

USŁUGI PROJEKTOWE mgr inż. Józef Garczyński  
26-600-Radom ul. Partyzantów 7/9 lok. 2  
jozgar@wp.pl

---

## **EKSPERTYZA TECHNICZNA**

**dotycząca stanu więźby dachowej i stropu kościoła**



**Adres obiektu: Potworów ul. Przysuska 1  
26-414 Potworów  
gmina: Potworów  
powiat: przysuski  
województwo: mazowieckie**

**Zleceniodawca: Parafia Rzymskokatolicka  
pw św. Doroty  
w Potworowie ul. Przysuska, 26-414 Potworów**

**Autor opracowania: mgr inż. Józef Garczyński.....  
Upr.GP-III-8386/33/87**

**Radom 01.2024r.**

**TOM III**

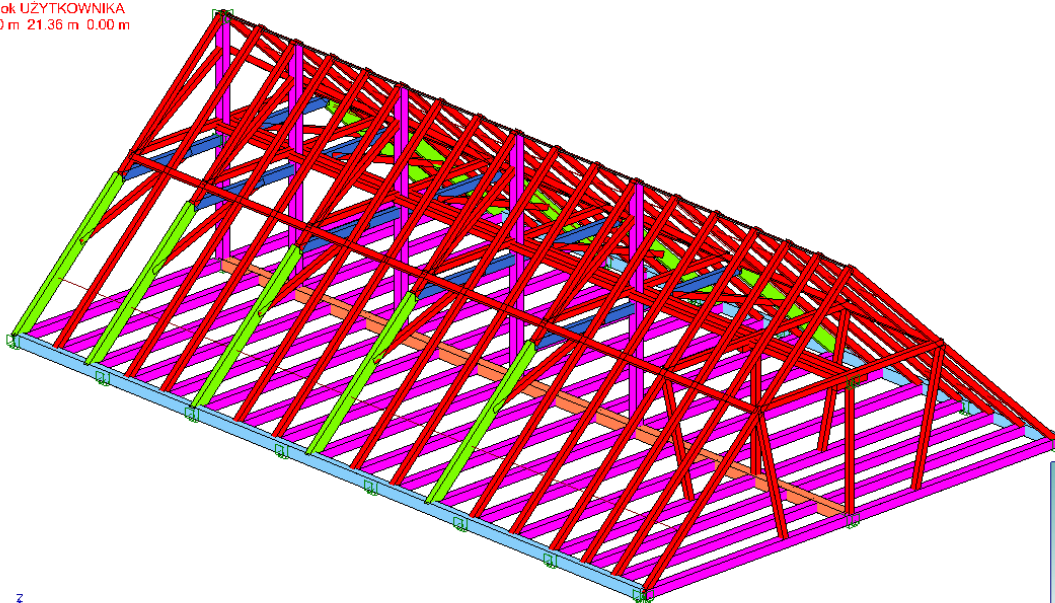
## OŚWIADCZENIE

Na podstawie art. 34 ust. 3d pkt.3 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane ( tekst jednolity Dz. U. z 2020 r poz. 1333) oświadczam , że niniejsza ekspertyza techniczna dotycząca stanu więźby dachowej kościoła na dz. nr 1205 w Potworowie przy ul. Przysuskiej została wykonana zgodnie z obowiązującymi przepisami, normami oraz zasadami wiedzy technicznej na dzień opracowania. Jest kompletna z punktu widzenia celu któremu ma służyć.

OPRACOWAŁ: mgr inż. Józef Garczyński

### SCHEMAT WIĘZBY NAD NAWĄ GŁÓWNA

Widok UŻYTKOWNIKA  
0.00 m 21.36 m 0.00 m



Przekrój	
Red	R24*24
Pink	R20*30
Purple	R16*24
Blue	R5*4
Green	R28*28
Light Green	R16*32
Light Blue	R16*16



## **Spis treści**

**Oświadczenie i uprawnienia projektanta (str. 1-3)**

### **I. CZĘŚĆ OPISOWA (str. 4-16)**

1. Dane ogólne
2. Opis ogólny obiektu
3. Opis i analiza techniczna występujących niekorzystnych zjawisk w konstrukcji dachu
4. Wnioski końcowe i zalecenia

### **II. OBLICZENIA STATYCZNE SPRAWDZAJĄCE (str. 17-47)**

# **I. CZĘŚĆ OPISOWA**

## **1.0 Dane ogólne**

### **1.1 Podstawa opracowania**

Podstawę opracowania stanowi:  
-zlecenie od Inwestora

### **1.2 Przedmiot opracowania**

Przedmiotem opracowania jest budynek kościoła pw św. Doroty w Potworowie

### **1.3 Cel opracowania**

Opracowanie obejmuje ocenę stanu technicznego i określenie sposobu wykonania napraw elementów więźby dachowej kościoła i. Oprócz tego inwentaryzację zaistniałych uszkodzeń i sposób zabezpieczenia przed ich dalszym powstawaniem.

### **1.4 Zakres opracowania**

Ekspertyzę opracowano w zakresie niezbędnym do wydania opinii o stanie technicznym więźby dachowej i nie obejmuje zagadnień mykologii, bezpieczeństwa przeciwpożarowego oraz istniejących instalacji.

### **1.5 Podstawy prawno-techniczne**

Podstawami prawno - technicznymi oceny są:

- Obowiązujące normy budowlane
- Wzmocnienie konstrukcji budowlanych – Eugeniusz Masłowski, Danuta Spizewska
- Konstrukcje drewniane W. Michniewicz
- Technologia robót dekarских. Zygmunt Michnowski.
- Cieśla , stolarz , dekarz- poradnik dla rzemieślników wiejskich –Ministerstwo Budownictwa i Instytut Techniki Budowlanej W-wa 1950.

### **1.6 Dane wyjściowe**

- inwentaryzacja budowlana opracowana przez autora opracowania mgr inż. Jana Malika
- wizje lokalne przeprowadzane w październiku i grudniu 2023 r
- dane uzyskane od Użytkownika
- projekt techniczny wykonania kolorystyki elewacji opracowany przez arch. Witolda Malmona 03.2011 r.
- Szczegółowe oględziny poszczególnych elementów pod kątem jakości wbudowanych materiałów, oraz jakości wykonawstwa
- Dokonanie niezbędnych odkrywek elementów więźby celem określenia stanu technicznego tych elementów

## **2.0 Opis ogólny obiektu**

### **2.1 Dane historyczne**

Kościół w Potworowie istniał prawdopodobnie już w 1470 r. Pierwsza wzmianka pochodzi z 1511. W XVI w. stanowił własność Potworowskich herbu Półkozic i Dębno, potem Wolskich, od 1620 Potkańskich. Pierwotny drewniany spłonął w 1834 i wraz z nim „cudowny" obraz Matki Bożej Częstochowskiej. Obecny kościół pw. św. Doroty rozpoczęto budować w 1770 z fundacji opata sulejowskiego Stanisława Potkańskiego. Dokończono budowę przed 1861 staraniem ks. Ogórkiewicza. Świątynia była restaurowana w 1880, a konsekrowana w 1885 przez bp. Antoniego Ksawerego Sotkiewicza. Podczas I wojny światowej zniszczono doszczętnie wieżę. Przebudowie kościół poddano w latach 1956–1957 staraniem ks. Jana Klimkiewicza i restauracji w 1985, staraniem ks. Bogusława Piątka. W 2015 roku została poświęcona nowa kaplica przedpogrzebowa wybudowana z inicjatywy ks.

kan. Jana Gruszki. Świątynia jest ; orientowana, klasycyzująca, wzniesiona z kamienia i cegły. Jednonawowa poprzedzona od zachodu trzema kruchtami,

## **2.2 Dane techniczne**

Kościół znajduje się na niewielkim wzniesieniu przy ul. Przysuskiej. Otoczony murem otynkowanym obustronnie. Kościół jest murowany, jednonawowy, z dachem dwuspadowym.

Główne wejście do budynku znajduje się od strony zachodniej. Dodatkowo dostęp do obiektu możliwy jest również od strony wschodniej , od strony cmentarza i od południowej w kierunku plebanii. Ściany murowane z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie wapiennej.

Stropy drewniane , belkowe , płaskie z fasetami przy ścianach.

Schody na chór zabiegowe , stalowe. Z poziomu chóru na strych w postaci drabiny stalowej mocowanej do ściany szczytowej. Dostęp ze strychu do wnętrza sygnaturki prowizoryczny w postaci drabiny drewnianej. Więźba dachowa drewniana w formie wiązarów jednowieszakowych nad nawą główną i w postaci krokwiowo-płatwiowej nad prezbiterium . Pokrycie blachą ocynkowaną na deskowaniu ażurowym.

Orientacyjne wymiary budynku kościoła:

- długość l=32,38 m
- szerokość b=13,60 m
- wysokość łącznie z sygnaturką 18,70 m
- wysokość do kalenicy w nawie głównej 15,43 m

## **2.3 Charakterystyka konstrukcyjno - materiałowa budynku**

### **2.3.1 Fundamenty**

Fundamenty w postaci murów kamiennych posadowionych bezpośrednio na gruncie.

Ściany fundamentowe o szerokościach jak mury przyziemia.

### **2.3.2 Ściany zewnętrzne i wewnętrzne**

Ściany zewnętrzne i wewnętrzne wykonane są z cegły pełnej zwykłej ceramicznej na zaprawie wapiennej o zróżnicowanych grubościach.

### **2.3.3 Stropy**

Stropy drewniane w postaci belek z podsufitką. Podsufitka z desek wyprawiona tynkiem wapiennym na trzcinie.

### **2.3.4 Schody**

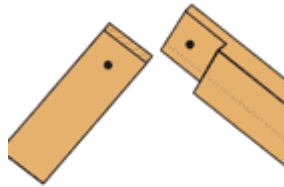
Schody na chór zabiegowe , stalowe. Z poziomu chóru na strych występuje drabina stalowa mocowanej do ściany szczytowej. Dostęp ze strychu do wnętrza sygnaturki prowizoryczny w postaci drabiny drewnianej.

### **2.3.5 Więźba dachowa z drewna sosnowego**

Dach nad prezbiterium i nawą główną dwuspadowy , drewniany , kryty blachą na deskowaniu ażurowym. W elewacji południowej występują świetliki dachowe. Nad przybudówkami dachy jednospadowe. Na belkach drewnianych stropu w osi kalenicy zamontowane są kładki z desek 25 mm. Występuje oświetlenie elektryczne. Na strychu występują elementy wentylacji kościoła.

**Konstrukcja dachu nad prezbiterium** krokwiowo-płatwiowa dwustolcowa z jętkami w miejscach krokwi.

Krokwie łączone w kalenicy na nakładkę poprzez kolek dębowy.



W poziomie stropu z belką na wręb czołowy .



Płatwie na słupach i mieczach. Oparcie słupów na belkach stropowych za pośrednictwem podwalin. Belki stropowe jednoprzęsłowe oparte są bezpośrednio na ścianach murowanych podłużnych. Od spodu belek wykonano podbitkę z desek i wyprawiono tynkiem wapiennym na trzcinie.

Przekroje elementów więźby nad prezbiterium:

- krokwie 16x16 cm w rozstawie co 1,10-1,50 m
- jętki 16x16 cm
- płatwie 16x16 cm
- miecze 16x16 cm
- słupy 16x16 cm
- podwaliny 16x16 cm
- belki stropowe 28x28 cm

**Konstrukcja dachu nad nawą główną** w postaci wiązarów wieszarowych pojedynczych występuje w postaci następujących ustrojów nośnych :

a. Konstrukcja dachu wieszarowa „W1” .

Więźba jednowieszakowa – nad nawą główną w rozstawie co ok. 2,47-4,08 m.

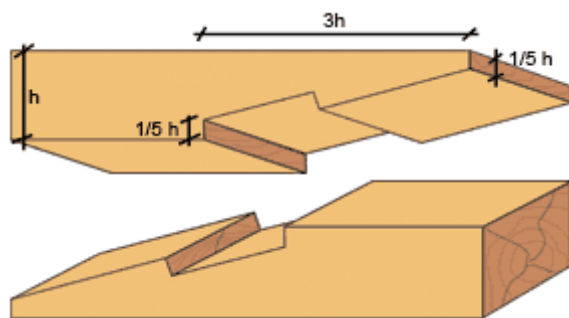
Wieszak składa się ze ściągu ( belki poziomej stanowiącej konstrukcję stropu ) , jednego wieszaka , pary zastrzałów , rozpor i jętki usztywniającej dodatkowo wieszak z krokiewi oraz pary krokwi. Wieszak i ściąg są rozciągane a zastrzały i rozpora są ściskane.

Węzły połączone są za pomocą połączeń ciesielskich , kołków drewnianych dębowych i śrub.

Poszczególne wieszary połączone są wzdłuż budynku płatwiami stopowymi ( tramem ) , do których podwieszono belki , oraz płatwiami pośrednimi opartymi na rozporach. Krokwie ułożone pomiędzy wieszarami oparte są na belkach stopowych i płatwiach pośrednich

w rozstawie co ok. 1,20-1,36 m. Wieszaki podtrzymują tram za pośrednictwem dwóch klamer stalowych i trzech śrub M16 ( dla każdej klamry). Belki stropowe ciągle oparte są bezpośrednio na ścianach murowanych podłużnych i podwieszono do tramu śrubami M20 z podkładką 20x70x70 mm poprzez nakładki drewniane grubości 7 cm , szerokości 15 i długości 25 cm.

Od spodu belek stropowych wykonano podbitkę z desek i wyprawiono tynkiem wapiennym na trzcinie.



Złącze ciesielskie tramu na nakładkę skośną z zazębieniem ( występuje pod wieszakiem)

Przekroje elementów więźby nad nawą główną:

- ściąg ( belka stropowa) 24x24 cm
- wieszaki 24x24 cm
- zastrzały 16x16 cm
- rozpora 16x16 cm
- płatwie ukośne 16x20 cm
- krokwie 16x16 cm w rozstawie co 1,20-1,36 m
- jętki spinające krokiew z zastrzałem i wieszakiem 16x16 cm
- belki usztywniające podłużne 10x18 cm

b. Konstrukcja dachu wieszarowa „W2” .

Więżba jednowieszakowa – nad chórem w rozstawie co 3,20 i 4,08 m.

Wieszar składa się ze ściągu ( belki poziomej stanowiącej konstrukcję stropu ) , jednego wieszaka , dwóch pochyłych słupów i jętki usztywniającej dodatkowo wieszar z krokiewi oraz parę krokwi. Jętka podparta jest dodatkowo poprzeczną belką i dwiema podłużnymi belkami. Wieszak i ściąg są rozciągane a jętki są ściskane.

Węzły połączone są za pomocą połączeń ciesielskich , kołków drewnianych dębowych i śrub. Poszczególne wieszary połączone są wzdłuż budynku płatwiami stopowymi ( tramem ) , do których podwieszono belki , oraz płatwiami pośrednimi opartymi na rozporach. Krokwie ułożone pomiędzy wieszarami oparte są na płatwiach stopowych i płatwiach pośrednich w rozstawie co ok. 1,06-1,36 m. Wieszaki podtrzymują tram za pośrednictwem dwóch klamer stalowych i trzech śrub M16 ( dla każdej klamry). Belki stropowe ciągle oparte są bezpośrednio na ścianach murowanych podłużnych i podwieszono do tramu śrubami M20 z podkładką 20x70x70 mm poprzez nakładki drewniane grubości 7 cm , szerokości 15 i długości 25 cm. Od spodu belek stropowych wykonano podbitkę z desek 38 mm i wyprawiono tynkiem wapiennym na trzcinie.

Przekroje elementów więźby nad nawą główną:

- ściąg ( belka stropowa) 24x24 cm
- wieszaki 16x16 cm
- pochyłe słupy 16x16 cm
- płatwie ukośne 16x20 cm
- krokwie 16x16 cm w rozstawie co 1,06-1,36 m
- jętki spinające krokiew z zastrzałem i wieszakiem 16x16 cm
- belki usztywniające podłużne 10x18 cm
- belki poziome pod jętką 16x16 cm

- c. Konstrukcja dachu krokwiowo-płatwiowa ( więzary tzw. puste pomiędzy W1 i W2)  
Więźba krokwiowo-płatwiowa w rozstawie co ok. 1,06-1,36 m.  
Składa się z krokwi , płatwi ukośnej i belki poziomej stanowiącej konstrukcję stropu .

Przekroje elementów więźby:

- płatwie ukośne 16x20 cm
- krokwie 16x16 cm w rozstawie co 1,06-1,36 m
- ściąg ( belka stropowa) 24x24 cm

### **Konstrukcja sygnaturki**

Inwentaryzacja sygnaturki jest niedostępna do określenia bliższych parametrów technicznych. Dostępność do sygnaturki możliwa po zdjęciu pokrycia dachu sygnaturki, blachy wokół niej i postawienia rusztowań.

Konstrukcja więźby sygnaturki w formie szkieletu drewnianego.

Opiera się na 4 słupach o przekroju 16x16 cm w rozstawie osiowym w obu kierunkach co 84,0 cm i wysokości konstrukcji ok 4,80 m. Z każdej strony spięta deskami o przekroju 4x16 cm dł. 110 cm w rozstawie co 2 cm. Krokwie , jętki drewniane – przekrój niedostępny do zmierzenia.

**Konstrukcja dachu nad przybudówkami** - niedostępna do inwentaryzacji.

### **3.0 OPIS I ANALIZA TECHNICZNA WYSTĘPUJĄCYCH ZJAWISK W ELEMENTACH WIĘZBY DACHOWEJ I STROPU PODWIESZONEGO**

Przeprowadzone wizje lokalne , badania , pomiary w odkrywkach pozwalają na określenie stanu technicznego wszystkich elementów nośnych oraz podanie przyczyn powstałych niekorzystnych zjawisk w budynku.

**Przyjęto następującą klasyfikację stanu technicznego.:**

- **stan techniczny dobry**- element budynku ( lub rodzaj konstrukcji , wykończenia , wyposażenia ) jest dobrze utrzymany , konserwowany , nie wykazuje zużycia i uszkodzenia ; cechy i właściwości materiałów odpowiadają wymaganiom normy ( 0-15% zużycia technicznego).
- stan techniczny zadowolający – element budynku utrzymany jest należycie ; celowy jest remont bieżący polegający na drobnych naprawach , uzupełnieniach , konserwacji itp. ( 16-30% zużycia technicznego).
- stan techniczny średni – w elementach budynku występują niewielkie uszkodzenia nie zagrażające bezpieczeństwu publicznemu ; celowy jest częściowy remont kapitalny , (31-50% zużycia technicznego).
- **stan techniczny mierny** ( niezadawalający) – w elementach budynku występują lokalne silne uszkodzenia , lokalne ubytki , celowy jest remont kapitalny , ( 51-70% zużycia technicznego).
- **stan techniczny zły** – w elementach budynku występują znaczne uszkodzenia , ubytki ; cechy właściwości wbudowanych materiałów mają obniżoną klasę , ( 71-100% zużycia technicznego).

**W ocenie stanu technicznego obiektu pod względem bezpieczeństwa konstrukcji przyjęto następującą klasyfikację ocen:**

- **stan zadowolający** – elementy , które nie wykazują zarysowań , nadmiernych ugięć i śladów korozji,
- **stan mało zadowolający** – elementy , które wykazują niewielkie zarysowania , nieznaczne ugięcia oraz objawy korozji powierzchniowej , plamy i wykwyty na tynkach , nieszczelności pokrycia itp.

- **stan niezadawalający** – elementy , które uległy znacznej korozji , wykazują objawy ugięć , znaczne zarysowania , uszkodzenia tynków.

- **stan przed awaryjny** – elementy , wykazujące nadmierne ugięcia i zarysowania świadczące o przekroczeniu stanów granicznych nośności i użytkowania a także wykazujące istotne uszkodzenia , ubytki itp.

- **stan awaryjny** – konstrukcja wykazuje trwałe uszkodzenia i silne zarysowania , pęknięcia , miejscowa utratę stateczności .

- **katastrofa budowlana** – niezamierzone gwałtowne zniszczenie obiektu budowlanego lub jego części

### **3.1 Pokrycie:**

- a) Podkład drewniany w postaci desek grubości 25 mm i szerokości 12-15 cm przybijanych prostopadle do krokwi z odstępami co ok. 30 cm.



Fot.1 Widok na deskowanie połaci dachowej pokrycie dachowe

- b) Krycie blachą płaską ocynkowaną emaliowaną. Złącza prostopadle do okapu wykonane na rąbek stojący. Poziome szwy na rąbek leżący.

Stan pokrycia jest dostateczny wymagający uszczelnienia obróbek i połączeń przy świetlikach, ogniomurach , załamaniach w połaci oraz wymiany pojedynczych arkuszy lub wymiany całego pokrycia.

**Stan techniczny pokrycia średni a pod względem bezpieczeństwa konstrukcji mało zadowalający.**

### **3.2 Wieżba dachowa** - wg opisu w punkcie 2.3.5.

Elementy wieżby z ubytkami korozyjnymi przekrojów na skutek procesów biologicznych opisanych w ekspertyzie mykologicznej.



Fot. 2 Widoczna korozja biologiczna belki podwalinowej na styku ze ścianą nad prezbiterium ( oś 19B – 19E)



Fot. 3 Odkrywka w miejscu oparcia krokwi na ścianie północnej nad prezbiterium.



Fot. 4 Węzeł łączący krokiew z jętką z oparciem na płatwi z mieczami i słupką nad prezbiterium.



Fot. 5. Uszkodzony wieszak i ubytki w belce podłużnej wieszara jednowieszakowego „W1”



Fot. 6. Połączenie śrubowe belki stropowej z tramem



Fot. 7 Węzeł boczny wieszara „W1”



Fot. 8 Węzeł środkowy wieszara „W1”



Fot. 9 Węzeł boczny wieszara „W2”

Na podstawie oględzin zewnętrznych, niezbędnych odkrywek oraz sprawdzających obliczeń statyczno-wytrzymałościowych stwierdza się, że:

- elementy więźby dachowej wykazują wykorzystanie stanów granicznych nośności i użytkowania przy założeniu, że przekroje nośne prętów posiadają 100% przekroje
- w związku z redukcją przekrojów spowodowaną korozją biologiczną podstawowe elementy nośne tj. wieszaki, belki podłużne (tramy) oraz podwieszane do nich belki stropowe nie zachowują nośności dopuszczalnego ugięcia. W nawie głównej, w miejscu pod sygnaturką, widoczne jest zarysowanie stropu.



**Stan techniczny mierny (niezadawalający)** – w elementach budynku występują lokalne silne uszkodzenia, lokalne ubytki, celowy jest remont kapitalny, (51-70% zużycia technicznego).

**Stan techniczny pod względem bezpieczeństwa konstrukcji dachu przed awaryjny** – elementy wykazują nadmierne ugięcia i zarysowania świadczące o przekroczeniu stanów granicznych nośności i użytkowania a także wykazujące istotne uszkodzenia, ubytki itp.

#### **4.0 WNIOSKI I ZALECENIA**

##### **4.1 WNIOSKI**

W myśl zapisów zawartych w „Karcie Weneckiej”, działanie na zabytku ma na celu zachowanie i ujawnienie historycznej, estetycznej wartości obiektu oraz polega na poszanowaniu dawnej substancji i elementów stanowiących autentyczne dokumenty przeszłości. Dopuszcza się jednak wzmacnianie obiektów zabytkowych przy zastosowaniu nowoczesnych technik konserwatorskich, budowlanych i inżynierskich, przy zachowaniu zasad doktryny konserwatorskiej w chwili, gdy techniki tradycyjne okazują się niewydolne, a nowoczesne techniki poparte są badaniami naukowymi oraz doświadczeniem.

Przyjmując, że czynniki zewnętrzne wymienione wyżej uległy ustabilizowaniu lub w trakcie prac remontowych zostaną wyeliminowane zaleca się osłabione miejsca konstrukcji poddać procesom rewitalizacyjnym.

Trwałość budynku i jego elementów jest związana z jakością jego wykonania i jakością użytych przy jego wznoszeniu materiałów. Według danych Komitetu Mieszkaniowego Europejskiej Komisji Ekonomicznej w normalnych warunkach eksploatacji budynku tradycyjnego jego trwałość waha się od 100-150 lat.

Orientacyjna trwałość elementów budynku:

- fundamenty ceglane 70 lat
- ściany ceglane 130 lat
- strop drewniany belkowy 60-80 lat
- tynki wewnętrzne wapienne 50-60 lat

Przedmiotowy budynek realizowano od 1770 do 1880 roku.

Na podstawie zebranych materiałów z wizji lokalnej, odkrywek, przeprowadzonych pomiarów oraz w oparciu o dokonaną analizę istniejącego stanu technicznego, stwierdza się co następuje.

Wszystkie elementy konstrukcyjne dachu oraz w mniejszym lub większym stopniu posiadają uszkodzenia lub wady uniemożliwiające ich normalną eksploatację ze względu na obowiązujące przepisy i normy budowlane.

Należy stwierdzić, że stopień zużycia poszczególnych elementów konstrukcyjnych dachu nie jest jednakowy. Obok elementów skorodowanych występują inne w stanie technicznym dobrym.

Konstrukcja dachu bez naprawy elementów nośnych nie spełnia wymaganych funkcji wymaganych dla bezpiecznej eksploatacji.

Elementy więźby uszkodzone są przez owady i korozję biologiczną (grzybem) i stan ten skutkuje ujemnie na konstrukcję obiektu jak i na bezpieczeństwo osób w nim przebywających

#### **4.2 ZALECENIA:**

Konieczne jest przeprowadzenie prac remontowych doprowadzających obiekt do stanu zgodności z obowiązującymi normami. W związku z powyższym zaleca się wykonanie wymaganych robót eliminujących przyczyny i skutki uszkodzeń podanych w opisie stanu istniejącego w punkcie 3.0. Prace rozbiórkowo-remontowe powinny być realizowane przez osobę uprawnioną posiadającą doświadczenie w realizacji podobnych zadań.

Do oszacowania kosztów naprawy więźby dachowej przyjęto, że:

- elementy więźby dachowej o przekrojach 16x16 cm tj. krokwie, jętki, rozpory, zastrzały należy wzmocnić w miejscach zniszczonych przez korozję biologiczną (wg szczegółu na rys. 8)
- belki stropowe nad nawą główną o przekrojach 24x24 cm należy wzmocnić w 100 % (wg szczegółu na rys. 7)
- wieszak przy sygnaturce na wysokości od jętek do kalenicy o przekrojach 24x24 cm należy wzmocnić w 100 % (wg szczegółu na rys. 6)
- belkę podłużną o przekroju 28x28 cm należy wzmocnić w 100 % (wg szczegółu na rys. 5)
- wieszak w osi C-7,10,13,16 o przekroju 24x24 cm należy wzmocnić dodatkowym elementem stalowym (wg szczegółu na rys. 4)
- pokrycie dachu z blachy ocynkowanej wymienić na blachę cynkowo - tytanową

Na podanych rozwiązaniach podano kolejność wykonywania robót oraz sposoby dodatkowych zabezpieczeń.

Drewno należy zabezpieczyć środkami ochrony biologicznej drewna dopuszczonymi do stosowania w budownictwie użyteczności publicznej. Wilgotność drewna wbudowywanego nie powinna przekroczyć 15%. Na styku wszystkich elementów drewnianych z murami ułożyć dwie warstwy papy niepiaskowanej aby odciąć możliwość podciągania wilgoci. Wszystkie elementy drewniane przed wbudowaniem należy zabezpieczyć środkami owado- i grzybobójczymi oraz utrudniającymi zapalenie.

Najlepsze rezultaty daje:

- Xilix gel
- Fobos M4

### **Uwagi końcowe**

Zgodnie z ustawą z dn. 20.06.2015 r. o zmianie ustawy o wyrobach budowlanych oraz ustawy o systemie oceny zgodności ( Dz. U. z 2015 r. poz. 1165) wszystkie materiały wbudowane w obiekt muszą posiadać:

- a) krajową ocenę techniczną (KOT)
- b) obowiązkową deklarację właściwości użytkowych (DWU)
- c) system oceny i weryfikacji stałości właściwości użytkowych zgodny z obowiązującymi przepisami oraz Polskimi Normami , PN-EN i krajową oceną techniczną

- wszystkie roboty budowlane prowadzić pod fachowym nadzorem zgodnie z przedmiotowymi normami „PN-EN” oraz w oparciu o plan bezpieczeństwa i ochrony zdrowia do sporządzania , którego zobowiązuje Wykonawcę ustawa – Prawo Budowlane ( Dz. U.1994 nr 89 poz. 414 , tekst jednolity : Dz. U. 2020 poz. 1333) , Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 27.08.2002 r . ( Dz. U. Nr 151 poz. 1256 z 2002 r.).

W przypadku stwierdzenia warunków odmiennych od założonych w projekcie niezwłocznie powiadomić projektanta.

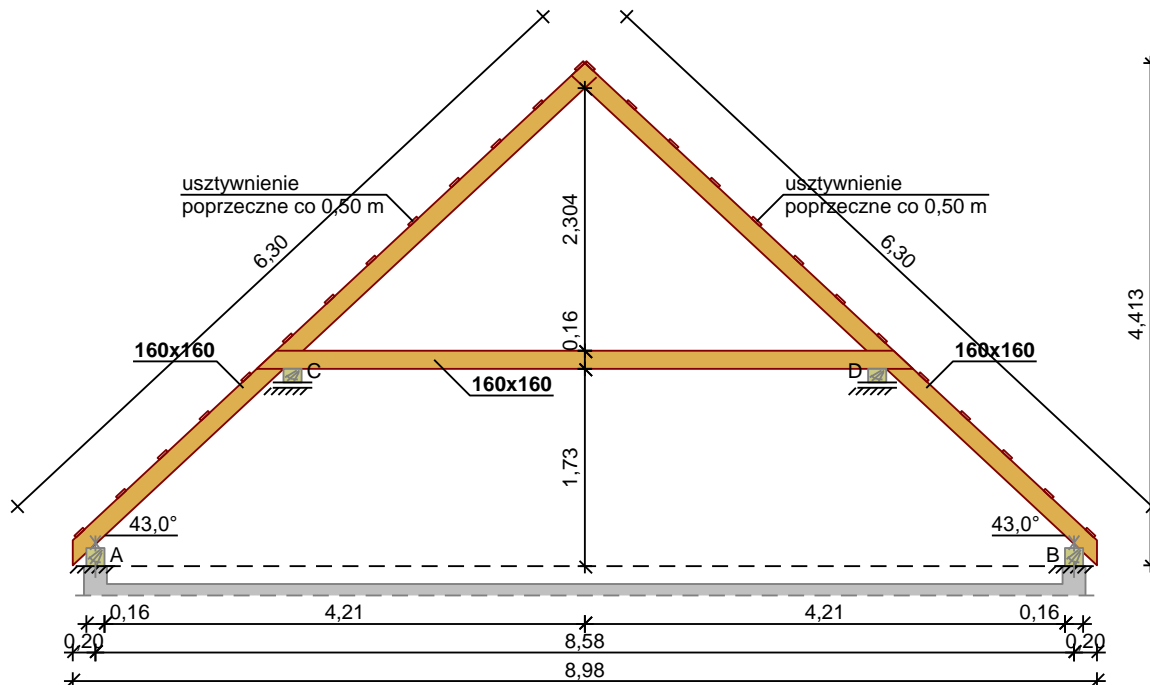
Opracował: mgr inż. Józef Garczyński-----

## II. OBLICZENIA STATYCZNE SPRAWDZAJĄCE

### 1.1 Wiązar jętkowy - nad prezbiterium

#### DANE:

Szkic



Kąt nachylenia połaci dachowej  $\alpha = 43,0^\circ$

Osiowy rozstaw murłat  $l = 8,58$  m

Wysięg wsporników  $l_1 = 0,28$  m

Poziom jętka  $h_1 = 1,73$  m

Rozstaw osiowy wiązarów  $a = 1,50$  m

Odległość między usztywnieniami bocznymi krokwi = 0,50 m

Usztywnienia boczne jętki - brak

#### Dane materiałowe:

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

Krokiew 160x160 mm (zaciosy: podpora - 30 mm, jętka - 25 mm)

Jętka 160x160 mm

#### Obciążenia:

Pokrycie dachu  $g_1 = 0,250$  kN/m<sup>2</sup>

Uwzględniono ciężar własny elementu

Obciążenie warstwami wykończeniowymi:

- na całej długości krokwi bez wsporników  $g_2 = 0,00$  kN/m<sup>2</sup>

- na wsporniku  $g_3 = 0,00$  kN/m<sup>2</sup>

Obciążenie stałe na jętce  $g_4 = 0,000$  kN/m<sup>2</sup>

Obciążenie śniegiem wyznaczono automatycznie

- iloczyn współczynnika ekspozycji, współczynnika termicznego i obciążenia charakterystycznego

śniegiem gruntu  $C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,900$  kN/m<sup>2</sup>

Obciążenie wiatrem wyznaczono automatycznie jak dla części okapowych dachu dwuspadowego

- Parametry dachu:

- Wysokość całkowita  $h = 6,60$  m

- Długość dachu  $c = 5,00$  m

- Długość okapów  $c_1 = 0,00$  m

- Szerokość dachu przyjęto wg zdefiniowanych wymiarów obliczanego elementu

- Szczytowe ciśnienie prędkości wiatru  $q_{p(z)} = 0,634$  kPa

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

$$q_1 = 0,00 \text{ kN/m}^2$$

Obciążenie montażowe  $F = 1,00 \text{ kN}$

**Założenia obliczeniowe:**

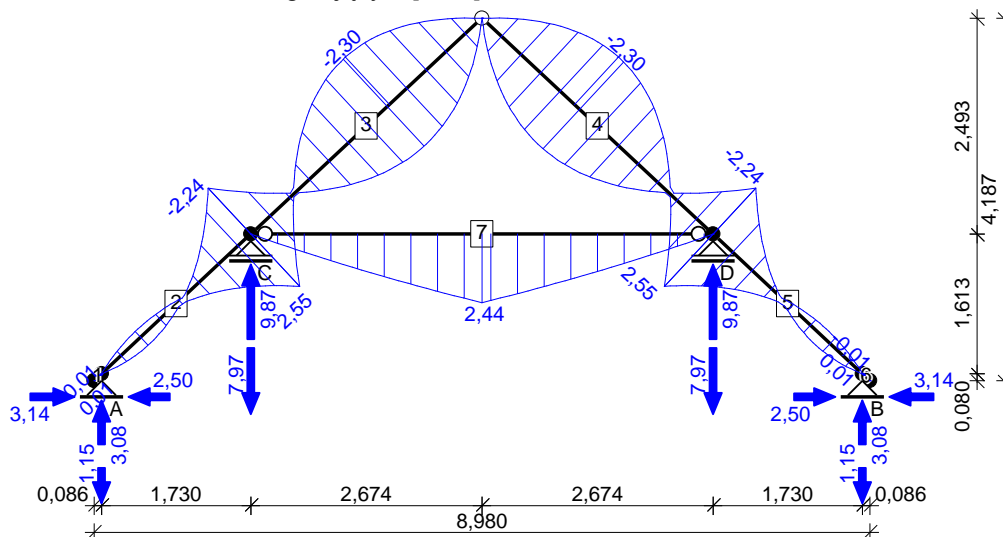
Załącznik krajowy: PN-EN (Polska)

Klasa niezawodności konstrukcji - RC2

Klasa użytkowania konstrukcji - 2

**WYNIKI:**

Obwiednia momentów zginających [kNm]:



Reakcje podporowe dla poszczególnych przypadków:

podpora	$R_V$ [kN]	$R_H$ [kN]
stałe		
A	0,68	0,37
B	0,68	-0,37
C	2,52	--
D	2,52	--
śnieg równomierny		
A	0,63	0,34
B	0,63	-0,34
C	2,09	--
D	2,09	--
śnieg max. z lewej		
A	0,55	0,26
B	0,39	-0,26
C	2,00	--
D	1,13	--
śnieg max. z prawej		
A	0,39	0,26
B	0,55	-0,26
C	1,13	--
D	2,00	--
wiatr z lewej, strefa FHJI		
A	-0,86	-1,36
B	0,85	-0,79
C	2,68	--
D	-0,24	--
wiatr z lewej, strefa FHJI (ii)		
A	-0,42	-0,18
B	0,35	-0,47
C	-0,04	--
D	-1,06	--
wiatr z lewej, strefa FHJI (iii)		
A	-1,20	-1,72
B	1,18	-1,36

C	2,77	--
D	-1,32	--
wiatr z lewej, strefa FHJI (iv)		
A	-0,08	0,18
B	0,02	0,10
C	-0,13	--
D	0,01	--
wiatr z lewej, strefa GHJI		
A	-0,86	-1,36
B	0,85	-0,79
C	2,68	--
D	-0,24	--
wiatr z lewej, strefa GHJI (ii)		
A	-0,42	-0,18
B	0,35	-0,47
C	-0,04	--
D	-1,06	--
wiatr z lewej, strefa GHJI (iii)		
A	-1,20	-1,72
B	1,18	-1,36
C	2,77	--
D	-1,32	--
wiatr z lewej, strefa GHJI (iv)		
A	-0,08	0,18
B	0,02	0,10
C	-0,13	--
D	0,01	--
wiatr z prawej, strefa FHJI		
A	0,85	0,79
B	-0,86	1,36
C	-0,24	--
D	2,68	--
wiatr z prawej, strefa FHJI (ii)		
A	0,35	0,47
B	-0,42	0,18
C	-1,06	--
D	-0,04	--
wiatr z prawej, strefa FHJI (iii)		
A	1,18	1,36
B	-1,20	1,72
C	-1,32	--
D	2,77	--
wiatr z prawej, strefa FHJI (iv)		
A	0,02	-0,10
B	-0,08	-0,18
C	0,01	--
D	-0,13	--
wiatr z prawej, strefa GHJI		
A	0,85	0,79
B	-0,86	1,36
C	-0,24	--
D	2,68	--
wiatr z prawej, strefa GHJI (ii)		
A	0,35	0,47
B	-0,42	0,18
C	-1,06	--
D	-0,04	--
wiatr z prawej, strefa GHJI (iii)		
A	1,18	1,36
B	-1,20	1,72
C	-1,32	--
D	2,77	--
wiatr z prawej, strefa GHJI (iv)		
A	0,02	-0,10
B	-0,08	-0,18
C	0,01	--
D	-0,13	--
wiatr na ścianie szczytowej, strefa FG		
A	0,30	1,01
B	0,30	-1,01
C	-5,74	--

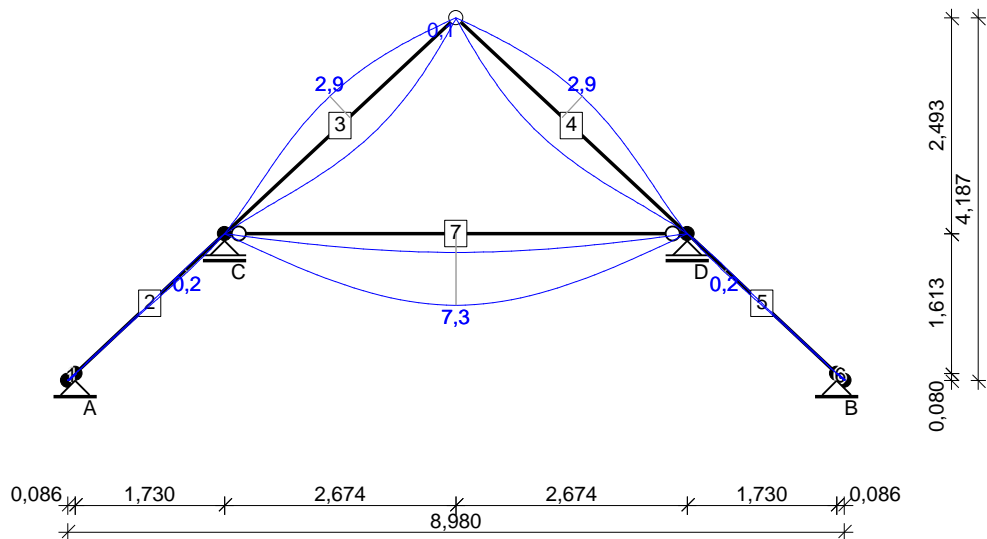
D	-5,74	--
wiatr ściana szczytowa, strefa H		
A	0,13	0,77
B	0,13	-0,77
C	-3,76	--
D	-3,76	--
wiatr ściana szczytowa, strefa I		
A	0,12	0,39
B	0,12	-0,39
C	-2,12	--
D	-2,12	--
ciśnienie wewnętrzne		
A	-0,02	-0,18
B	-0,02	0,18
C	0,84	--
D	0,84	--
ciśnienie wewnętrzne (ii)		
A	0,04	0,28
B	0,04	-0,28
C	-1,26	--
D	-1,26	--
użytkowe dachu		
A	0,61	0,34
B	0,61	-0,34
C	2,05	--
D	2,05	--
montażowe jętki		
A	0,00	0,00
B	0,00	0,00
C	0,50	--
D	0,50	--

#### Ekstremalne reakcje podporowe:

podpora	$R_v$ [kN]	$R_H$ [kN]	kombinacja
A	3,08 -1,15 -1,15	3,14 -2,50 -2,50	K512: 0,85·1,35·stałe+(1,5·wiatr z prawej, strefa FHJ (iii))+1,5·ciśnienie wewnętrzne (ii))+1,5·0,5·śnieg równomierny K757: 1,0·stałe+(1,5·wiatr z lewej, strefa GHJ (iii))+1,5·ciśnienie wewnętrzne) K725: 1,0·stałe+(1,5·wiatr z lewej, strefa FHJ (iii))+1,5·ciśnienie wewnętrzne)
B	3,08 -1,15	-3,14 2,50	K480: 0,85·1,35·stałe+(1,5·wiatr z lewej, strefa GHJ (iii))+1,5·ciśnienie wewnętrzne (ii))+1,5·0,5·śnieg równomierny K789: 1,0·stałe+(1,5·wiatr z prawej, strefa FHJ (iii))+1,5·ciśnienie wewnętrzne)
C	9,87 -7,97	0,00 0,00	K479: 0,85·1,35·stałe+(1,5·wiatr z lewej, strefa GHJ (iii))+1,5·ciśnienie wewnętrzne)+1,5·0,5·śnieg równomierny K838: 1,0·stałe+(1,5·wiatr na ścianę szczytową, strefa FG+1,5·ciśnienie wewnętrzne (ii))
D	9,87 -7,97	0,00 0,00	K511: 0,85·1,35·stałe+(1,5·wiatr z prawej, strefa FHJ (iii))+1,5·ciśnienie wewnętrzne)+1,5·0,5·śnieg równomierny K838: 1,0·stałe+(1,5·wiatr na ścianę szczytową, strefa FG+1,5·ciśnienie wewnętrzne (ii))

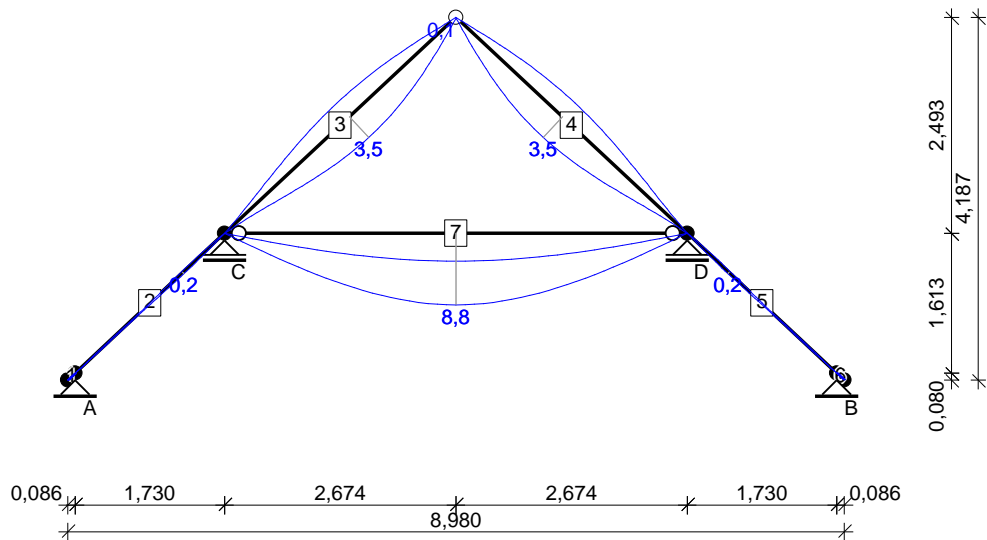
#### Obwiednia SGU charakterystyczna:

Wykres przemieszczeń chwilowych [mm]:



### Obwiednia SGU quasi-stała:

Wykres przemieszczeń końcowych [mm]:



### Krokiew 160x160 mm

→  $A = 256 \text{ cm}^2$ ,  $W_y = 683 \text{ cm}^3$ ,  $W_z = 683 \text{ cm}^3$ ,  $J_y = 5461 \text{ cm}^4$ ,  $J_z = 5461 \text{ cm}^4$ ,  $J_{\text{tor}} = 9219 \text{ cm}^4$ ,  $m = 10,8 \text{ kg/m}$

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: **K838**: 1,0·stała+(1,5·wiatr na ścianę szczytową, strefa FG+1,5·ciśnienie wewnętrzne (ii)) →  $\gamma_M = 1,3$ ;  $k_{\text{mod}} = 0,90$

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju  $x = 3,66 \text{ m}$  na pręcie 4:

$$N_{t,d} = 2,08 \text{ kN}, \quad \sigma_{t,0,d} = 0,08 \text{ MPa}$$

$$M_{y,d} = 2,55 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,y,d} = 3,73 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

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

$$f_{t,0,d} = k_{\text{mod}} \cdot f_{t,0,k} / \gamma_M = 10,04 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{t,0,d} / f_{t,0,d} + \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,008 + 0,224 = 0,233 < 1$$

### SGN - Warunek stateczności - wyboczenie:

Decyduje kombinacja: **K838**: 1,0·stała+(1,5·wiatr na ścianę szczytową, strefa FG+1,5·ciśnienie wewnętrzne (ii)) →  $\gamma_M = 1,3$ ;  $k_{\text{mod}} = 0,90$

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju  $x = 2,37 \text{ m}$  na pręcie 2:

$$N_{c,d} = 1,70 \text{ kN}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,07 \text{ MPa}$$

$$M_{y,d} = 2,55 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,y,d} = 3,73 \text{ MPa}$$

Warunek stateczności elementu:

$$l_{ey} = 2,37 \text{ m}; \quad k_{c,y} = 0,783; \quad l_{ez} = 0,50 \text{ m}; \quad k_m = 0,7$$

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

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

$$\sigma_{c,0,d} / (k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,006 + 0,224 = 0,230 < 1$$

$$(\sigma_{c,0,d} / f_{c,0,d})^2 + k_m \cdot \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,000 + 0,157 = 0,157 < 1$$

SGN - Warunek stateczności - zwichrzenie:

element zabezpieczony przed zwichrzeniem

SGN - Ścinanie:

Decyduje kombinacja: **K838**: 1,0·stała+(1,5·wiatr na ścianę szczytową, strefa FG+1,5·ciśnienie wewnętrzne (ii)) →  $\gamma_M = 1,3$ ;  $k_{mod} = 0,90$

Siła poprzeczna i odpowiadające naprężenie dla przekroju **x = 0,00 m** na pręcie **3**:

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

$$V_{z,d} = 4,48 \text{ kN}, \quad T_{z,d} = 0,39 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

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

$$T_{z,d} = 0,39 \text{ MPa} < f_{v,d} = 2,77 \text{ MPa} \quad (14,2\%)$$

SGN - Docisk na podporze:

Decyduje kombinacja: **K512**: 0,85·1,35·stała+(1,5·wiatr z prawej, strefa FHJI (iii)+1,5·ciśnienie wewnętrzne (ii))+1,5·0,5·śnieg równomierny →  $\gamma_M = 1,3$ ;  $k_{mod} = 0,90$

Podpora A → Reakcja  $R_{V,A} = 3,08 \text{ kN}$ ;  $a_p = 44 \text{ mm}$ ;  $b_e = 160 \text{ mm}$

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

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

$$f_{c,90,d} = k_{mod} \cdot f_{c,90,k} / \gamma_M = 1,73 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,47,d} = 0,44 \text{ MPa} < f_{c,0,d} / [(f_{c,0,d} / (k_{c,90} \cdot f_{c,90,d})) \cdot \sin^2 47^\circ + \cos^2 47^\circ] = 2,93 \text{ MPa} \quad (14,9\%)$$

SGU - Ugięcie chwilowe:

Decyduje kombinacja: **K1110**: stała+(wiatr na ścianę szczytową, strefa FG+ciśnienie wewnętrzne (ii))

Wartości dla przekroju **x = 1,68 m** na pręcie **4**:

$$u_{inst} = 2,9 \text{ mm} < u_{inst,lim} = 3656 / 350 = 10,4 \text{ mm} \quad (28,0\%)$$

SGU - Ugięcie końcowe:

Decyduje kombinacja: **K1327**: 1,8·stała+(1,0·wiatr z prawej, strefa FHJI (iii)+1,0·ciśnienie wewnętrzne)+0,5·śnieg równomierny

Wartości dla przekroju **x = 1,68 m** na pręcie **4**:

$$u_{fin} = (-) 3,5 \text{ mm} < u_{fin,lim} = 3656 / 200 = 18,3 \text{ mm} \quad (19,0\%)$$

**Krokiew w miejscu oparcia na podporze 160x130 mm**

→  $A = 208 \text{ cm}^2$ ,  $W_y = 451 \text{ cm}^3$ ,  $W_z = 555 \text{ cm}^3$ ,  $J_y = 2929 \text{ cm}^4$ ,  $J_z = 4437 \text{ cm}^4$ ,  $J_{tor} = 5935 \text{ cm}^4$ ,  $m = 8,74 \text{ kg/m}$

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: **K789**: 1,0·stała+(1,5·wiatr z prawej, strefa FHJI (iii)+1,5·ciśnienie wewnętrzne) →  $\gamma_M = 1,3$ ;  $k_{mod} = 0,90$

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 2,37 m** na pręcie **5**:

$$N_{t,d} = 2,63 \text{ kN}, \quad \sigma_{t,0,d} = 0,13 \text{ MPa}$$

$$M_{y,d} = 0,01 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,y,d} = 0,01 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

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

$$f_{t,0,d} = k_{mod} \cdot f_{t,0,k} / \gamma_M = 10,04 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{t,0,d} / f_{t,0,d} + \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,013 + 0,001 = 0,013 < 1$$

**Krokiew w miejscu połączenia z jętką 135x160 mm**

→  $A = 216 \text{ cm}^2$ ,  $W_y = 576 \text{ cm}^3$ ,  $W_z = 486 \text{ cm}^3$ ,  $J_y = 4608 \text{ cm}^4$ ,  $J_z = 3281 \text{ cm}^4$ ,  $J_{tor} = 6439 \text{ cm}^4$ ,  $m = 9,07 \text{ kg/m}$

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

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

$\rho_{\text{mean}} = 420 \text{ kg/m}^3$

#### SGN - Zginanie z rozciąganiem osiowym:

Decyduje kombinacja: **K838**: 1,0·stałe+(1,5·wiatr na ścianę szczytową, strefa FG+1,5·ciśnienie wewnętrzne (ii)) →  $\gamma_M = 1,3$ ;  $k_{\text{mod}} = 0,90$

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju  $x = 3,66 \text{ m}$  na pręcie 4:

$$N_{t,d} = 2,08 \text{ kN}, \quad \sigma_{t,0,d} = 0,10 \text{ MPa}$$

$$M_{y,d} = 2,55 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,y,d} = 4,42 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

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

$$f_{t,0,d} = k_{\text{mod}} \cdot f_{t,0,k} / \gamma_M = 10,04 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,010 + 0,266 = 0,276 < 1$$

#### **Cześć wspornikowa krokwi**

→  $A = 256 \text{ cm}^2$ ,  $W_y = 683 \text{ cm}^3$ ,  $W_z = 683 \text{ cm}^3$ ,  $J_y = 5461 \text{ cm}^4$ ,  $J_z = 5461 \text{ cm}^4$ ,  $J_{\text{tor}} = 9219 \text{ cm}^4$ ,  $m = 10,8 \text{ kg/m}$

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

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

#### SGU - Ugięcie chwilowe:

Decyduje kombinacja: **K993**: stałe+(wiatr z lewej, strefa FHJI (iii)+ciśnienie wewnętrzne)+0,5·śnieg max. z lewej

Wartości dla przekroju  $x = 0,00 \text{ m}$  na pręcie 1:

$$u_{\text{inst}} = 0,0 \text{ mm} < u_{\text{inst,lim}} = 117 / 150 = 0,8 \text{ mm} \quad (2,7\%)$$

#### SGU - Ugięcie końcowe:

Decyduje kombinacja: **K1265**: 1,8·stałe+(1,0·wiatr z lewej, strefa FHJI (iii)+1,0·ciśnienie wewnętrzne)+0,5·śnieg max. z lewej

Wartości dla przekroju  $x = 0,00 \text{ m}$  na pręcie 1:

$$u_{\text{fin}} = 0,0 \text{ mm} < u_{\text{fin,lim}} = 117 / 150 = 0,8 \text{ mm} \quad (3,2\%)$$

#### **Jętka 160x160 mm**

→  $A = 256 \text{ cm}^2$ ,  $W_y = 683 \text{ cm}^3$ ,  $W_z = 683 \text{ cm}^3$ ,  $J_y = 5461 \text{ cm}^4$ ,  $J_z = 5461 \text{ cm}^4$ ,  $J_{\text{tor}} = 9219 \text{ cm}^4$ ,  $m = 10,8 \text{ kg/m}$

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: **K584**: 0,85·1,35·stałe+1,5·montażowe jętki →  $\gamma_M = 1,3$ ;  $k_{\text{mod}} = 1,10$

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju  $x = 2,67 \text{ m}$  na pręcie 7:

$$N_{t,d} = 0,45 \text{ kN}, \quad \sigma_{t,0,d} = 0,02 \text{ MPa}$$

$$M_{y,d} = 2,44 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,y,d} = 3,57 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

$$f_{m,y,d} = k_{\text{mod}} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 20,31 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,d} = k_{\text{mod}} \cdot f_{t,0,k} / \gamma_M = 12,27 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,001 + 0,176 = 0,177 < 1$$

#### SGN - Warunek stateczności - wyboczenie:

Decyduje kombinacja: **K437**: 0,85·1,35·stałe+(1,5·wiatr z lewej, strefa FHJI+1,5·ciśnienie wewnętrzne) →  $\gamma_M = 1,3$ ;  $k_{\text{mod}} = 0,90$

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju  $x = 2,67 \text{ m}$  na pręcie 7:

$$N_{c,d} = 0,21 \text{ kN}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,01 \text{ MPa}$$

$$M_{y,d} = 0,43 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,y,d} = 0,63 \text{ MPa}$$

Warunek stateczności elementu:

$$l_{ey} = 5,35 \text{ m}; \quad k_{c,y} = 0,233; \quad l_{ez} = 5,35 \text{ m}; \quad k_{c,z} = 0,233; \quad k_m = 0,7$$

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

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

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,002 + 0,038 = 0,041 < 1$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,002 + 0,027 = 0,029 < 1$$

#### SGN - Warunek stateczności - zwichrzenie:

element zabezpieczony przed zwichrzeniem

### SGN - Ścinanie:

Decyduje kombinacja: **K584**:  $0,85 \cdot 1,35 \cdot \text{stałe} + 1,5 \cdot \text{montażowe}$  jętki  $\rightarrow \gamma_M = 1,3$ ;  $k_{mod} = 1,10$   
Siła poprzeczna i odpowiadające naprężenie dla przekroju  $x = 0,00$  m na pręcie 7:

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

$$V_{z,d} = -1,07 \text{ kN}, \quad T_{z,d} = 0,09 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M = 3,38 \text{ MPa}$$

$$T_{z,d} = 0,09 \text{ MPa} < f_{v,d} = 3,38 \text{ MPa} \quad (2,8\%)$$

### SGU - Ugięcie chwilowe:

Decyduje kombinacja: **K1128**: stałe+montażowe jętki

Wartości dla przekroju  $x = 2,67$  m na pręcie 7:

$$u_{inst} = (-) 7,3 \text{ mm} < u_{inst,lim} = 5348 / 350 = 15,3 \text{ mm} \quad (47,7\%)$$

### SGU - Ugięcie końcowe:

Decyduje kombinacja: **K1400**:  $1,8 \cdot \text{stałe} + 1,0 \cdot \text{montażowe}$  jętki

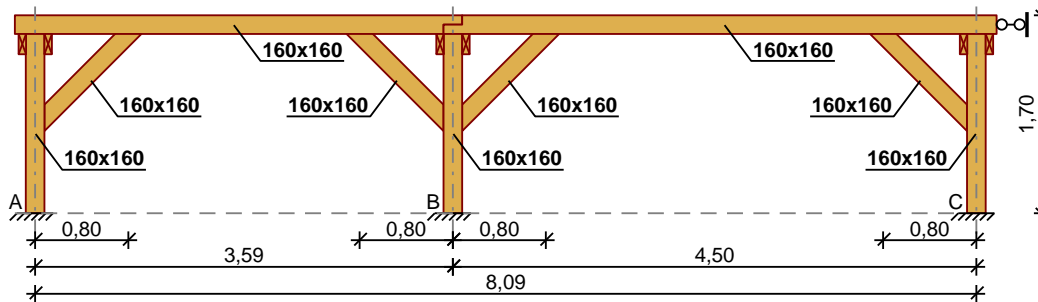
Wartości dla przekroju  $x = 2,67$  m na pręcie 7:

$$u_{fin} = (-) 8,8 \text{ mm} < u_{fin,lim} = 5348 / 200 = 26,7 \text{ mm} \quad (32,9\%)$$

## **Platew**

### DANE:

Szkic



### Dane materiałowe:

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

Platew 160x160 mm

Słup 160x160 mm

Miecz 160x160 mm

### Obciążenia:

Obciążenie stałe  $g_z = 4,700 \text{ kN/m}$

Uwzględniono ciężar własny elementu

Obciążenie śniegiem  $s_z = 0,000 \text{ kN/m}$

Obciążenie wiatrem (i)  $w_{e,z} = 0,000 \text{ kN/m}$ ;  $w_{e,y} = 0,000 \text{ kN/m}$

Obciążenie wiatrem (ii)  $w_{e,z} = 0,000 \text{ kN/m}$ ;  $w_{e,y} = 0,000 \text{ kN/m}$

Obciążenie ciśnieniem wewnętrznym (i)  $w_{i,z} = 0,000 \text{ kN/m}$ ;  $w_{i,y} = 0,000 \text{ kN/m}$

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

### Założenia obliczeniowe:

Załącznik krajowy: PN-EN (Polska)

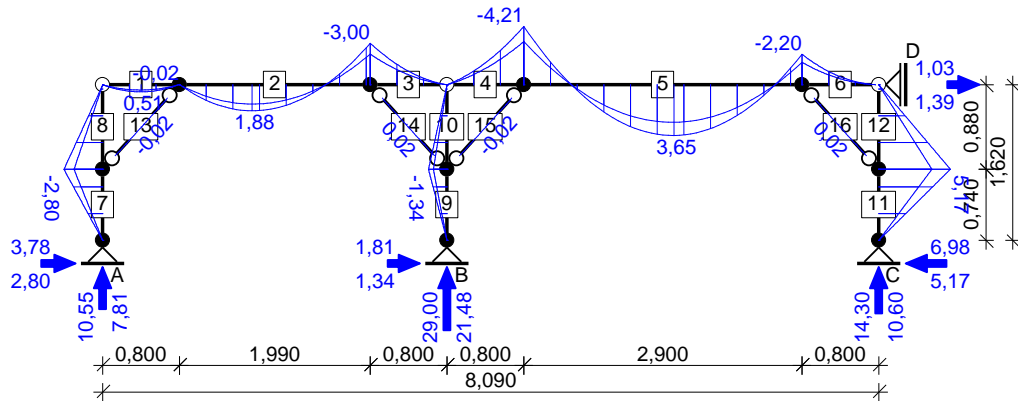
Klasa niezawodności konstrukcji - RC2

Klasa użytkowania konstrukcji - 2

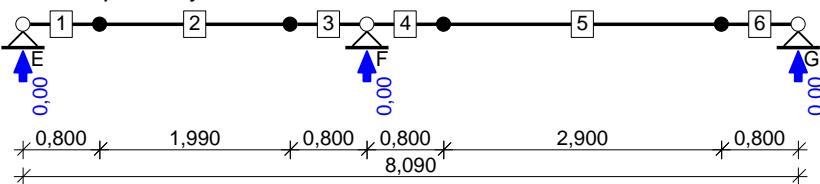
### WYNIKI:

Obwiednia momentów zginających [kNm]:

Kierunek pionowy:



Kierunek poziomy:



Reakcje podporowe dla poszczególnych przypadków:

podpora	$R_v$ [kN]	$R_H$ [kN]
stałe		
A	7,81	2,80
B	21,48	1,34
C	10,60	-5,17
D	-1,03	-

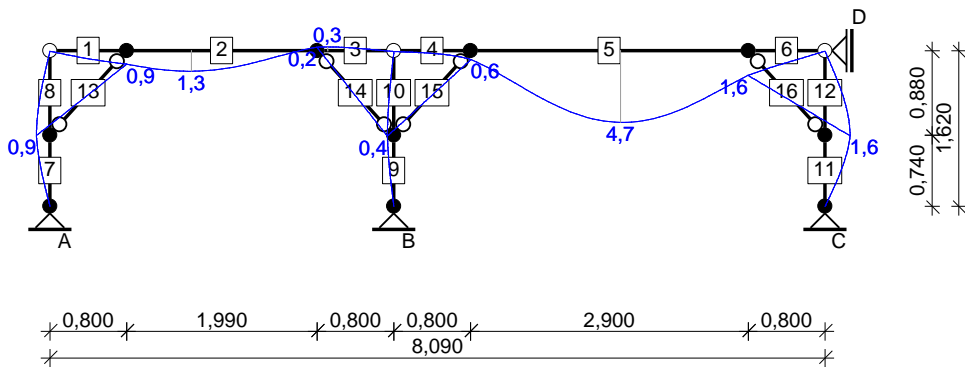
Ekstremalne reakcje podporowe:

podpora	$R_v$ [kN]	$R_H$ [kN]	kombinacja
A	<b>10,55</b>	<b>3,78</b>	$K1: 1,35 \cdot \text{stałe}$
B	<b>29,00</b>	<b>1,81</b>	$K1: 1,35 \cdot \text{stałe}$
C	<b>14,30</b>	<b>-6,98</b>	$K1: 1,35 \cdot \text{stałe}$
D	<b>-1,39</b>	0,00	$K1: 1,35 \cdot \text{stałe}$

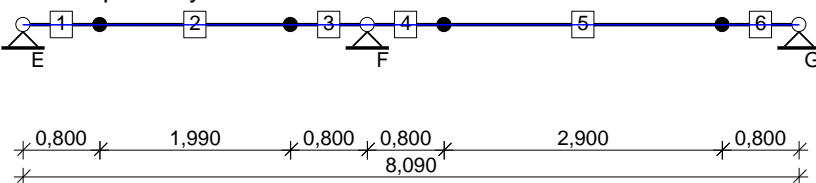
**Obwiednia SGU charakterystyczna:**

Wykres przemieszczeń chwilowych [mm]:

Kierunek pionowy:



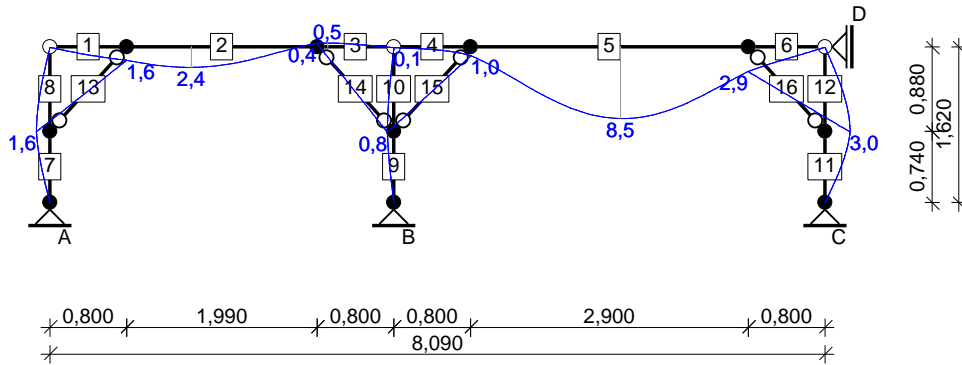
Kierunek poziomy:



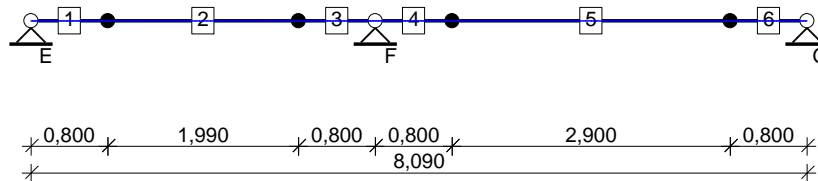
### Obwiednia SGU quasi-stała:

Wykres przemieszczeń końcowych [mm]:

Kierunek pionowy:



Kierunek poziomy:



### Platew 160x160 mm

→  $A = 256 \text{ cm}^2$ ,  $W_y = 683 \text{ cm}^3$ ,  $W_z = 683 \text{ cm}^3$ ,  $J_y = 5461 \text{ cm}^4$ ,  $J_z = 5461 \text{ cm}^4$ ,  $J_{\text{tor}} = 9219 \text{ cm}^4$ ,  $m = 10,8 \text{ kg/m}$

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: **K1**: 1,35-stałe →  $\gamma_M = 1,3$ ;  $k_{\text{mod}} = 0,60$

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju  $x = 0,80 \text{ m}$  na pręcie 4:

$$N_{t,d} = 10,81 \text{ kN}, \quad \sigma_{t,0,d} = 0,42 \text{ MPa}$$

$$M_{y,d} = -4,21 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,y,d} = 6,16 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

$$f_{m,y,d} = k_{\text{mod}} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 11,08 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,d} = k_{\text{mod}} \cdot f_{t,0,k} / \gamma_M = 6,69 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{t,0,d} / f_{t,0,d} + \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,063 + 0,556 = 0,620 < 1$$

### SGN - Warunek stateczności - wyboczenie:

Decyduje kombinacja: **K1**: 1,35-stałe →  $\gamma_M = 1,3$ ;  $k_{\text{mod}} = 0,60$

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

$$N_{c,d} = 5,59 \text{ kN}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,22 \text{ MPa}$$

$$M_{y,d} = -4,21 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,y,d} = 6,16 \text{ MPa}$$

Warunek stateczności elementu:

$$l_{e,y} = 1,50 \text{ m}; \quad k_{c,y} = 0,935; \quad l_{e,z} = 1,50 \text{ m}; \quad k_{c,z} = 0,935$$

$$f_{c,0,d} = k_{\text{mod}} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 9,69 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = k_{\text{mod}} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 11,08 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,0,d} / (k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,024 + 0,556 = 0,581 < 1$$

$$\sigma_{c,0,d} / (k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + k_m \cdot \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,024 + 0,390 = 0,414 < 1$$

### SGN - Warunek stateczności - zwichrzenie:

element zabezpieczony przed zwichrzeniem

### SGN - Ścinanie:

Decyduje kombinacja: **K1**: 1,35-stałe →  $\gamma_M = 1,3$ ;  $k_{\text{mod}} = 0,60$

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

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

$$V_{z,d} = -10,10 \text{ kN}, \quad \tau_{z,d} = 0,88 \text{ MPa}$$

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

Warunek nośności:

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M = 1,85 \text{ MPa}$$

$$T_{z,d} = 0,88 \text{ MPa} < f_{v,d} = 1,85 \text{ MPa} \quad (47,8\%)$$

#### SGU - Ugięcie chwilowe:

Decyduje kombinacja: **K5**: stałe

Wartości dla przekroju **x = 0,00 m** na pręcie **6**:

$$u_{inst} = (u_{inst,z}^2 + u_{inst,y}^2)^{0,5} = (-) 1,6 \text{ mm} < u_{inst,lim} = 800 / 350 = 2,3 \text{ mm} \quad (70,7\%)$$

#### SGU - Ugięcie końcowe:

Decyduje kombinacja: **K6**: 1,8·stałe

Wartości dla przekroju **x = 0,00 m** na pręcie **6**:

$$u_{fin} = (u_{fin,z}^2 + u_{fin,y}^2)^{0,5} = (-) 2,9 \text{ mm} < u_{fin,lim} = 800 / 200 = 4,0 \text{ mm} \quad (72,7\%)$$

#### **Słup 160x160 mm**

→  $A = 256 \text{ cm}^2$ ,  $W_y = 683 \text{ cm}^3$ ,  $W_z = 683 \text{ cm}^3$ ,  $J_y = 5461 \text{ cm}^4$ ,  $J_z = 5461 \text{ cm}^4$ ,  $J_{tor} = 9219 \text{ cm}^4$ ,  $m = 10,8 \text{ kg/m}$

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

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

#### SGN - Zginanie ze ściskaniem osiowym:

Decyduje kombinacja: **K1**: 1,35·stałe →  $\gamma_M = 1,3$ ;  $k_{mod} = 0,60$

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 0,74 m** na pręcie **11**:

$$N_{c,d} = 14,20 \text{ kN}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,55 \text{ MPa}$$

$$M_{y,d} = 5,17 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,y,d} = 7,57 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

$$f_{m,y,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 11,08 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 9,69 \text{ MPa}$$

$$(\sigma_{c,0,d} / f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,003 + 0,683 = 0,687 < 1$$

#### SGN - Warunek stateczności - wyboczenie:

Decyduje kombinacja: **K1**: 1,35·stałe →  $\gamma_M = 1,3$ ;  $k_{mod} = 0,60$

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 0,74 m** na pręcie **11**:

$$N_{c,d} = 14,20 \text{ kN}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,55 \text{ MPa}$$

$$M_{y,d} = 5,17 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,y,d} = 7,57 \text{ MPa}$$

Warunek stateczności elementu:

$$l_{ey} = 1,62 \text{ m}; \quad k_{c,y} = 0,920; \quad l_{ez} = 1,62 \text{ m}; \quad k_{c,z} = 0,920; \quad k_m = 0,7$$

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 9,69 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 11,08 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,0,d} / (k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,062 + 0,683 = 0,746 < 1$$

$$\sigma_{c,0,d} / (k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + k_m \cdot \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,062 + 0,478 = 0,541 < 1$$

#### SGN - Warunek stateczności - zwichrzenie:

element zabezpieczony przed zwichrzeniem

#### SGN - Ścinanie:

Decyduje kombinacja: **K1**: 1,35·stałe →  $\gamma_M = 1,3$ ;  $k_{mod} = 0,60$

Siła poprzeczna i odpowiadające naprężenie dla przekroju **x = 0,00 m** na pręcie **11**:

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

$$V_{z,d} = -6,98 \text{ kN}, \quad T_{z,d} = 0,61 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M = 1,85 \text{ MPa}$$

$$T_{z,d} = 0,61 \text{ MPa} < f_{v,d} = 1,85 \text{ MPa} \quad (33,1\%)$$

#### **Miecz 160x160 mm**

→  $A = 256 \text{ cm}^2$ ,  $W_y = 683 \text{ cm}^3$ ,  $W_z = 683 \text{ cm}^3$ ,  $J_y = 5461 \text{ cm}^4$ ,  $J_z = 5461 \text{ cm}^4$ ,  $J_{tor} = 9219 \text{ cm}^4$ ,  $m = 10,8 \text{ kg/m}$

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

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

#### SGN - Zginanie ze ściskaniem osiowym:

Decyduje kombinacja: **K1**: 1,35·stałe →  $\gamma_M = 1,3$ ;  $k_{mod} = 0,60$

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 0,59 m** na pręcie **15**:

$$N_{c,d} = 24,38 \text{ kN}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,95 \text{ MPa}$$

$$M_{y,d} = -0,02 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,y,d} = 0,02 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

$$f_{m,y,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 11,08 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 9,69 \text{ MPa}$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,010 + 0,002 = 0,012 < 1$$

SGN - Warunek stateczności - wyboczenie:

Decyduje kombinacja: **K1**: 1,35·stałe →  $\gamma_M = 1,3$ ;  $k_{mod} = 0,60$

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 0,62 m** na przecie **15**:

$$N_{c,d} = 24,38 \text{ kN}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,95 \text{ MPa}$$

$$M_{y,d} = -0,02 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,y,d} = 0,02 \text{ MPa}$$

Warunek stateczności elementu:

$$l_{ey} = 1,19 \text{ m}; \quad k_{c,y} = 0,968; \quad l_{ez} = 1,19 \text{ m}; \quad k_{c,z} = 0,968$$

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 9,69 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 11,08 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,102 + 0,002 = 0,104 < 1$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,102 + 0,002 = 0,103 < 1$$

SGN - Warunek stateczności - zwichrzenie:

element zabezpieczony przed zwichrzeniem

SGN - Ścinanie:

Decyduje kombinacja: **K1**: 1,35·stałe →  $\gamma_M = 1,3$ ;  $k_{mod} = 0,60$

Siła poprzeczna i odpowiadające naprężenie dla przekroju **x = 0,00 m** na przecie **15**:

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

$$V_{z,d} = 0,06 \text{ kN}, \quad T_{z,d} = 0,00 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

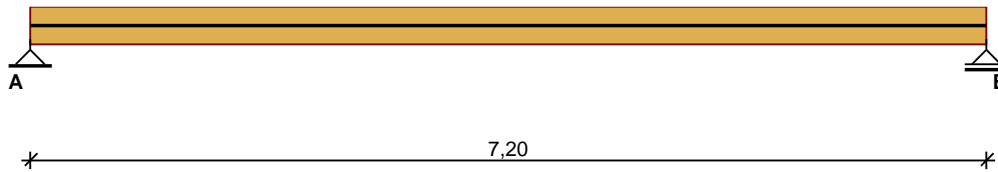
$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M = 1,85 \text{ MPa}$$

$$T_{z,d} = 0,00 \text{ MPa} < f_{v,d} = 1,85 \text{ MPa} \quad (0,3\%)$$

### 1.3 BELKA STROPOWA

#### GEOMETRIA

Schemat belki



Przekrój: prostokątny

Szerokość  $b = 280 \text{ mm}$

Wysokość  $h = 280 \text{ mm}$

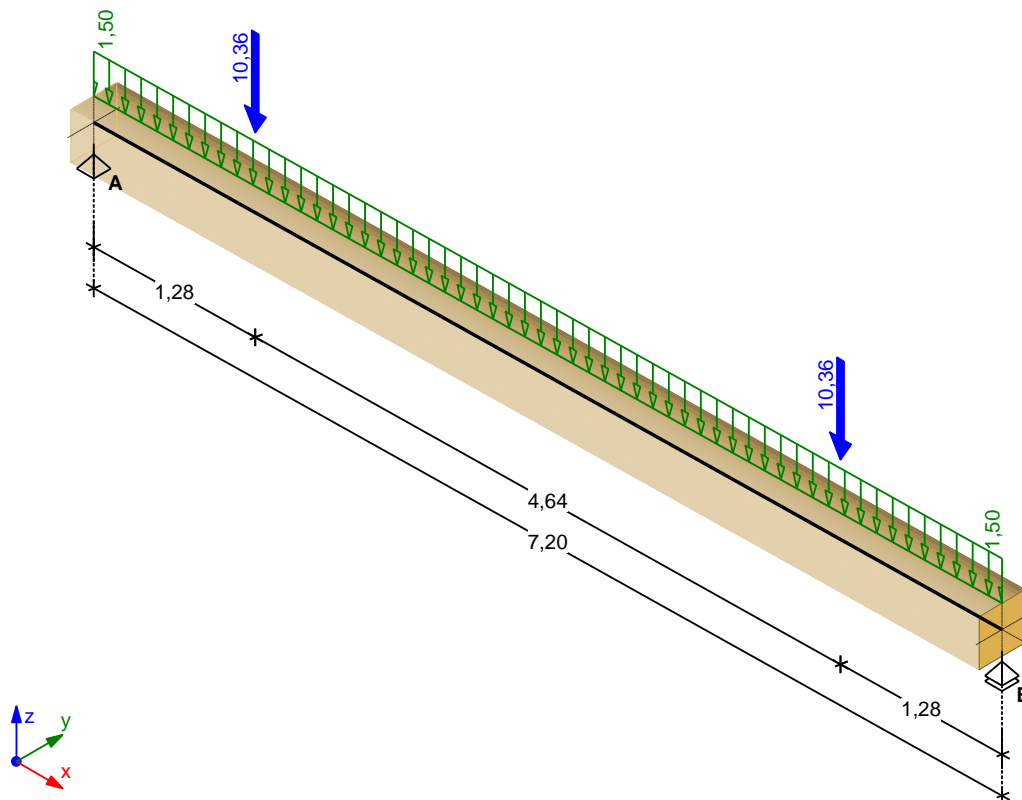
Podpora skrajna lewa: długość oparcia  $a_p = 200 \text{ mm}$

Podpora skrajna prawa: długość oparcia  $a_p = 200 \text{ mm}$

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

#### ODDZIAŁYWANIA CHARAKTERYSTYCZNE

Przypadek **G1**: Przypadek 1 (stałe (ogólnie), klasa trwania obciążenia - stałe)



### ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE

Załącznik krajowy: PN-EN (Polska)

Klasa niezawodności konstrukcji - RC2

Klasa użytkowania konstrukcji - 2

Miejsce przyłożenia obciążeń:

- obciążenia pionowe: na górnej powierzchni

Parametry analizy zwiczenia:

- belka zabezpieczona przed zwiczeniem na całej swojej długości

Graniczne ugięcie chwilowe:

- w przęsłach  $w_{inst,lim} = l / 300$

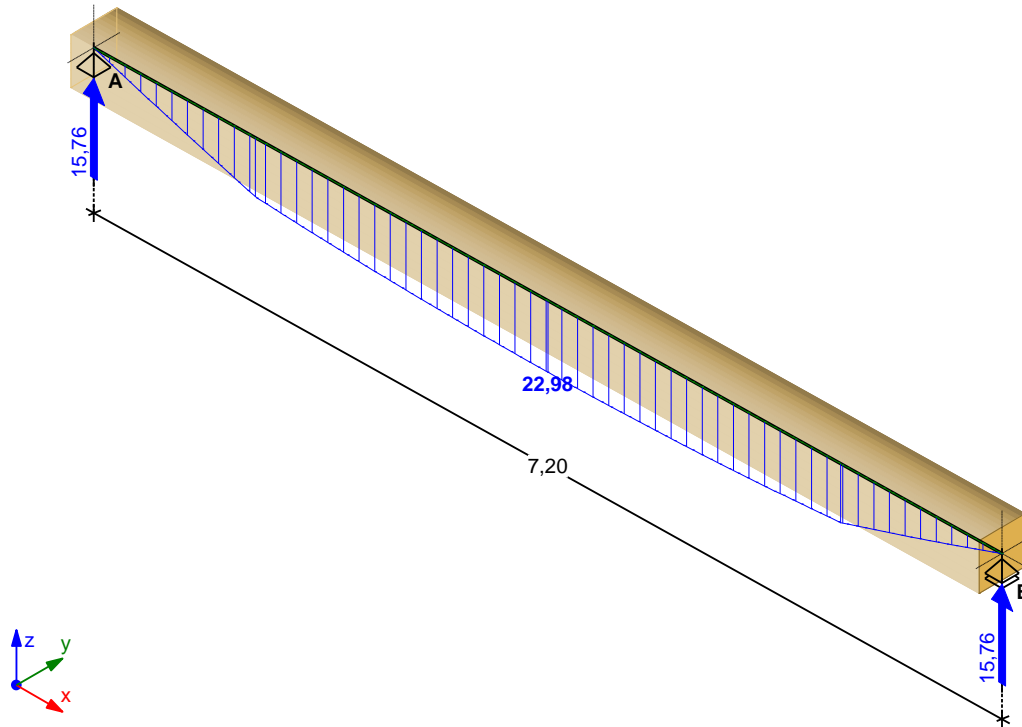
Graniczne ugięcie końcowe:

- w przęsłach  $w_{fin,lim} = l / 300$
- belka w obiekcie starym, remontowanym

### EFEKTY ODDZIAŁYWAŃ dla poszczególnych przypadków (wartości charakterystyczne)

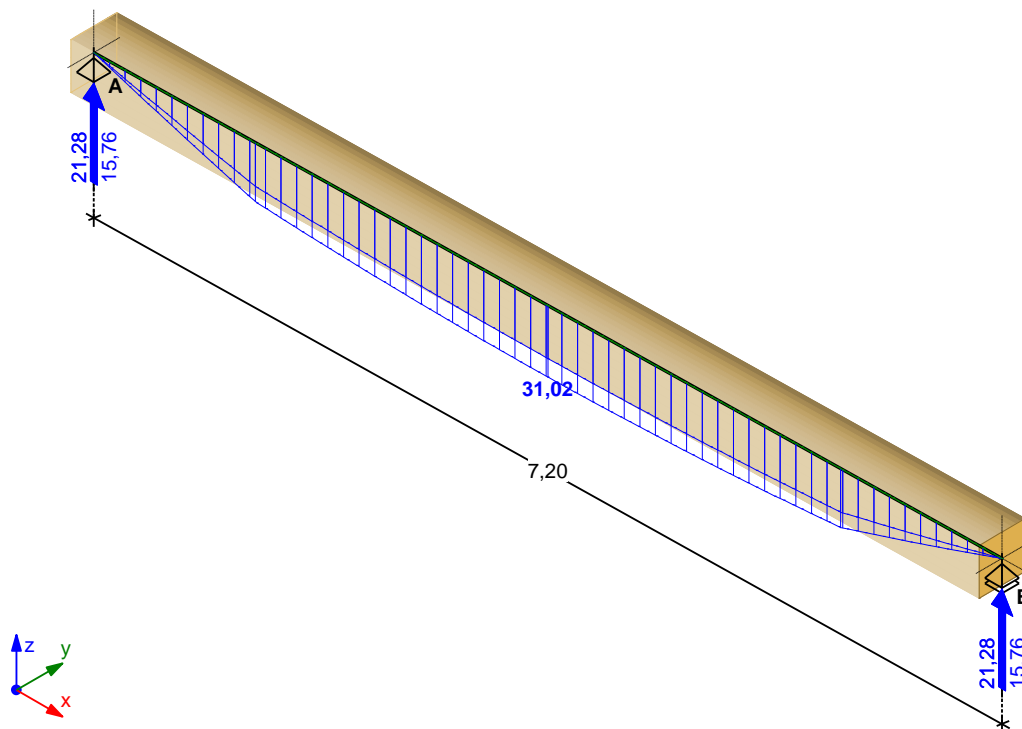
Przypadek **G1**: Przypadek 1

Wykres momentów zginających  $M_y$  [kNm] / Reakcje podporowe  $R_z$  [kN]:

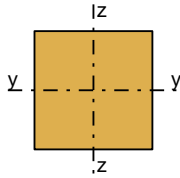


**OBWIEDNIA EFEKTÓW ODDZIAŁYWAŃ dla kombinacji SGN podstawowa STR**

Wykres momentów zginających  $M_y$  [kNm] / Reakcje podporowe  $R_z$  [kN]:



**WYMIAROWANIE SGN/SGU WG PN-EN 1995-1-1**



Przekrój: prostokątny **280x280**

→  $A = 784 \text{ cm}^2$ ,  $W_y = 3659 \text{ cm}^3$ ,  $J_y = 51221 \text{ cm}^4$ ,  $J_{\text{tor}} = 86462 \text{ cm}^4$ ,  $m = 32,9 \text{ kg/m}$

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

→  $f_{c,90,k} = 2,5 \text{ MPa}$ ,  $f_{m,k} = 24 \text{ MPa}$ ,  $f_{v,k} = 4 \text{ MPa}$ ,  $E_{0,\text{mean}} = 11 \text{ GPa}$ ,  $E_{0,05} = 7,4 \text{ GPa}$ ,  $G_{\text{mean}} = 0,69 \text{ GPa}$ ,  $G_{0,05} = 0,46 \text{ GPa}$ ,  $\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$ ,  $\rho_{\text{mean}} = 420 \text{ kg/m}^3$

**Belka; l = 7,20 m**

SGN - Zginanie:

Decyduje kombinacja: **K1**: 1,35·Przypadek 1 →  $\gamma_M = 1,3$ ;  $k_{\text{mod}} = 0,60$

Moment zginający i odpowiadające naprężenie dla przekroju **x = 3,60 m**:

$M_{y,d} = 31,02 \text{ kNm}$ ,  $\sigma_{m,y,d} = 8,48 \text{ MPa}$

Warunek nośności:

$f_{m,y,d} = k_{\text{mod}} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 11,08 \text{ MPa}$

$\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,766 < 1$

SGN - Warunek stateczności - zwichrzenie:

belka zabezpieczona przed zwichrzeniem

SGN - Ścinanie:

Decyduje kombinacja: **K1**: 1,35·Przypadek 1 →  $\gamma_M = 1,3$ ;  $k_{\text{mod}} = 0,60$

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

$K_{cr} = 0,67$

$V_{z,d} = -21,28 \text{ kN}$ ,  $\tau_{z,d} = 0,61 \text{ MPa}$

Warunek nośności:

$f_{v,d} = k_{\text{mod}} \cdot f_{v,k} / \gamma_M = 1,85 \text{ MPa}$

$\tau_{z,d} = 0,61 \text{ MPa} < f_{v,d} = 1,85 \text{ MPa}$  (32,9%)

SGN - Docisk na podporze pionowej:

Decyduje kombinacja: **K1**: 1,35·Przypadek 1 →  $\gamma_M = 1,3$ ;  $k_{\text{mod}} = 0,60$

Podpora A → Reakcja  $R_{A,z,d} = 21,28 \text{ kN}$ ;  $a_p = 200 \text{ mm}$ ;  $b_e = 280 \text{ mm}$

Warunek nośności:

$f_{c,90,d} = k_{\text{mod}} \cdot f_{c,90,k} / \gamma_M = 1,15 \text{ MPa}$

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

$\sigma_{c,90,d} = 0,38 \text{ MPa} < K_{c,90} \cdot f_{c,90,d} = 1,15 \text{ MPa}$  (32,9%)

SGU - Ugięcie chwilowe:

Decyduje kombinacja: **K5**: Przypadek 1

Przekrój x = 3,60 m →  $w_{\text{inst}} = 23,9 \text{ mm}$

Warunek ugięć:

$w_{\text{inst}} = 23,9 \text{ mm} < w_{\text{inst,lim}} = 7200 / 300 = 24,0 \text{ mm}$  (99,7%)

SGU - Ugięcie końcowe:

Decyduje kombinacja: **K6**: 1,8·Przypadek 1

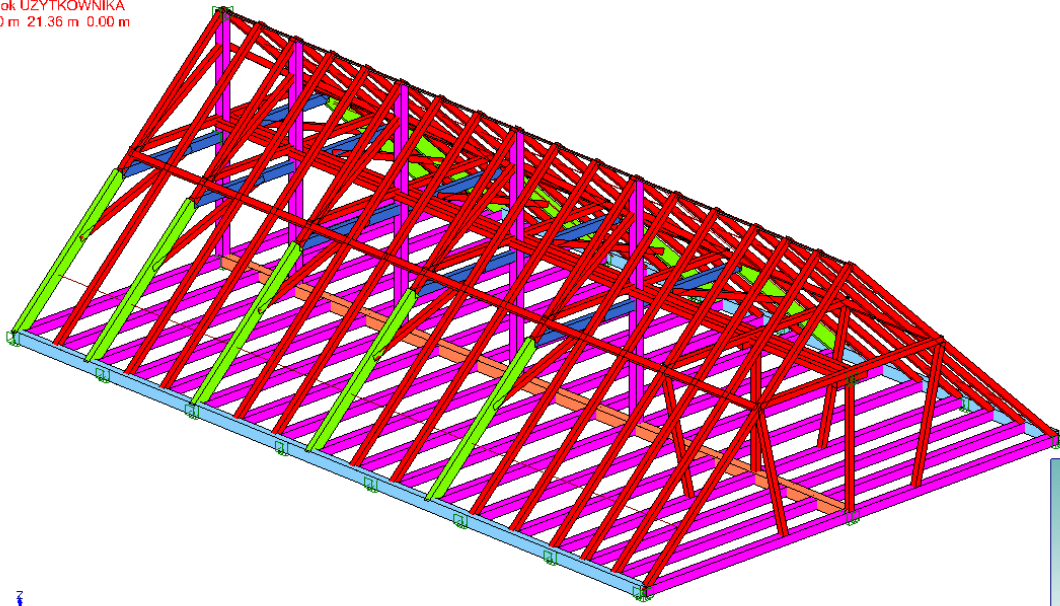
Przekrój x = 3,60 m →  $w_{\text{fin}} = 43,1 \text{ mm}$

Warunek ugięć:

$w_{\text{fin}} = 43,1 \text{ mm} > w_{\text{net,fin,lim}} = 1,5 \cdot 7200 / 300 = 36,0 \text{ mm}$  (119,6%)

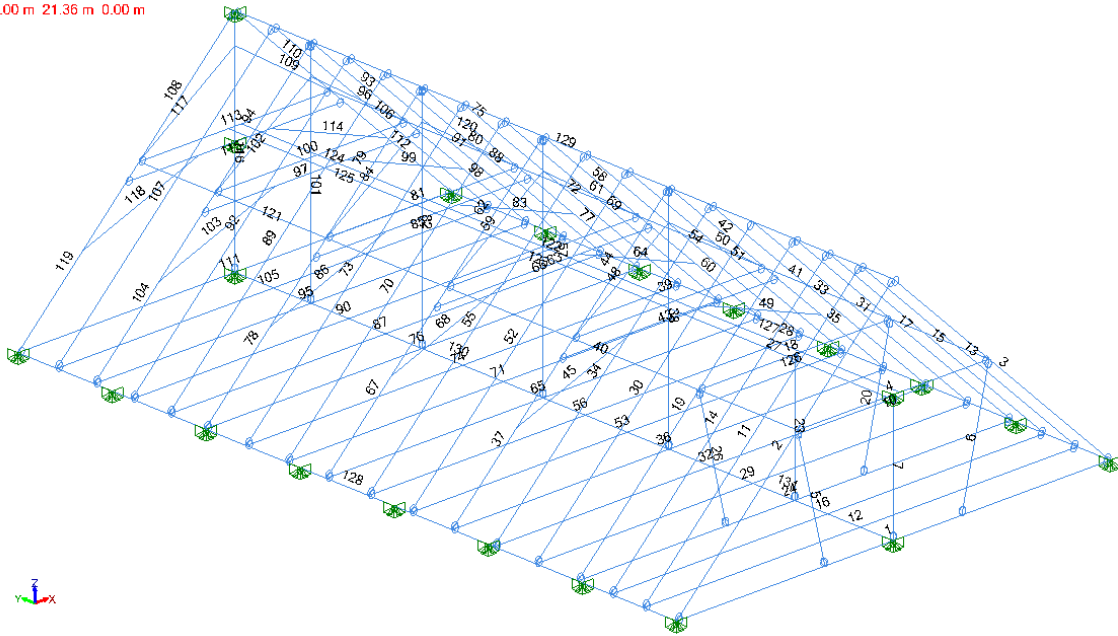
## 2.0 WIĘŻBA DACHOWA NAD NAWĄ GŁÓWNĄ

Widok UŻYTKOWNIKA  
0.00 m 21.36 m 0.00 m

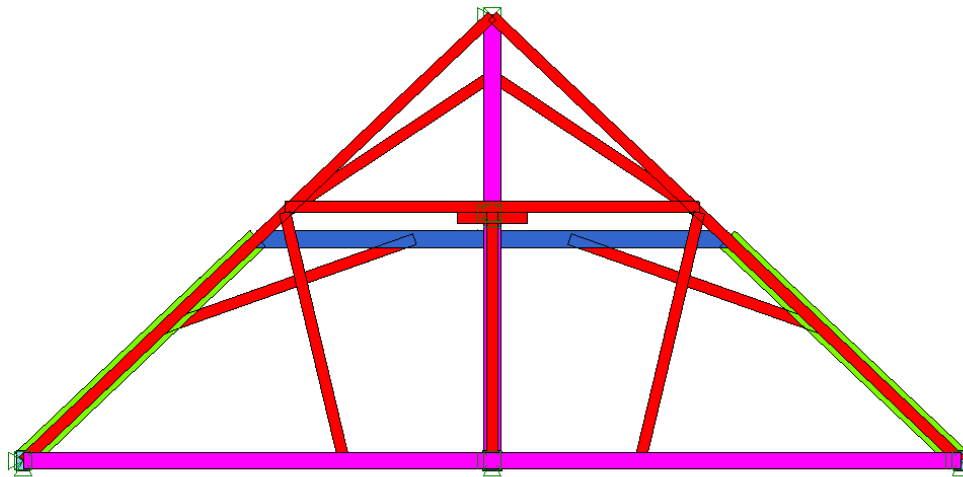


Przekrój	
<span style="color: magenta;">■</span>	R24*24
<span style="color: lightblue;">■</span>	R20*30
<span style="color: blue;">■</span>	R16*24
<span style="color: grey;">■</span>	R5*4
<span style="color: orange;">■</span>	R28*28
<span style="color: green;">■</span>	R16*32
<span style="color: red;">■</span>	R16*16

Widok UŻYTKOWNIKA  
0.00 m 21.36 m 0.00 m



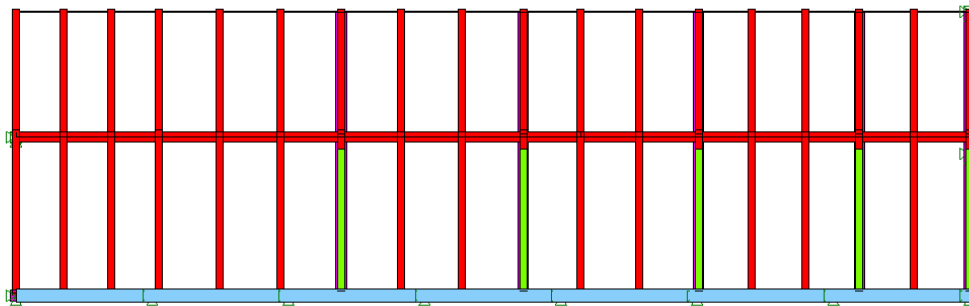
Widok z PRZODU  
0.00 m 21.36 m 0.00 m



Przekrój	
<span style="color: pink;">■</span>	R24*24
<span style="color: lightblue;">■</span>	R20*30
<span style="color: blue;">■</span>	R16*24
<span style="color: grey;">■</span>	R5*4
<span style="color: orange;">■</span>	R28*28
<span style="color: green;">■</span>	R16*32
<span style="color: red;">■</span>	R16*16



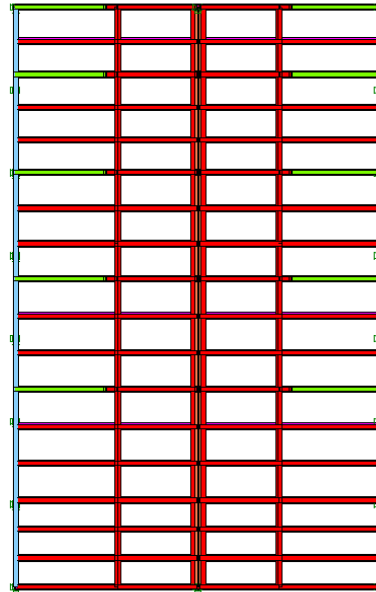
Widok z PRAWEJ  
0.00 m 21.36 m 0.00 m



Przekrój	
<span style="color: pink;">■</span>	R24*24
<span style="color: lightblue;">■</span>	R20*30
<span style="color: blue;">■</span>	R16*24
<span style="color: grey;">■</span>	R5*4
<span style="color: orange;">■</span>	R28*28
<span style="color: green;">■</span>	R16*32
<span style="color: red;">■</span>	R16*16



Widok z GÓRY  
0.00 m 21.36 m 0.00 m



Przekrój	
	R24*24
	R20*30
	R16*24
	R5*4
	R28*28
	R16*32
	R16*16

### 1.0 WIEŻBA DACHOWA

$$\alpha = 43^\circ \quad \cos \alpha = 0,731$$

Obciążenia stałe dach:

- blacha na deskowaniu

$$0,35 \times 1,35 = 0,47 \text{ kPa}$$

Obciążenia stałe -strop:

- warstwy podłogowe

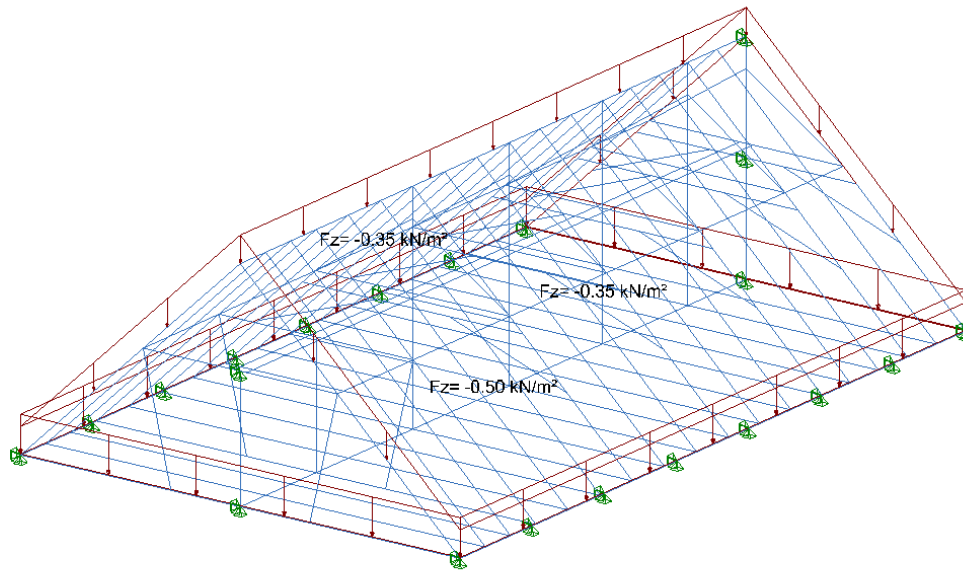
$$0,50 \times 1,35 = 0,68 \text{ kPa}$$

Obciążenia zmienne -strop:

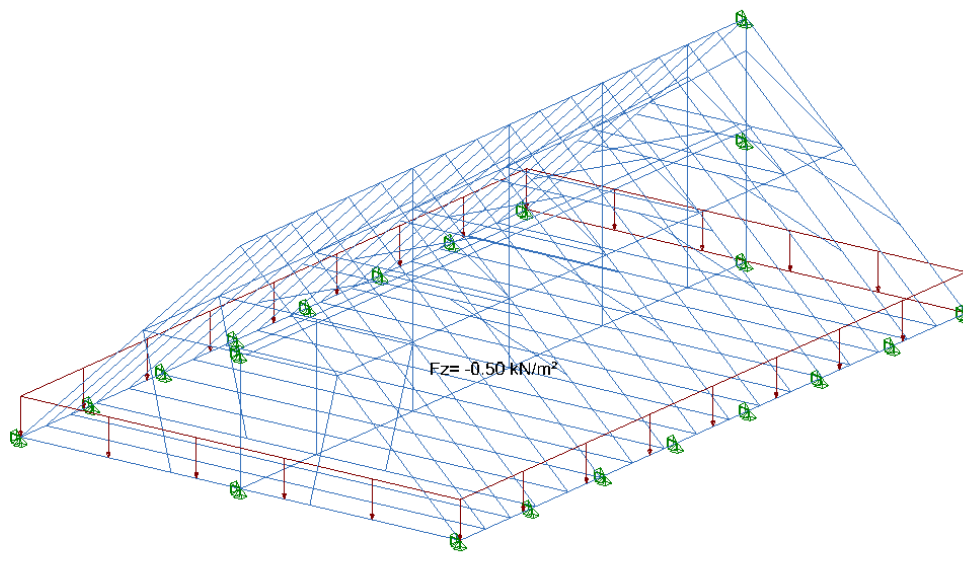
-obc. użytkowe

$$0,5 \times 1,5 = 0,75 \text{ kPa}$$

Widok UŻYTKOWNIKA  
0.00 m 21.36 m 0.00 m

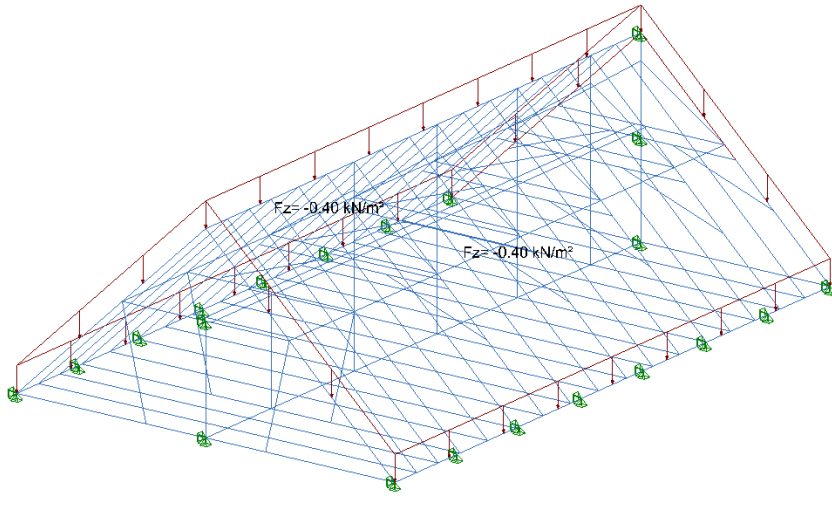


Widok UŻYTKOWNIKA  
0.00 m 21.36 m 0.00 m



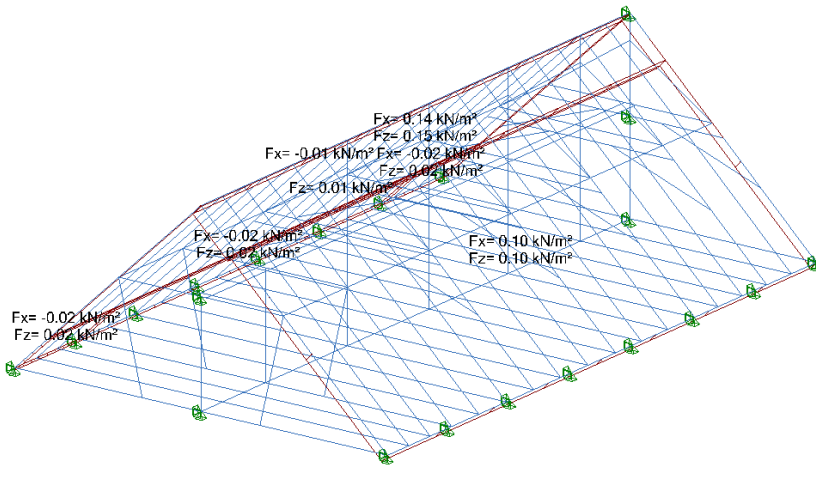
Obciążenia zmienne - śnieg:

Widok UZYTEKOWNIKA  
0.00 m 21.36 m 0.00 m

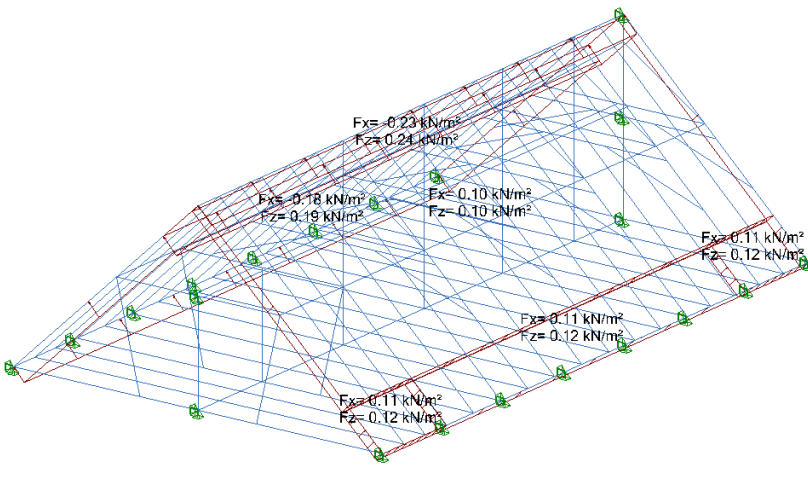


Obciążenia zmienne -wiatr:

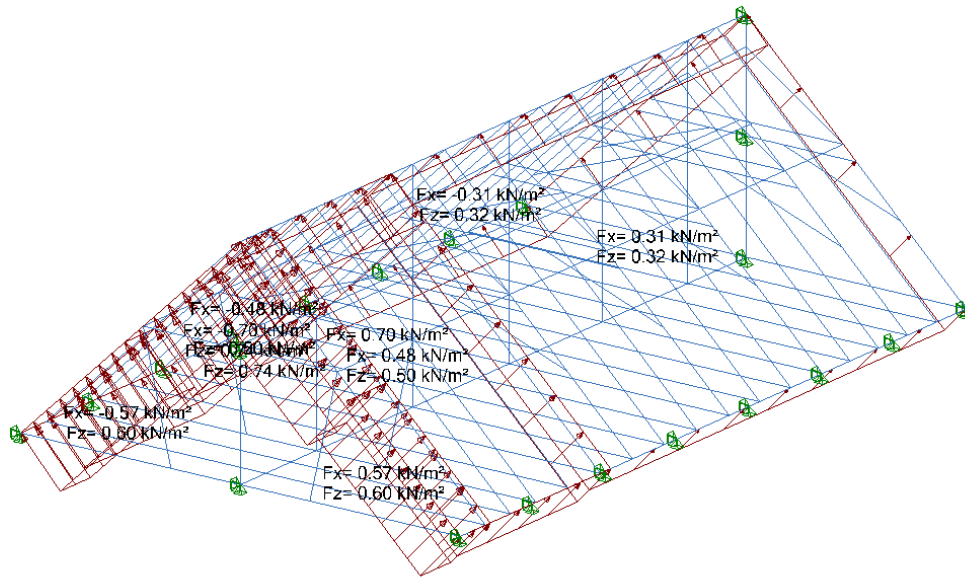
Widok UZYTEKOWNIKA  
0.00 m 21.36 m 0.00 m



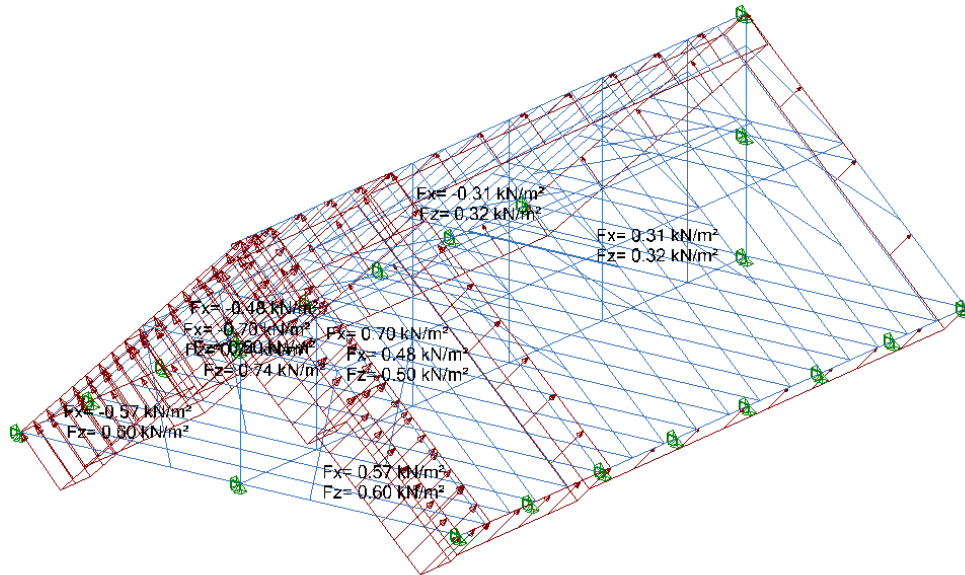
Widok UZYTEKOWNIKA  
0.00 m 21.36 m 0.00 m



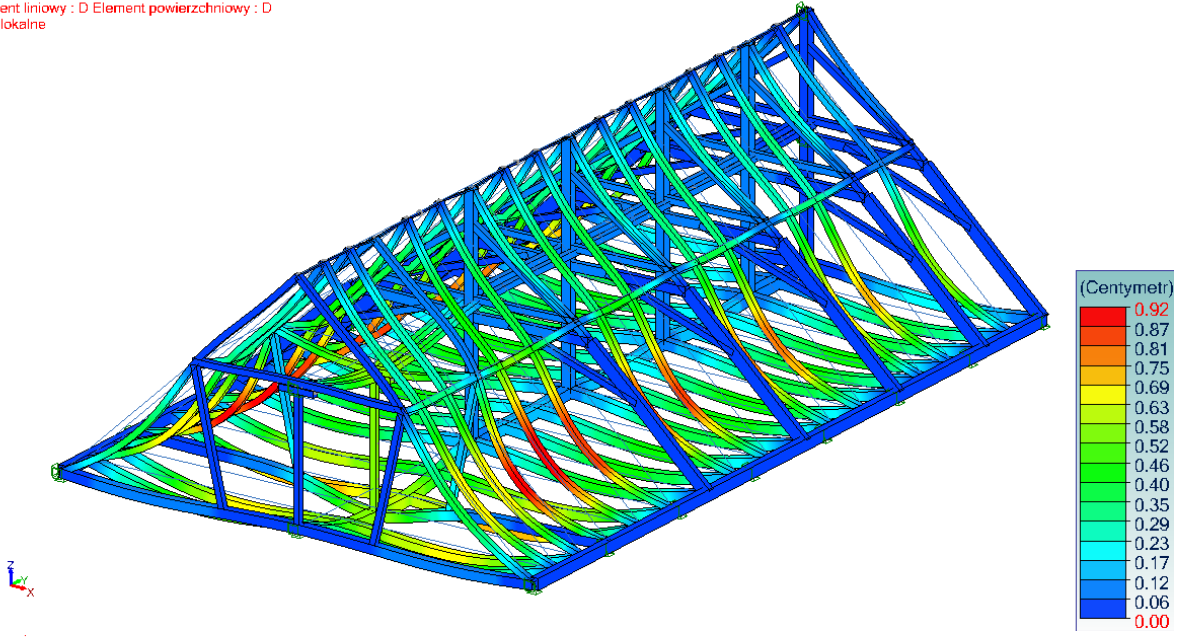
Widok UŻYTKOWNIKA  
0.00 m 21.36 m 0.00 m



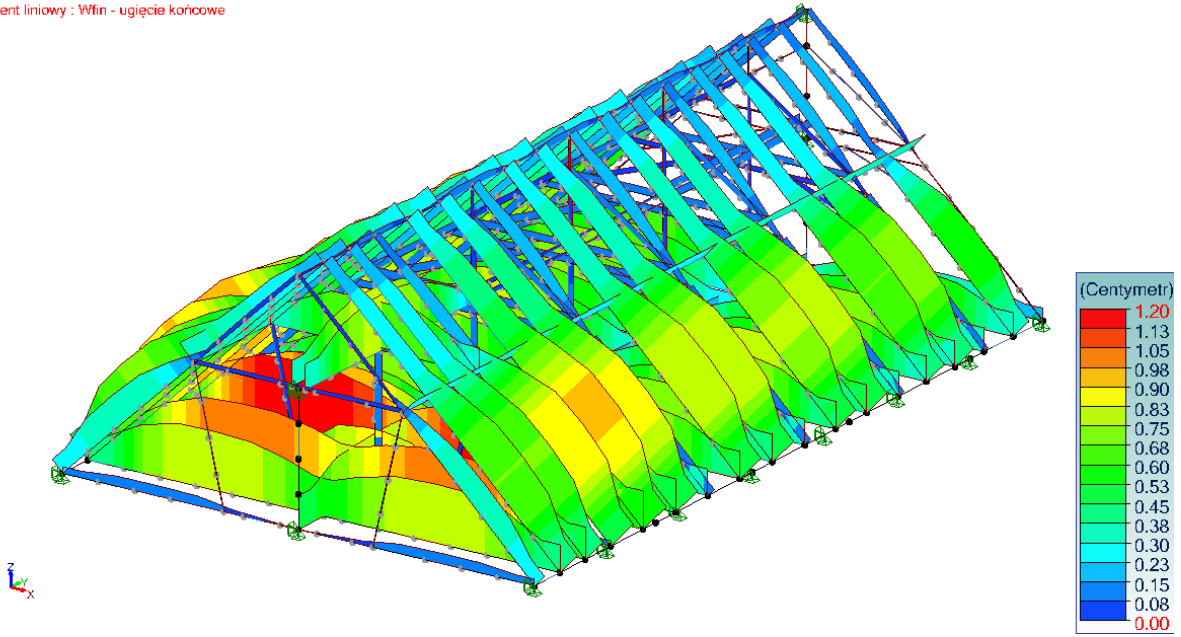
Widok UŻYTKOWNIKA  
0.00 m 21.36 m 0.00 m



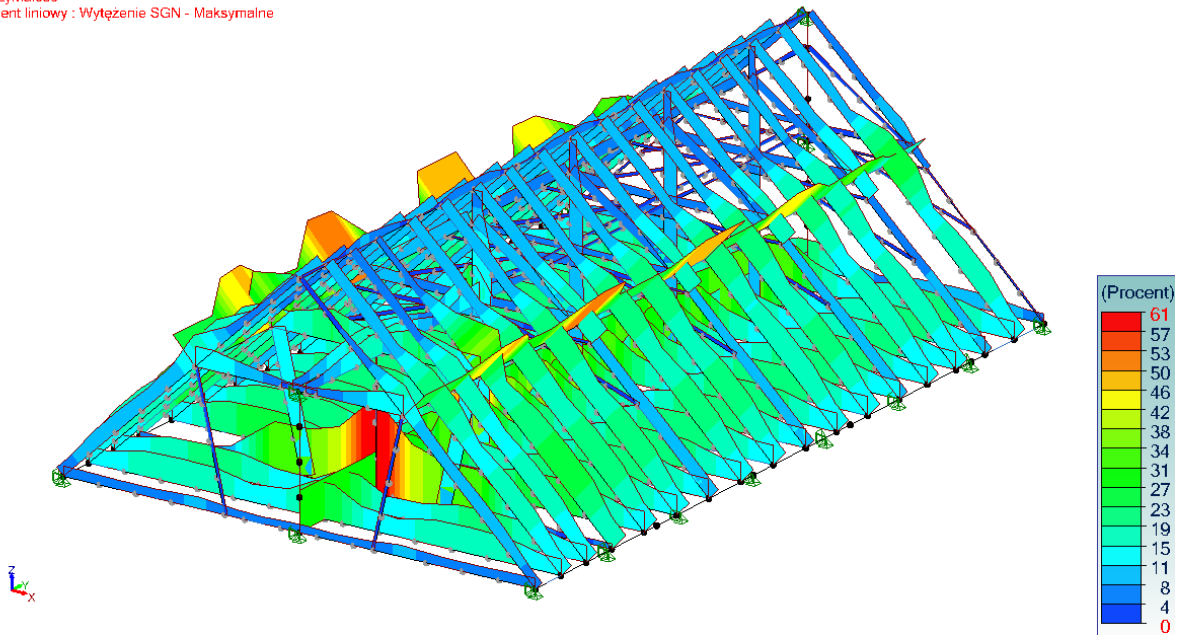
Widok UŻYTKOWNIKA  
Analiza: 208 ( 1x[1 G 1]\*1x[2 G 2]\*1x[4 S] )  
Element liniowy : D Element powierzchniowy : D  
Ośie lokalne



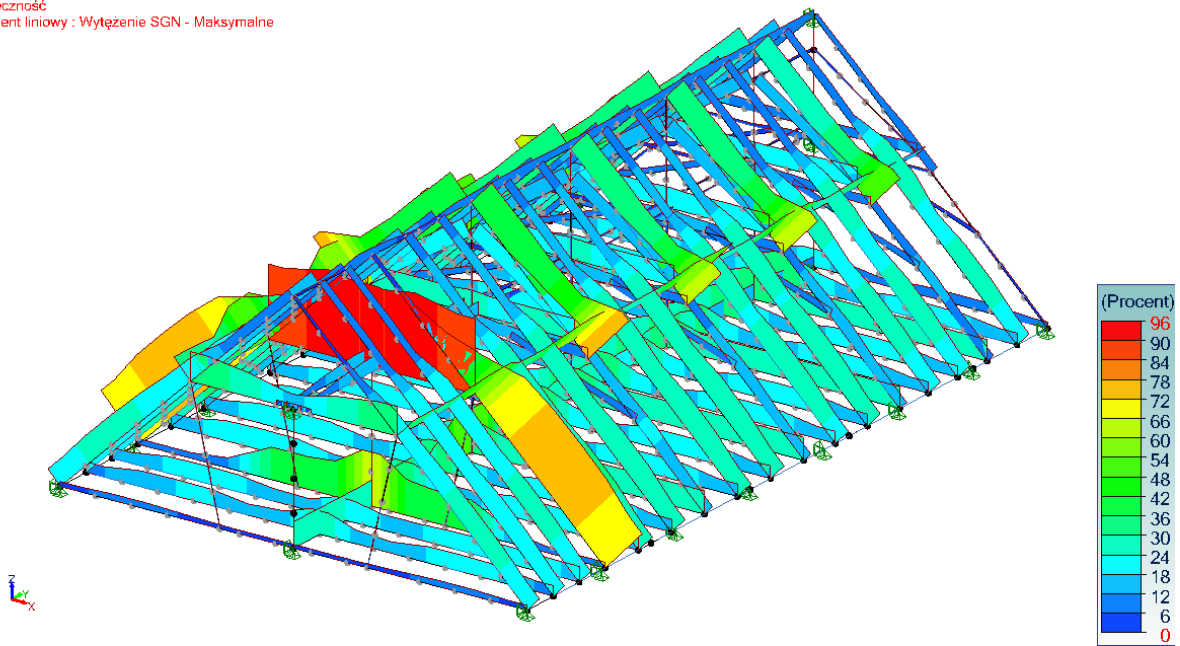
Widok UŻYTKOWNIKA  
Ugięcia  
Element liniowy : Wlin - ugięcia końcowe



Widok UŻYTKOWNIKA  
Wytrzymałość  
Element liniowy : Wyłączenie SGN - Maksymalne

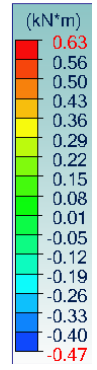
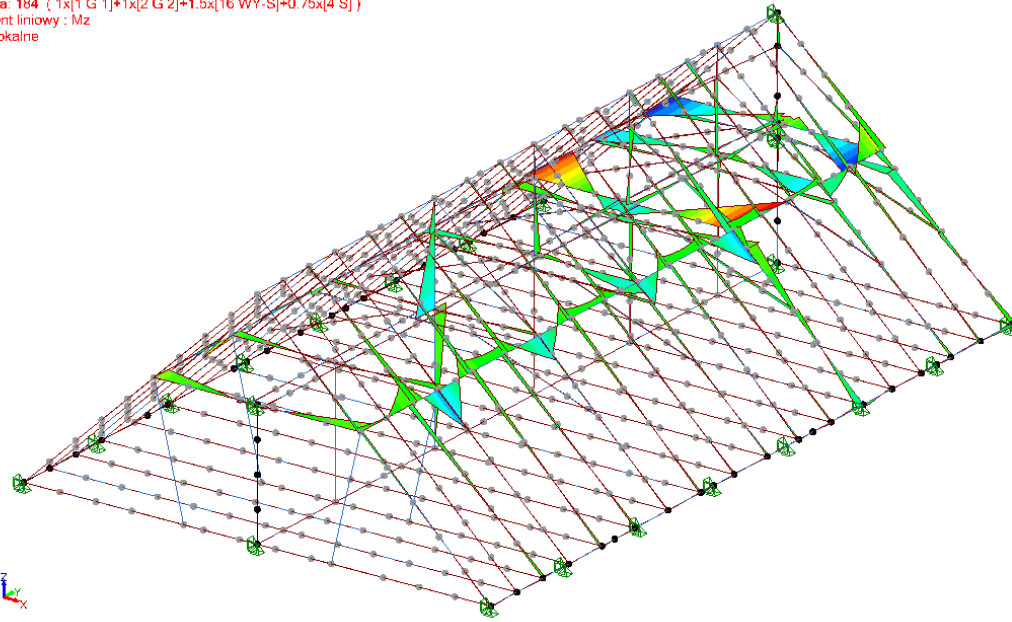


Widok UŻYTKOWNIKA  
Stateczność  
Element liniowy : Wyłączenie SGN - Maksymalne

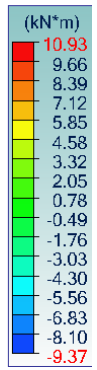
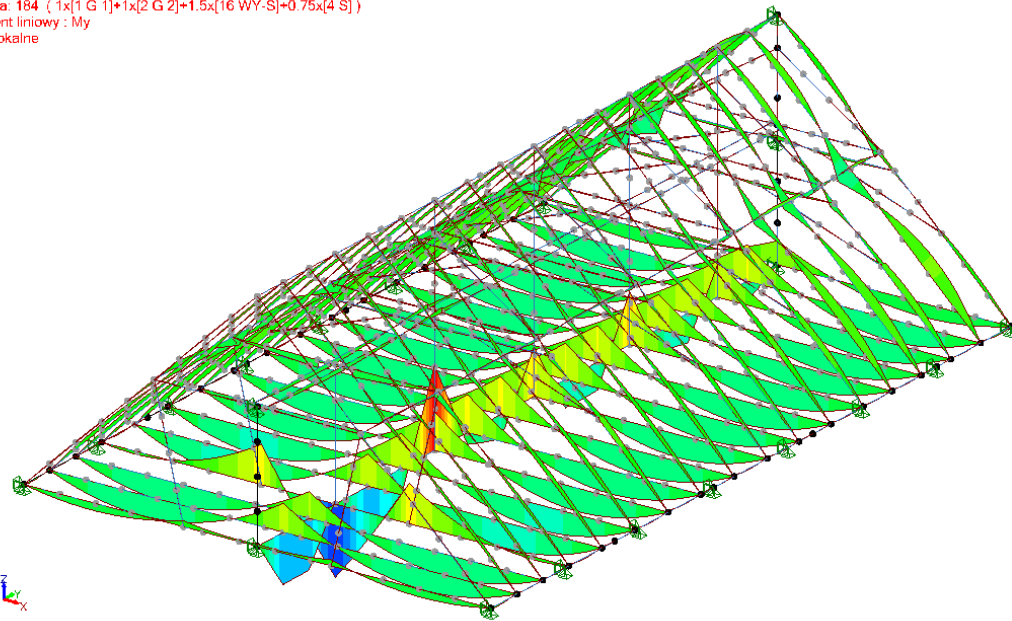


Sily przekrojowe:

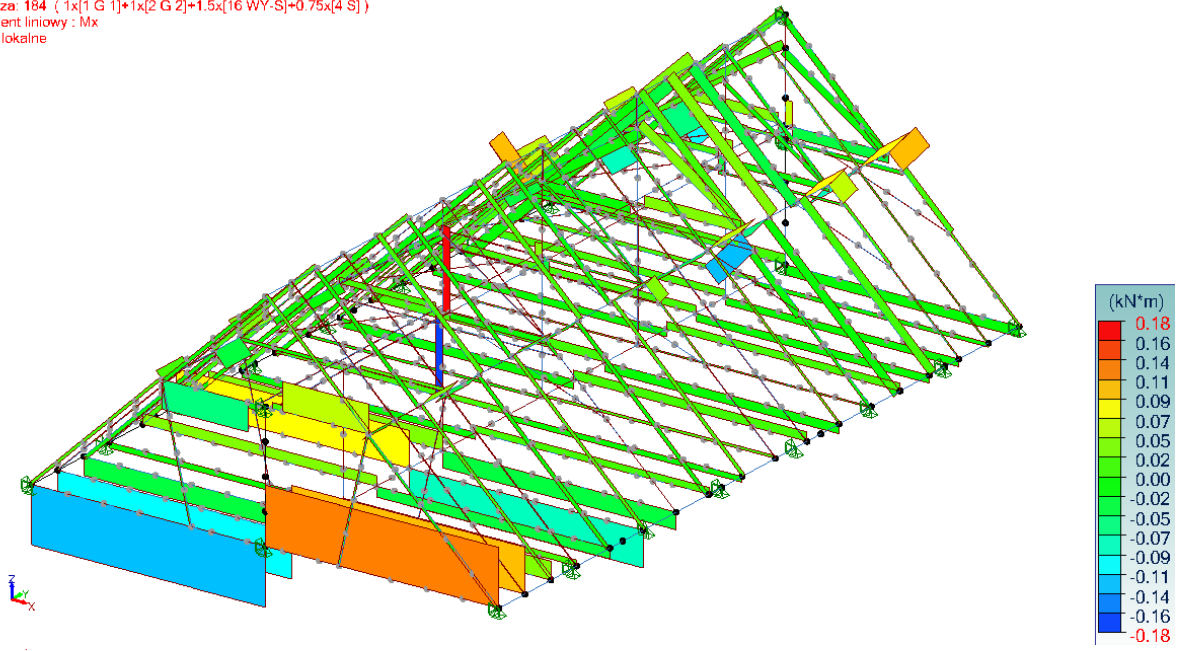
Widok UŻYTKOWNIKA  
Analiza: 184 ( 1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+1.5x[16 WY-S]+0.75x[4 S] )  
Element liniowy : Mz  
Ośie lokalne



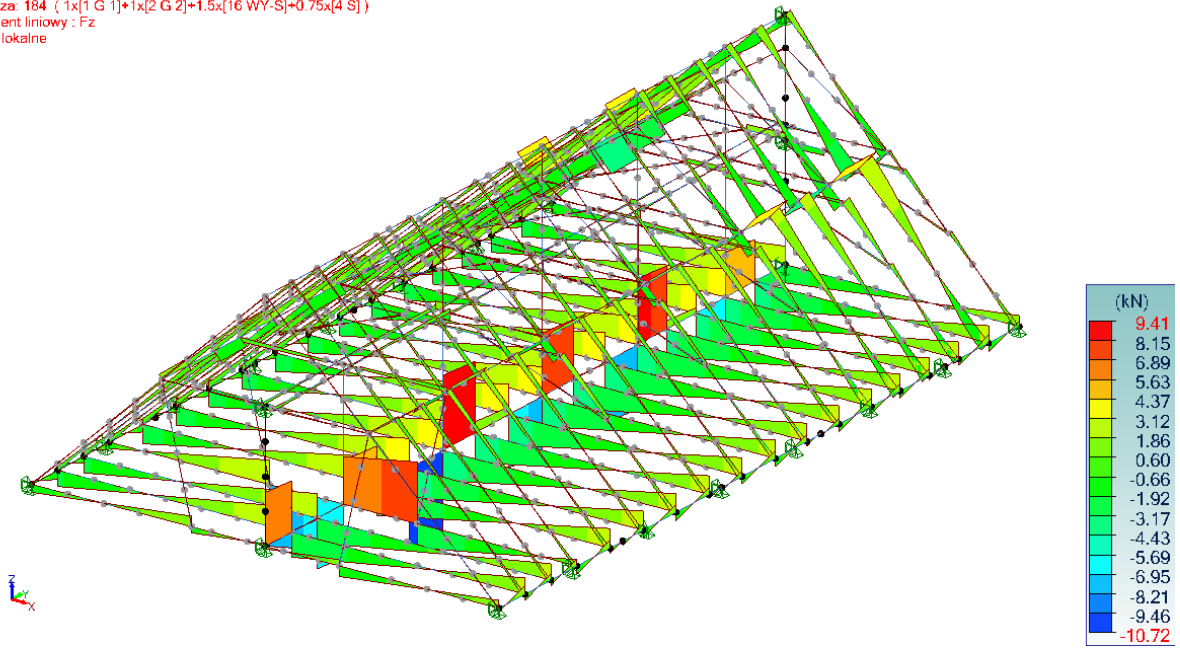
Widok UŻYTKOWNIKA  
Analiza: 184 ( 1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+1.5x[16 WY-S]+0.75x[4 S] )  
Element liniowy : My  
Ośie lokalne



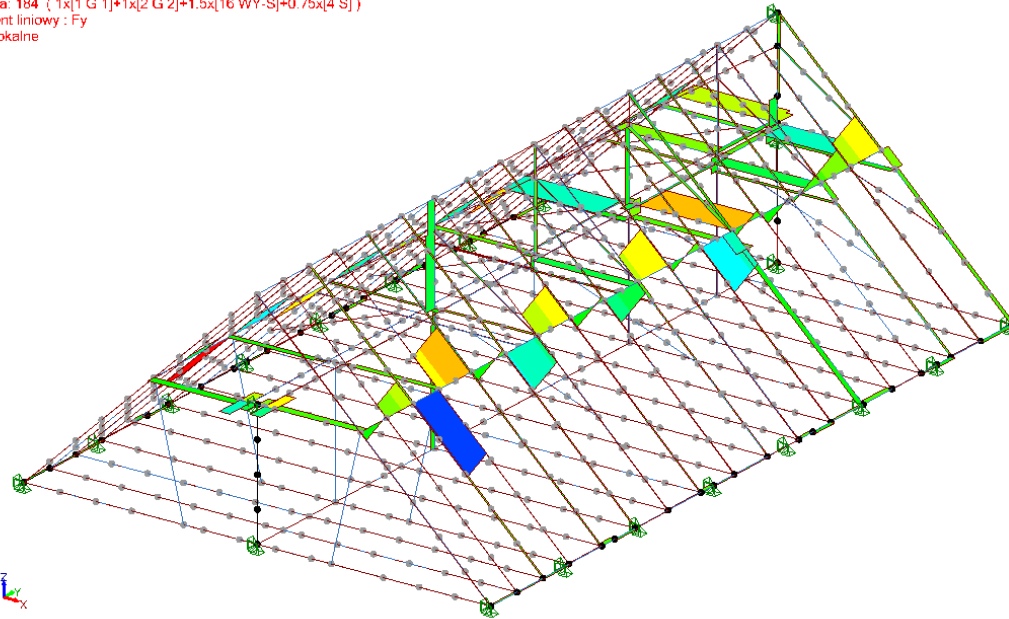
Widok UŻYTKOWNIKA  
Analiza: 184 ( 1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+1.5x[16 WY-S]+0.75x[4 S] )  
Element liniowy : Mx  
Ośie lokalne



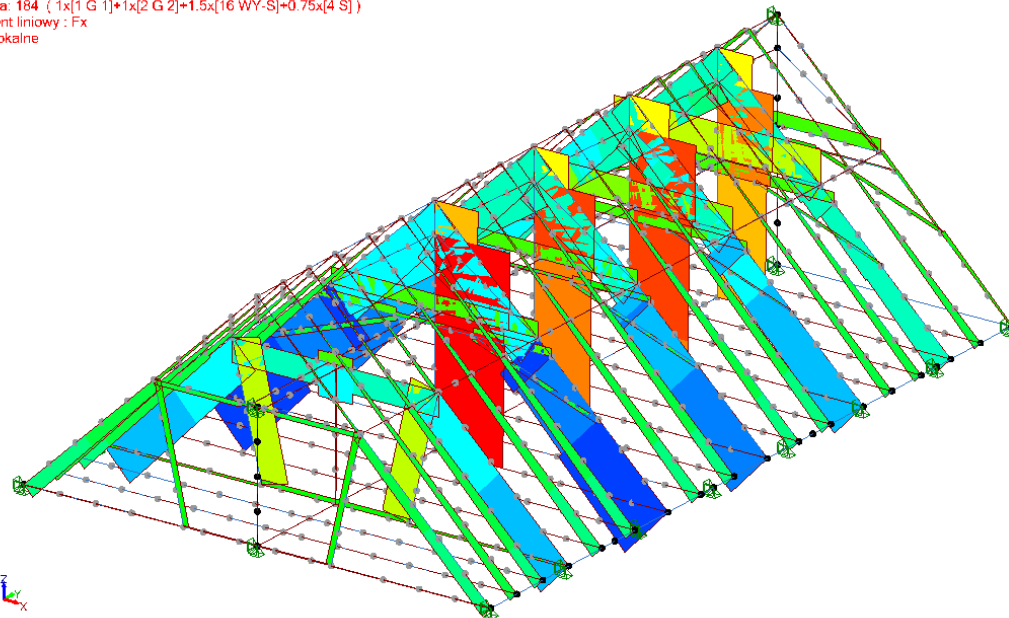
Widok UŻYTKOWNIKA  
Analiza: 184 ( 1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+1.5x[16 WY-S]+0.75x[4 S] )  
Element liniowy : Fz  
Ośie lokalne



Widok UŻYTKOWNIKA  
 Analiza: 184 ( 1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+1.5x[16 WY-S]+0.75x[4 S] )  
 Element liniowy : Fy  
 Oś lokalne



Widok UŻYTKOWNIKA  
 Analiza: 184 ( 1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+1.5x[16 WY-S]+0.75x[4 S] )  
 Element liniowy : Fx  
 Oś lokalne



Wyniki dla profilu - Element liniowy nr 24 Element liniowy

1) Przekrój

Profil	R24*24
Wymiary(cm)	h = 24.00 b = 24.00
Przekroje(cm2)	Powierzchnia = 576.00 Sy = 384.00 Sz = 384.00
Bezwładność(cm4)	It = 46725.1 ly = 27648 lz = 27648
Moduły(cm3)	Welyinf = 2304 Welysup = 2304 Welzinf = 2304 Welzsup = 2304
Współczynnik wymiaru	kh(N) = 1.000 kh(My) = 1.000 kh(Mz) = 1.000
Współczynnik modyfikujący (tabela)	kmod = 0.800 Czas trwania: Średniotrwałe

Wyniki dla profilu - Element liniowy nr 24 Element liniowy	
3.1)	
Współczynnik odkształceń (tabela 3.2)	$k_{def} = 0.600$
Materiał(MPa)	$E = 11000 \quad \nu = 0.0$
Gatunek(MPa)	$F_{mk} = 24 \quad F_{t0k} = 14.5 \quad F_{c0k} = 21 \quad F_{vk} = 4$
<b>2) Ugięcia</b>	
	Przypadek nr 199, Siatka nr 24.7 $W_{instQ}: L/4540 < L/300 \quad (0.30 \text{ cm} < 4.47 \text{ cm}) \quad (7 \%)$ $W_{inst}: L/1589 \quad (0.84 \text{ cm})$ $W_{creep}: L/10000 \quad (0.00 \text{ cm})$ $W_{fin}: L/1589 < L/125 \quad (0.84 \text{ cm} < 10.74 \text{ cm}) \quad (8 \%)$ $W_{fin} = W_{inst} + W_{creep}$ $W_{netfin}: L/1589 < L/200 \quad (0.84 \text{ cm} < 6.71 \text{ cm}) \quad (13 \%)$ $W_{net,fin} = W_{fin} - W_c$
<b>3) Wytrzymałość przekroju</b>	
Rozciąganie / Ściskanie	Przypadek nr 108, Siatka nr 24.10 6.1: $\sigma_{t0d} \leq F_{t0d} : 0.07 < 8.92 \text{ MPa} \quad (1 \%)$
Ścinanie	Przypadek nr 108, Siatka nr 24.10 6.13: $\tau_d \leq F_{vd} : 0.67 < 2.46 \text{ MPa} \quad (27 \%)$
Złożone zginanie ukośne	Przypadek nr 108, Siatka nr 24.7 6.17: $\sigma_{t0d} / F_{t0d} + \sigma_{myd} / F_{myd} + K_m \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1 : 0.61136 < 1 \quad (61 \%)$ Przypadek nr 108, Siatka nr 24.7 6.18: $\sigma_{t0d} / F_{t0d} + K_m \sigma_{myd} / F_{myd} + \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1 : 0.43031 < 1 \quad (43 \%)$
Skręcanie	Przypadek nr 108, Siatka nr 24.10 6.14: $\tau_{tor d} \leq K_{shape} F_{vd} : 0.01 < 1.15 * 2.46 \text{ MPa} : 0.01 < 2.83 \text{ MPa} \quad (0 \%)$
Ścinanie ze skręcaniem	Przypadek nr 108, Siatka nr 24.10 $(\tau_d / F_{vd}) + (\tau_{tor d} / (K_{shape} F_{vd})) \leq 1 : 0.27661 < 1 \quad (28 \%)$
Ścinanie w podcięciach (6.5)	Przypadek nr -, Siatka nr -, Podcięcie na początku: $k_v = 0.00 \quad f_{v,d} = 0.00 \text{ MPa}$ $\tau_d = \frac{1.5V}{b_{eff} h_{ef}} \leq k_v f_{v,d} \quad (6.60)$ niewykonane (-)  Przypadek nr -, Siatka nr -, Podcięcie na końcu: $k_v = 0.00 \quad f_{v,d} = 0.00 \text{ MPa}$ $\tau_d = \frac{1.5V}{b_{eff} h_{ef}} \leq k_v f_{v,d} \quad (6.60)$ niewykonane (-)
Docisk na podporach (6.1.5)	Przypadek nr -, Siatka nr -, Docisk na początku: $F_{c,90,d} = 0.00 \text{ kN} \quad A_{ef} = 0.00 \text{ cm}^2 \quad k_{c,90} = 0.00 \quad f_{c,90,d} = 0.00 \text{ MPa}$ $\sigma_{c,90,d} = \frac{F_{c,90,d}}{A_{ef}} \leq k_{c,90} f_{c,90,d} \quad (6.3)$ niewykonane (-)  Przypadek nr -, Siatka nr -, Docisk na końcu: $F_{c,90,d} = 0.00 \text{ kN} \quad A_{ef} = 0.00 \text{ cm}^2 \quad k_{c,90} = 0.00 \quad f_{c,90,d} = 0.00 \text{ MPa}$ $\sigma_{c,90,d} = \frac{F_{c,90,d}}{A_{ef}} \leq k_{c,90} f_{c,90,d} \quad (6.3)$ niewykonane (-)
<b>4) Stateczność elementu</b>	

Wyniki dla profilu - Element liniowy nr 24 Element liniowy	
Weryfikacja	<p>Przypadek nr 108, Siatka nr 24.7  <math>\lambda_{y} = 193.7 \quad \lambda_{z} = 7.2</math>  <math>L_{fy} = 0.50 \text{ m} \quad L_{fz} = 13.42 \text{ m}</math>  <math>K_y = 6.193 \quad K_{cy} = 0.087 \quad K_z = 0.490 \quad K_{cz} = 1.000 \quad K_m = 0.700 \quad K_{crit} = 1.000</math>  <math>\lambda_{rel,y} = 3.285 \quad \lambda_{rel,z} = 0.122 \quad \lambda_{rel,m} = 0.481</math>  <math>\lambda_1 = 0.000 \quad \eta = 0.000 \quad \lambda_{ef} = 0.000 \quad K_c = 0.087</math>  <math>L_{dy} = 13.42 \text{ m} \quad L_{dz} = 13.42 \text{ m}</math></p> <p><b>Wyświetlenie Weryfikacja:</b>  Przypadek nr 108, Siatka nr 24.11  6.23: <math>\sigma_{c0d} / (K_{cy} F_{c0d}) + \sigma_{myd} / F_{myd} + K_m \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1</math>  <math>0.36416 &lt; 1</math> (36%)  Przypadek nr 108, Siatka nr 24.11  6.24: <math>\sigma_{c0d} / (K_{cz} F_{c0d}) + K_m \sigma_{myd} / F_{myd} + \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1</math>  <math>0.23745 &lt; 1</math> (24%)  Przypadek nr 108, Siatka nr 24.7  6.33: <math>\sigma_{md} / (K_{crit} F_{md}) \leq 1</math>  <math>0.60354 &lt; 1</math> (60%)</p>
Nośność na siłę osiową (C.3.2)	Przypadek nr -, Siatka nr -, niewykonane (-)
Siła ścinająca w przewiązkach (C.3.3)	Przypadek nr -, Siatka nr -, niewykonane (-)

Wyniki dla profilu - Element liniowy nr 17 Element liniowy	
<b>1) Przekrój</b>	
Profil	R16*16
Wymiary(cm)	$h = 16.00 \quad b = 16.00$
Przekroje(cm <sup>2</sup> )	Powierzchnia = 256.00 $S_y = 170.67 \quad S_z = 170.67$
Bezwładność(cm <sup>4</sup> )	$I_t = 9229.65 \quad I_y = 5461.33 \quad I_z = 5461.33$
Moduły(cm <sup>3</sup> )	$W_{elyinf} = 682.667 \quad W_{elysup} = 682.667$ $W_{elzinf} = 682.667 \quad W_{elzsup} = 682.667$
Współczynnik wymiaru	$kh(N) = 1.000 \quad kh(My) = 1.000 \quad kh(Mz) = 1.000$
Współczynnik modyfikujący (tabela 3.1)	$k_{mod} = 0.800$ Czas trwania: Średniotrwałe $k_{mod} = 0.900$ Czas trwania: Krótkotrwałe
Współczynnik odkształceń (tabela 3.2)	$k_{def} = 0.600$
Materiał(MPa)	$E = 11000 \quad \nu = 0.0$
Gatunek(MPa)	$F_{mk} = 24 \quad F_{t0k} = 14.5 \quad F_{c0k} = 21 \quad F_{vk} = 4$
<b>2) Ugięcia</b>	
	Przypadek nr 208, Siatka nr 17.7 WinstQ: $L/1016 < L/300$ (0.91 cm < 3.08 cm) (30 %) Winst: $L/1065$ (0.87 cm) Wcreep: $L/10000$ (0.00 cm)

Wyniki dla profilu - Element liniowy nr 17 Element liniowy	
	<p>W<sub>fin</sub>: L/1065 &lt; L/125 (0.87 cm &lt; 7.40 cm) (12 %)  W<sub>fin</sub> = W<sub>inst</sub> + W<sub>creep</sub>  W<sub>netfin</sub>: L/1065 &lt; L/200 (0.87 cm &lt; 4.62 cm) (19 %)  W<sub>net,fin</sub> = W<sub>fin</sub> - W<sub>c</sub></p>
<b>3) Wytrzymałość przekroju</b>	
Rozciąganie / Ściskanie	Przypadek nr 108, Siatka nr 17.9 6.2: $\sigma_{c0d} \leq F_{c0d} : 1.93 < 12.92 \text{ MPa} (15 \%)$
Ścinanie	Przypadek nr 148, Siatka nr 17.4 6.13: $\tau_d \leq F_{vd} : 0.25 < 2.77 \text{ MPa} (9 \%)$
Złożone zginanie ukośne	Przypadek nr 148, Siatka nr 17.4 6.19: $(\sigma_{c0d} / F_{c0d})^2 + \sigma_{myd} / F_{myd} + K_m \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1 : 0.36384 < 1 (36 \%)$ Przypadek nr 148, Siatka nr 17.4 6.20: $(\sigma_{c0d} / F_{c0d})^2 + K_m \sigma_{myd} / F_{myd} + \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1 : 0.25803 < 1 (26 \%)$
Skręcanie	Przypadek nr 146, Siatka nr 17.4 6.14: $\tau_{tor d} \leq K_{shape} F_{vd} : 0.01 < 1.15 * 2.77 \text{ MPa} : 0.01 < 3.18 \text{ MPa} (0 \%)$
Ścinanie ze skręcaniem	Przypadek nr 148, Siatka nr 17.4 $(\tau_d / F_{vd}) + (\tau_{tor d} / (K_{shape} F_{vd})) \leq 1 : 0.09418 < 1 (9 \%)$
Ścinanie w podcięciach (6.5)	Przypadek nr -, Siatka nr -, Podcięcie na początku: $k_v = 0.00 \quad f_{v,d} = 0.00 \text{ MPa}$ $\tau_d = \frac{1.5V}{b_{eff} h_{ef}} \leq k_v f_{v,d} (6.60)$ niewykonane (-)  Przypadek nr -, Siatka nr -, Podcięcie na końcu: $k_v = 0.00 \quad f_{v,d} = 0.00 \text{ MPa}$ $\tau_d = \frac{1.5V}{b_{eff} h_{ef}} \leq k_v f_{v,d} (6.60)$ niewykonane (-)
Docisk na podporach (6.1.5)	Przypadek nr -, Siatka nr -, Docisk na początku: $F_{c,90,d} = 0.00 \text{ kN} \quad A_{ef} = 0.00 \text{ cm}^2 \quad k_{c,90} = 0.00 \quad f_{c,90,d} = 0.00 \text{ MPa}$ $\sigma_{c,90,d} = \frac{F_{c,90,d}}{A_{ef}} \leq k_{c,90} f_{c,90,d} (6.3)$ niewykonane (-)  Przypadek nr -, Siatka nr -, Docisk na końcu: $F_{c,90,d} = 0.00 \text{ kN} \quad A_{ef} = 0.00 \text{ cm}^2 \quad k_{c,90} = 0.00 \quad f_{c,90,d} = 0.00 \text{ MPa}$ $\sigma_{c,90,d} = \frac{F_{c,90,d}}{A_{ef}} \leq k_{c,90} f_{c,90,d} (6.3)$ niewykonane (-)
<b>4) Stateczność elementu</b>	
Weryfikacja	Przypadek nr 112, Siatka nr 17.7 $\lambda_y = 108.3 \quad \lambda_z = 10.8$ $L_f y = 0.50 \text{ m} \quad L_f z = 5.00 \text{ m}$ $K_y = 2.338 \quad K_{cy} = 0.264 \quad K_z = 0.505 \quad K_{cz} = 1.000 \quad K_m = 0.700 \quad K_{crit} = 1.000$ $\lambda_{rel,y} = 1.836 \quad \lambda_{rel,z} = 0.184 \quad \lambda_{rel,m} = 0.489$ $\lambda_1 = 0.000 \quad \eta = 0.000 \quad \lambda_{ef} = 0.000 \quad K_c = 0.264$ $L_d y = 9.25 \text{ m} \quad L_d z = 9.25 \text{ m}$  <b>Wytyczenie Weryfikacja:</b> Przypadek nr 112, Siatka nr 17.7 6.23: $\sigma_{c0d} / (K_{cy} F_{c0d}) + \sigma_{myd} / F_{myd} + K_m \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1$ $0.74093 < 1 (74\%)$ Przypadek nr 104, Siatka nr 17.7

Wyniki dla profilu - Element liniowy nr 17 Element liniowy	
	6.24: $\sigma_{c0d} / (K_{cz} F_{c0d}) + K_m \sigma_{myd} / F_{myd} + \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1$ $0.28629 < 1$ (29%) Przypadek nr 108, Siatka nr 17.9 6.35: $(\sigma_{md} / (K_{crit} F_{md}))^2 + \sigma_{cd} / (K_c F_{c0d}) \leq 1$ $0.56700 < 1$ (57%)
Nośność na siłę osiową (C.3.2)	Przypadek nr -, Siatka nr -, niewykonane (-)
Siła ścinająca w przewiązkach (C.3.3)	Przypadek nr -, Siatka nr -, niewykonane (-)

Wyniki dla profilu - Element liniowy nr 18 Element liniowy	
<b>1) Przekrój</b>	
Profil	R16*16
Wymiary(cm)	h = 16.00 b = 16.00
Przekroje(cm <sup>2</sup> )	Powierzchnia = 256.00 Sy = 170.67 Sz = 170.67
Bezwładność(cm <sup>4</sup> )	It = 9229.65 Iy = 5461.33 Iz = 5461.33
Moduły(cm <sup>3</sup> )	Welyinf = 682.667 Welysup = 682.667 Welzinf = 682.667 Welzsup = 682.667
Współczynnik wymiaru	kh(N) = 1.000 kh(My) = 1.000 kh(Mz) = 1.000
Współczynnik modyfikujący (tabela 3.1)	kmod = 0.800 Czas trwania: Średniotrwałe kmod = 1.100 Czas trwania: Chwilowe
Współczynnik odkształceń (tabela 3.2)	kdef = 0.600
Materiał(MPa)	E = 11000 v = 0.0
Gatunek(MPa)	Fmk = 24 Ft0k = 14.5 Fc0k = 21 Fvk = 4
<b>2) Ugięcia</b>	
	Przypadek nr 202, Siatka nr 18.4 WinstQ: L/2360 < L/300 (0.25 cm < 1.98 cm) (13 %) Winst: L/884 (0.67 cm) Wcreep: L/10000 (0.00 cm) Wfin: L/884 < L/125 (0.67 cm < 4.74 cm) (14 %) Wfin = Winst + Wcreep Wnetfin: L/884 < L/200 (0.67 cm < 2.96 cm) (23 %) Wnet,fin = Wfin - Wc
<b>3) Wytrzymałość przekroju</b>	
Rozciąganie / Ściskanie	Przypadek nr 108, Siatka nr 18.5 6.2: $\sigma_{c0d} \leq F_{c0d} : 2.06 < 12.92$ MPa (16 %)
Ścinanie	Przypadek nr 108, Siatka nr 18.1 6.13: $\tau_d \leq F_{vd} : 0.10 < 2.46$ MPa (4 %)
Złożone zginanie ukośne	Przypadek nr 108, Siatka nr 18.2 6.19: $(\sigma_{c0d} / F_{c0d})^2 + \sigma_{myd} / F_{myd} + K_m \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1 : 0.23220 < 1$ (23 %)

Wyniki dla profilu - Element liniowy nr 18 Element liniowy	
	Przypadek nr 108, Siatka nr 18.2 6.20: $(\sigma_{c0d} / F_{c0d})^2 + K_m \sigma_{myd} / F_{myd} + \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1 : 0.17031 < 1 (17 \%)$
Skręcanie	Przypadek nr 175, Siatka nr 18.8 6.14: $\tau_{tor,d} \leq K_{shape} F_{vd} : 0.01 < 1.15 * 3.38 \text{ MPa} : 0.01 < 3.89 \text{ MPa} (0 \%)$
Ścinanie ze skręcaniem	Przypadek nr 108, Siatka nr 18.1 $(\tau_d / F_{vd}) + (\tau_{tor,d} / (K_{shape} F_{vd})) \leq 1 : 0.03938 < 1 (4 \%)$
Ścinanie w podcięciach (6.5)	Przypadek nr -, Siatka nr -, Podcięcie na początku: $k_v = 0.00 \quad f_{v,d} = 0.00 \text{ MPa}$ $\tau_d = \frac{1.5V}{b_{eff} h_{ef}} \leq k_v f_{v,d} (6.60)$ niewykonane (-)  Przypadek nr -, Siatka nr -, Podcięcie na końcu: $k_v = 0.00 \quad f_{v,d} = 0.00 \text{ MPa}$ $\tau_d = \frac{1.5V}{b_{eff} h_{ef}} \leq k_v f_{v,d} (6.60)$ niewykonane (-)
Docisk na podporach (6.1.5)	Przypadek nr -, Siatka nr -, Docisk na początku: $F_{c,90,d} = 0.00 \text{ kN} \quad A_{ef} = 0.00 \text{ cm}^2 \quad k_{c,90} = 0.00 \quad f_{c,90,d} = 0.00 \text{ MPa}$ $\sigma_{c,90,d} = \frac{F_{c,90,d}}{A_{ef}} \leq k_{c,90} f_{c,90,d} (6.3)$ niewykonane (-)  Przypadek nr -, Siatka nr -, Docisk na końcu: $F_{c,90,d} = 0.00 \text{ kN} \quad A_{ef} = 0.00 \text{ cm}^2 \quad k_{c,90} = 0.00 \quad f_{c,90,d} = 0.00 \text{ MPa}$ $\sigma_{c,90,d} = \frac{F_{c,90,d}}{A_{ef}} \leq k_{c,90} f_{c,90,d} (6.3)$ niewykonane (-)
<b>4) Stateczność elementu</b>	
Weryfikacja	Przypadek nr 108, Siatka nr 18.2 $\lambda_y = 128.4 \quad \lambda_z = 128.4$ $L_{fy} = 5.93 \text{ m} \quad L_{fz} = 5.93 \text{ m}$ $K_y = 3.057 \quad K_{cy} = 0.192 \quad K_z = 3.057 \quad K_{cz} = 0.192 \quad K_m = 0.700 \quad K_{crit} = 1.000$ $\lambda_{rel,y} = 2.177 \quad \lambda_{rel,z} = 2.177 \quad \lambda_{rel,m} = 0.392$ $\lambda_1 = 0.000 \quad \eta = 0.000 \quad \lambda_{ef} = 0.000 \quad K_c = 0.192$ $L_{dy} = 5.93 \text{ m} \quad L_{dz} = 5.93 \text{ m}$  <b>Wytężenie Weryfikacja:</b> Przypadek nr 108, Siatka nr 18.2 6.23: $\sigma_{c0d} / (K_{cy} F_{c0d}) + \sigma_{myd} / F_{myd} + K_m \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1$ $0.95540 < 1 (96\%)$ Przypadek nr 108, Siatka nr 18.2 6.24: $\sigma_{c0d} / (K_{cz} F_{c0d}) + K_m \sigma_{myd} / F_{myd} + \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1$ $0.89350 < 1 (89\%)$ Przypadek nr 108, Siatka nr 18.5 6.35: $(\sigma_{md} / (K_{crit} F_{md}))^2 + \sigma_{cd} / (K_c F_{c0d}) \leq 1$ $0.83675 < 1 (84\%)$
Nośność na siłę osiową (C.3.2)	Przypadek nr -, Siatka nr -, niewykonane (-)
Siła ścinająca w przewiązkach (C.3.3)	Przypadek nr -, Siatka nr -, niewykonane (-)

Autor obliczeń: mgr inż. Józef Garczyński .....