

JEDNOSTKA PROJEKTOWA:



KOBELLO Dominik Kobel  
BIURO PROJEKTOWO-USŁUGOWE  
ul. Przylep-Leśna 8, 66-015 Zielona Góra  
tel. 692 306 419, email: kobello@op.pl  
NIP: 927-163-51-46, REGON: 389367779

TYTUŁ OPRACOWANIA:

OPINIA TECHNICZNA KONSTRUKCJI DACHU DLA BUDYNKU SALI GIMNASTYCZNEJ  
W ZWIĄZKU PLANOWANYM NA DACHU MONTAŻEM PANELI FOTOWOLTAICZNYCH


ADRES INWESTYCJI:

SALA GIMNASTYCZNA  
ZESPÓŁ SZKÓŁ TECHNICZNYCH I OGÓLNOKSZTAŁCĄCYCH  
ul. GIMNAZJALNA 13, 68 - 100 ŻAGAŃ

ZAMAWIAJĄCY:

SOLARSYSTEM S.C.  
ul. SŁOWACKIEGO 42,  
32 - 400 MYŚLENICE

OPRACOWAŁ:

	nr uprawnień:	
mgr inż. DOMINIK KOBEL	upr. do projektowania w specjalności konstr.-bud. bez ograniczeń nr LBS/0078/P00K/08	<div>PODPIS: </div>

data:

04.2024

## SPIS ZAWARTOŚCI

L.p.	NAZWA OPRACOWANIA	STRONA
<b>CZĘŚĆ OPISOWA</b>		
	STRONA TYTUŁOWA	1
	SPIS ZAWARTOŚCI	2
	OPIS TECHNICZNY	3 do 6
	OŚWIADCZENIA PROJEKTANTA	7
	KOPIA UPRAWNIEŃ BUDOWLANYCH	8
	KOPIA ZAŚWIADCZEŃ O PRZYNALEŻNOŚCI DO IZBY BUDOWNICTWA	9
<b>CZĘŚĆ RYSUNKOWA/ GRAFICZNA</b>		10 do 12
1	SCHEMAT LOKALIZACYJNY, WIDOKI, ELEWACJE	10
2	RZUT, PRZEKROJE KONSTRUKCJI DACHU	11
3	IZOMETRIE KONSTRUKCJI DACHU	12
<b>RAPORT OBLICZENIOWY</b>		13 - 38

OPINIA TECHNICZNA  
KONSTRUKCJI DACHU SALI GIMNASTYCZNEJ

SPIS TREŚCI

1. PRZEDMIOT OPRACOWANIA.....	
2. PODSTAWA OPRACOWANIA.....	
3. ADRES INWESTYCJI.....	
4. CEL OPRACOWANIA.....	
5. DANE OGÓLNE ISTNIEJĄCEGO OBIEKTU.....	
6. DANE OGÓLNE KONSTRUKCJI DACHU.....	
7. OCENA STANU TECHNICZNEGO KONSTRUKCJI DACHU.....	
8. OPIS PROJEKTOWANEJ INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ.....	
9. WYNIKI OBLICZEŃ ORAZ STOPIEŃ WYTĘŻENIA POSZCZEG. ELEMENTÓW KONSTRUKCJI.....	
10. WNIOSKI.....	
11. OBLICZENIA.....	

Przedmiotem opracowania jest opinia techniczna konstrukcji dachu dla budynku sali gimnastycznej, w związku z planowanym na dachu montażem paneli fotowoltaicznych.

## 2. Podstawa opracowania

- Zlecenie firmy SOLARSYSTEM, dostawcy paneli fotowoltaicznych.
- Koncepcja instalacji fotowoltaicznej oraz dane techniczne paneli, przekazana przez firmę SOLARSYSTEM
- Inwentaryzacja więźby dachowej budynku sali gimnastycznej i wizja lokalna w terenie wykonana 13 lutego 2023r.
- Protokół nr 18/ 2022 z dnia 22.11.2022 roku z okresowej kontroli pięcioletniej stanu technicznego obiektu budowlanego obejmujący kontrolę roczną wykony przez inż. Andrzeja Wesołego
- Projekt remontu konstrukcji dachu dla budynku sali gimnastycznej zlokalizowanej w Zespole Szkół technicznych i Ogólnokształcących wykonany przez mgr inż. Dominik Kobela z firmy KOBELLO w lutym 2023r.

### Obowiązujące normy i przepisy z zakresu budownictwa:

- PN-EN 1990:2004 – Ap2:2010 - Eurokod 0 – Podstawy projektowania konstrukcji
- PN-EN 1991-1-1:2004 – Ap1:2010 - Eurokod 1 – Oddziaływania na konstrukcje – część 1-1: oddziaływania ogólne – ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach
- PN-EN 1991-1-3:2005 – Ap1:2010 - Eurokod 1 – Oddziaływania na konstrukcje – część 1-3: oddziaływania ogólne – obciążenie śniegiem.
- PN-EN 1991-1-4:2008 – Ap2:2010 - Eurokod 1 – Oddziaływania na konstrukcje – część 1-4: oddziaływania ogólne – oddziaływania wiatru.
- PN-EN 1991-1-6:2007 – Ap1:2010 - Eurokod 1 – Oddziaływania na konstrukcje – część 1-6: oddziaływania ogólne – oddziaływania w czasie wykonywania konstrukcji.
- PN-EN 1995-1-1 - Eurokod 5: Projektowanie konstrukcji drewnianych
- PN-EN 1193-1-3:2008 Projektowanie konstrukcji stalowych - Część 1-3: Reguły ogólne -- Reguły uzupełniające dla konstrukcji z kształtowników i blach profilowanych na zimno
- PN-EN-1993-1-8 – Eurokod 3 "Projektowanie konstrukcji stalowych. Część 1-8.
- PN-EN-14399-4:2007 Zestawy śrubowe wysokiej wytrzymałości do połączeń sprężanych HV. Część 4: System HV. Zestaw śruby z łbem sześciokątnym i nakrętki sześciokątnej.
- PN-EN 1996-1-1:2010 – Ap1:2010 Eurokod 6 – Projektowanie konstrukcji murowych – część 1-1: reguły ogólne dla zbrojonych i niezbrojonych konstrukcji murowych.
- PN-EN-14399-4:2007 Zestawy śrubowe wysokiej wytrzymałości do połączeń sprężanych HV. Część 4: System HV. Zestaw śruby z łbem sześciokątnym i nakrętki sześciokątnej.

### Programy obliczeniowe:

- Building Design Suite Ultimate 2015/ Intersoft/ Spec-Bud

## 3. Adres inwestycji

Sala gimnastyczna objęta niniejszym opracowaniem zlokalizowana jest na terenie Zespołu Szkół Technicznych i Ogólnokształcących przy ul. Gimnazjalnej 13, w miejscowości Żagań, woj. Lubuskie, dz. nr 1089/2 , obręb ewidencyjny 0002, jednostka ewidencyjna 081002\_1

## 4. Cel opracowania

Głównym celem opracowania jest określenie możliwości montażu paneli fotowoltaicznych na połaci południowej dachu istniejącego budynku sali gimnastycznej.

## 5. Dane ogólne istniejącego obiektu

Istniejący budynek sali gimnastycznej to obiekt wolnostojący, niepodpiwniczony, jednokondygnacyjny z nieużytkowym poddaszem. Budynek został wykonany w technologii tradycyjnej murowanej ścian, z dachem stromym, dwuspadowym w konstrukcji drewnianej, krytym blachodachówką.

Istniejący obiekt powstał prawdopodobnie na początku XXI wieku i liczy sobie około 100-110lat. Budynek w przekroju poprzecznym dwunawowy, z nawą niższą od strony północnej, w której zlokalizowane są szatnie i zaplecze techniczne sali oraz nawą główną wyższą, w której zlokalizowana jest sala gimnastyczna. Budynek w rzucie poziomym regularny, na bazie prostokąta, bryła budynku zwarta. Główne wejście do budynku zlokalizowane od strony północnej, w ścianie podłużnej. Od strony wschodniej, do ściany szczytowej przylega budynek techniczny parterowy, powstały w późniejszym okresie, budynek nie objęty opracowaniem.

Wymiary wewnętrzne sali gimnastycznej wynoszą: długość L=20m, szerokość B=10m, wysokość pomieszczenia do pasów dolnych dźwigarów istniejących H=5,40m.

Ściany sali murowane z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie cementowo-wapiennej, grubość ścian żoźnicowana od 55 do 38cm. Pokrycie dachu z blachodachówki wykonane w okresie późniejszym niż sam obiekt. Wiek pokrycia szacuje się na około 20-25 lat.

## 6. Dane ogólne konstrukcji dachu

Główny dach sali gimnastycznej to dach dwuspadowy, stromy, o kącie nachylenia 34stopni. Dach wykonany został w konstrukcji drewnianej wieszakowej. Główna konstrukcja dachu składa się z pięciu ram wieszakowych rozstawionych modularnie co około 4,95m, w kierunku podłużnym sali. Pojedynczy dźwigar składa się z: belki wieszakowej, dwóch słupów-wieszaków, rozporu oraz dwóch zastrzałów. Na wieszakach-słupach ram wsparte są płatwie podłużne z mieczami, na których wspierają się krokwie dachowe oraz pokrycie dachu. Na belce wieszakowej (prostopadle do jej długości) oparte są belki stropowe poddasza nieużytkowego. Rozstaw belek stropowych różnorodny od 40 do 100cm. Na belkach stropowych ułożone deskowanie pełne. Pojedyncza rama wieszakowa przejmuje za pośrednictwem płattwii obciążenia z krokwi i pokrycia oraz obciążenia ze stropu za pośrednictwem deskowania i belek stropowych.

## 7. Ocena stanu technicznego konstrukcji dachu.

Aktualnie konstrukcja dachu jest po remoncie wykonanym w marcu 2023r. Remont polegał na wykonaniu wzmocnienia konstrukcji dachu w związku z nadmiernym wówczas ugięciem głównych, środkowych ram wieszakowych dachu. Wzmocnienie konstrukcji wykonano w całości jako ukryte w przestrzeni poddasza nieużytkowego. Konstrukcję wykonano z 3 wiązarów kratownicowych, stalowych ułożonych modularnie w kierunku podłużnym sali w rozstawie co 4,95m. Wiązary zlokalizowane są w odległości około 35cm od istniejących dźwigarów dachowych. Protopadle do pasów górnych wiązarów zamocowane są belki stalowe do których podwieszone są za pośrednictwem prętów gwintowanych (ściągów) belki wieszakowe.

Pokrycie dachu stanowi blachodachówka mocowana do stelarzu z łat i kontrłat mocowanych do deskowania pełnego połaci oraz krokwi. Aktualnie na deskowaniu stropu poddasza ułożona jest wełna mineralna miękka oraz paroizolacja. Konstrukcja dachu po wykonanym remoncie jest bezpieczna i nie wykazuje żadnych niepokojących usterek, ugięć czy wad technicznych. Pokrycie dachu jest szczelne, nie stwierdzono zacieków, czy nieszczelności.

## 8. Opis projektowanej instalacji fotowoltaicznej.

Zgodnie z przesłaną przez firmę SOLARSYSTEM koncepcją, projektuje się montaż 48szt. paneli fotowoltaicznych zlokalizowanych na połaci południowej istniejącego dachu. Dobrano panele PV455Wp o wymiarach 1,92x1,138x0,04m. Masa pojedynczego panela wynosi 24kg co daje łącznie masą 12kg/m<sup>2</sup>. Montaż paneli przyjęto równoległe do połaci dachu w 3 pasach po 16szt., panele przyległe do siebie – szczegóły wg rys.2.

## 9. Wyniki obliczeń oraz stopień wyteżenia poszczególnych elementów konstrukcji.

Nazwa elementu	Przekrój elementu (mmxmm)	Klasa drewna	Gatunek stali	Stopień wyteżenia przekroju
krokiew	130x160mm	C24		24,00%
platew	160x220mm	C24		92,00%
słup-wieszak	210x240mm	C24		33,00%
miecz	100x140mm	C24		52,00%
belka do podwieszenia b.wieszakowej	RP160x80x5		S355	92,00%
pas górny wiązara	RK100x4		S355	87,00%
krzyżulec skrajny	RK100x4		S355	53,00%
pas dolny wiązara	RK80x3		S355	88,00%
krzyżulec przedskrajny	RK40x3		S355	98,00%

Objaśnienia do tabeli.

Wynik wyteżenia <100% oznacza że przekrój spełnia warunek nośności lub użytkowania i może pozostać.

Wynik wyteżenia >100% oznacza że przekrój jest wykorzystany ponad nośność normową i musi być wzmocniony.

Przekroje elementów drewnianych zostały pomierzone w naturze podczas inwentaryzacji budynku. Przekroje elementów stalowych wiązara stalowego przyjęto z dokumentacji „Projekt remontu konstrukcji dachu” sporządzonego w lutym 2023r.

## 10. Wnioski i zalecenia

Na podstawie obliczeń dołączonych do opinii technicznej stwierdza się, iż konstrukcja drewniana jak i stalowa dachu spełnia warunki nośności i użytkowania dla dodatkowego obciążenia od projektowanych paneli fotowoltaicznych.

Stwierdza się, iż montaż 48sztuk paneli fotowoltaicznych PV455Wp na połaci południowej, dachu budynku sali gimnastycznej jest możliwy i jak najbardziej bezpieczny dla istniejącej konstrukcji dachu.

### 11. Obliczenia

Obliczenia wykonano dla I strefy wiatrowej PN-EN 1991-1-4:2008 – Ap2:2010 - Eurokod 1 oraz I strefy śniegowej PN-EN 1991-1-3:2005 – Ap1:2010 - Eurokod 1. Do obliczeń konstrukcji przyjęto założenie obciążenia użytkowego stropu podasza  $q=0,50\text{kN/m}^2$ . Raport obliczeniowy dołączony do opracowania.

#### Zestawienia obciążeń przyjętych do obliczeń konstrukcji.

##### DACH OBCIĄŻENIA ISTNIEJĄCE + FOTOWOLTAIKA (STAŁE)

NAZWA	OBC. CHARAKTER. STAŁE $Q_{ch}$ (kN/m <sup>2</sup> )	WSP.	OBC. OBLICZENIOWE $Q_{obl}$ (kN/m <sup>2</sup> )
Blachodachówka	0,08kN/m <sup>2</sup>	1,25	0,100kN/m <sup>2</sup>
Łaty + kontrłaty	0,150kN/m <sup>2</sup>	1,25	0,187kN/m <sup>2</sup>
Deskowanie pełne gr.2,5cm	$0,025\text{m} \times 6,50\text{kN/m}^3 = 0,162\text{kN/m}^2$	1,25	0,202kN/m <sup>2</sup>
Folia dachowa lub papa	0,07kN/m <sup>2</sup>	1,25	0,087kN/m <sup>2</sup>
Panele fotowoltaiczne	0,120kN/m <sup>2</sup>	1,25	0,150kN/m <sup>2</sup>
Suma	<b><math>Q_{ch} = 0,582 \text{ kN/m}^2</math></b>		<b><math>Q_{obl} = 0,726 \text{ kN/m}^2</math></b>

**Uwaga:** Ciężar własny krokwi doliczony automatycznie w programie.

**Uwaga2:** Obciążenia z tabeli podzielono przez  $\cos 34^\circ$ , w związku z rzutowaniem pionowych obciążeń w programie.

##### DACH OBCIĄŻENIA (ZMIENNE)

NAZWA	OBC. CHARAKTER. STAŁE $Q_{ch}$ (kN/m <sup>2</sup> )	WSP.	OBC. OBLICZENIOWE $Q_{obl}$ (kN/m <sup>2</sup> )
Śnieg (max.)	<b>0,485kN/m<sup>2</sup></b>	1,5	<b>0,727kN/m<sup>2</sup></b>
Wiatr parcie (max.)	<b>0,614kN/m<sup>2</sup></b>	1,5	<b>0,921kN/m<sup>2</sup></b>
Wiatr ssanie (max.)	<b>-0,392kN/m<sup>2</sup></b>	1,5	<b>0,588kN/m<sup>2</sup></b>

##### STROP OBCIĄŻENIA STAŁE

NAZWA	OBC. CHARAKTER. STAŁE $Q_{ch}$ (kN/m <sup>2</sup> )	WSP.	OBC. OBLICZENIOWE $Q_{obl}$ (kN/m <sup>2</sup> )
Wełna mineralna miękka gr.15cm	$0,15\text{m} \times 1,0\text{kN/m}^3 = 0,150\text{kN/m}^2$	1,25	0,187kN/m <sup>2</sup>
Paroizolacja	0,03kN/m <sup>2</sup>	1,25	0,0375kN/m <sup>2</sup>
Deskowanie pełne gr.3,5cm	$0,035\text{m} \times 6,50\text{kN/m}^3 = 0,227\text{kN/m}^2$	1,25	0,283kN/m <sup>2</sup>
Suma	<b><math>Q_{ch} = 0,407 \text{ kN/m}^2</math></b>		<b><math>Q_{obl} = 0,507 \text{ kN/m}^2</math></b>

##### STROP OBCIĄŻENIA ZMIENNE

NAZWA	OBC. CHARAKTER. STAŁE $Q_{ch}$ (kN/m <sup>2</sup> )	WSP.	OBC. OBLICZENIOWE $Q_{obl}$ (kN/m <sup>2</sup> )
Obciążenie użytkowe (stropodach nieużytkowy)	<b>0,50kN/m<sup>2</sup></b>	1,35	<b>0,675kN/m<sup>2</sup></b>

PODPIS:

*Kobel*

Opracował:  
mgr inż. Dominik Kobel

Dominik Kobel  
ul. Przylep-Leśna 8  
66 - 015 Zielona Góra  
upr. LBS/ 0078/ POOK/ 08

Zielona Góra 04.2024

### **OŚWIADCZENIE**

Ja, niżej podpisany jako **projektant branży konstrukcyjnej** – oświadczam, że „Opinia techniczna konstrukcji dachu dla budynku sali gimnastycznej zlokalizowanej przy Zespole Szkół Technicznych i Ogólnokształcących” w Żaganiu, przy ul. Gimnazjalnej 13 została sporządzona zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej.

PODPIS:

Kobel

Opracował:

mgr inż. Dominik Kobel

LUBUSKA OKRĘGOWA IZBA  
INŻYNIERÓW BUDOWNICTWA  
w Gorzowie Wlkp.

Gorzów Wlkp. 29-11-2008r.

Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna  
sygn. akt. LBS/OKK/0054/0021/08

## DECYZJA

Na podstawie art. 24 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000r. o samorządach zawodowych architektów, inżynierów budownictwa oraz urbanistów (Dz. U. z 2001 r. Nr 5 poz. 42 z późn. zm.) i art. 12 ust. 3, art. 13 ust.1 pkt 1, art. 14, ust.1, pkt 2 ustawy z dnia 07 lipca 1994r. Prawo budowlane (tekst jednolity: Dz. U. z 2006r. Nr 156 poz. 1118 z późn. zm.) oraz § 11 ust.1 pkt 1 rozporządzenia Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 28 kwietnia 2006r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz. U. Nr 83 poz. 578 z późn. zm.).

**Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna  
n a d a j e**

**Panu Dominikowi, Danielowi KOBEL**  
magistrowi inżynierowi - budownictwo  
urodzonemu 22 listopada 1978r. w Świebodzinie

**UPRAWNIENIA BUDOWLANE**  
numer ewidencyjny LBS/0078/POOK/08

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

## UZASADNIENIE

W związku z uwzględnieniem w całości żądania strony na podstawie art. 107 § 4 Kpa odstępuje się od uzasadnienia decyzji. Zakres uprawnień podany jest na odwrocie.

## Pouczenie

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

## Członkowie Składu Orzekającego



Pieczęć okrągła

1. Marek PUCHALSKI

2. Emilia KUCHARCZYK

3. Jerzy MIŃCZYK





## Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

LBS-ULP-8GC-ICU \*

Pan Dominik Daniel Kobel o numerze ewidencyjnym LBS/BO/0042/09  
adres zamieszkania ul. Przylep-Leśna 8, 66-015 Przylep  
jest członkiem Lubuskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane  
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.  
Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2024-03-01 do 2024-12-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym  
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2024-02-29 roku przez:

Wojciech Poręba, Przewodniczący Rady Lubuskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

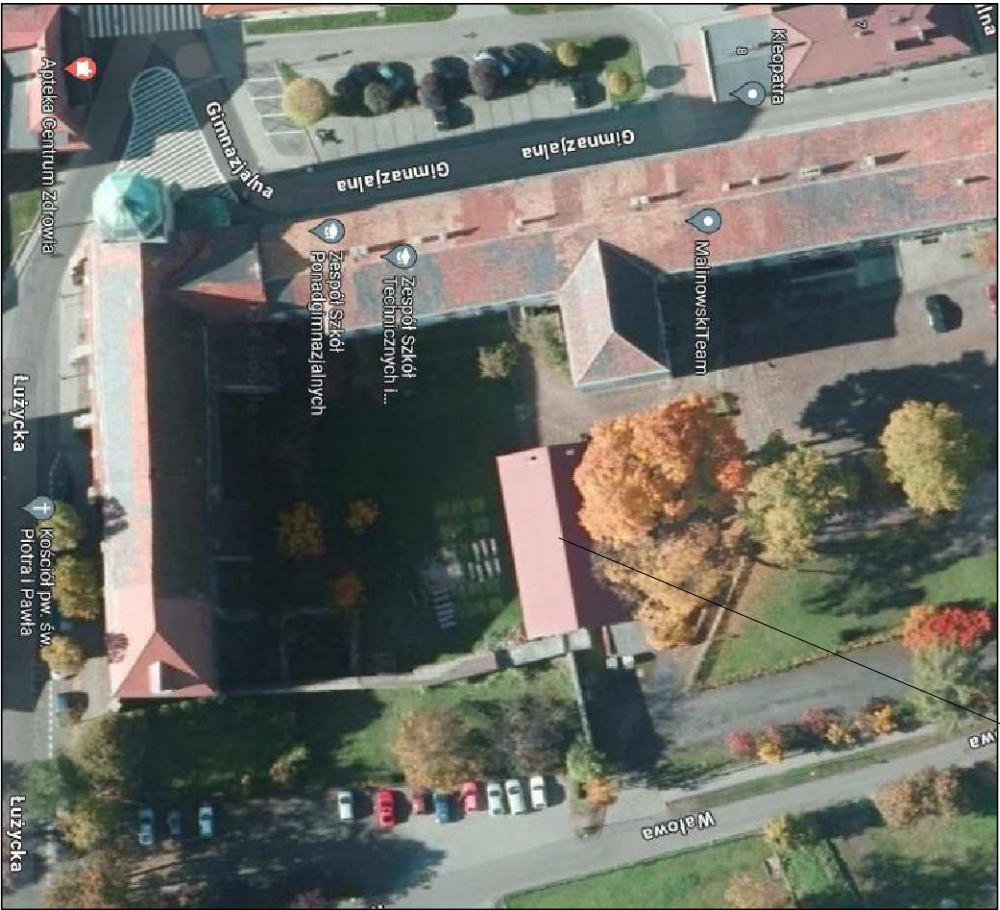
Zgodnie z art. 78<sup>1</sup> K.c.

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

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

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





budynek sali gimnastycznej

fot.1 – Schemat (zdjęcie) lokalizacji sali gimnastycznej



fot.2 – Widok budynku sali od strony południowej.



fot.3 – Widok budynku sali od strony północnej.

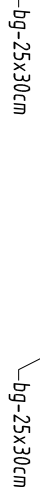
<div><div><div>JEDNOSTKA PROJEKTOWA: BUREAU PROJEKTOWO-USŁUGOWE <b>KOB E LLO</b> D O M I N I K   K O B E L U L . P R Z Y S T A W A   L E S N A 8 T E L . 6 9 2 1 2 1 3 0 6 2 4 1 9 E M A I L . K O B E L L O @ O P . P L</div><div>ZAMAWIAJĄCY: <b>SOLARSYSTEM S.C.</b> ul. Stowackiego 42, 32 – 400 Myślenice</div></div></div>	
NAZWA OPRACOWANIA:	
OPINIA TECHNICZNA KONSTRUKCJI DACHU DLA BUDYNKU SALI GIMNASTYCZNEJ	
ADRES INWESTYCJI:	
Sala gimnastyczna Zespół Szkół Technicznych i Ogólnokształcących ul. Gimnazjalna 13, 68 – 100 Żagań	
BRANŻA:	
KONSTRUKCJA	OPRACOWAŁ: mgr inż. DOMINIK KOBEL upr. do projektowania w specjalności konstr.-bud. bez ograniczeń nr 185/0070/POLK/06
PDPIS: <i>Kobel</i>	
STADIUM: EKSPERTYZA TECHNICZNA	
SKALA RYSUNKU:	NAZWA RYSUNKU:
DATA: 04.2024	SCHEMAT LOKALIZACJI SALI WIDOKI, ELEWACJE
FORMAT: (297x420)	BUDYNEK: SALA GIMNASTYCZNA
NR RYS: 1	
NR STR:	



skala 1:100

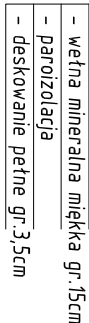


A2 - A2



20260 - wymiar między ścianami szczytowymi poddasza

A3 - A3



### Oznaczenia

- elementy stalowe (zaprojekt. i wykonane w 2022r)

— - planowane panele fotowoltaiczne

<p><b>JEDYNOSTKA PROJEKTOWA:</b></p> <p><b>BUREAU PROJECTOWO-USLUGOWE</b></p> <p><b>KOBELLE</b></p> <p>00 MINIK KOBELLE          UL. PRZYLEN-LESA 8          14-119 21 9 6 0 0 1 9          TEL.: 71 92 13 9 6 0 0 1 9          E-MAIL: KOBELLE@OP.PL</p>		<p><b>ZAWAWIAJĄCY:</b></p> <p><b>SOLARSYSTEM S.C.</b></p> <p>ul. Stowackiego 42,          32 – 400 Mysławice</p>	
<p><b>NAZWA OPRACOWANIA:</b></p> <p><b>OPINIA TECHNICZNA KONSTRUKCJI DACHU DLA BUDYNKU SALI GIMNASTYCZNEJ</b></p>		<p><b>ADRES INWESTYCJI:</b></p> <p><b>Sala gimnastyczna</b>  <b>Zespół Szkół Technicznych i Ogólnokształcących</b>  <b>ul. Gimnazjalna 13, 68 – 100 Żagań</b></p>	
<p><b>BRANŻA:</b></p> <p><b>KONSTRUKCJA</b></p>		<p><b>OPRACOWAŁ:</b></p> <p><b>mgr inż. DOMINIK KOBEL</b></p> <p>upr. do projektowania w specjalności konstr.-bud          bez ograniczeń nr IBS/0078/PDOK/08</p>	
<p><b>STADIUM:</b></p> <p><b>EKSPERTYZA TECHNICZNA</b></p>		<p><b>PODPIS:</b></p> <p><i>Kobel</i></p>	
<p><b>SKALA RYSUNKU:</b></p> <p><b>1:100</b></p>		<p><b>NR RYS:</b></p> <p><b>2</b></p>	
<p><b>DATA:</b></p> <p><b>04.2024</b></p>		<p><b>NAZWA RYSUNKU:</b></p> <p><b>MAZNA RZUT, PRZEKROJE KONSTR. DACHU</b></p>	
<p><b>FORMAT:</b></p> <p><b>(297x450)</b></p>		<p><b>BUDYNEK:</b></p> <p><b>SALA GIMNASTYCZNA</b></p>	
		<p><b>NR STR:</b></p>	



**ZESTAWIENIE ODDZIAŁYWAŃ**

Użytkownik: Dominik Kobel

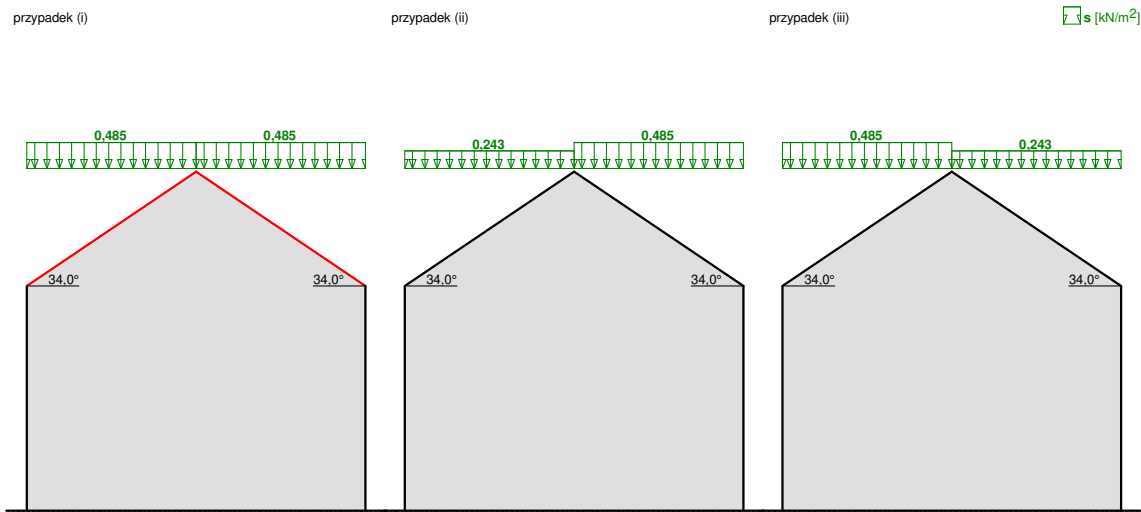
©2012 SPECBUD s.c. Gliwice

Autor: mgr inż. Dominik Kobel

Tytuł: **Opinia Techniczna dachu sali gimnastycznej**

**Element 1**

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



**Połąć dachu obciążonego równomiernie - przypadek (i):**

- Dach dwupołaciowy
- Obciążenie charakterystyczne śniegiem gruntu (wg Załącznika krajowego NA):
  - strefa obciążenia śniegiem 1;  $A = 102 \text{ m n.p.m.} \rightarrow$   
 $s_k = 0,007 \cdot A - 1,4 = -0,686 \text{ kN/m}^2 < 0,7 \text{ kN/m}^2 \rightarrow s_k = 0,7 \text{ kN/m}^2$
- Warunki lokalizacyjne: normalne, przypadek A (brak wyjątkowych opadów i brak wyjątkowych zamieci)
- Sytuacja obliczeniowa: trwała lub przejściowa
- Współczynnik ekspozycji:
  - teren normalny  $\rightarrow C_e = 1,0$
- Współczynnik termiczny (wg Załącznika krajowego NA):
  - współczynnik przenikania ciepła przegrody  $U = 1,0 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
  - temperatura wewnętrzna  $t_i = 5 \text{ }^\circ\text{C} \rightarrow \Delta t = 0 \text{ }^\circ\text{C}$
  - $C_t = 1 - 0,054 \cdot (s_k/3,5)^{0,25} \cdot \Delta t \cdot \{\sin[57,3 \cdot (0,4 \cdot U - 0,1)]\}^{0,25} = 1,000$
- Współczynnik kształtu dachu:
  - nachylenie połaci  $\alpha = 34,0^\circ$
  - $\mu_1 = 0,8 \cdot (60^\circ - \alpha) / 30^\circ = 0,8 \cdot (60^\circ - 34,0^\circ) / 30^\circ = 0,693$

**Obciążenie charakterystyczne:**

$$s = \mu \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,693 \cdot 1,0 \cdot 1,000 \cdot 0,700 = \mathbf{0,485 \text{ kN/m}^2}$$



**ZESTAWIENIE ODDZIAŁYWAŃ**

Użytkownik: Dominik Kobel

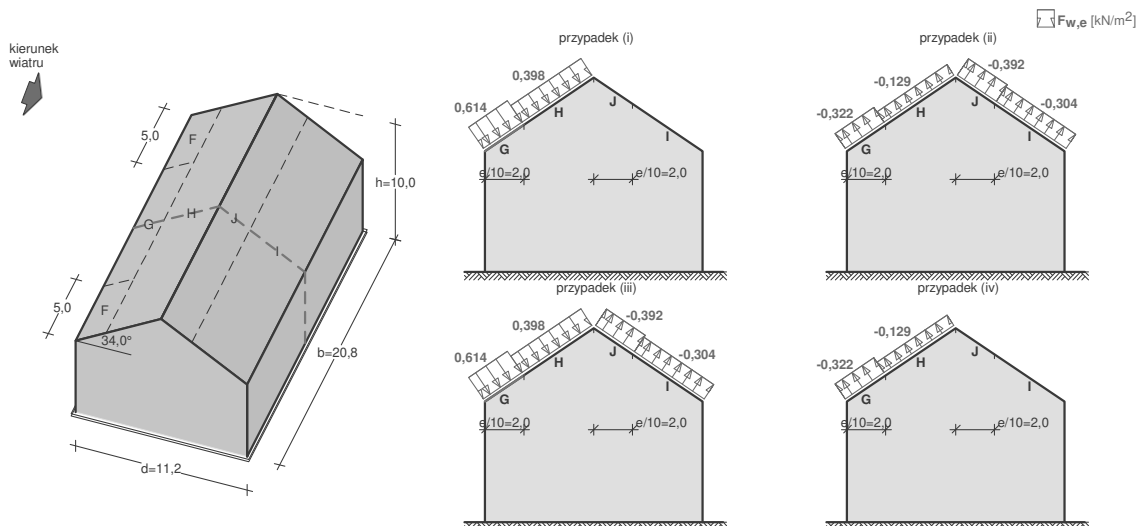
©2012 SPECBUD s.c. Gliwice

Autor: mgr inż. Dominik Kobel

Tytuł: **Opinia Techniczna dachu sali gimnastycznej**

**Element 1**

**Obciążenie wiatrem wg PN-EN 1991-1-4 / Dachy dwuspadowe (p.7.2.5)**



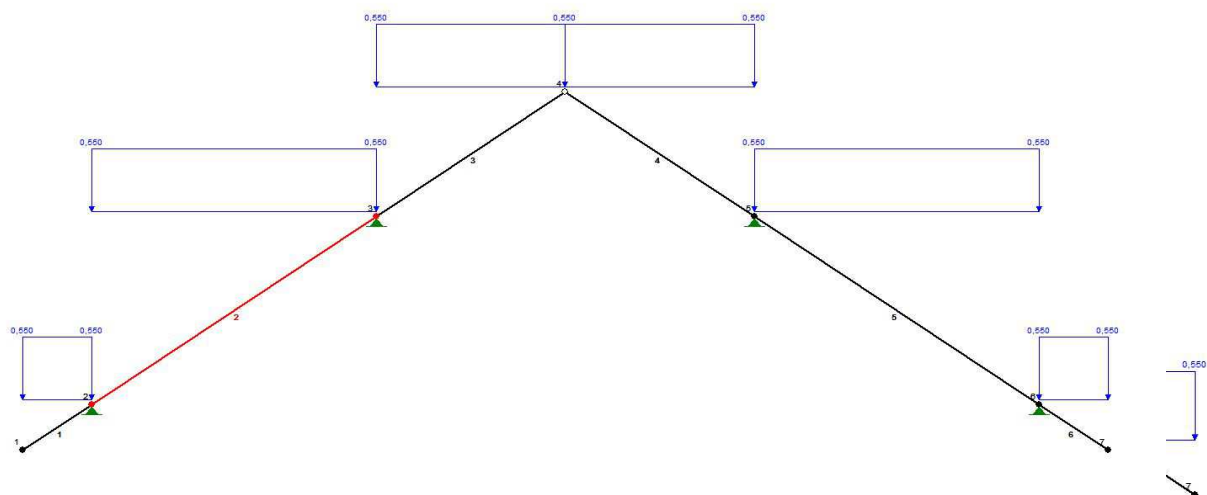
**Połąć w przekroju  $x/b = 0,50$  - pole G - parcie:**

- Dach dwuspadowy o wymiarach:  $b = 20,8$  m,  $d = 11,2$  m, kąt nachylenia połaci  $\alpha = 34,0^\circ$
- Budynek o wysokości  $h = 10,0$  m
- Wymiar  $e = \min(b, 2 \cdot h) = 20,0$  m
- Wiatr wiejący na ścianę boczną,  $\theta = 0^\circ$
- Wartość podstawowa bazowej prędkości wiatru (wg Załącznika krajowego NA):
  - strefa obciążenia wiatrem 1;  $A = 102$  m n.p.m.  $\rightarrow v_{b,0} = 22$  m/s
- Współczynnik kierunkowy:  $c_{dir} = 1,0$
- Współczynnik sezonowy:  $c_{season} = 1,00$
- Bazowa prędkość wiatru:  $v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 22,00$  m/s
- Wysokość odniesienia:  $z_e = h = 10,00$  m
- Kategoria terenu I  $\rightarrow$  współczynnik chropowatości:  $c_r(z_e) = 1,2 \cdot (10,0/10)^{0,13} = 1,20$  (wg Załącznika krajowego NA.6)
- Współczynnik rzeźby terenu (orografii):  $c_o(z_e) = 1,00$
- Średnia prędkość wiatru:  $v_m(z_e) = c_r(z_e) \cdot c_o(z_e) \cdot v_b = 26,40$  m/s
- Intensywność turbulencji:  $I_v(z_e) = 0,145$
- Gęstość powietrza:  $\rho = 1,25$  kg/m<sup>3</sup>
- Wartość szczytowa ciśnienia prędkości:
  - $q_p(z_e) = [1 + 7 \cdot I_v(z_e)] \cdot (1/2) \cdot \rho \cdot v_m^2(z_e) = 877,0$  Pa = 0,877 kPa
- Współczynnik konstrukcyjny:  $c_{scd} = 1,000$
- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego  $c_{pe} = c_{pe,10} = 0,7$

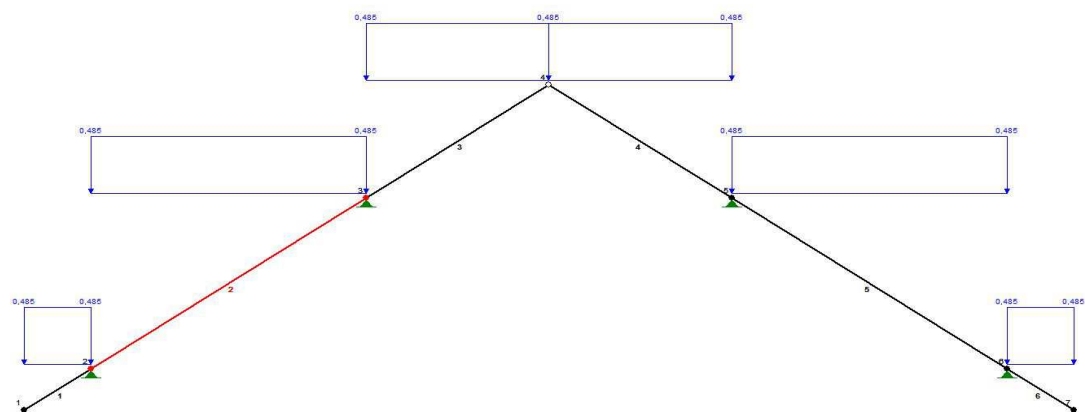
Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_{scd} \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,877 \cdot 0,7 = \mathbf{0,614 \text{ kN/m}^2}$$

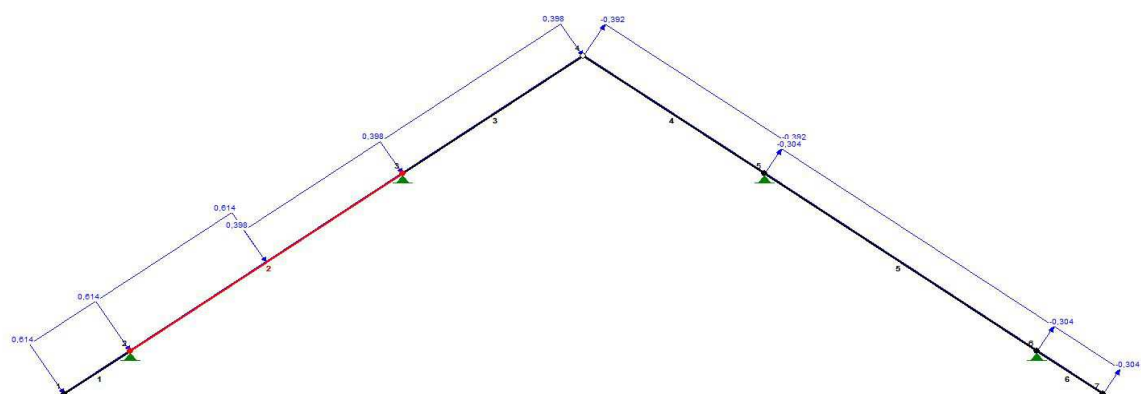
Obc. stałe



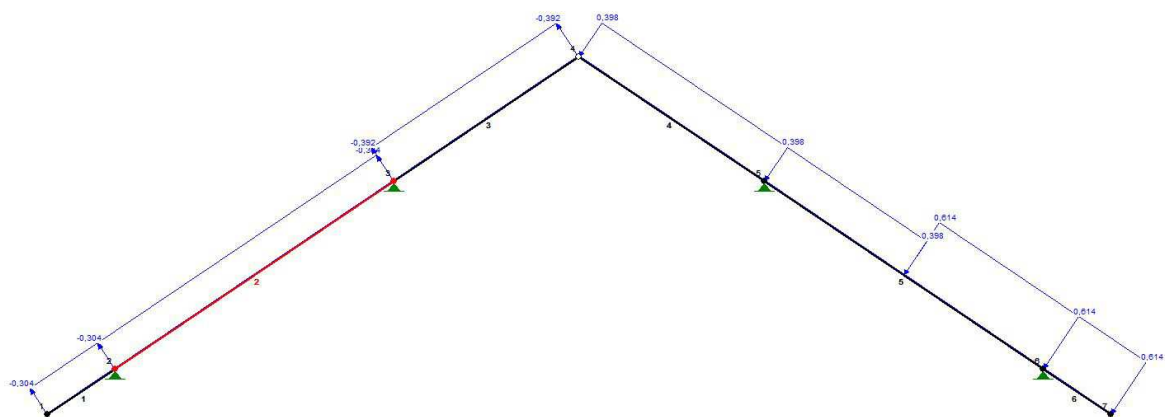
Obc. śniegiem



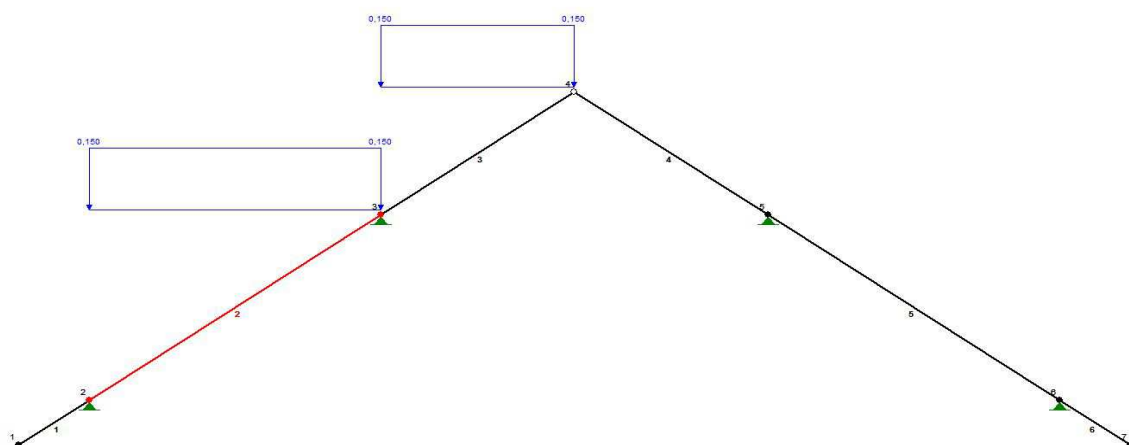
Wiatr z lewej



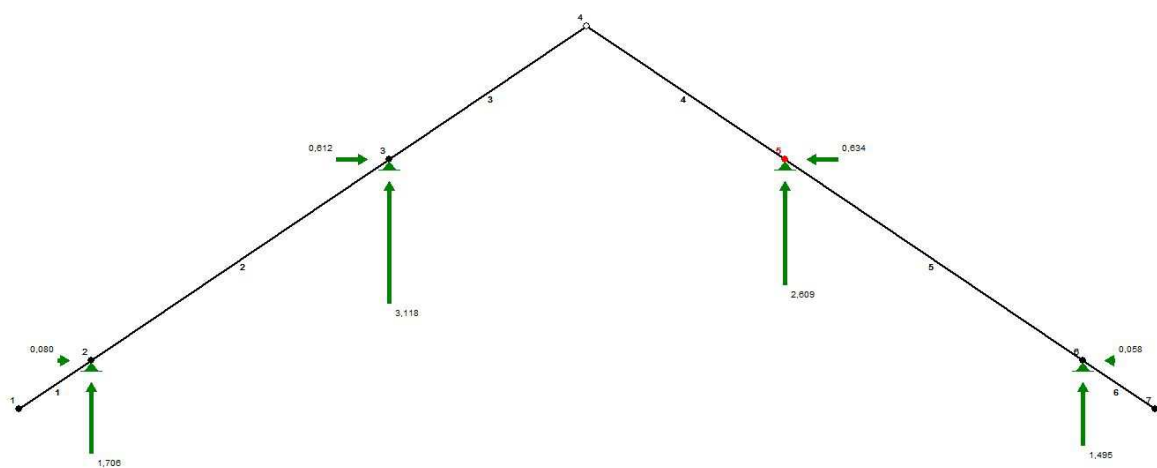
Wiatr z prawej



Obciążenie fotowoltaiką

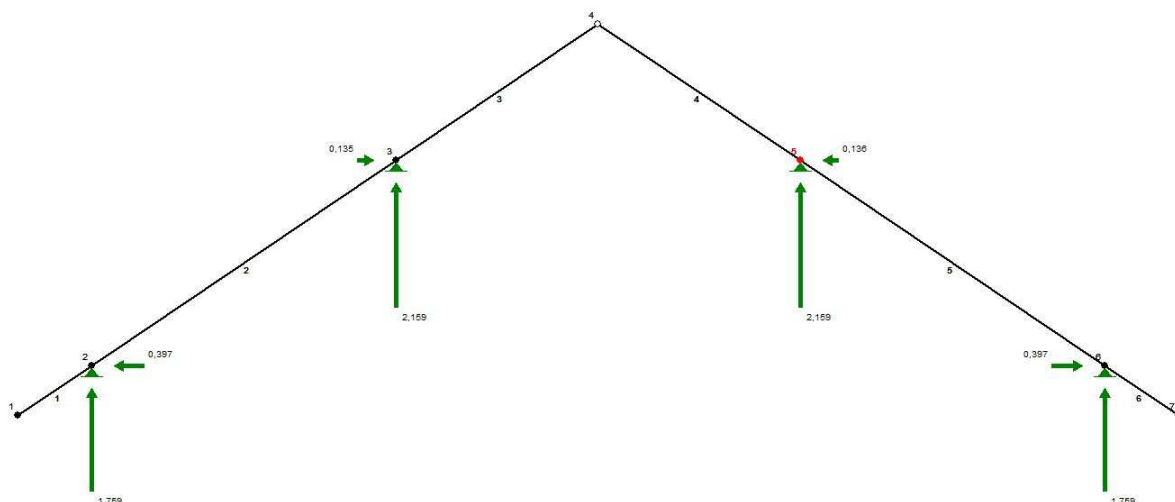


Reakcje od obciążeń stałych

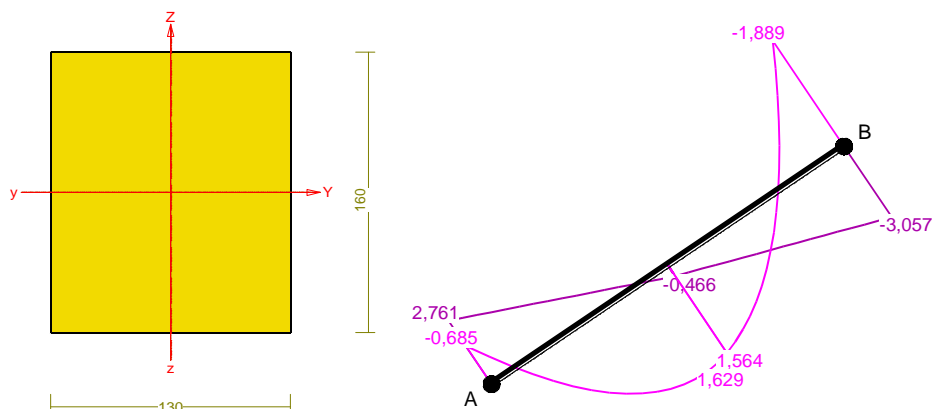




## Reakcje od obc. zmiennych



## Krokiew raport obliczeniowy



### Przekrój: 1 „B 160x130”

Wymiary przekroju:

$$h=160,0 \text{ mm} \quad b=130,0 \text{ mm}.$$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$$J_{yg}=4437,3; \quad J_{zg}=2929,3 \text{ cm}^4; \quad A=208,00 \text{ cm}^2; \quad i_y=4,6; \quad i_z=3,8 \text{ cm}; \quad W_y=554,7; \quad W_z=450,7 \text{ cm}^3.$$

### Własności techniczne drewna:

Przyjęto **2** klasę użytkowania konstrukcji (temperatura powietrza  $20^\circ$  i wilgotności powyżej 85% tylko przez kilka tygodni w roku) oraz klasę trwania obciążenia: **Średniotwałe** (1 tydzień - 6 miesięcy, np. obciążenie użytkowe).

$$K_{mod} = 0,80$$

$$\gamma_M = 1,3$$

Cechy drewna: **Drewno C24.**

$$f_{m,k} = 24,00$$

$$f_{m,d} = 14,77 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,k} = 14,00$$

$$f_{t,0,d} = 8,62 \text{ MPa}$$

$$f_{t,90,k} = 0,50$$

$$f_{t,90,d} = 0,31 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,k} = 21,00$$

$$f_{c,0,d} = 12,92 \text{ MPa}$$

$$f_{c,90,k} = 2,50$$

$$f_{c,90,d} = 1,54 \text{ MPa}$$

$$f_{v,k} = 2,50$$

$$f_{v,d} = 1,54 \text{ MPa}$$

$$E_{0,mean} = 11000 \text{ MPa}$$

$$E_{90,mean} = 370 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 7400 \text{ MPa}$$

$$G_{mean} = 690 \text{ MPa}$$

$$\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$$

### **Sprawdzenie nośności pręta nr 2**

Sprawdzenie nośności przeprowadzono wg PN-B-03150:2000.

#### **Nośność na rozciąganie:**

Wyniki dla  $x_a=1,96 \text{ m}$ ;  $x_b=1,96 \text{ m}$ , przy obciążeniach „ABCDE”.

Pole powierzchni przekroju netto  $A_n = 208,00 \text{ cm}^2$ .

$$\sigma_{t,0,d} = N / A_n = 0,000 / 208,00 \times 10 = \mathbf{0,00} < \mathbf{8,62} = f_{t,0,d}$$

#### **Nośność na zginanie:**

Wyniki dla  $x_a=1,96 \text{ m}$ ;  $x_b=1,96 \text{ m}$ , przy obciążeniach „ABCDE”.

Długość obliczeniowa dla **pręta swobodnie podpartego, obciążonego równomiernie lub momentami na końcach**, przy obciążeniu przyłożonym do powierzchni **górnej**, wynosi:

$$l_d = 1,00 \times 3920 + 160 + 160 = 4240 \text{ mm}$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{l_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = \sqrt{\frac{4240 \times 160 \times 14,77}{3,142 \times 130^2 \times 7400}} \times \sqrt[4]{\frac{11000}{690}} = 0,319$$

Wartość współczynnika zwichrzenia:

$$\text{dla } \lambda_{rel,m} \leq 0,75 \quad k_{crit} = 1$$

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 1,564 / 554,67 \times 10^3 = \mathbf{2,82} < \mathbf{14,77} = 1,000 \times 14,77 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla  $x_a=1,96 \text{ m}$ ;  $x_b=1,96 \text{ m}$ , przy obciążeniach „ABCDE”:

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,00}{8,62} + \frac{2,82}{14,77} + 0,7 \times \frac{0,00}{14,77} = \mathbf{0,191} < \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,00}{8,62} + 0,7 \times \frac{2,82}{14,77} + \frac{0,00}{14,77} = \mathbf{0,134} < \mathbf{1}$$

#### **Nośność na ścinanie:**

Wyniki dla  $x_a=1,96 \text{ m}$ ;  $x_b=1,96 \text{ m}$ , przy obciążeniach „ABCDE”.

Naprężenia tnące:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / A = 1,5 \times 0,466 / 208,00 \times 10 = 0,03 \text{ MPa}$$

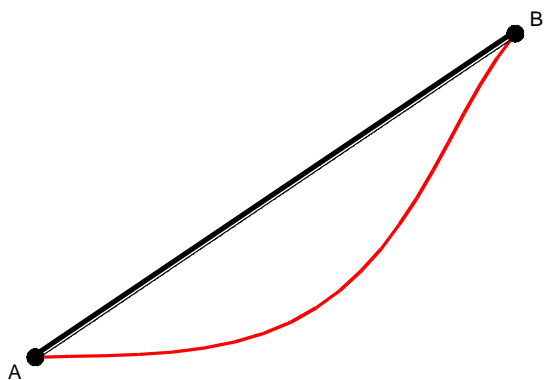
$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / A = 1,5 \times 0,000 / 208,00 \times 10 = 0,00 \text{ MPa}$$

Przyjęto  $k_v = 1,000$ .

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,03^2 + 0,00^2} = \mathbf{0,03} < \mathbf{1,54} = 1,000 \times 1,54 = k_v f_{v,d}$$

#### **Stan graniczny użytkowania:**



Wyniki dla  $x_a=1,96$  m;  $x_b=1,96$  m, przy obciążeniach „ABCDE”.

Ugięcie graniczne

$$u_{net,fin} = l / 150 = 26,1 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń stałych (ciężar własny + „”):

$$u_{z,fin} = u_{z,inst} (1+k_{def}) = -0,2 \times (1 + 0,80) = -0,4 \text{ mm}$$

$$u_{y,fin} = u_{y,inst} (1+k_{def}) = 0,0 \times (1 + 0,80) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń zmiennych („ABCDE”):

Klasa trwania obciążeń zmiennych: **Stale** (więcej niż 10 lat, np. ciężar własny).

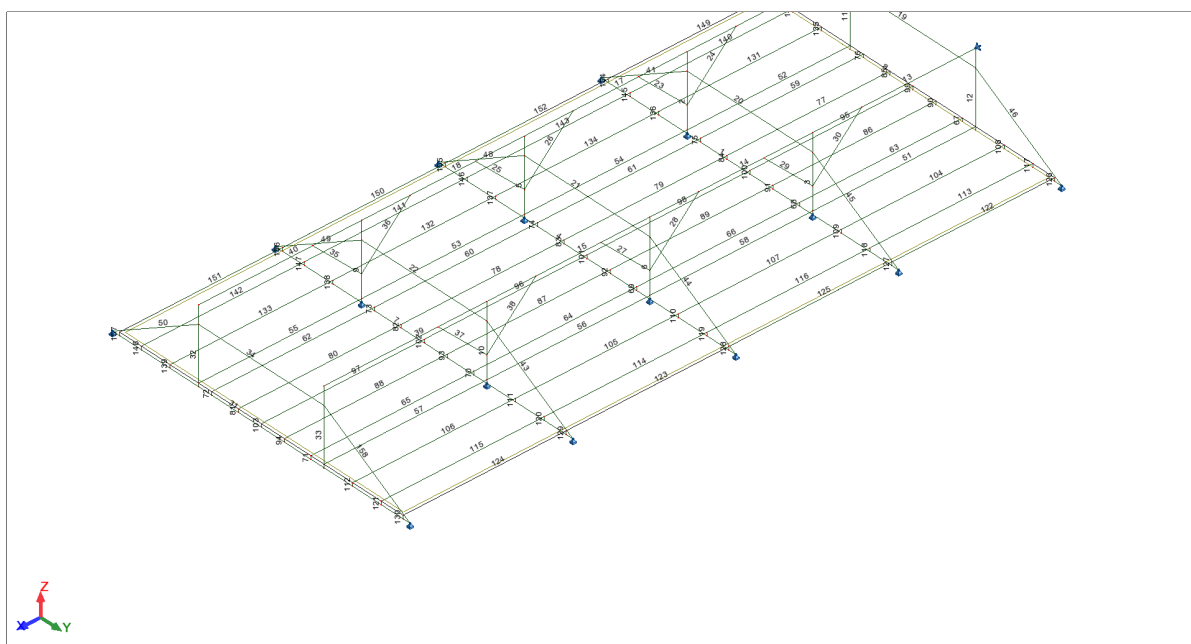
$$u_{z,fin} = u_{z,inst} (1+k_{def}) = -2,9 \times (1 + 0,80) = -5,3 \text{ mm}$$

$$u_{y,fin} = u_{y,inst} (1+k_{def}) = 0,0 \times (1 + 0,80) = 0,0 \text{ mm}$$

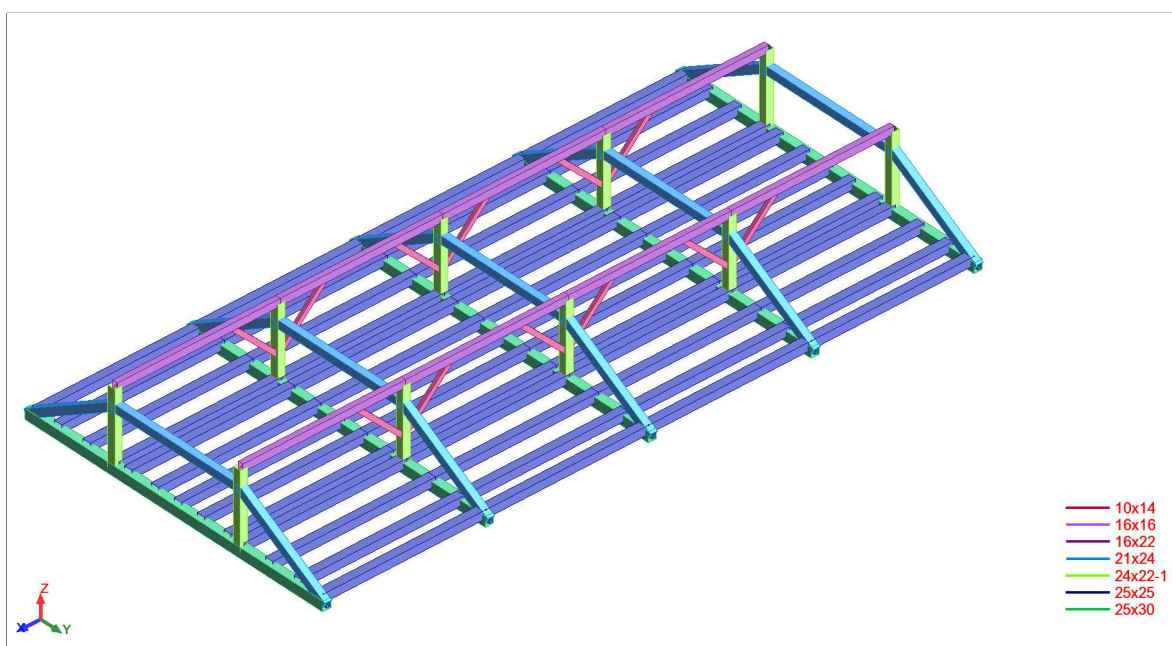
Ugięcie całkowite:

$$u_{z,fin} = -0,4 + -5,3 = \mathbf{5,7} < \mathbf{26,1} = u_{net,fin}$$

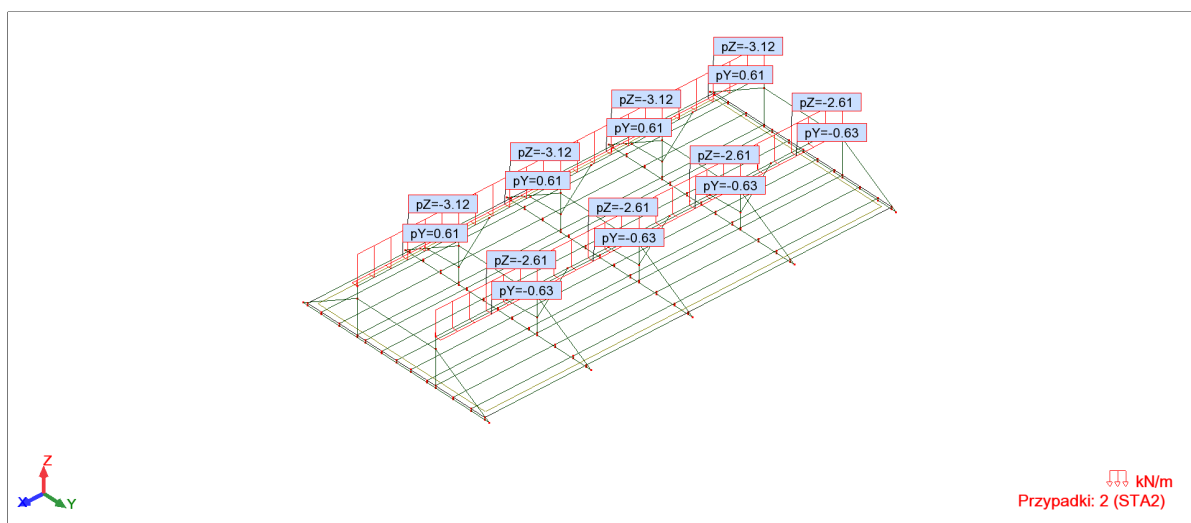
## Geometria-pręty



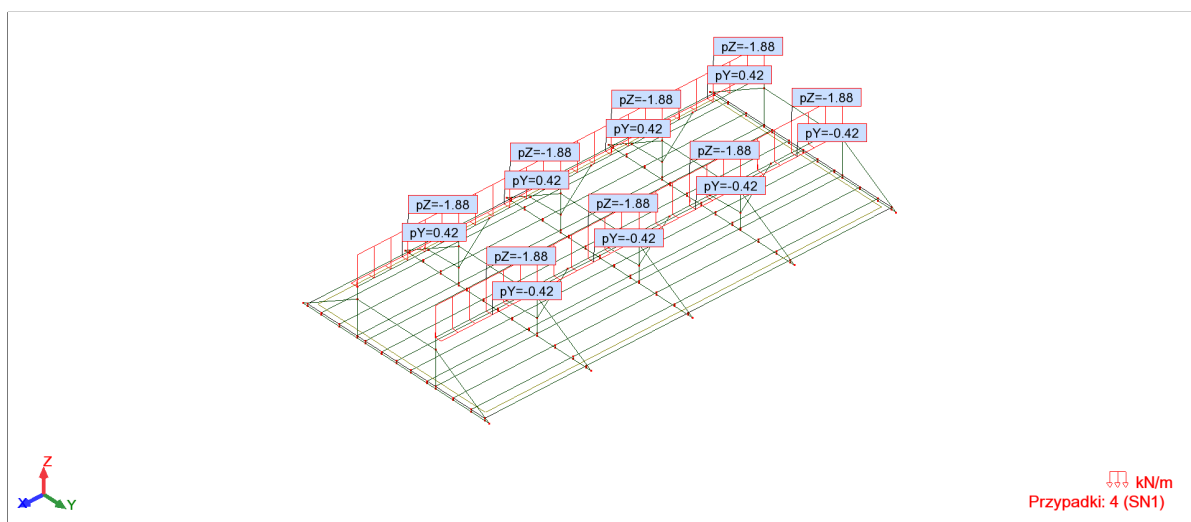
## Geometria-przekroje



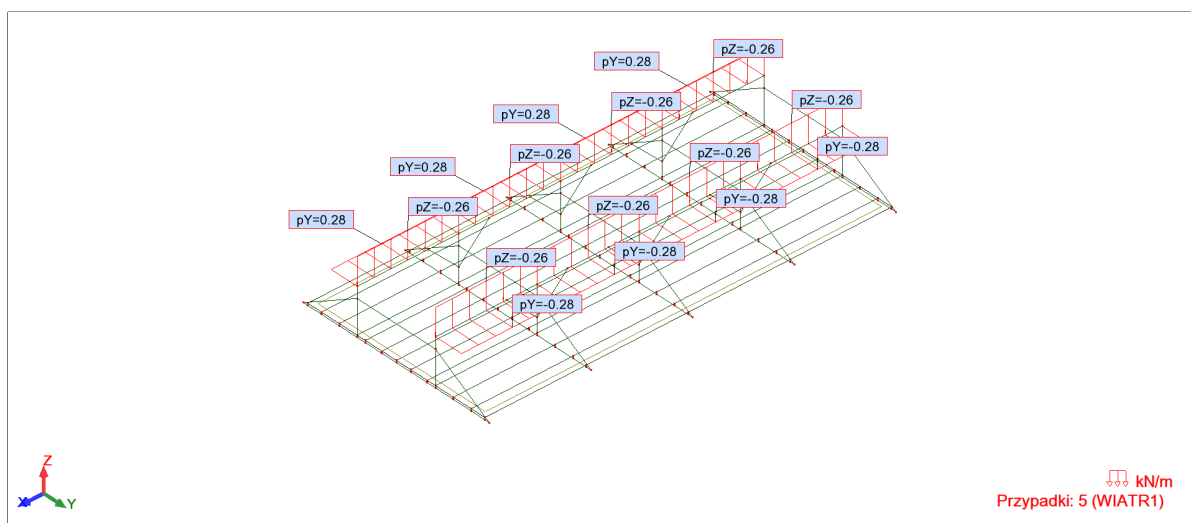
## Obciążenia stałe od krokwi



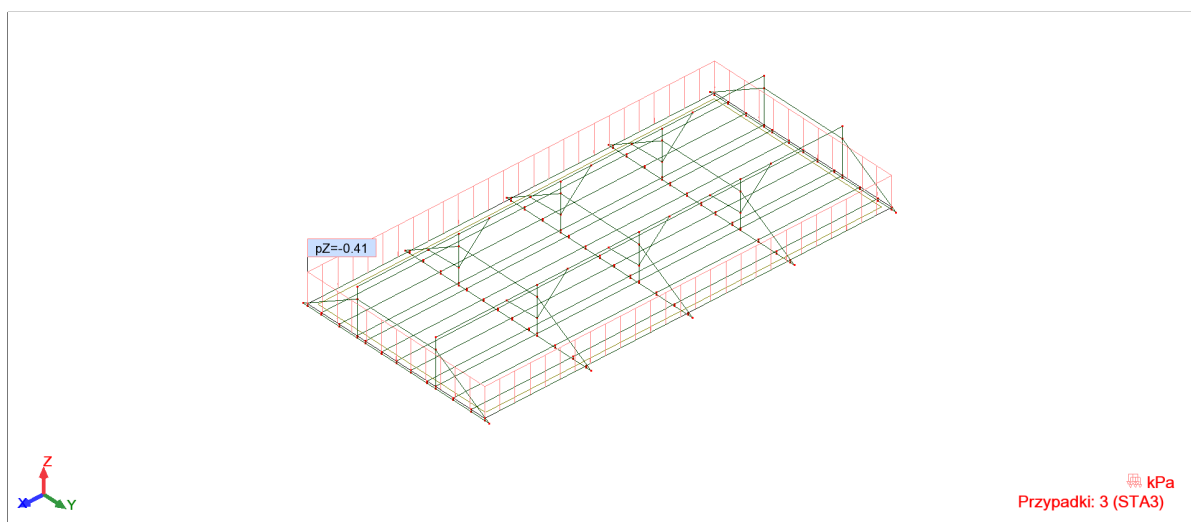
## Obc. śniegu od krokwi



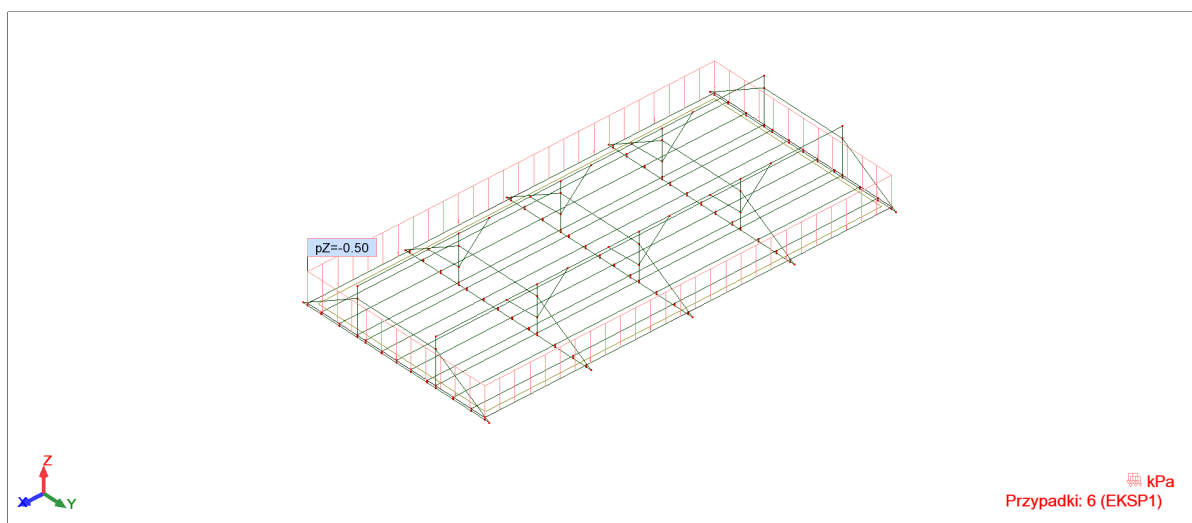
## Obc. wiatrem od krokwi



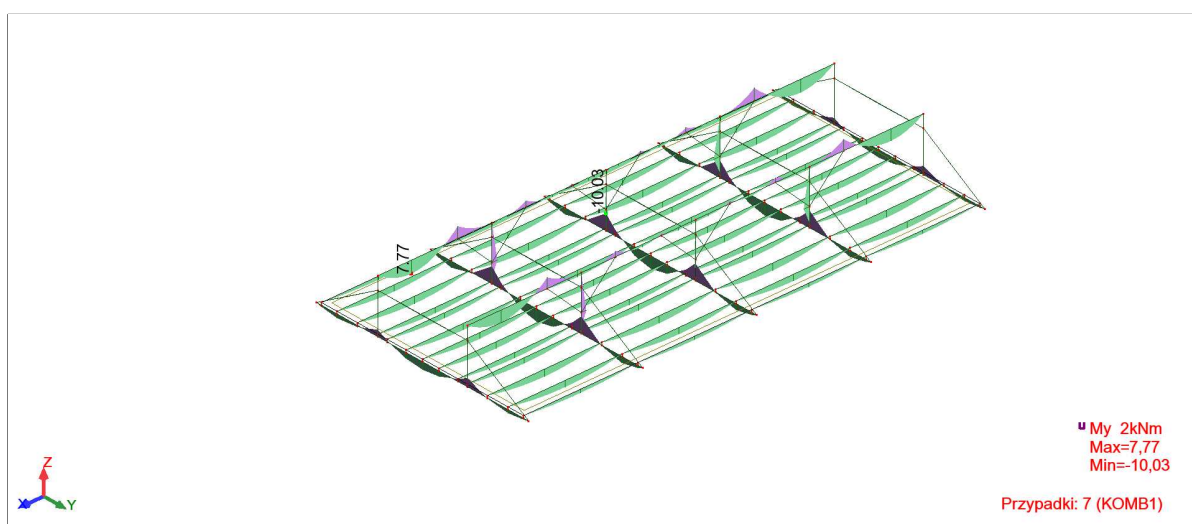
## Obc. stałe stropu



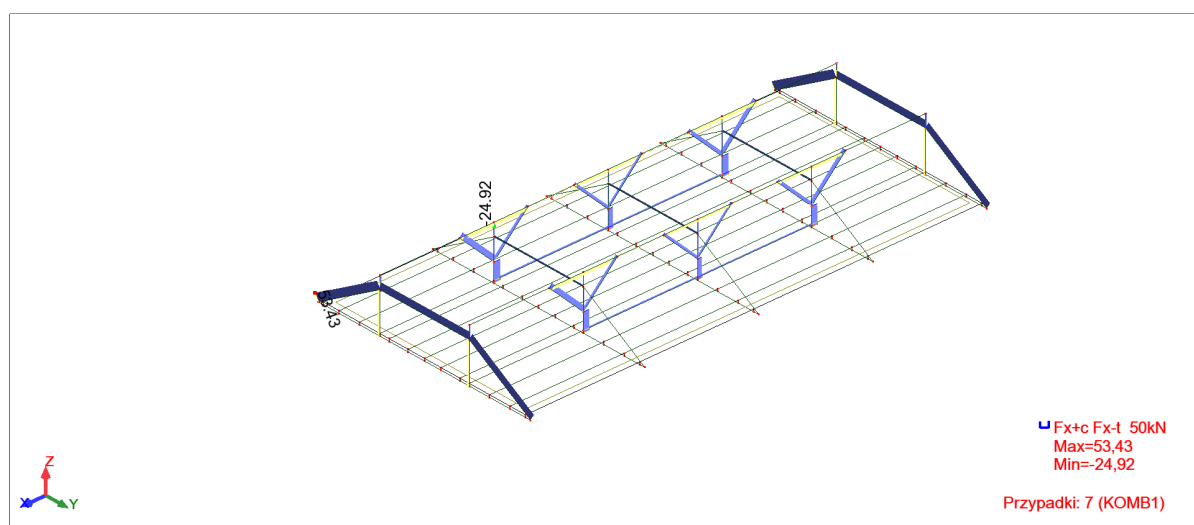
## Obc. eksploatacyjne stropu



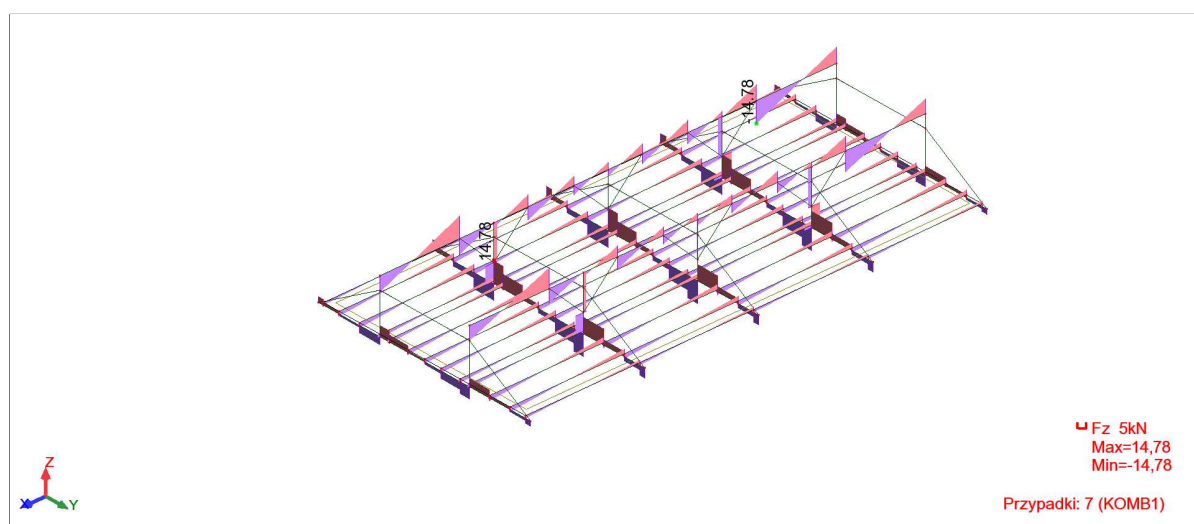
## Momenty My



## Siły FX

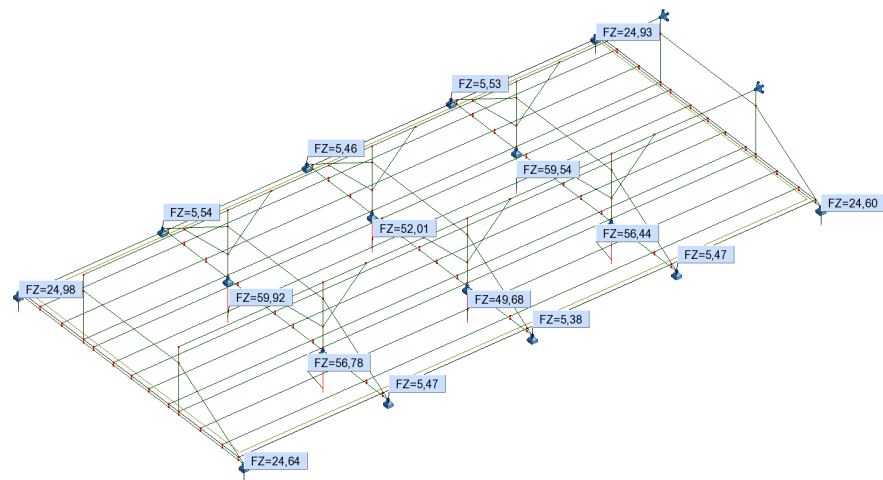


## Siły FZ





## Reakcje



Przypadki: 8 (KOMB2)

## OBLICZENIA KONSTRUKCJI DREWNIANYCH

**NORMA:** PN-B-03150:2000

**TYP ANALIZY:** Weryfikacja prętów

**GRUPA:**

**PRĘT:** 40

**PUNKT:** 3

**WSPÓŁRZĘDNA:**  $x = 0.30 L = 1.50 \text{ m}$

**OBCIĄŻENIA:**

*Decydujący przypadek obciążenia:* 7 KOMB1  $1 \cdot 1.10 + (2+3) \cdot 1.25 + (4+5) \cdot 1.50 + 6 \cdot 1.30$

**MATERIAŁ**

C24



**PARAMETRY PRZĘKROJU:** 16x22

$h_t = 22.0 \text{ cm}$

$A_y = 148.21 \text{ cm}^2$

$A_z = 203.79 \text{ cm}^2$

$A_x = 352.00 \text{ cm}^2$

$b_f = 16.0 \text{ cm}$

$I_y = 14197.33 \text{ cm}^4$

$I_z = 7509.33 \text{ cm}^4$

$I_x = 16629.64 \text{ cm}^4$

$W_{ely} = 1290.67 \text{ cm}^3$

$W_{elz} = 938.67 \text{ cm}^3$

**SIŁY WEWNĘTRZNE W ROZPATRYWANYM PRZĘKROJU**

$N = -24.92 \text{ kN}$

$M_y = -7.18 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$V_y = -1.79 \text{ kN}$

$M_z = 4.61 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$V_z = -10.22 \text{ kN}$

**NAPRĘŻENIA W ROZPATRYWANYM PRZĘKROJU**

$\sigma_{t,0,d} = -0.71 \text{ MPa}$

$\sigma_{m,y,d} = 5.56 \text{ MPa}$

$\tau_{y,d} = -0.08 \text{ MPa}$

$\sigma_{m,z,d} = 4.92 \text{ MPa}$

$\tau_{z,d} = -0.44 \text{ MPa}$

**WYTRZYMAŁOŚCI**

$f_{t,0,d} = 6.46 \text{ MPa}$

$f_{m,y,d} = 11.08 \text{ MPa}$

$f_{v,d} = 1.85 \text{ MPa}$

$f_{m,z,d} = 11.08 \text{ MPa}$

**WSPÓŁCZYNNIKI I PARAMETRY DODATKOWE**

$k_m = 0.70$

$k_{mod} = 0.60$

$k_{ht} = 1.00$

$k_{hy} = 1.00$

$k_{hz} = 1.00$



**PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:**

$l_d = 2.94 \text{ m}$

$\lambda_{rel,m} = 0.22$

$k_{crit} = 1.00$

**PARAMETRY WYBOCZENIOWE:**



względem osi y przekroju



względem osi z przekroju

**FORMUŁY WERYFIKACYJNE:**

$\sigma_{t,0,d} / f_{t,0,d} + \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} = 0.92 < 1.00 \quad [4.1.6]$

$\sigma_{m,y,d} / (k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 5.56 / (1.00 \cdot 11.08) = 0.50 < 1.00 \quad [4.2.2(1)]$

$\tau_{y,d} / f_{v,d} = 0.08 / 1.85 = 0.04 < 1.00 \quad \tau_{z,d} / f_{v,d} = 0.44 / 1.85 = 0.24 < 1.00 \quad [4.1.8.1(1)]$

**PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE**



*Ugięcia*

$u_{fin,y} = 2.3 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L / 200.00 = 2.5 \text{ cm}$

Zweryfikowano

*Decydujący przypadek obciążenia:*  $1(1+0.8) + 1(1+0.8) \cdot 2 + 1(1+0.8) \cdot 3 + 1(1+0.8) \cdot 4 + 1(1+0.8) \cdot 5 + 1(1+0.8) \cdot 6$

$u_{fin,z} = 0.8 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L / 200.00 = 2.5 \text{ cm}$

Zweryfikowano

*Decydujący przypadek obciążenia:*  $1(1+0.8) + 1(1+0.8) \cdot 2 + 1(1+0.8) \cdot 3 + 1(1+0.8) \cdot 4 + 1(1+0.8) \cdot 5 + 1(1+0.8) \cdot 6$

$0.8)^6$

$u_{fin,yz} = 2.3 \text{ cm} < u_{fin,max,yz} = L/200.00 = 2.5 \text{ cm}$

Zweryfikowano

**Decydujący przypadek obciążenia:**  $1(1+0.8)^1 + 1(1+0.8)^2 + 1(1+0.8)^3 + 1(1+0.8)^4 + 1(1+0.8)^5 + 1(1+0.8)^6$



*Przemieszczenia*

---

***Profil poprawny !!!***

## OBLICZENIA KONSTRUKCJI DREWNIANYCH

NORMA: PN-B-03150:2000

TYP ANALIZY: Weryfikacja prętów

GRUPA:

PRĘT: 35

PUNKT: 3

WSPÓŁRZĘDNA:  $x = 1.00$   $L = 2.12$  m

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 7 KOMB1  $1 \cdot 1.10 + (2+3) \cdot 1.25 + (4+5) \cdot 1.50 + 6 \cdot 1.30$ 

MATERIAŁ

C24



PARAMETRY PRZĘKROJU: 10x14

ht=14.0 cm

Ay=58.33 cm<sup>2</sup>Az=81.67 cm<sup>2</sup>Ax=140.00 cm<sup>2</sup>

bf=10.0 cm

Iy=2286.67 cm<sup>4</sup>Iz=1166.67 cm<sup>4</sup>Ix=2616.72 cm<sup>4</sup>Wely=326.67 cm<sup>3</sup>Welz=233.33 cm<sup>3</sup>

SIŁY WEWNĘTRZNE W ROZPATRYWANYM PRZĘKROJU

N = 35.39 kN

My = -0.01 kN\*m

Vy = -0.04 kN

Mz = 0.07 kN\*m

Vz = -0.04 kN

NAPRĘŻENIA W ROZPATRYWANYM PRZĘKROJU

Sig c,0,d = 2.53 MPa

Sig m,y,d = 0.03 MPa

Tau y,d = -0.00 MPa

Sig m,z,d = 0.30 MPa

Tau z,d = -0.00 MPa

WYTRZYMAŁOŚCI

f c,0,d = 9.69 MPa

f m,y,d = 11.23 MPa

f v,d = 1.85 MPa

f m,z,d = 12.01 MPa

WSPÓŁCZYNNIKI I PARAMETRY DODATKOWE

km = 0.70

kmod = 0.60

khy = 1.01

khz = 1.08



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi y przekroju

ly = 2.12 m

Lam,y = 52.49

Lam rel,y = 0.89

ky = 0.94

lc,y = 2.12 m

kc,y = 0.82



względem osi z przekroju

lz = 2.12 m

Lam,z = 73.48

Lam rel,z = 1.25

kz = 1.35

lc,z = 2.12 m

kc,z = 0.53

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

 $(\text{Sig}_{c,0,d}/k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + k_m \cdot \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.52 < 1.00$  [4.2.1(3)] $\text{Tau}_{y,d}/f_{v,d} = 0.00/1.85 = 0.00 < 1.00$  $\text{Tau}_{z,d}/f_{v,d} = 0.00/1.85 = 0.00 < 1.00$  [4.1.8.1(1)]

Profil poprawny !!!

## Śłup wyężenie

# OBLICZENIA KONSTRUKCJI DREWNIANYCH

NORMA: PN-B-03150:2000

TYP ANALIZY: Weryfikacja prętów

GRUPA:

PRĘT: 9

PUNKT: 3

WSPÓŁRZĘDNA:  $x = 0.35 L = 0.80 \text{ m}$

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 7 KOMB1  $1 \cdot 1.10 + (2+3) \cdot 1.25 + (4+5) \cdot 1.50 + 6 \cdot 1.30$

MATERIAŁ

C24



PARAMETRY PRZEKROJU: 24x22-1

ht=22.0 cm

Ay=275.48 cm<sup>2</sup>

Az=252.52 cm<sup>2</sup>

Ax=528.00 cm<sup>2</sup>

bf=24.0 cm

Iy=21296.00 cm<sup>4</sup>

Iz=25344.00 cm<sup>4</sup>

Ix=39054.44 cm<sup>4</sup>

Wely=1936.00 cm<sup>3</sup>

Welz=2112.00 cm<sup>3</sup>

SIŁY WEWNĘTRZNE W ROZPATRYWANYM PRZEKROJU

N = 46.43 kN

My = -3.63 kN\*m

Vy = 2.86 kN

Mz = -2.25 kN\*m

Vz = -6.21 kN

NAPRĘŻENIA W ROZPATRYWANYM PRZEKROJU

Sig c,0,d = 0.88 MPa

Sig m,y,d = 1.87 MPa

Tau y,d = 0.08 MPa

Sig m,z,d = 1.06 MPa

Tau z,d = -0.18 MPa

WYTRZYMAŁOŚCI

f c,0,d = 9.69 MPa

f m,y,d = 11.08 MPa

f v,d = 1.85 MPa

f m,z,d = 11.08 MPa

WSPÓŁCZYNNIKI I PARAMETRY DODATKOWE

km = 0.70

kmod = 0.60

khy = 1.00

khz = 1.00



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi y przekroju

ly = 2.30 m

Lam,y = 36.22

Lam rel,y = 0.61

ky = 0.70

lc,y = 2.30 m

kc,y = 0.97



względem osi z przekroju

lz = 2.30 m

Lam,z = 33.20

Lam rel,z = 0.56

kz = 0.66

lc,z = 2.30 m

kc,z = 0.98

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

$(\text{Sig}_{c,0,d}/k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.33 < 1.00$  [4.2.1(3)]

$\text{Tau}_{y,d}/f_{v,d} = 0.08/1.85 = 0.04 < 1.00$

$\text{Tau}_{z,d}/f_{v,d} = 0.18/1.85 = 0.10 < 1.00$  [4.1.8.1(1)]

PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE



Ugięcia Nie analizowano



Przemieszczenia

$v_x = 0.0 \text{ cm} < v_{\text{max},x} = L/150.00 = 1.5 \text{ cm}$

Zweryfikowano

**Decydujący przypadek obciążenia:** KOMB2 (1+2+3+4+5+6)\*1.00

$v_y = 0.1 \text{ cm} < v_{\max,y} = L/150.00 = 1.5 \text{ cm}$

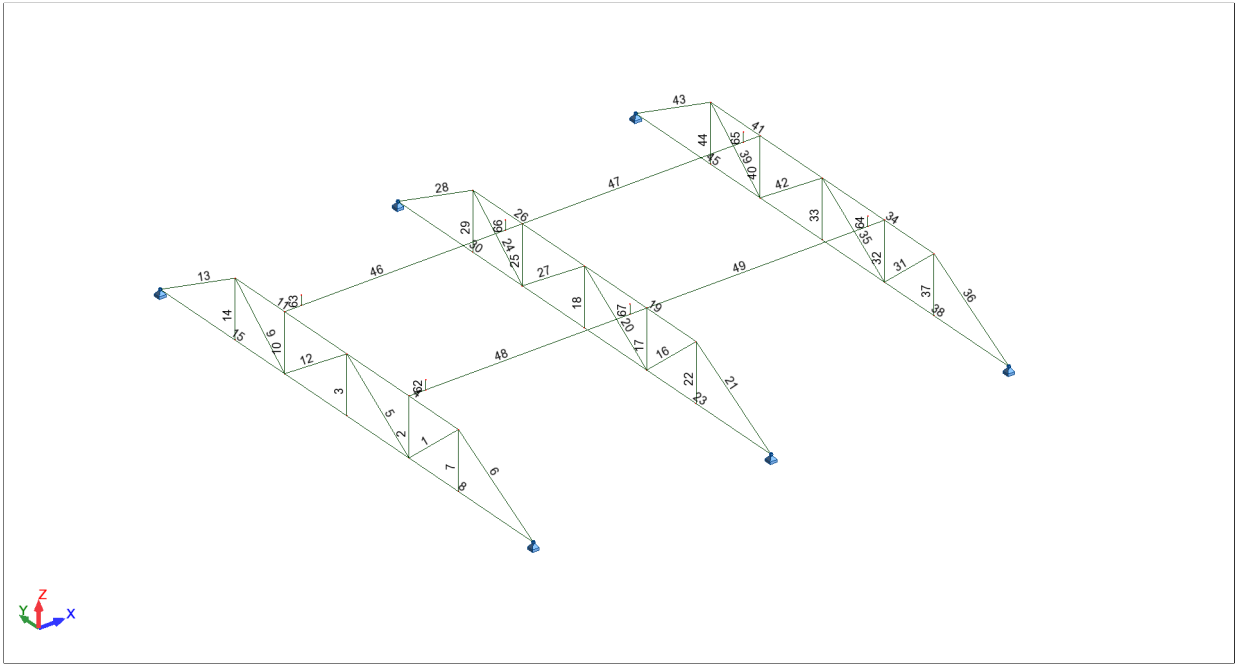
Zweryfikowano

**Decydujący przypadek obciążenia:** KOMB2 (1+2+3+4+5+6)\*1.00

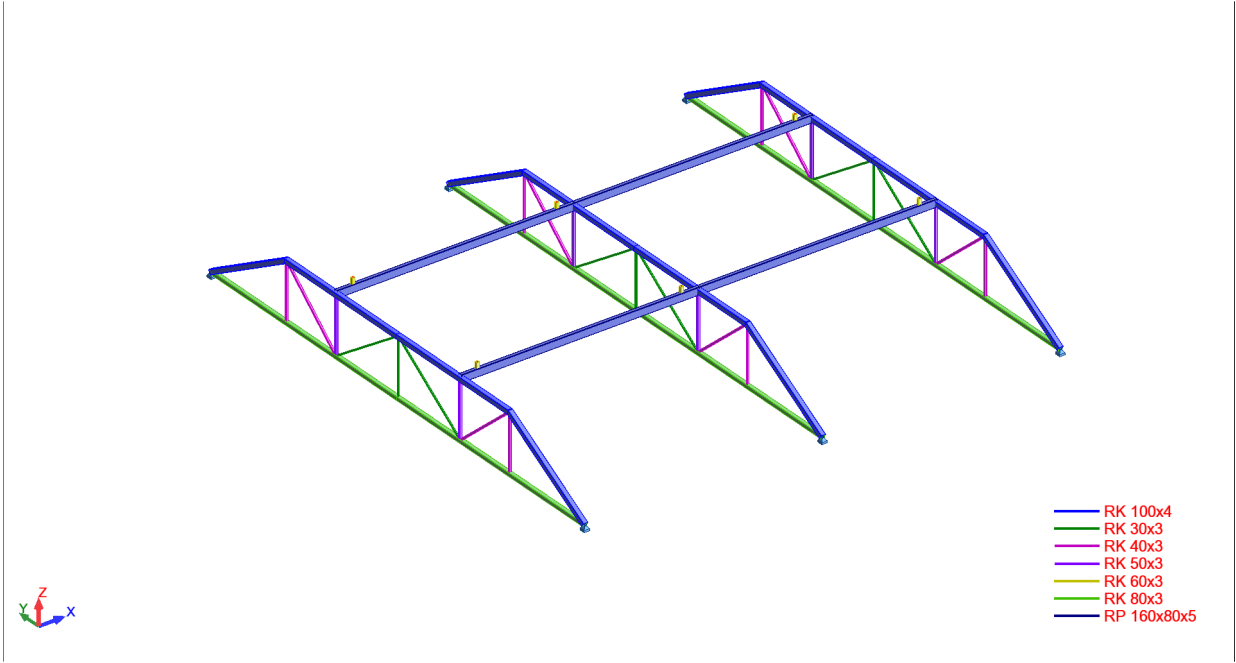
---

***Profil poprawny !!!***

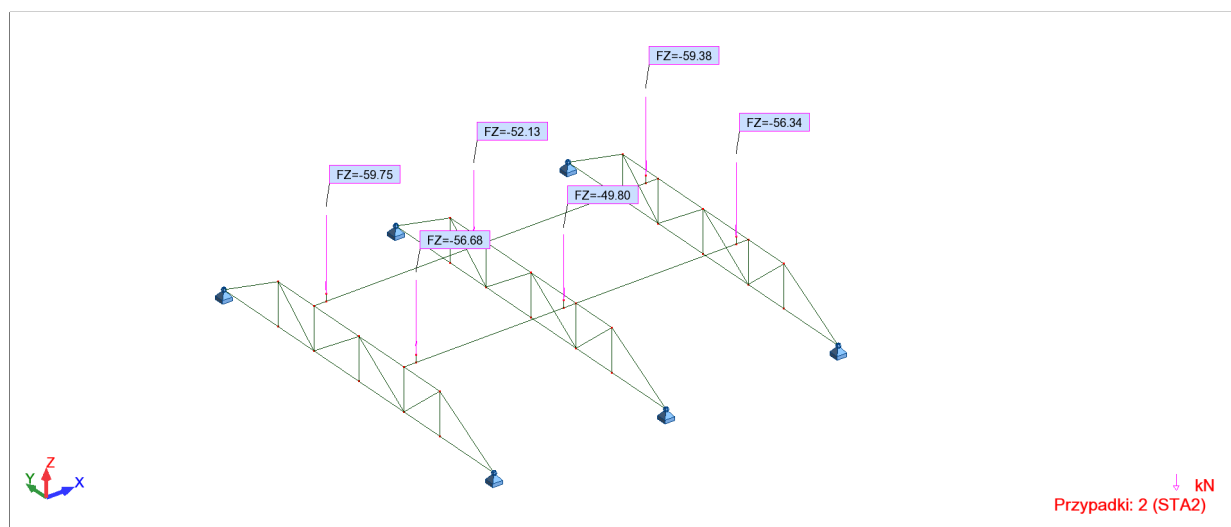
**Geometria**



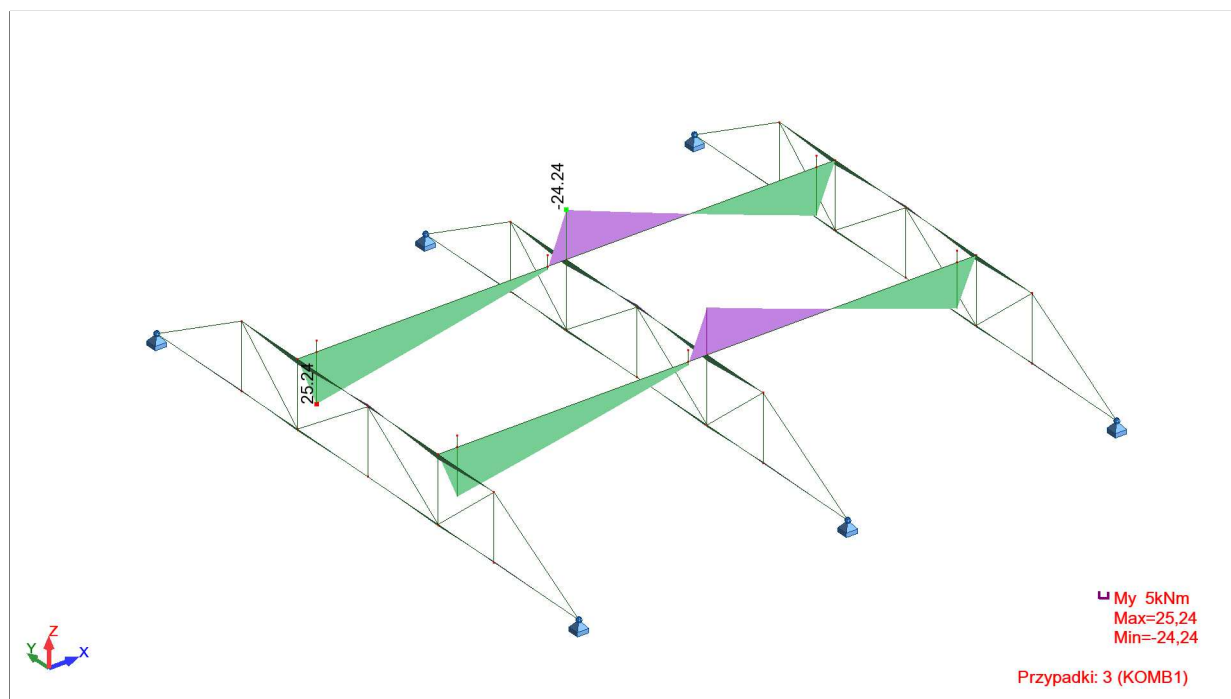
**Geometria - przekroje**



## Obciążenia

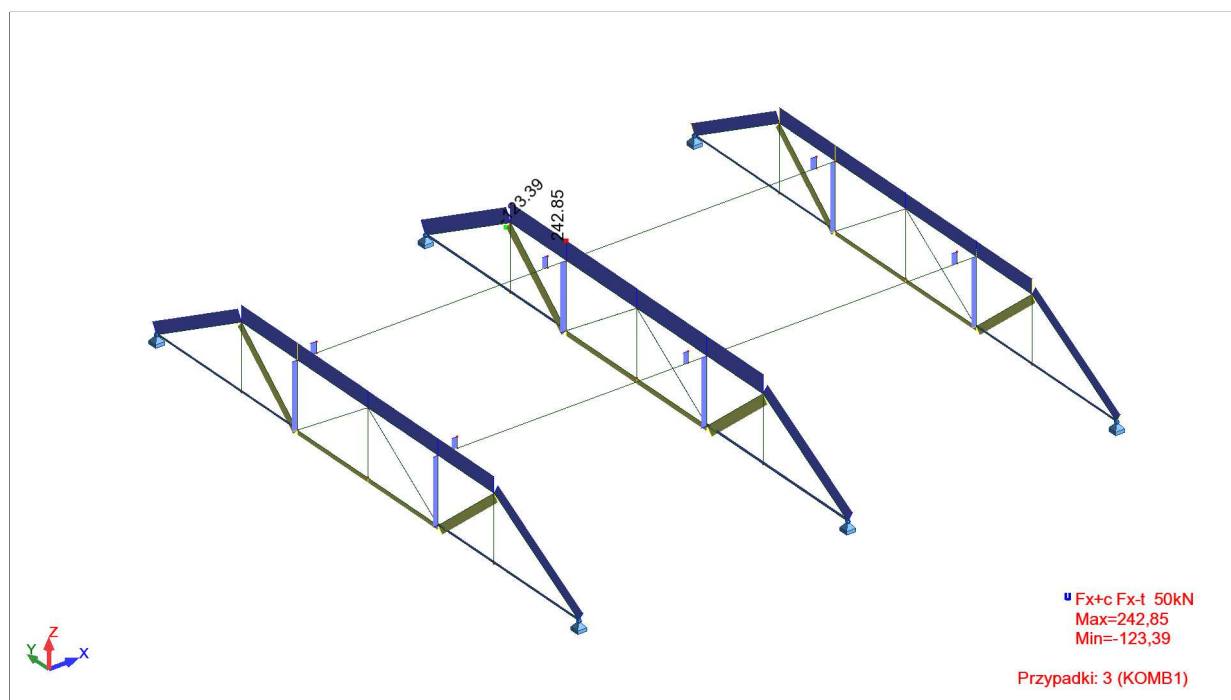


## Momenty My

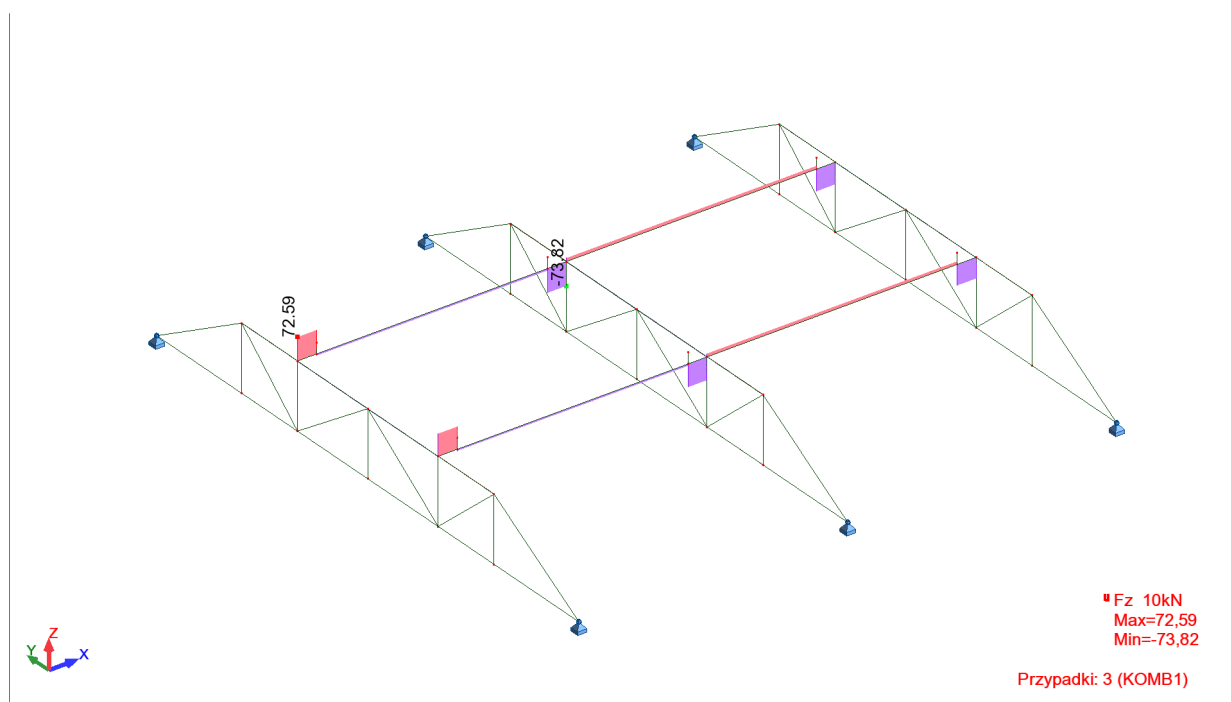




## Siły Fx



## Siły Fz



## Belka do podwieszenia

# OBLICZENIA KONSTRUKCJI STAŁOWYCH

NORMA: PN-90/B-03200

TYP ANALIZY: Weryfikacja prętów

GRUPA:

PRĘT: 46

PUNKT: 1

WSPÓŁRZĘDNA:  $x = 0.07 L = 0.35 \text{ m}$

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 3 KOMB1  $1 \cdot 1.10 + 2 \cdot 1.30$

MATERIAŁ: S 355

$f_d = 305.00 \text{ MPa}$

$E = 210000.00 \text{ MPa}$



PARAMETRY PRZEKROJU: RP 160x80x5

$h = 16.0 \text{ cm}$

$b = 8.0 \text{ cm}$

$tw = 0.5 \text{ cm}$

$tf = 0.5 \text{ cm}$

$A_y = 7.45 \text{ cm}^2$

$I_y = 721.69 \text{ cm}^4$

$W_{ely} = 90.21 \text{ cm}^3$

$A_z = 14.91 \text{ cm}^2$

$I_z = 244.11 \text{ cm}^4$

$W_{elz} = 61.03 \text{ cm}^3$

$A_x = 22.36 \text{ cm}^2$

$I_x = 589.48 \text{ cm}^4$

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

$N = 0.13 \text{ kN}$

$N_{rc} = 681.98 \text{ kN}$

$M_y = 25.24 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$M_{ry} = 27.51 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$M_{ry_v} = 27.51 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$M_z = -0.01 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$M_{rz} = 18.61 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$M_{rz_v} = 18.61 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$V_y = 0.02 \text{ kN}$

$V_{ry} = 131.85 \text{ kN}$

$V_z = -5.16 \text{ kN}$

KLASA PRZEKROJU = 1

$B_y \cdot M_{y_{max}} = 25.24 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$B_z \cdot M_{z_{max}} = -0.01 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$V_{rz} = 263.70 \text{ kN}$



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

$z = 1.00$

$L_d = 4.21 \text{ m}$

$La_L = 0.25$

$N_z = 206.49 \text{ kN}$

$N_w = 109202.23 \text{ kN}$

$M_{cr} = 586.01 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$f_i L = 1.00$

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi Y:

$L_y = 4.95 \text{ m}$

$L_{wy} = 4.21 \text{ m}$

$\lambda_y = 74.06$

$\lambda_y = 1.03$

$N_{cr y} = 844.93 \text{ kN}$

$f_i y = 0.63$



względem osi Z:

$L_z = 4.95 \text{ m}$

$L_{wz} = 4.95 \text{ m}$

$\lambda_z = 149.81$

$\lambda_z = 2.09$

$N_{cr z} = 206.49 \text{ kN}$

$f_i z = 0.22$

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

$N / (f_i \cdot N_{rc}) + B_y \cdot M_{y_{max}} / (f_i L \cdot M_{ry}) + B_z \cdot M_{z_{max}} / M_{rz} = 0.00 + 0.92 + 0.00 = 0.92 < 1.00 - \Delta z = 1.00 \text{ (58)}$

$V_y / V_{ry} = 0.00 < 1.00 \quad V_z / V_{rz} = 0.02 < 1.00 \text{ (53)}$

**Profil poprawny !!!**

## OBLICZENIA KONSTRUKCJI STAŁOWYCH

NORMA: PN-90/B-03200

TYP ANALIZY: Weryfikacja prętów

GRUPA:

PRĘT: 26

PUNKT: 3

WSPÓŁRZĘDNA:  $x = 0.44 L = 1.39 \text{ m}$

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 3 KOMB1  $1 \cdot 1.10 + 2 \cdot 1.30$

MATERIAŁ: S 355

$f_d = 305.00 \text{ MPa}$

$E = 210000.00 \text{ MPa}$



PARAMETRY PRZEKROJU: RK 100x4

$h = 10.0 \text{ cm}$

$b = 10.0 \text{ cm}$

$tw = 0.4 \text{ cm}$

$tf = 0.4 \text{ cm}$

$A_y = 7.48 \text{ cm}^2$

$I_y = 226.35 \text{ cm}^4$

$W_{ely} = 45.27 \text{ cm}^3$

$A_z = 7.48 \text{ cm}^2$

$I_z = 226.35 \text{ cm}^4$

$W_{elz} = 45.27 \text{ cm}^3$

$A_x = 14.95 \text{ cm}^2$

$I_x = 354.71 \text{ cm}^4$

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

$N = 242.82 \text{ kN}$

$N_{rc} = 447.30 \text{ kN}$

$M_y = 3.03 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$M_{ry} = 13.54 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$M_{ry_v} = 13.54 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$M_z = 0.18 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$M_{rz} = 13.54 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$M_{rz_v} = 13.54 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$V_y = -0.12 \text{ kN}$

$V_{ry} = 132.23 \text{ kN}$

$V_z = 2.12 \text{ kN}$

KLASA PRZEKROJU = 4

$B_y \cdot M_{y_{max}} = 3.03 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$B_z \cdot M_{z_{max}} = 0.18 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$V_{rz} = 132.23 \text{ kN}$



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

$z = 1.00$

$L_d = 1.89 \text{ m}$

$La_L = 0.13$

$N_z = 1317.10 \text{ kN}$

$N_w = 93712.72 \text{ kN}$

$M_{cr} = 1139.11 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$f_i L = 1.00$

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi Y:

$L_y = 3.15 \text{ m}$

$L_{wy} = 1.89 \text{ m}$

$\lambda_y = 48.50$

$\lambda_{y_1} = 0.67$

$N_{cr y} = 1317.10 \text{ kN}$

$f_i y = 0.86$



względem osi Z:

$L_z = 3.15 \text{ m}$

$L_{wz} = 1.89 \text{ m}$

$\lambda_z = 48.50$

$\lambda_{z_1} = 0.67$

$N_{cr z} = 1317.10 \text{ kN}$

$f_i z = 0.86$

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

$N / (f_i \cdot N_{rc}) + B_y \cdot M_{y_{max}} / (f_i L \cdot M_{ry}) + B_z \cdot M_{z_{max}} / M_{rz} = 0.63 + 0.22 + 0.01 = 0.87 < 1.00 - \Delta y = 0.94 \text{ (58)}$

$V_y / V_{ry} = 0.00 < 1.00 \quad V_z / V_{rz} = 0.02 < 1.00 \text{ (53)}$

PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE



Ugięcia

$u_y = 0.0 \text{ cm} < u_{y_{max}} = L / 250.00 = 1.3 \text{ cm}$

Decydujący przypadek obciążenia: 4 KOMB2  $(1+2) \cdot 1.00$

$u_z = 0.3 \text{ cm} < u_{z_{max}} = L / 250.00 = 1.3 \text{ cm}$

Decydujący przypadek obciążenia: 4 KOMB2  $(1+2) \cdot 1.00$



Przemieszczenia Nie analizowano

Zweryfikowano

Zweryfikowano

**Profil poprawny !!!**

## OBLICZENIA KONSTRUKCJI STAŁOWYCH

NORMA: PN-90/B-03200

TYP ANALIZY: Weryfikacja prętów

GRUPA:

PRĘT: 28

PUNKT: 2

WSPÓŁRZĘDNA:  $x = 0.50 L = 1.22 \text{ m}$

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 3 KOMB1  $1 \cdot 1.10 + 2 \cdot 1.30$

MATERIAŁ: S 355

$f_d = 305.00 \text{ MPa}$

$E = 210000.00 \text{ MPa}$



PARAMETRY PRZEKROJU: RK 100x4

$h = 10.0 \text{ cm}$

$b = 10.0 \text{ cm}$

$tw = 0.4 \text{ cm}$

$tf = 0.4 \text{ cm}$

$A_y = 7.48 \text{ cm}^2$

$I_y = 226.35 \text{ cm}^4$

$W_{ely} = 45.27 \text{ cm}^3$

$A_z = 7.48 \text{ cm}^2$

$I_z = 226.35 \text{ cm}^4$

$W_{elz} = 45.27 \text{ cm}^3$

$A_x = 14.95 \text{ cm}^2$

$I_x = 362.01 \text{ cm}^4$

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

$N = 171.51 \text{ kN}$

$N_{rc} = 447.30 \text{ kN}$

$M_y = 0.08 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$M_{ry} = 13.54 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$M_{ry_v} = 13.54 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$M_z = -0.01 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$M_{rz} = 13.54 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$M_{rz_v} = 13.54 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$V_y = -0.01 \text{ kN}$

$V_{ry} = 132.23 \text{ kN}$

$V_z = -0.00 \text{ kN}$

KLASA PRZEKROJU = 4  $B_y \cdot M_{y_{max}} = 0.08 \text{ kN} \cdot \text{m}$   $B_z \cdot M_{z_{max}} = -0.01 \text{ kN} \cdot \text{m}$   $V_{rz} = 132.23 \text{ kN}$



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi Y:

$L_y = 2.43 \text{ m}$

$L_{wy} = 2.43 \text{ m}$

$\lambda_y = 62.48$

$\lambda_y = 0.86$

$N_{cr y} = 793.65 \text{ kN}$

$\phi_y = 0.74$



względem osi Z:

$L_z = 2.43 \text{ m}$

$L_{wz} = 2.43 \text{ m}$

$\lambda_z = 62.48$

$\lambda_z = 0.86$

$N_{cr z} = 793.65 \text{ kN}$

$\phi_z = 0.74$

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

$N / (\phi_y \cdot N_{cr}) + B_y \cdot M_{y_{max}} / (\phi_y \cdot M_{ry}) + B_z \cdot M_{z_{max}} / M_{rz} = 0.52 + 0.01 + 0.00 = 0.53 < 1.00 - \Delta y = 1.00 \text{ (58)}$

$V_y / V_{ry} = 0.00 < 1.00$   $V_z / V_{rz} = 0.00 < 1.00 \text{ (53)}$

**Profil poprawny !!!**

## Pas dolny

# OBLICZENIA KONSTRUKCJI STAŁOWYCH

NORMA: PN-90/B-03200

TYP ANALIZY: Weryfikacja prętów

GRUPA:

PRĘT: 23

PUNKT: 3

WSPÓŁRZĘDNA:  $x = 0.67 L = 3.51 \text{ m}$

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 3 KOMB1  $1 \cdot 1.10 + 2 \cdot 1.30$

MATERIAŁ: S 355

$f_d = 305.00 \text{ MPa}$

$E = 210000.00 \text{ MPa}$



PARAMETRY PRZEKROJU: RK 80x3

$h = 8.0 \text{ cm}$

$b = 8.0 \text{ cm}$

$t_w = 0.3 \text{ cm}$

$t_f = 0.3 \text{ cm}$

$A_y = 4.50 \text{ cm}^2$

$I_y = 87.84 \text{ cm}^4$

$W_{ely} = 21.96 \text{ cm}^3$

$A_z = 4.50 \text{ cm}^2$

$I_z = 87.84 \text{ cm}^4$

$W_{elz} = 21.96 \text{ cm}^3$

$A_x = 9.01 \text{ cm}^2$

$I_x = 137.24 \text{ cm}^4$

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

$N = 33.70 \text{ kN}$

$N_{rc} = 263.73 \text{ kN}$

$M_y = 0.98 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$M_{ry} = 6.43 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$M_{ry_v} = 6.43 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$M_z = -0.14 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$M_{rz} = 6.43 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$M_{rz_v} = 6.43 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$V_y = 0.02 \text{ kN}$

$V_{ry} = 79.69 \text{ kN}$

$V_z = 1.06 \text{ kN}$

KLASA PRZEKROJU = 4

$B_y \cdot M_{y_{max}} = 0.98 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$B_z \cdot M_{z_{max}} = -0.14 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$V_{rz} = 79.69 \text{ kN}$



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

$z = 1.00$

$L_d = 1.42 \text{ m}$

$La_L = 0.20$

$N_z = 65.80 \text{ kN}$

$N_w = 56307.21 \text{ kN}$

$M_{cr} = 212.49 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$f_i L = 1.00$

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi Y:

$L_y = 5.26 \text{ m}$

$L_{wy} = 1.42 \text{ m}$

$\lambda_y = 45.48$

$\lambda_{y_0} = 0.62$

$N_{cr y} = 902.64 \text{ kN}$

$f_i y = 0.88$



względem osi Z:

$L_z = 5.26 \text{ m}$

$L_{wz} = 5.26 \text{ m}$

$\lambda_z = 168.46$

$\lambda_{z_0} = 2.30$

$N_{cr z} = 65.80 \text{ kN}$

$f_i z = 0.18$

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

$N / (f_i \cdot N_{rc}) + B_y \cdot M_{y_{max}} / (f_i L \cdot M_{ry}) + B_z \cdot M_{z_{max}} / M_{rz} = 0.71 + 0.15 + 0.02 = 0.88 < 1.00 - \Delta z = 1.00 \text{ (58)}$

$V_y / V_{ry} = 0.00 < 1.00 \quad V_z / V_{rz} = 0.01 < 1.00 \text{ (53)}$

PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE



Ugięcia

$u_y = 0.2 \text{ cm} < u_{y_{max}} = L / 250.00 = 2.1 \text{ cm}$

Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: 4 KOMB2  $(1+2) \cdot 1.00$

$u_z = 0.3 \text{ cm} < u_{z_{max}} = L / 250.00 = 2.1 \text{ cm}$

Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: 4 KOMB2  $(1+2) \cdot 1.00$



Przemieszczenia Nie analizowano

**Profil poprawny !!!**

## OBLICZENIA KONSTRUKCJI STAŁOWYCH

NORMA: PN-90/B-03200

TYP ANALIZY: Weryfikacja prętów

GRUPA:

PRĘT: 24

PUNKT: 3

WSPÓŁRZĘDNA:  $x = 1.00$   $L = 1.84$  m

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 3 KOMB1  $1 \cdot 1.10 + 2 \cdot 1.30$

MATERIAŁ: S 355

$f_d = 305.00$  MPa

$E = 210000.00$  MPa



PARAMETRY PRZEKROJU: RK 40x3

$h = 4.0$  cm

$b = 4.0$  cm

$t_w = 0.3$  cm

$t_f = 0.3$  cm

$A_y = 2.11$  cm<sup>2</sup>

$I_y = 9.32$  cm<sup>4</sup>

$W_{ely} = 4.66$  cm<sup>3</sup>

$A_z = 2.11$  cm<sup>2</sup>

$I_z = 9.32$  cm<sup>4</sup>

$W_{elz} = 4.66$  cm<sup>3</sup>

$A_x = 4.21$  cm<sup>2</sup>

$I_x = 15.75$  cm<sup>4</sup>

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

$N = -123.39$  kN

$N_{rt} = 128.41$  kN

$M_y = -0.02$  kN\*m

$M_{ry} = 1.42$  kN\*m

$M_{ry_v} = 1.42$  kN\*m

$M_z = -0.01$  kN\*m

$M_{rz} = 1.42$  kN\*m

$M_{rz_v} = 1.42$  kN\*m

$V_y = 0.00$  kN

$V_{ry_n} = 10.30$  kN

$V_z = -0.04$  kN

$V_{rz_n} = 10.30$  kN

KLASA PRZEKROJU = 1



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi Y:



względem osi Z:

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

$N/N_{rt} + M_y/(f_{tL} \cdot M_{ry}) + M_z/M_{rz} = 0.96 + 0.01 + 0.01 = 0.98 < 1.00$  (54)

$V_y/V_{ry_n} = 0.00 < 1.00$   $V_z/V_{rz_n} = 0.00 < 1.00$  (56)

**Profil poprawny !!!**