanu technicznego budynku szkoły Zespołu Szkolno-Przedszkolnego (z naciskiem na konstrukcję dachu) i zasadniczej konstrukcji nośnej w budynku szkoły pod adresem Łazy 50. Celem ekspertyzy jest zbadanie i ocena stanu technicznego istniejącej konstrukcji budynku, w związku z planowanymi zmianami, a mianowicie z projektowanym wykonaniem instalacji fotowoltaicznej na dachu, jako elementów mocowanych poprzez ich dokręcenie do połaci dachowych

W momencie wykonywania ekspertyzy budynek był użytkowany, a w budynku znajdowały się warstwy wykończeniowe.

Na podstawie istniejącej dokumentacji budowlanej, wykonanej analizie statycznej, sporządzonej inwentaryzacji oraz danych obciążeniowych wynikających z rozplanowania, określony zostanie stan techniczny poszczególnych elementów nośnych.

Uwaga: W zakres opinii budowlanej wchodzi wyłącznie zagadnienia konstrukcyjno – budowlane związane z wachlarzem zainteresowań Inwestora.

I.2 PODSTAWA OPRACOWANIA

- Analiza statyczna przeprowadzona w kwietniu 2024 r.,
- Dokumentacja budowlana,
- Inwentaryzacja elementów konstrukcyjnych,
- Dane wyjściowe dot.obciążenia od paneli fotowoltaicznych
- Polskie Normy Budowlane i Prawo Budowlane.

W części opisowej dla określenia stanu technicznego elementów konstrukcji posłużono się następującymi terminami:

„dobry” – elementy konstrukcyjne i budowlane wykonane zostały zgodnie ze sztuką budowlaną i gwarantuje się pełne przejęcie obciążeń, zachowanie stanów granicznych użytkowania oraz ich właściwe wykonanie,

„zadowalający” – posiadający pewne uchybienia pod względem konstrukcyjnym i budowlanym, istnieje możliwość przywrócenia pierwotnych wartości technicznych drogą niewielkich napraw lub wzmocnień,

„niezadowalający” – posiadający duże uchybienia pod względem konstrukcyjnym i budowlanym, istnieje tylko częściowa możliwość przywrócenia pierwotnych wartości technicznych jednak wymagających znacznych nakładów,

„zły” – stan awaryjny elementów budowlanych i konstrukcji – do wymiany i rozbiórki

Kraków, dnia 23 grudnia 2013 r.



MAP OIIB/KK/0054-0434/13

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

Pan mgr inż. **Michał Andrzej Drab**
urodzony dnia 01.10.1986 r. w Mysłenicach
uzyskał

UPRAWNIENIA BUDOWLANE
numer ewidencyjny MAP/0350/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 Michał Drab 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 odwrócie decyzji.

POLCZENIE
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 Gabrys
3. Członek Składu Orzekającego
mgr inż. Krzysztof Severyn



Zaświadczenie
o numerze weryfikacyjnym:
MAP-CC1-I64-81Z *

Pan Michał Andrzej Drab o numerze ewidencyjnym MAP/BO/0043/14
adres zamieszkania ul. Majora Nusskewicza 12/65, 31-422 Kraków
jest członkiem Małopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.
Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2024-02-01 do 2024-12-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2024-01-30 roku przez:

Mirosław Boryczko, Przewodniczący Rady Małopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

Zgodnie z art. 78¹ k.c.
§ 1. Do zachowania elektronicznej formy czynności prawnej wystarcza 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.pib.org.pl lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów
Budownictwa.

II. OPIS TECHNICZNY DO EKSPERTYZY BUDOWLANEJ

II.1 ISTNIEJĄCY STAN FAKTYCZNY

Przedmiotem opracowania jest analiza statyczna budynku szkoły podstawowej w Łazach (jest to dwukondygnacyjny budynek murowany z dachem w konstrukcji drewnianej płatwiowo-kleszczowej), pod kątem oceny możliwości montażu na dachu rzeźzonego obiektu instalacji fotowoltaicznej wykonanej jako konstrukcja przykręcana do połaci dachu.



Fot. 1 – planowane rozplanowanie instalacji



Fot. 2 - widok ogólny

II.2. BUDYNEK SZKOŁY.

II.2.1. OPIS TECHNICZNY

Budynek szkoły jest obiektem niepodpiwniczonym, wykonanym w konstrukcji tradycyjnej murowanej – ściany murowane, na których opiera się dach wykonany w konstrukcji drewnianej płatwiowo-kleszczowej. Strop międzykondygnacyjny wykonano jako prefabrykowany typu Żerań (ale nie jest to poddawany analizie element konstrukcyjny). Posadowienie obiektu wykonano za pomocą ław fundamentowych. Ściany fundamentowe – żelbetowe lub murowane z bloczków fundamentowych, przenoszące obciążenia od parcia gruntu.

Opis poszczególnych elementów konstrukcyjnych budynku:

Fundamenty wykonane jako żelbetowe ławy fundamentowe ze ścianami, posadowione poniżej poziomu przemarzania.

W związku z faktem, że planowane prace nie wpłyną na znaczące zwiększenie obciążeń na fundamenty, nie było konieczne ich szczegółowe analizowanie, ani wykonywanie badań geologicznych i analizy geotechnicznej.

Opracowanie wg dokumentacji archiwalnej. Wykonane jako żelbetowe.

Nie wykonywano dodatkowej odkrywki fundamentów, z racji faktu, że planowane prace nie wpłyną znacząco na dociążenie budynku.

Konstrukcja nadziemna

Konstrukcja nadziemna budynku szkoły

Konstrukcja nadziemna – ściany murowane z pustaków ceramicznych MAX na zaprawie cementowo-wapiennej (z termoizolacją od strony zewnętrznej), podpierające murlaty, a pośrednio krokwie dachowe, mocowane do wieńca ścian kolankowych za pomocą marek i kotew.

Zasadniczą konstrukcję nośną dachu stanowią dźwigary płatwiowo-kleszczowe. Pokrycie dachu stanowi blacha trapezowa monowana bezpośrednio do elementów konstrukcyjnych dachu.

II.2.2. STAN TECHNICZNY POSZCZEGÓLNYCH ELEMENTÓW KONSTRUKCJI.

II.2.2.1. FUNDAMENTY

W związku z faktem, że w czasie wykonywania ekspertyzy budynek był poddany pracom wykończeniowym, a także w związku z faktem, że planowany montaż nie dociąży znacząco fundamentów, założono, że fundamenty mają gabaryty oraz poziom posadowienia zgodny ze stanem projektowanym, natomiast ich stan techniczny oceniony był poprzez wykonanie **ogólnej analizy ugięć i przemieszczeń części nadziemnej**.

Poniżej przedstawiono wnioski:

Na podstawie wykonanych oględzin elementów konstrukcyjnych części nadziemnych i dokumentacji archiwalnej, poczyniono następujące obserwacje:

- nie zaobserwowano żadnych makroskopowo widocznych uszkodzeń czy negatywnych przesłanek mogących świadczyć o niewłaściwej pracy konstrukcji fundamentów lub o ich uszkodzeniach czy negatywnym oddziaływaniu gruntu w poziomie ich posadowienia

Stan techniczny fundamentów określa się jako dobry.

W trakcie wykonywania planowanych prac na obiekcie należy:

- prowadzić obserwację stanu konstrukcji i w przypadku stwierdzenia jakichkolwiek negatywnych przesłanek mogących świadczyć o przeciążeniu fundamentów lub ich niewłaściwej pracy, należy prace niezwłocznie przerwać i skontaktować się z konstruktorem, celem ustalenia możliwości wzmocnienia fundamentów lub gruntu

II.2.2.2. ŚCIANY NOŚNE

Na podstawie wykonanych oględzin elementów konstrukcyjnych części nadziemnych i dokumentacji archiwalnej, poczyniono następujące obserwacje:

- nie zaobserwowano żadnych makroskopowo widocznych uszkodzeń czy negatywnych przesłanek mogących świadczyć o niewłaściwej pracy konstrukcji
- nie zaobserwowano ubytków w ścianach nośnych,
- na zewnętrznej ścianie nie zaobserwowano uszkodzeń, które mogłyby wpływać bezpośrednio na pogorszenie pracy konstrukcji
- wykonane obliczenia i analiza statyczna konstrukcji wykazały, że elementy konstrukcyjne budynku są w stanie przenieść dodatkowe obciążenie od instalacji fotowoltaicznej,

W trakcie wykonywania oględzin, nie zauważono negatywnych przesłanek mogących świadczyć o niewłaściwej pracy elementów.

Stan techniczny ścian nośnych określa się jako dobry.

W trakcie przebudowy obiektu, polegającej na montażu instalacji fotowoltaicznej należy:

- wykonać konstrukcję jako lekką systemową, przykręcaną bezpośrednio do pokrycia dachu

II.2.2.3. DACH (konstrukcja + pokrycie)

Zasadniczą konstrukcję nośną dachu stanowią dźwigary płatwiowo-kleszczowe. Pokrycie dachu stanowi blacha trapezowa mocowana bezpośrednio do elementów konstrukcyjnych dachu.

Przekroje elementów konstrukcyjnych dachu (zgodnie z wykonaną inwentaryzacją):

- krokwie – 7,5x14cm
- płatwie – 14x14cm
- słupki – 14x14cm
- kleszcze – 4,5x10cm
- miecze – 5x10cm

Na podstawie wykonanych, oględzin elementów konstrukcyjnych i dokumentacji archiwalnej, poczyniono następujące obserwacje:

- Brak widocznych gołym okiem są ugięć, zbutwień czy zniszczenia konstrukcji
- **Obliczenia konstrukcji wykazały, że jest możliwe wykonanie na dachu instalacji fotowoltaicznej, przy założeniu, że będzie ona przykręcana (lub alternatywnie klejona) do pokrycia dachu**
- **Planowaną instalację należy wykonać na systemowych podkonstrukcjach, natomiast należy pamiętać, żeby maksymalnie rozsunąć pomiędzy sobą rzędy paneli, aby uniknąć tworzenia się zasp śnieżnych i konieczne jest systematyczne odśnieżanie zgodnie z zaleceniami zawartymi w podsumowaniu niniejszego opracowania**

Dach znajduje się w stanie dobrym.

W trakcie przebudowy obiektu, polegającej na montażu instalacji fotowoltaicznej należy:

- panele należy układać na systemowej podkonstrukcji (jako elementy kręcone do pokrycia – lub alternatywnie klejone), maksymalnie rozsuwając pomiędzy sobą rzędy paneli, aby nie dopuścić do tworzenia się zasp śnieżnych.
- podkonstrukcję pod panele fotowoltaiczne należy realizować w lekkiej konstrukcji
- wszelkie potencjalne powstałe przebicia przez pokrycie połaci dachu należy dodatkowo zabezpieczyć i uszczelnić, aby nie dopuścić do przedostawania się wody do wnętrza budynku
- zapewnić systematyczne odśnieżanie dachu, aby nie dopuścić do przeciążenia pokrycia oraz konstrukcji nośnej

II.2.3. WNIOSKI I ZALECENIA

Ogólny stan techniczny budynku szkoły w chwili obecnej określa się jako dobry i dopuszcza się wykonanie na dachu planowanych prac mających na celu stworzenie instalacji fotowoltaicznej zgodnie z przedstawionym rozplanowaniem, a instalacja zostanie zamocowana do dachu na lekkich systemowych podkonstrukcjach, przykręcanych do połaci.
Należy maksymalnie rozsunąć pomiędzy sobą rzędy paneli, aby nie dopuścić do zalegania zasp śnieżnych.

Dopuszcza się rozmieszczenie paneli zgodnie ze szkicem otrzymanym od wykonawcy instalacji fotowoltaicznej.

NALEŻY TAKŻE PAMIĘTAĆ, ŻE DOPUSZCZALNA GRUBOŚĆ POKRYWY ŚNIEŻNIEJ KTÓRA ZALEGAĆ MOŻE NA DACHU OBIEKTU WYNOŚI ODPOWIEDNIO:

śnieg świeży - gęstość 1kN/m^3

śnieg ustabilizowany - gęstość 2kN/m^3

śnieg stary - gęstość 3kN/m^3

śnieg mokry - gęstość 4kN/m^3

lód - gęstość 9kN/m^3

dopuszczalna grubość pokrywy – 0,72m

dopuszczalna grubość pokrywy – 0,36m

dopuszczalna grubość pokrywy – 0,24m

dopuszczalna grubość pokrywy – 0,18m

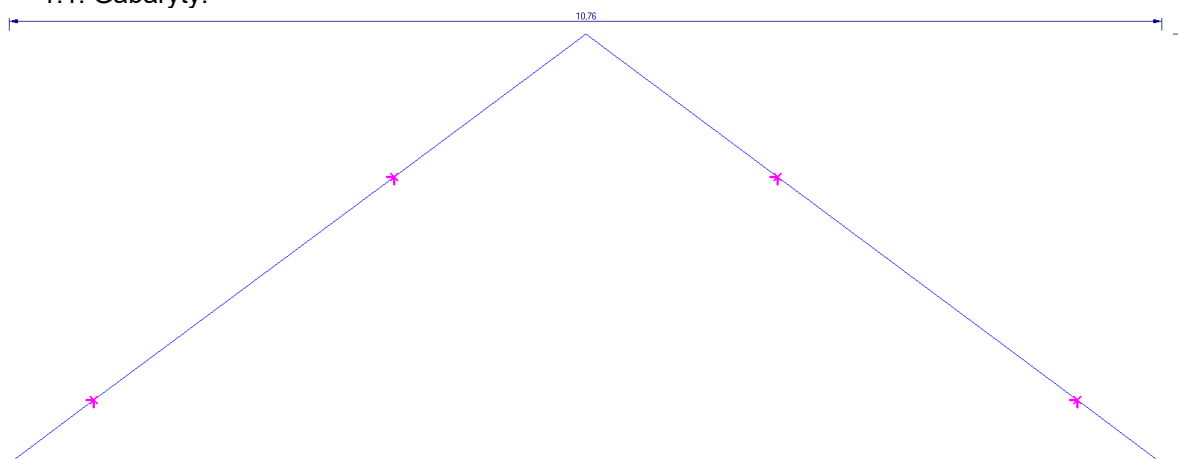
dopuszczalna grubość pokrywy – 0,08m

Odśnieżanie dachu należy przeprowadzić po stwierdzeniu na dachu śniegu o grubości wynoszącej 80% z podanych wartości. Odśnieżanie wykonywać mogą tylko odpowiednio przeszkolone osoby z odpowiednimi uprawnieniami do prac na wysokości przy zastosowaniu odpowiedniego sprzętu zabezpieczającego oraz zgodnie z procedurami bhp. Projekt odśnieżania winien być zatwierdzony przez uprawnionego inspektora bhp.

I. Obliczenia statyczne i wymiarowanie krokwi

1. Przedstawienie konstrukcji.

1.1. Gabaryty.



Rozstaw: 0,81m

1.2. Przekroje elementów.

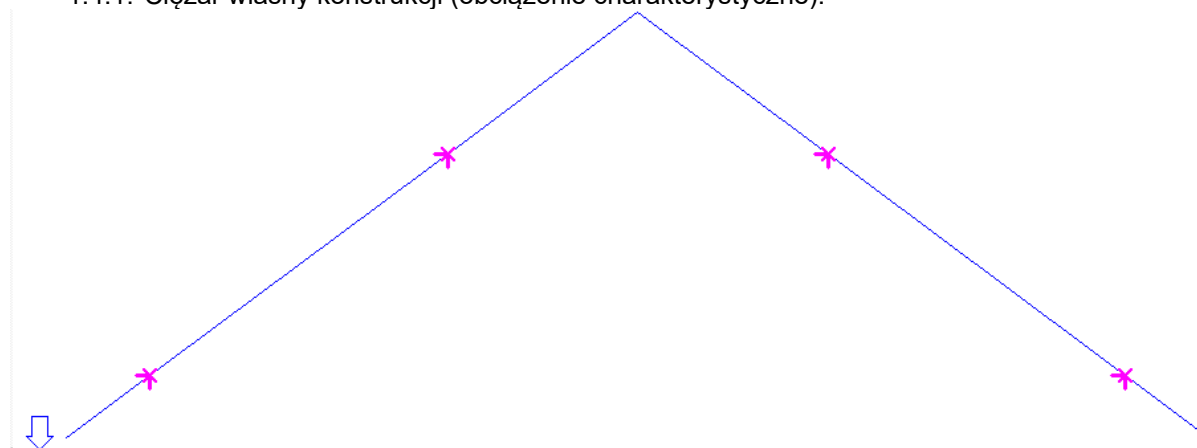
7.5x14 - krokwie,

1.3. Materiał.

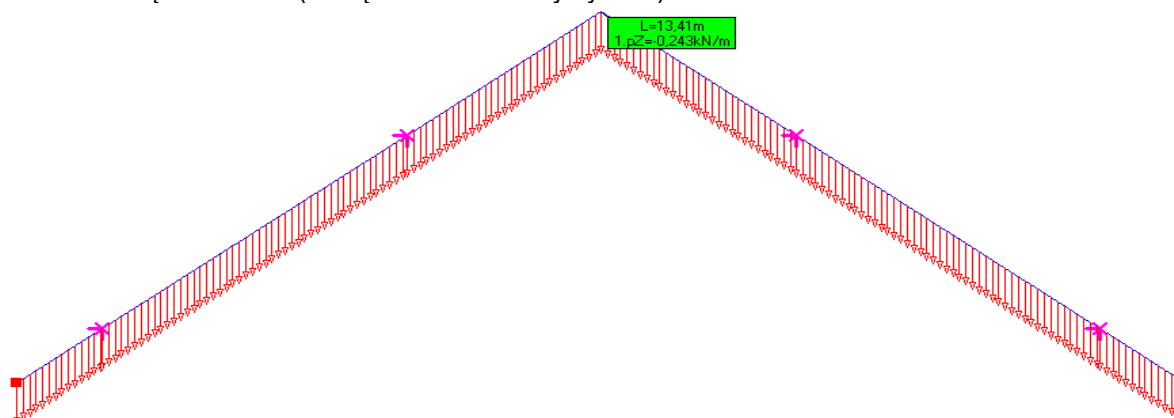
Drewno C24

1.4. Obciążenia.

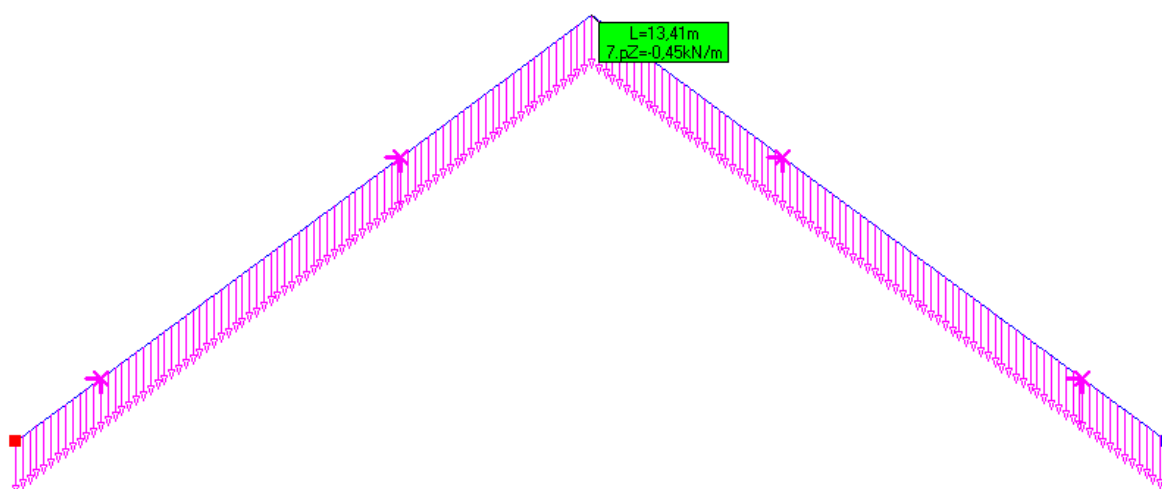
1.4.1. Ciężar własny konstrukcji (obciążenie charakterystyczne).



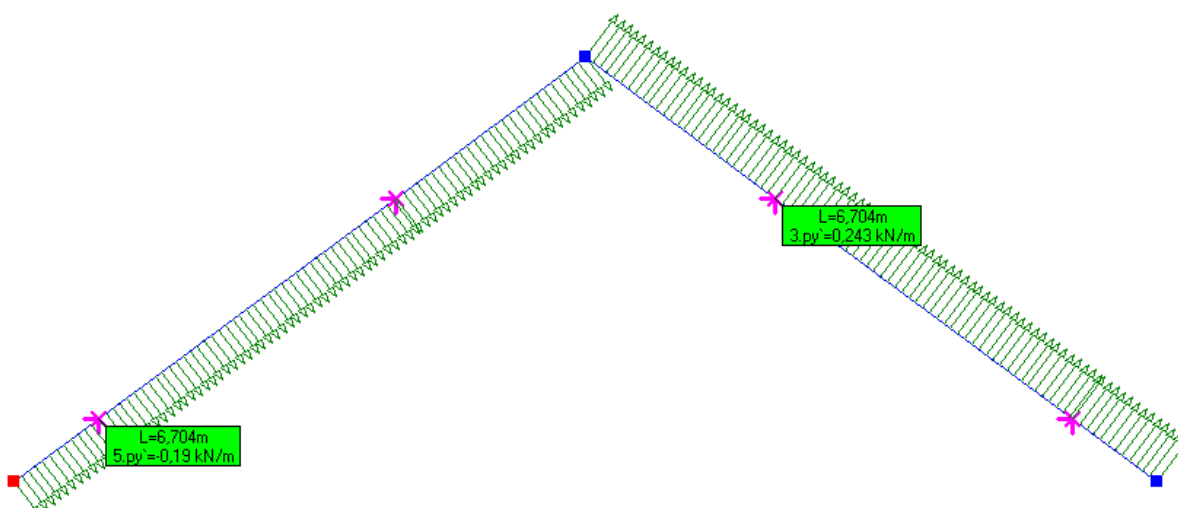
1.4.2. Ciężar warstw (obciążenie charakterystyczne).



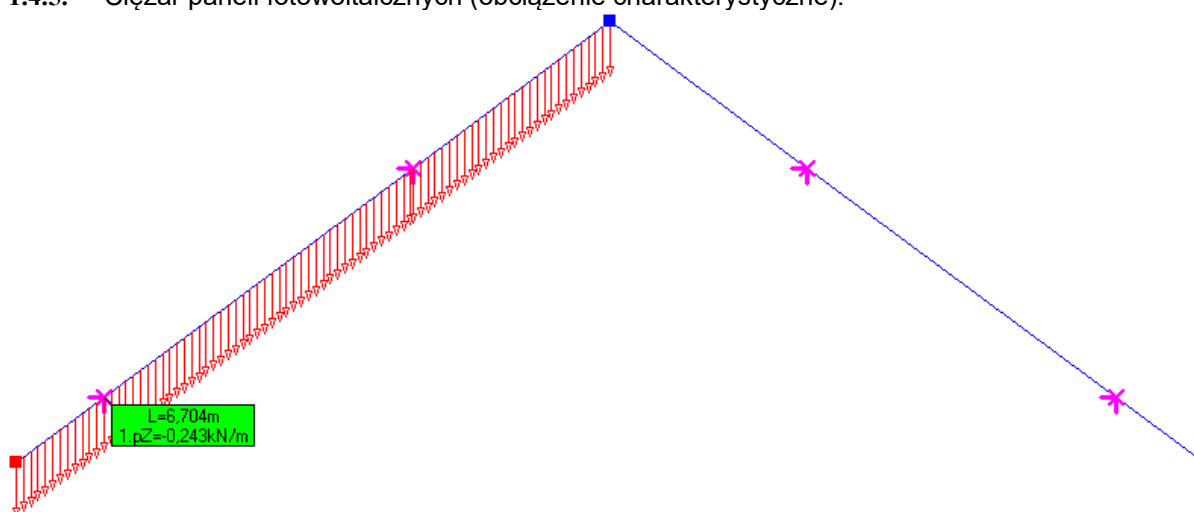
1.4.3. Obciążenie klimatyczne – śnieg (obciążenie charakterystyczne).

Strefa II

1.4.4. Obciążenie klimatyczne – wiatr (obciążenie charakterystyczne).

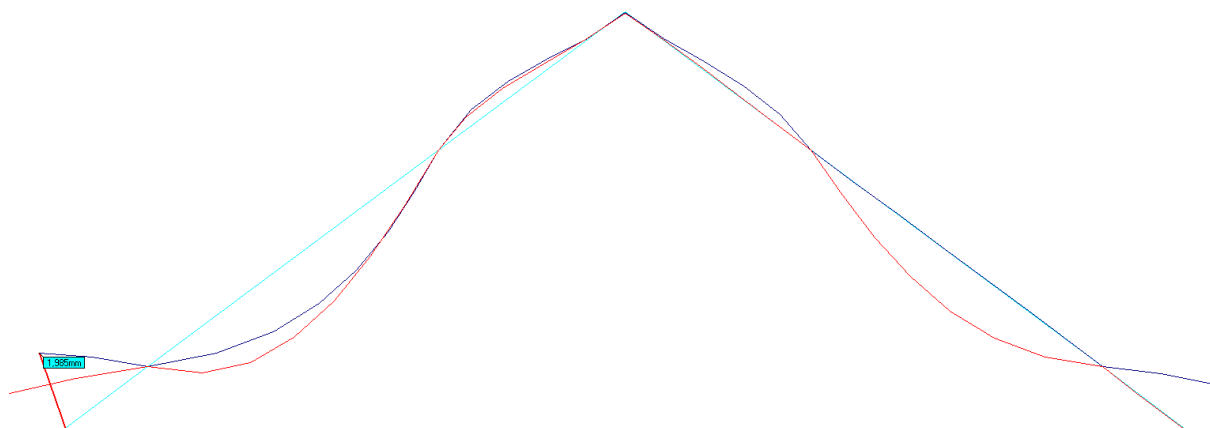
Strefa I,

1.4.5. Ciężar paneli fotowoltaicznych (obciążenie charakterystyczne).



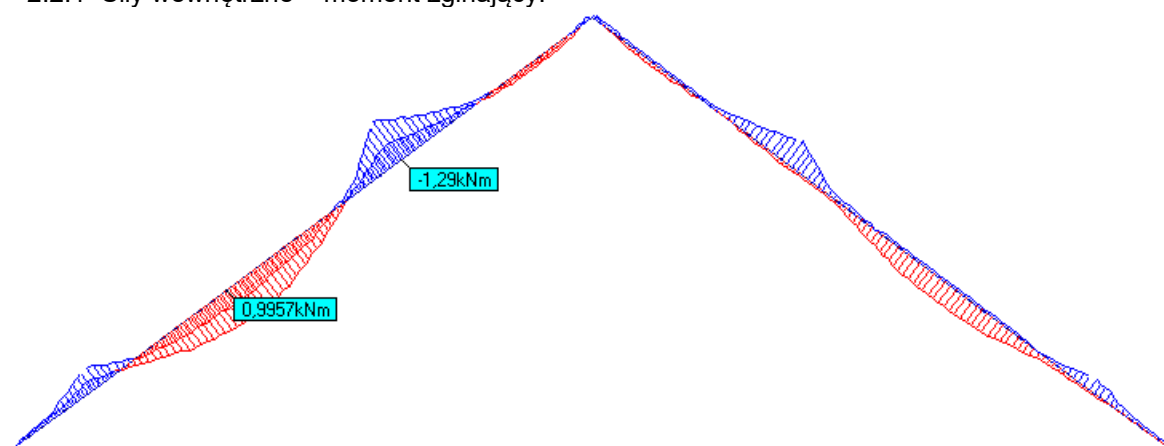
2. Wyniki obliczeń statycznych.

2.1. Ugięcie konstrukcji (wartości charakterystyczne).

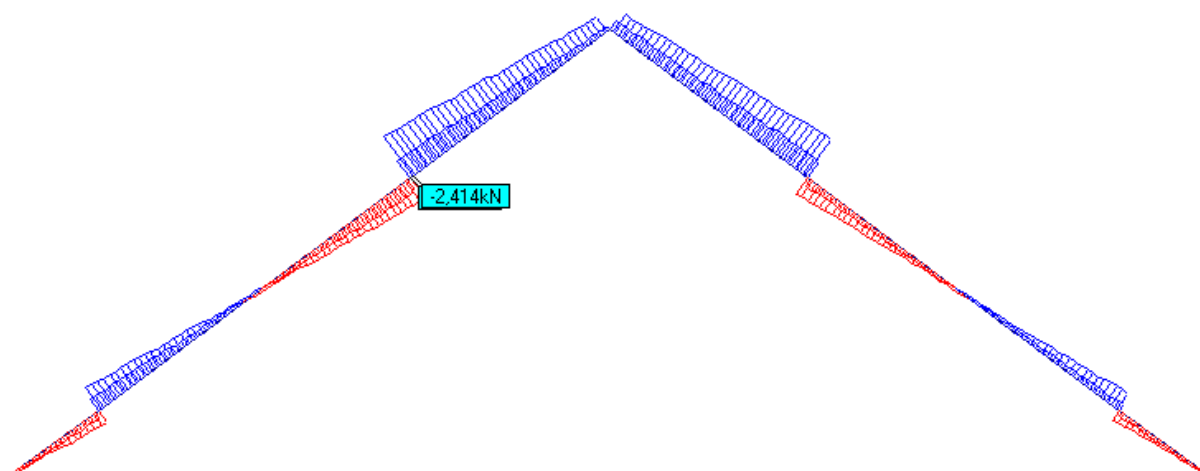


2.2. Siły wewnętrzne (wartości obliczeniowe).

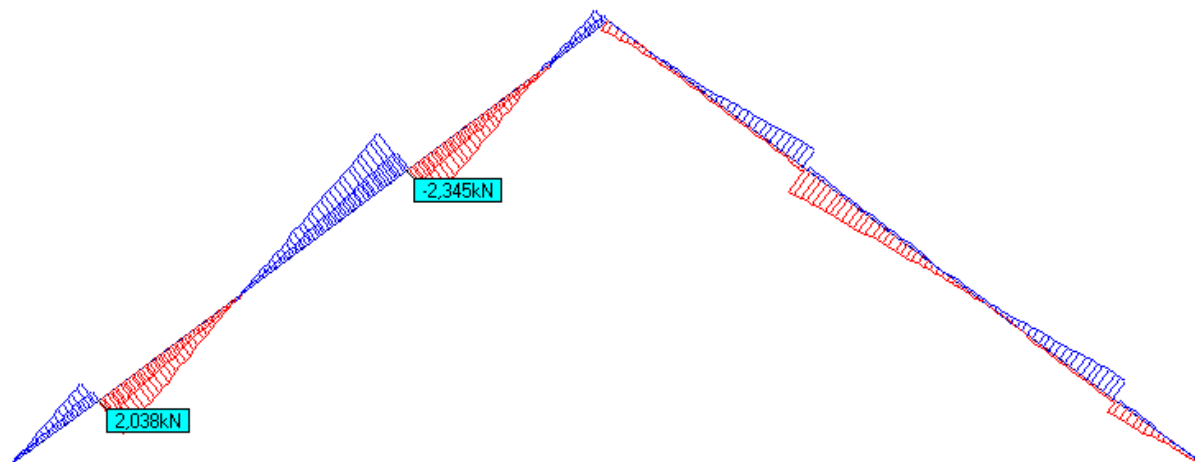
2.2.1 Siły wewnętrzne – moment zginający.



2.2.2 Siły wewnętrzne – siły osiowe.

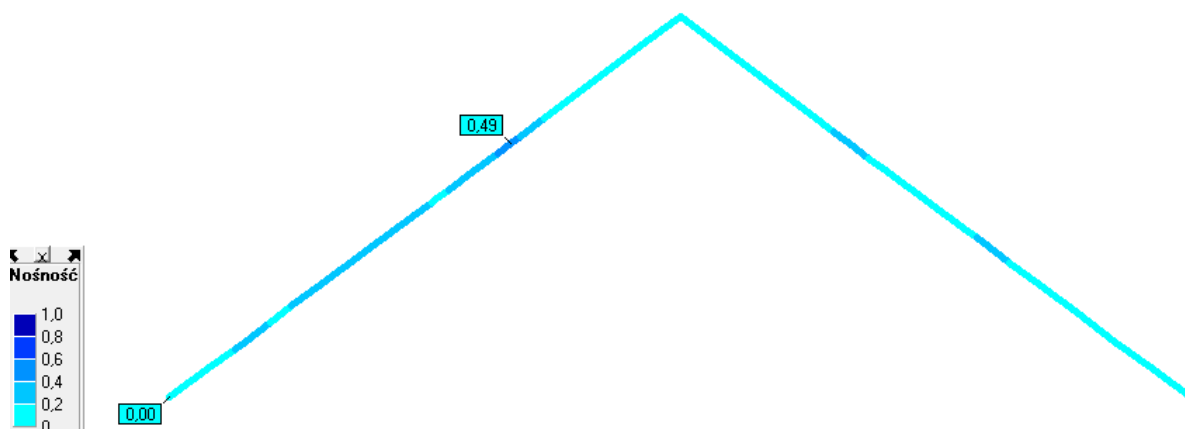


2.2.3 Siły wewnętrzne – siły poprzeczne.



3. Wymiarowanie najbardziej wyężonych elementów drewnianych.

3.1. Nośność elementów.



3.1.1. Krokiew

OBIEKT: Belka (7,5x14)

Od węzła: 1 do węzła: 4 (L= 6,704 m)

Przekrój nr: 1 (7,5x14)

Materiał: C24

Klasa użytkowania konstrukcji: 1

Odległość między przekrojami < 0,5 m

STRZAŁKA UGIĘCIA

$f = 5,515 \text{ mm} < 33,52 \text{ mm (L/200)}$

CECHY GEOMETRYCZNE PRZEKROJU

Pole przek.poprz.netto (A)= 105 cm²

Pole ścinania (bxh)= 105 cm²

Wsk.na zginanie (Wz)= 245 cm³

OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE

Nrr: 1,2,5,3,4

Rozciąg. (Nt)= 1,287 kN

Ścinanie (Vy)= 2,422 kN

Zginanie (Mz)= 1,29 kNm

STOPIEŃ WYKORZYSTANIA NOŚNOŚCI PRZEKROJU

Rozciąganie: $St/ftd = 0,02$

Rozciąganie+Zginanie: $St/ftd + Sz/fmd = 0,49$

Ścinanie: $ty/fvd = 0,30$

STATECZNOŚĆ OGÓLNA ELEMENTU - ZWICHRZENIE

Zabezpieczenie przed zwichrzeniem

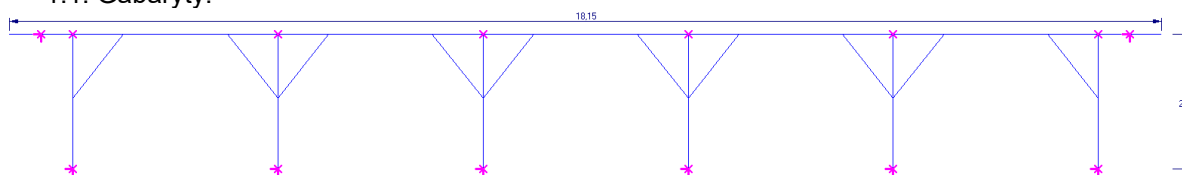
STOPIEŃ WYKORZYSTANIA NOŚNOŚCI ELEMENTU

Nośność elementu taka sama jak przekroju

II. Obliczenia statyczne i wymiarowanie płatwi

1. Przedstawienie konstrukcji.

1.1. Gabaryty.



1.2. Przekroje elementów.

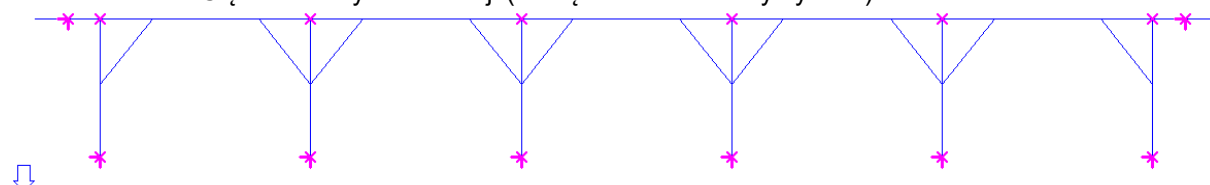
14x14 – płatwie,
14x14- słupki,
5x10 - miecze

1.3. Materiał.

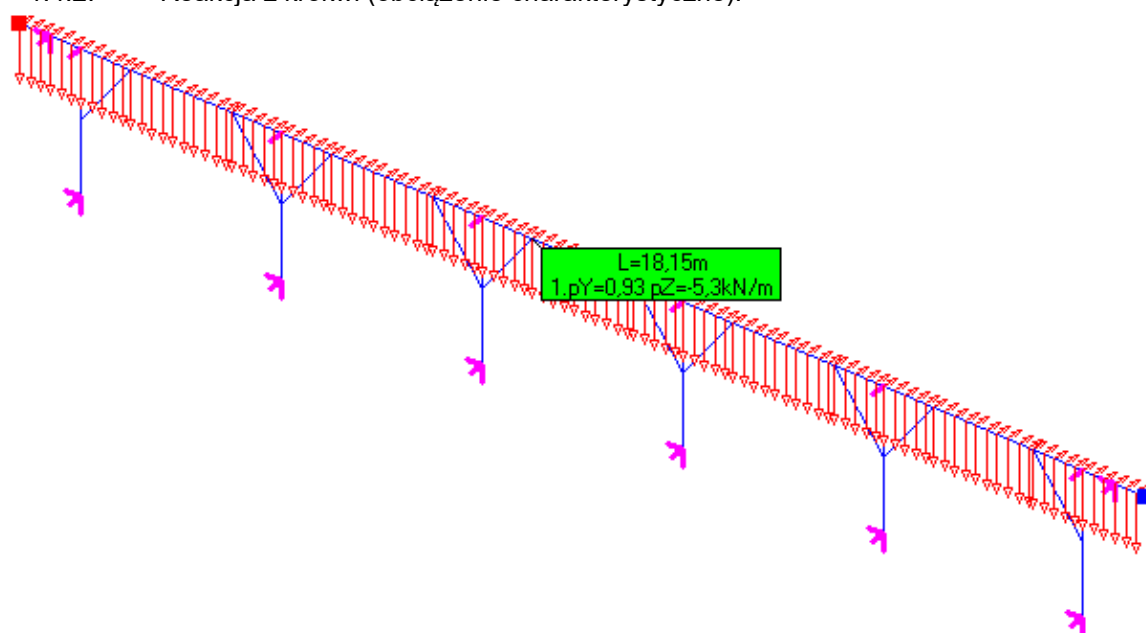
Drewno C24

1.4. Obciążenia.

1.4.1. Ciężar własny konstrukcji (obciążenie charakterystyczne).

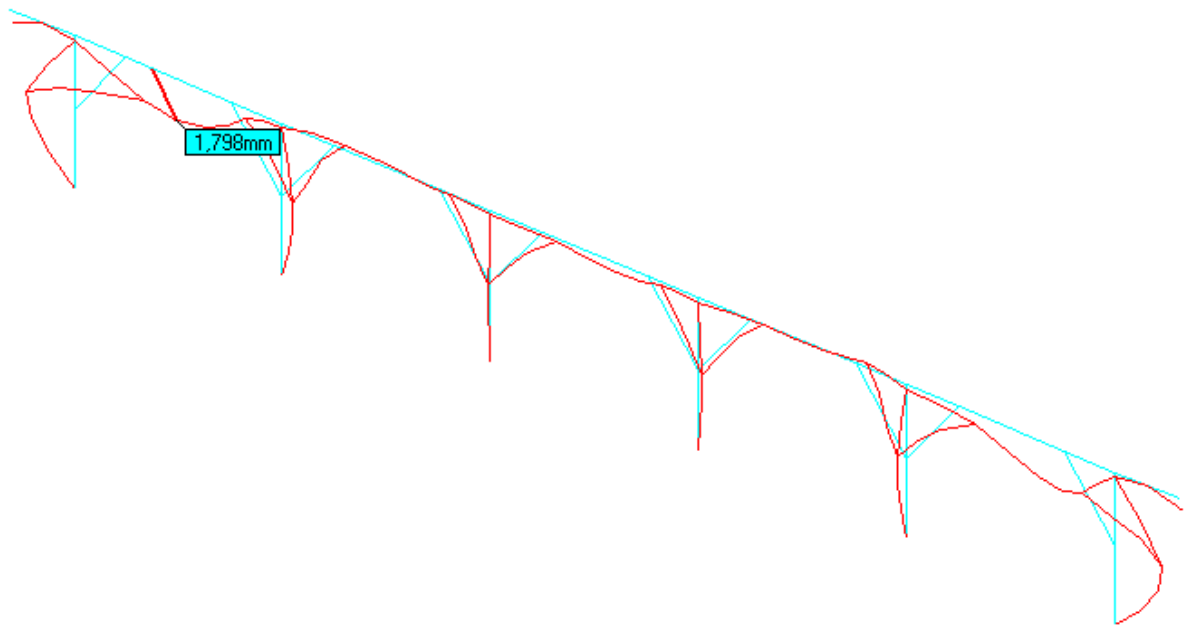


1.4.2. Reakcja z krokwi (obciążenie charakterystyczne).



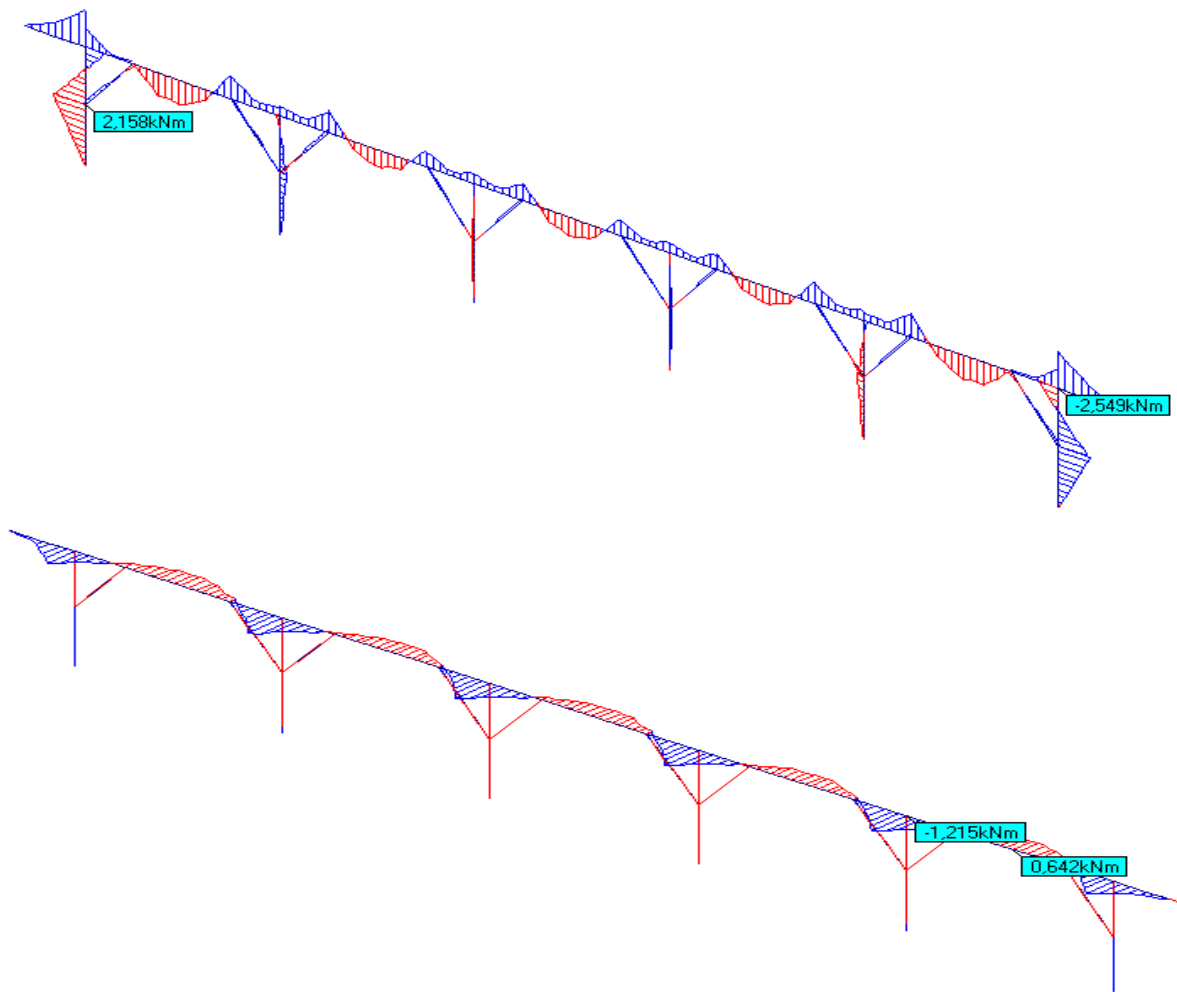
2. Wyniki obliczeń statycznych.

2.1. Ugięcie konstrukcji (wartości charakterystyczne).

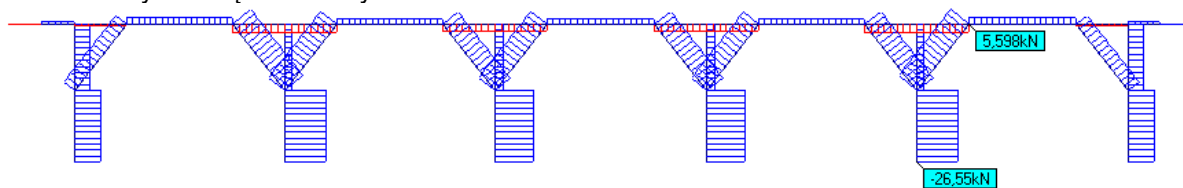


2.2. Siły wewnętrzne (wartości obliczeniowe).

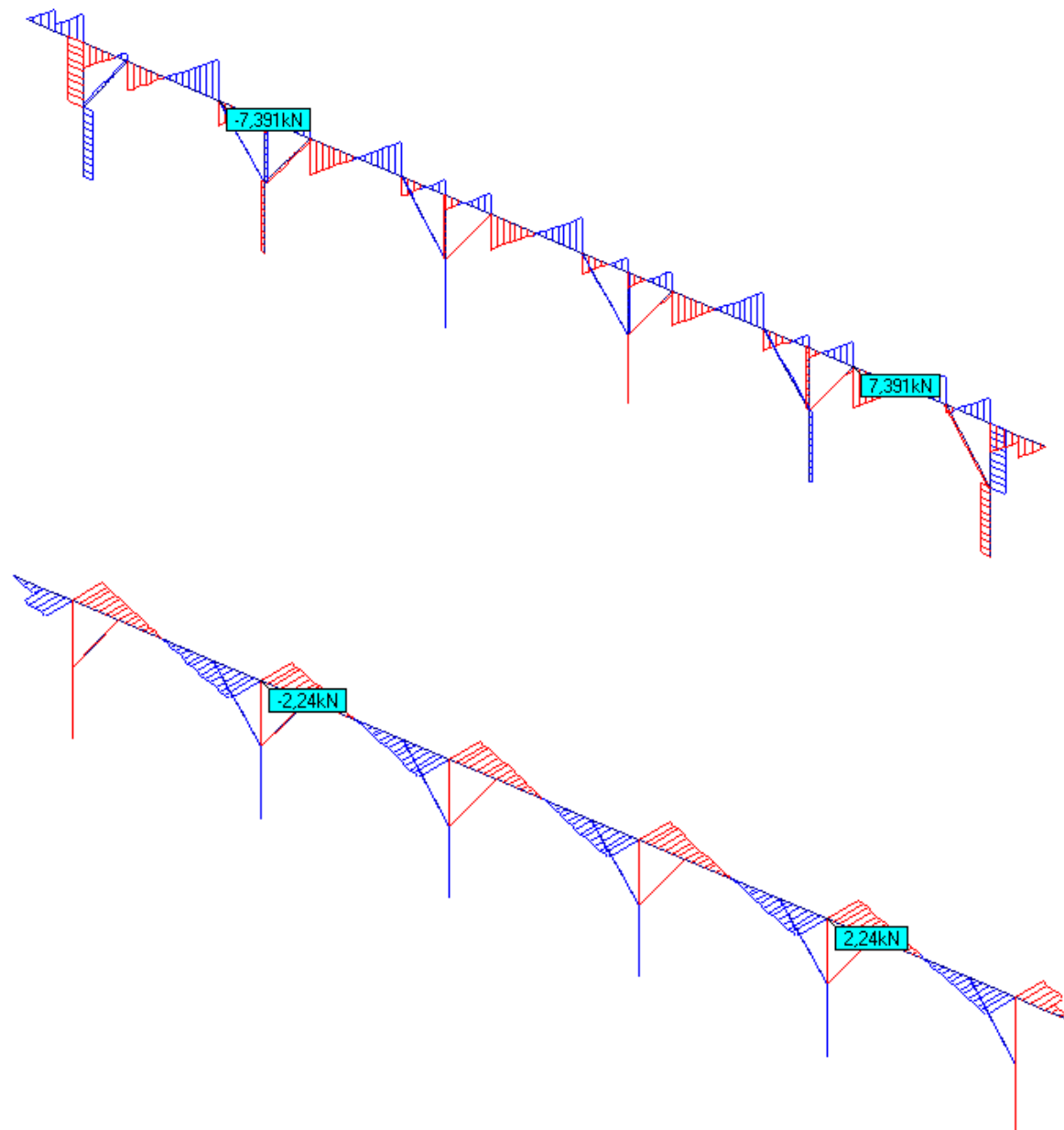
2.2.1 Siły wewnętrzne – moment zginający.



2.2.2 Siły wewnętrzne – siły osiowe.



2.2.4 Siły wewnętrzne – siły poprzeczne.



3. Wymiarowanie najbardziej wyężonych elementów drewnianych.

3.1. Nośność elementów.



3.1.1. Płatew.

OBIEKT: Rygiel (14x14)

Od węzła: 26 do węzła: 32 (L= 3,43 m)

Przekrój nr: 1 (14x14)

Materiał: C24

Klasa użytkowania konstrukcji: 1

Odległość między przekrojami < 0,5 m

STRZAŁKA UGIĘCIA

 $f = 1,839 \text{ mm} < 17,15 \text{ mm} (L/200)$

CECHY GEOMETRYCZNE PRZEKROJU

Pole przek.poprz.netto (A)= 196 cm²Pole ścinania (b_xh)= 196 cm²Wsk.na zginanie (W_z)= 457 cm³ (W_y)= 457 cm³

OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE

N_{rr}: 1,2Ściskanie (N_c)= 2,046 kNŚcinanie (V_y)= 7,391 kN Ścinanie (V_x)= 2,104 kNZginanie (M_z)= 2,549 kNm Zginanie (M_y)= 0,9879 kNm

STOPIEŃ WYKORZYSTANIA NOŚNOŚCI PRZEKROJU

Ściskanie: $Sc/f_{cd} = 0,01$ Zginanie: $Sz/f_{md} + 0,7 \cdot Sy/f_{md} = 0,64$ Zginanie: $0,7 \cdot Sz/f_{md} + Sy/f_{md} = 0,55$

Ściskanie+Zginanie:

 $(Sc/f_{cd})^2 + Sz/f_{md} + 0,7 \cdot Sy/f_{md} = 0,64$ $(Sc/f_{cd})^2 + 0,7 \cdot Sz/f_{md} + Sy/f_{md} = 0,55$ Ścinanie: $t_z/f_{vd} = 0,14$ Ścinanie: $t_y/f_{vd} = 0,49$

STATECZNOŚĆ OGÓLNA ELEMENTU - WYBOCZENIE

Długość pręta (L_{oz})= 3,43 m (L_{oy})= 3,43 mWsp.dł.wyboczen. (m_{iz})= 1 (m_{iy})= 0,82Smukłość pręta (I_z)= 84,87 (I_y)= 69,59Wsp.wyboczeniowy (k_{c,z})= 0,4178 (k_{c,y})= 0,5821

STATECZNOŚĆ OGÓLNA ELEMENTU - ZWICHRENIE

Zabezpieczenie przed zwichrzeniem

STOPIEŃ WYKORZYSTANIA NOŚNOŚCI ELEMENTU

Wyboczenie: $Sc/(k_c \cdot f_{cd}) = 0,03$

Wyboczenie+Zginanie:

 $Sc/(k_{cz} \cdot f_{cd}) + Sz/f_{md} + 0,7 \cdot Sy/f_{md} = 0,67$ $Sc/(k_{cy} \cdot f_{cd}) + 0,7 \cdot Sz/f_{md} + Sy/f_{md} = 0,57$

3.1.2. Słupek.

OBIEKT: Słup (14x14)

Od węzła: 30 do węzła: 28 ($L = 2,1$ m)

Przekrój nr: 1 (14x14)

Materiał: C24

Klasa użytkowania konstrukcji: 1

Odległość między przekrojami $< 0,5$ m

STRZAŁKA UGIĘCIA

$f = 2,04$ mm $< 10,5$ mm ($L/200$)

CECHY GEOMETRYCZNE PRZEKROJU

Pole przek.poprz.netto (A) = 196 cm²

Pole ścinania ($b \times h$) = 196 cm²

Wsk.na zginanie (W_z) = 457 cm³

OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE

Nrr: 1,2

Ściskanie (N_c) = $16,66$ kN

Ścinanie (V_y) = $3,227$ kN

Zginanie (M_z) = $2,158$ kNm

STOPIEŃ WYKORZYSTANIA NOŚNOŚCI PRZEKROJU

Ściskanie: $Sc/f_{cd} = 0,09$

Ściskanie+Zginanie: $(Sc/f_{cd})^2 + Sz/f_{md} = 0,43$

Ścinanie: $ty/f_{vd} = 0,21$

STATECZNOŚĆ OGÓLNA ELEMENTU - WYBOCZENIE

Długość pręta (L_{oz}) = $2,1$ m (L_{oy}) = $2,1$ m

Wsp.dł.wybozczen. (m_{iz}) = $0,47$ (m_{iy}) = 1

Smukłość pręta (i_z) = $24,42$ (i_y) = $51,96$

Wsp.wybozczeniowy ($k_{c,z}$) = $1,021$ ($k_{c,y}$) = $0,8251$

STATECZNOŚĆ OGÓLNA ELEMENTU - ZWICHRZENIE

Zabezpieczenie przed zwichrzeniem

STOPIEŃ WYKORZYSTANIA NOŚNOŚCI ELEMENTU

Wybozczenie: $Sc/(k_c \cdot f_{cd}) = 0,11$

Wybozczenie+Zginanie: $Sc/(k_{cz} \cdot f_{cd}) + Sz/f_{md} = 0,51$

3.1.3. Miecz.

OBIEKT: Belka (5x10)

Od węzła: 24 do węzła: 26 ($L = 1,281$ m)

Przekrój nr: 2 (5x10)

Materiał: C24

Klasa użytkowania konstrukcji: 1

Odległość między przekrojami $< 0,5$ m

STRZAŁKA UGIĘCIA

$f = 0,332$ mm $< 6,405$ mm ($L/200$)

CECHY GEOMETRYCZNE PRZEKROJU

Pole przek.poprz.netto (A) = 50 cm²

Pole ścinania ($b \times h$) = 50 cm²

Wsk.na zginanie (W_z) = 83 cm³ (W_y) = 42 cm³

OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE

Nrr: 1,2

Ściskanie (N_c) = $15,24$ kN

Ścinanie (V_y) = $0,1253$ kN Ścinanie (V_x) = $0,01029$ kN

Zginanie (M_z) = $0,01014$ kNm Zginanie (M_y) = $0,01295$ kNm

STOPIEŃ WYKORZYSTANIA NOŚNOŚCI PRZEKROJU

Ściskanie: $Sc/f_{cd} = 0,31$

Zginanie: $Sz/f_{md} + 0,7 \cdot Sy/f_{md} = 0,03$

Zginanie: $0,7 \cdot Sz/f_{md} + Sy/f_{md} = 0,04$

Ściskanie+Zginanie:

$$(Sc/fcd)^2 + Sz/fmd + 0,7 * Sy/fmd = 0,13$$

$$(Sc/fcd)^2 + 0,7 * Sz/fmd + Sy/fmd = 0,13$$

$$\text{Ścinanie: } tz/fvd = 0,00$$

$$\text{Ścinanie: } ty/fvd = 0,03$$

STATECZNOŚĆ OGÓLNA ELEMENTU - WYBOCZENIE

$$\text{Długość pręta } (Loz) = 1,281 \text{ m } (Loy) = 1,281 \text{ m}$$

$$\text{Wsp.dł.wyboczen. } (miz) = 1 \quad (miy) = 0,3$$

$$\text{Smukłość pręta } (I_z) = 44,38 \quad (I_y) = 26,63$$

$$\text{Wsp.wyboczeniowy } (kc,z) = 0,9061 \quad (kc,y) = 1,012$$

STATECZNOŚĆ OGÓLNA ELEMENTU - ZWICHRZENIE

Zabezpieczenie przed zwichrzeniem

STOPIEŃ WYKORZYSTANIA NOŚNOŚCI ELEMENTU

$$\text{Wyboczenie: } Sc/(kc*fcd) = 0,35$$

Wyboczenie+Zginanie:

$$Sc/(kcz*fcd) + Sz/fmd + 0,7 * Sy/fmd = 0,38$$

$$Sc/(kcy*fcd) + 0,7 * Sz/fmd + Sy/fmd = 0,35$$

KONIEC OBLICZEŃ