

Ekspertyza konstrukcyjno-budowlana.

I. Ekspertyza konstrukcyjno-budowlana - opis.

1.0. Dane ogólne.

- 1.1 Inwestor: Miasto Kostrzyn nad Odrą z siedzibą ul. Graniczna 2, 66-470 Kostrzyn nad Odrą.
- 1.2 Przedsięwzięcie: Przebudowa hali sportowej.
- 1.3 Lokalizacja: działki o nr ewid.: 116/62, 116/63, obręb 0004 Śródmieście,
ul. Wojska Polskiego 6, 66-470 Kostrzyn nad Odrą
- 1.4 Branża: Konstrukcja
- 1.5 Faza: Ekspertyza konstrukcyjno-budowlana

2.0. Podstawa opracowania.

Podstawą do wykonania opracowania jest zlecenie branży architektonicznej.

3.0. Cel opracowania.

Celem opracowania jest ocena możliwości przeprowadzenia planowanej przebudowy związanej z planowanymi pracami termo modernizacyjnymi dachu i budowy pomieszczeń magazynowych wraz z trybunami.

4.0. Przedmiot i zakres opracowania.

Przedmiotem niniejszego opracowania jest ekspertyza konstrukcyjno-budowlana istniejącego budynku hali sportowej.

Opracowanie swoim zakresem obejmuje analizę ogólną całego budynku, ze zwróceniem uwagi na planowane zmiany w obiekcie.

W niniejszym opracowaniu określa się:

- istniejący stan techniczny elementów konstrukcyjnych,
- przeprowadza się analizę obliczeniową wybranych elementów konstrukcji,
- określa się zakres niezbędnych zmian konstrukcyjnych,
- określa się warunki eksploatacji obiektu podczas prac remontowych i użytkowania obiektu.

5.0. Materiały i badania wykorzystane w opracowaniu.

W niniejszym opracowaniu wykorzystano:

- wytyczne programowo- technologiczne,
- projekt koncepcyjny branży architektonicznej,
- projekt koncepcyjny branży instalacyjno sanitarnej,
- inwentaryzacja i odkrywki własne przeprowadzone w grudniu 2015r.

Wykorzystano normy techniczne:

Obciążenia zebrano zgodnie z :

PN-B-02000:1982 Obciążenia budowli. Zasady ustalania wartości

PN-B-02001:1982 Obciążenia budowli. Obciążenie stałe.
PN-B-02003:1982 Obciążenia budowli. Obciążenie zmienne technologiczne.
Podstawowe obciążenia technologiczne i montażowe.
PN-B-02010:1980
PN-B-02010:1980/Az1:2006 Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie śniegiem. PN-B-02011:1977
PN-B-02011:1977/Az1:2009 Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie wiatrem.
PN-B-02014:1988 Obciążenia budowli. Obciążenie gruntem.

Wymiarowanie konstrukcji zgodnie z :

PN-B-03002:2007 Konstrukcje murowe. Projektowanie i obliczanie.
PN-B-03001:1979 Konstrukcje i podłoża budowli. Ogólne zasady obliczeń.
PN-B-03020:1981 Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli.
Obliczenia statyczne i projektowanie.
PN-B-03200:1990 Konstrukcje stalowe. Obliczenia statyczne i projektowanie.
PN-B-03264:2002

literatura:

- 1) Kazimierz Czapliński; Dawne wyroby ze stopów żelaza. DWE, Wrocław 2009
- 2) Kazimierz Czapliński; Dawne wyroby ze stopów żelaza obliczanie dawnych konstrukcji z żeliwa i stali. Wiadomości Konserwatorskie, 26/2009
- 3) Ludek Spal; Przebudowa konstrukcji stalowych. Arkady, Warszawa 1973

6.0. Opis konstrukcji istniejącego obiektu i ocena stanu technicznego jego elementów.

6.1. Ogólna charakterystyka obiektu istniejącego.

Budynek hali sportowej o wymiarach 48,53x19,60m i wysokości 13,75m został wzniesiony najprawdopodobniej w okresie międzywojennym, około roku 1935, jako część zespołu koszarowego. Budynek hali sportowej jest obiektem jednoprzestrzennym, przekryty dachem dwuspadowym o nachyleniu połąci 37 stopni.

W latach osiemdziesiątych od strony południowej dobudowano budynek socjalny, w którym zlokalizowano szatnie, pomieszczenia socjalne, magazynowe i biurowe. Prawdopodobnie w późniejszym okresie przeprowadzono remont budynku hali polegający na wymianie pokrycia dachu z lekkiej płyty Kleina na płyty warstwową, zamontowano instalację wentylacji i ogrzewania i oświetlenia. Budynek jest ciągłym użytkowaniu.

6.2 Schematy statyczne

Dach o konstrukcji kratownicowej o węzłach sztywnych, oparty na filarkach ścian zewnętrznych. Płatwie jako belki ciągłe dwu i sześcioprzęsłowe, o podporach podatnych. Nadproża, o schemacie belki jednoprzęsłowej, wolnopodpartej.

6.3 Fundamenty

Fundamenty budynku wykonano jako ceglane, z cegły pełnej na zaprawie cem-wap. , poszerzone o 4 cm na każdą stronę w stosunku do szerokości ściany przyziemia.

Podczas wizji lokalnych nie rozpoznano oznak nieprawidłowej pracy posadowienia konstrukcji obiektu, nierównomiernych, bądź nadmiernych osiadań.

6.4 Ściany przyziemia

Ściany nośne przyziemia wykonano jako murowane z cegły pełnej na zaprawie cem-wap, szczelinowe. Warstwa elewacyjna grubości 12,0cm oddzielona jest od warstwy konstrukcyjnej pustką wentylowaną o grubości 4,0cm. Warstwa konstrukcyjna ścian zewnętrznych o grubości 38,0cm pogrubiona obustronnie w obrębie filarów ściennych do grubości 63,0 cm.

Ściany obustronnie są wykończone tynkiem cementowo-wapiennym.

Podczas wizji lokalnych nie rozpoznano oznak przekroczenia nośności ścian i znaczących rys lub pęknięć.

6.5 Nadproża

Nadproża w ścianach zewnętrznych nad otworami okiennymi wykonano z dwuteowników stalowych gorącowalcowanych.

Z uwagi na brak powłok antykorozyjnych, stan nadproży ocenia się jako dostateczny.

Podczas wizji lokalnych nie rozpoznano oznak przekroczenia nośności nadproży i znaczących rys lub pęknięć tynków w obrębie nadproży.

6.6 Dach

W budynku zastosowano dach o konstrukcji kratownicowej z stalowych kątowników gorącowalcowanych połączonych za pośrednictwem blach węzłowych, poprzez nitowanie.

Sposób wykonania połączeń (częściowo użyto śrub kutych do łączenia płatwi i stężeń, oraz nitów do łączeń elementów kratownic), oraz rodzaj zastosowanych profili wskazuje na wykonanie konstrukcji w okresie międzywojennym. Stan zastany konstrukcji dachu wskazuje iż pierwotnie musiało być zamontowane pokrycie dachu w postaci płyty lekkiej Kleina z cegły dziurawki o grubości 6,0cm.

Płatwie.

Płatwie wykonano z pojedynczych ceowników C120 łączonych dolną półką do każdej kratownicy za pomocą dwóch śrub zgrubnych M16 oraz kutych i kątownika 60x60x6 podpierającego środku. Połączenia poszczególnych odcinków płatwi wykonano za pomocą spawania doczołowego z zastosowaniem dospawanej nakładki w dolnej półce. Stan ten świadczy o ingerencji w pierwotny stan konstrukcji.

Płatwie wykonano jako wieloprzęsłowe.

Analiza obliczeniowa wykazała znaczny niedobór nośności płatwi. Naprężenia w najbardziej wyężonych przekrojach przy pełnych normowych obciążeniach sięgają 712 MPa co jest wartością 3,3 krotnie przewyższającą dopuszczalny poziom naprężeń.

Natomiast naprężenia od ciężaru własnego i najbardziej niekorzystnego oddziaływania wiatru sięgają wartości 215 MPa , czyli 100% dopuszczalnej wartości, a ugięcia w tym przypadku przekroczone są o 41%.

Płatwie zostały oparte na górnych pasach kratownic poza teoretycznymi ich węzłami, co wywołuje w nich znaczne jak na takie elementy momenty zginające.

Kratownice.

Zastosowano kratownice o teoretycznej rozpiętości 18,60m i wysokości konstrukcyjnej 7,27m, z podniesionym pasem dolnym. Kratownice wykonano z kątowników gorącowalcowanych. Szczegóły geometrii i położenia poszczególnych przekrojów pokazano na rysunki 03IK. Poszczególne pręty kratownicy połączono do blach węzłowych za pomocą nitów o średnicy trzpienia odpowiednio 14, 16, 20mm. Blachy węzłowe i przewiązki wykonano z blachy grubości 12,0mm

Analiza obliczeniowa wykazała niedobór nośności dolnego pasa (odcinka poziomego) i górnych pasów. Naprężenia w najbardziej wyężonych przekrojach dolnego pasa przy pełnych normowych obciążeniach sięgają 135 MPa co jest wartością o 13% przewyższającą dopuszczalny poziom naprężeń dla tego typu stali (120MPa). Natomiast naprężenia w najbardziej wyężonych przekrojach górnego pasa przy pełnych normowych obciążeniach sięgają 94,8 MPa co jest wartością dopuszczalną, ale z kolei nośność stateczność przy zginaniu ze ściskaniem przekroczone jest o 17%. Ponadto wykazano zbyt małą ilość przewiązek w elementach ściskanych a także rozciąganych. Analizie obliczeniowej poddano także połączenia najbardziej wyężonych rozciąganych prętów. Naprężenia dociskowe od nitów w otworach elementów przewyższały dopuszczalne o 10-25%, a naprężenia w prętach w miejscach osłabień nitami przekraczały dopuszczalne naprężenia około 20-35%.

W analizie obliczeniowej uwzględniono obciążenie instalacją ogrzewania i jego podkonstrukcją z ceowników, usytuowaną w osi podłużnej budynku, a wspierającej się bezpośrednio na poziomym odcinku pasa dolnego. Takie obciążenie kratownicy jest kategorycznie niedopuszczalne. Wywołało ono rzeczywiste ugięcia dolnego pasa rzędu 5,0-8,0 cm, zginanie pręta, przekroczenie wartości dopuszczalnych naprężeń w pręcie a także niedopuszczalny obrót końców pręta w węźle i niekorzystny wpływ na stan jego połączenia w węźle. Poziomy odcinek dolnego pasa odpowiada bezpośrednio za bezpieczeństwo konstrukcji. Jego uszkodzenie spowoduje katastrofę budowlaną.

Stężenia.

W obiekcie zastosowano stężenia w postaci płaskownika 60x7,0mm i kątownika równoramiennego, gorącowalcowanego L 55x8mm. Elementy stężeń połączono z półkami górnych pasów za pomocą dwóch zgrubnych śrub M16, miejscowo śrub kutych.

System stężeń jest niekompletny. Zdemontowano, lub brak jest stężeń w strefie przyściennej przekazujących siły na podpory.

Stężenia zamocowano poza teoretycznymi węzłami kratownic oraz oparcia płatwi, co wywołuje niekorzystne momenty zginające o płaszczyźnie poprzecznej do osi kratownicy. Ponadto prawie wszystkie elementy stężeń z płaskownika posiadają silne deformacje spowodowane prawdopodobnie na skutek nieudolnego usuwania poprzedniego pokrycia dachu, które upadając wygięło je dół. Analizując powyższe fakty można stwierdzić iż istniejący system stężeń nie pracuje bądź pracuje niepoprawnie, wprowadzając zbędne siły w kratownicach.

6.6 Ocena stanu technicznego

Dla istotnych elementów konstrukcji budynku przeprowadzono analizę statyczną i wytrzymałościową przy następujących założeniach:

- założono istniejący ciężar konstrukcji i warstw wykończeniowych,
- założono obciążenie śniegiem wg. PN-B-02010:1980/Az1:2006,
- założono obciążenie wiatrem PN-B-02011:1977/Az1:2009,
- założono brak obciążenia poziomego odcinka dolnego pasa kratownicy instalacjami.

Niniejszą analizę konstrukcji przeprowadzono głównie w oparciu o własną inwentaryzację i literaturę fachową. Brak jest archiwalnej dokumentacji projektowej, na podstawie której można by było określić dokładniejsze dane na temat : dokładnej daty powstania obiektu, użytych materiałów, zakresu prowadzonych przebudów i ich terminów.

Z uwagi na brak możliwości pobrania próbek materiału – stali (budynek w użytkowaniu i wysokie ryzyko wystąpienia katastrofy) dane materiałowe określono na podstawie literatury fachowej odpowiednio do okresu, w którym budynek został wykonany. Pobrane próbki mogły by być niereprezentatywne dla całej konstrukcji, a szczególności elementów najbardziej obciążonych.

Przyjęto że kratownice wykonano na terytorium Niemiec w okresie 1925-1937r. W związku z tym przyjęto że wszystkie elementy kratownicy wykonane są ze stali gatunku St 00.12, produkowanej w tym okresie. Stal St 00.12 jest stalą zlewną o niegwarantowanej wytrzymałości na rozciąganie.

Przyjęto naprężenia dopuszczalne dla elementów konstrukcyjnych i łączników wg. DIN w pierwszej połowie XX w.

Elementy konstrukcyjne:

- rozciąganie i zginanie 120 MPa
- ścinanie 96 MPa

Połączenia nitowane:

- Ścinanie 120 MPa
- Docisk do otworu 240 MPa

Połączenia na śruby surowe:

- Ścinanie 100 MPa
- Docisk 160 MPa
- Rozciąganie 100 MPa

Ściąg :

- Rozciąganie 85 MPa

Ponadto w literaturze zaleca się obniżyć dopuszczalną wartość naprężeń o 10-20% na skutek starzenia się i korozji materiału.

Przeprowadzając analizę elementów konstrukcyjnych programem CAD/SIS RM-WIN stwierdzono przekroczenie stanów granicznych nośności i użytkowania elementów:

- płatwi dachowych,
- górnego pasa kratownic,
- poziomego odcinka dolnego pasa kratownic,
- głównych połączeń nitowanych.

Wykazano, że istniejący system stężeń jest zdekompletowany, a jego elementy nie biorą udziału w przenoszeniu obciążeń, bądź pracują niepoprawnie, a ze względu na silnie mimośrodowe mocowanie prętów stężeń wprowadzają niekorzystne siły w kratownicach.

Konstrukcja stalowa dachu nie jest w pełni zabezpieczona antykorozyjnie co wykazano na fotografii Fot.02 (płatw pomalowana tylko w górnej części). Ponadto konstrukcja nie jest zabezpieczona ogniowo. Zgodnie z opinią p.poż, stalowe elementy konstrukcyjne obiektu powinny mieć klasę odporności ogniowej R30.

Powyższe wady konstrukcyjne są następstwem nieudolnie przeprowadzonych we wcześniejszych okresach prac remontowo-budowlanych, gdzie nałożyły się błędy projektowe i wykonawcze.

Dla bezpiecznego użytkowania obiektu konieczne jest wykonanie wzmocnień konstrukcji dachu:

- wzmocnienie płatwi dachowych
- wzmocnienie górnych pasów kratownic
- wprowadzenie ściągu w poziomie dolnego
- podwieszenie instalacji ogrzewania do węzła kalenicowego kratownicy.

oraz wykonanie zabezpieczeń antykorozyjnych oraz p.poż. konstrukcji stalowej, poprzez malowanie farbami podkładowymi antykorozyjnymi i nawierzchniowymi pęczniającymi podczas oddziaływania pożaru.

Konstrukcja dachu obiektu jest w awaryjnym stanie. Nie usunięcie przyczyny i skutków awarii spowoduje w przyszłości katastrofę obiektu, skutkującą jego zniszczeniem.

Budynek jako całość, jak na tak długi okres eksploatacji, relatywnie jest w dostatecznym stanie technicznym, umożliwiającym przeprowadzenie planowanej inwestycji.

Warunkiem bezpiecznego przeprowadzenia przebudowy obiektu, a także późniejsze jego bezpieczne użytkowanie uzależnione jest prawidłowego wykonania niezbędnych zmian konstrukcyjnych i stosowanie wytycznych co do użytkowania obiektu.

6.7 Ocena końcowa

Wobec powyższego stwierdza się iż realizacja planowanego zamierzenia, jest możliwa i nie wpłynie negatywnie stan techniczny obiektu, jeżeli zostaną zrealizowane wytyczne zawarte w nn. opracowaniu.

7.0 Wytyczne użytkowania obiektu

Zabrania się korzystania z obiektu oraz przebywania wewnątrz w okresie opadów śniegu lub zalegania pokrywy śnieżnej na połaci dachowej.

Zabrania się korzystania z obiektu oraz przebywania wewnątrz w okresie działania wiatrów z prędkością większą od 10 m/s, lub prawdopodobnego działania wiatrów z ww. prędkością.

Zaleca się niezwłoczne odciążenie dolnego pasa poprzez usunięcie instalacji ogrzewania.

Zaleca się niezwłocznie wykonać prace polegające na wzmocnieniu konstrukcji dachu.

Obiekt powinien być poddawany regularnym przeglądom w terminach i zakresie jakie określa Prawo Budowlane.

Z uwagi czas eksploatacji obiektu i wielokrotne przebudowy obiektu, podczas przeglądów szczególną uwagę należy zwrócić na stan techniczny elementów konstrukcji.

11.0 Uwagi końcowe.

- Wyżej wymienione prace wykonać na podstawie projekt budowlanego i wykonawczego.
- Nadzór nad pracami budowlanymi zlecić uprawnionemu kierownikowi budowy i inspektorowi nadzoru inwestorskiego.

opracowanie:

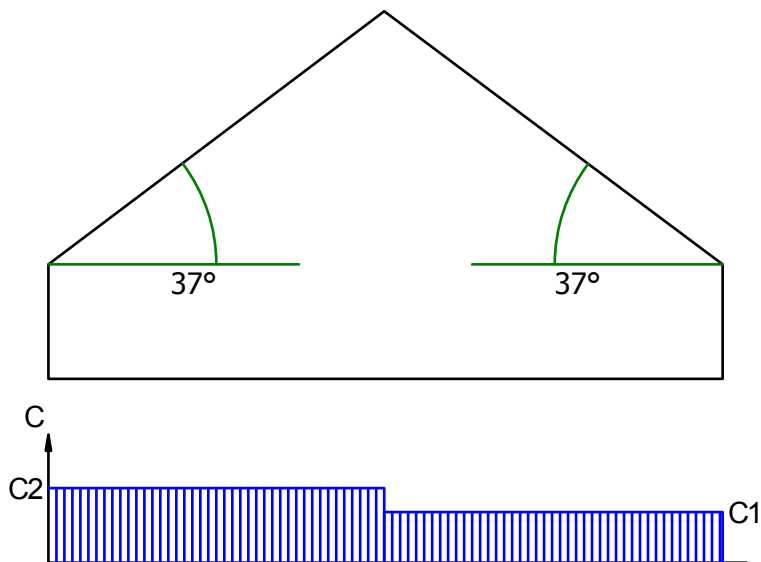
II. Ocena stanu technicznego konstrukcji - Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe.

1.0 OBCIĄŻENIA.

1.1 Obciążenia śniegiem

Obciążenie charakterystyczne śniegiem gruntu $q_k = 0,90 \text{ kN/m}^2$ przyjęto zgodnie ze zmianą do normy Az1, jak dla strefy II.

Współczynnik kształtu $C = 0,8 \cdot (60 - 37) / 30 = 0,61$ jak dla dachu dwuspadowego.



Charakterystyczna wartość obciążenia śniegiem $C1$:

$$Q_k = 0,9 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,8 \cdot (60 - 37) / 30 = 0,55 \text{ kN/m}^2.$$

Obliczeniowa wartość obciążenia śniegiem:

$$Q_o = 0,83 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_f = 1,50.$$

Charakterystyczna wartość obciążenia śniegiem $C2$:

$$Q_k = 0,9 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,2 \cdot (60 - 37) / 30 = 0,83 \text{ kN/m}^2.$$

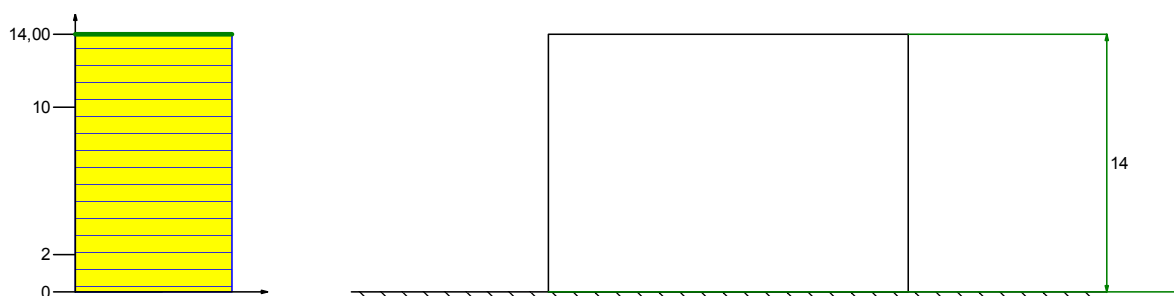
Obliczeniowa wartość obciążenia śniegiem:

$$Q_o = 1,24 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_f = 1,50.$$

1.2 Obciążenia wiatrem

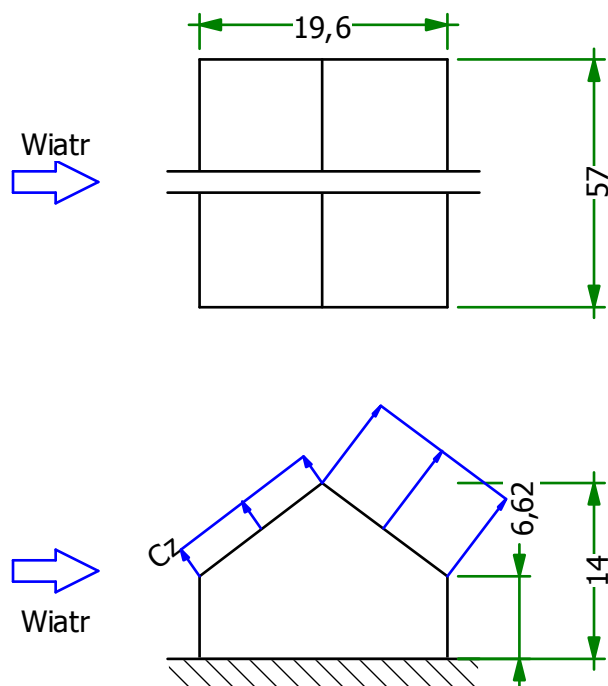
Charakterystyczne ciśnienie prędkości wiatru $q_k = 0,30 \text{ kN/m}^2$ przyjęto jak dla strefy I.

Współczynnik ekspozycji $C_e = 1,08$ przyjęto jak dla terenu A i wysokości nad poziomem gruntu $z = 14,00 \text{ m}$. Ponieważ $H/L \leq 2$ przyjęto stały po wysokości rozkład współczynnika ekspozycji C_e o wartości jak dla punktu najwyższego.



Współczynnik działania porywów wiatru $\beta = 1,80$ przyjęto jak do obliczeń budowli niepodatnych na dynamiczne działanie wiatru (logarytmiczny dekrement tłumienia $\Delta = 0,20$; okres drgań własnych $T = 0,20 \text{ s}$).

Współczynnik aerodynamiczny C połaci nawietrznej dachu dwuspadowego ($\alpha = 37^\circ$) wg wariantu I
 równy jest $C = C_z - C_w = -0,14$, gdzie:
 $C_z = -0,14$ jest współczynnikiem ciśnienia zewnętrznego,
 $C_w = 0,00$ jest współczynnikiem ciśnienia wewnętrznego.



Charakterystyczna wartość obciążenia wiatrem $W1$ połaci nawietrzna:

$$Q_k = 0,3 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,08 \cdot (-0,14 - 0,00) \cdot 1,8 = -0,08 \text{ kN/m}^2.$$

Obliczeniowa wartość obciążenia wiatrem:

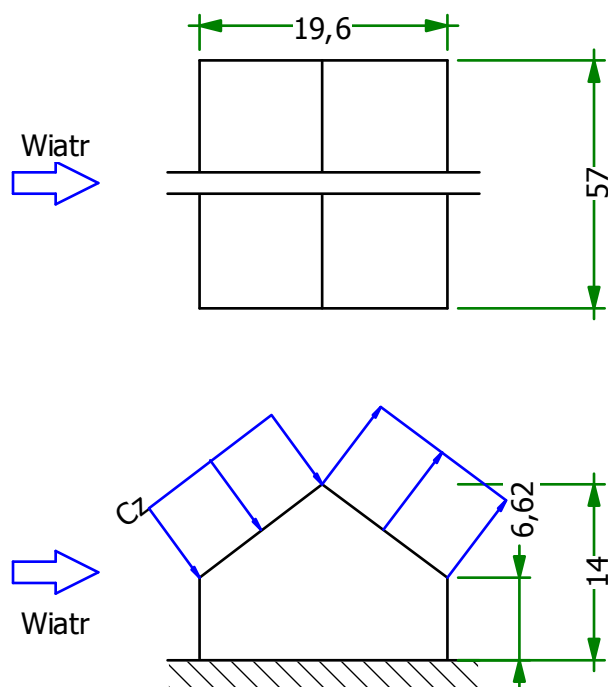
$$Q_o = -0,12 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_f = 1,50.$$

Charakterystyczna wartość obciążenia wiatrem $W1$ połaci zawietrzna:

$$Q_k = 0,3 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,08 \cdot (-0,40 - 0,00) \cdot 1,8 = -0,23 \text{ kN/m}^2.$$

Obliczeniowa wartość obciążenia wiatrem:

$$Q_o = -0,35 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_f = 1,50.$$



Charakterystyczna wartość obciążenia wiatrem W2 połac nawietrzna:

$$Q_k = 0,3 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,08 \cdot (0,35 - 0,00) \cdot 1,8 = 0,20 \text{ kN/m}^2.$$

Obliczeniowa wartość obciążenia wiatrem:

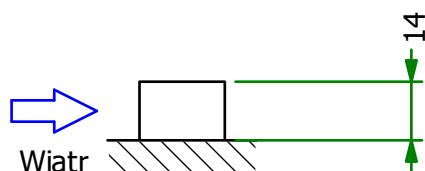
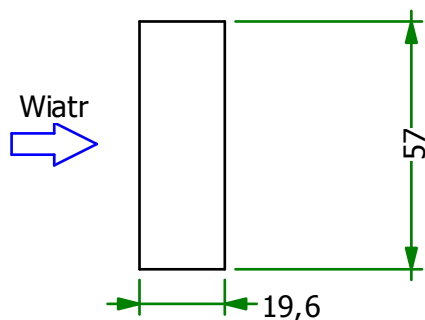
$$Q_o = 0,30 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_f = 1,50.$$

Charakterystyczna wartość obciążenia wiatrem W2 połac zawietrzna:

$$Q_k = 0,3 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,08 \cdot (-0,40 - 0,00) \cdot 1,8 = -0,23 \text{ kN/m}^2.$$

Obliczeniowa wartość obciążenia wiatrem:

$$Q_o = -0,35 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_f = 1,50.$$



Charakterystyczna wartość obciążenia wiatrem ściany nawietrznej:

$$Q_k = 0,3 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,08 \cdot (0,70 - 0,00) \cdot 1,8 = 0,41 \text{ kN/m}^2.$$

Obliczeniowa wartość obciążenia wiatrem:

$$Q_o = 0,61 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_f = 1,50.$$

Charakterystyczna wartość obciążenia wiatrem ściany zawietrznej:

$$Q_k = 0,3 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,08 \cdot (-0,40 - 0,00) \cdot 1,8 = -0,23 \text{ kN/m}^2.$$

Obliczeniowa wartość obciążenia wiatrem:

$$Q_o = -0,35 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_f = 1,50.$$

1.3 Obciążenia stałe

W analizie elementów konstrukcyjnych do zestawienia obciążeń przyjęto:

- Obciążenie pokryciem dachu (płyta warstwowa z rdzeniem z wełny mineralnej) 0,22 kN/m² połaci dachu
- Obciążenia istniejącymi instalacjami wentylacji węzle kalenicowym kratownicy P=1,5 kN.
- Obciążenie dolnego pasa istniejącymi instalacjami grzewczymi 3,2 kN

1.2 Schematy statyczne przyjęte w obliczeniach.

W analizie elementów konstrukcyjnych przyjęto:

- Dach o konstrukcji kratownicowej, o węzłach sztywnych, oparty przegubowo na filarkach ścian zewnętrznych.
- Płatwie jako belki ciągłe dwu i sześcioprzęsłowe.

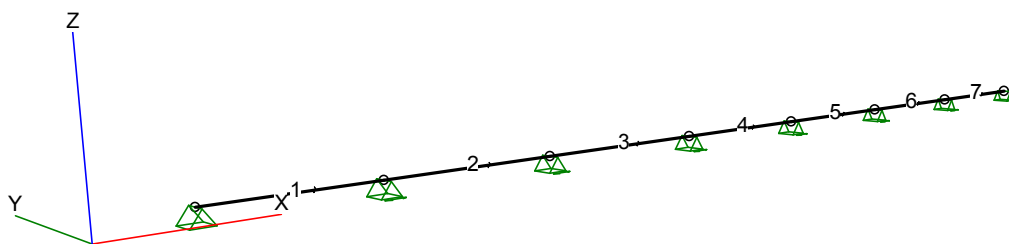
1.3 Materiały

W analizie elementów konstrukcyjnych przyjęto, że wszystkie elementy kratownicy wykonane są ze stali gatunku St 00.12.

1.4 Analiza obliczeniowa

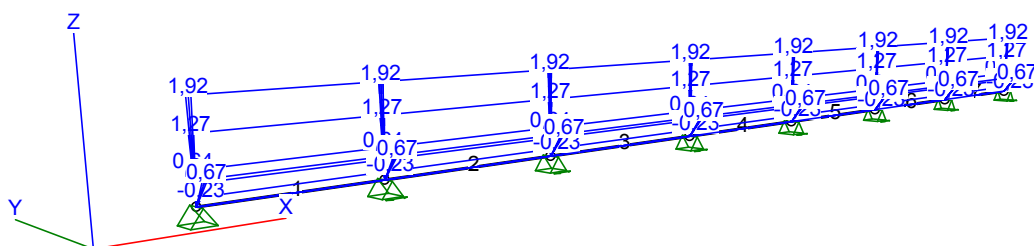
Obliczenia wykonano w programie RM-WIN i RM-WIN 3D przy założeniu poprawnej pracy wszystkich połączeń konstrukcji dachu.

1.4.1 Płatew istniejąca PŁ1



Pręty:

Nr:	Węzły:		Mocowania	Podatności	Mimośrod Imperfekcje	Orient. [deg]	L[m]:	F [m]:	Przekrój:
	A:	B:							
PŁATEW.rmt									
1	1	2	A:yz			37,0	4,100		1 2 U 120
			P.P.: Szttywne						
2	2	3	B:yz			37,0	4,700		1 2 U 120
			P.P.: Szttywne						
3	3	4	A:yz			37,0	5,100		1 2 U 120
			P.P.: Szttywne						
4	4	5	P.P.: Szttywne			37,0	4,700		1 2 U 120
5	5	6	P.P.: Szttywne			37,0	4,700		1 2 U 120
6	6	7	P.P.: Szttywne			37,0	4,700		1 2 U 120
7	7	8	P.P.: Szttywne			37,0	4,700		1 2 U 120



Obciążenia:

Nr pręta	Rodzaj:	Wartości char.		Współczynniki			Orient. [deg]	Kier.: [deg]	Położenie		Nazwa:	
		Pa:	Pb:	$\gamma f1$:	$\gamma f2$:	ψd :			xa:	xb:		
A: POKRYCIE - Stałe(Znaczenie: 1)												
1	Rozłożone	0,64	0,64	1,20	1,20	1,00	0,0	0,0	0,00	4,10	Rozłożone	
2	Rozłożone	0,64	0,64	1,20	1,20	1,00	0,0	0,0	0,00	4,70	Rozłożone	
3	Rozłożone	0,64	0,64	1,20	1,20	1,00	0,0	0,0	0,00	5,10	Rozłożone	
4	Rozłożone	0,64	0,64	1,20	1,20	1,00	0,0	0,0	0,00	4,70	Rozłożone	
5	Rozłożone	0,64	0,64	1,20	1,20	1,00	0,0	0,0	0,00	4,70	Rozłożone	
6	Rozłożone	0,64	0,64	1,20	1,20	1,00	0,0	0,0	0,00	4,70	Rozłożone	
7	Rozłożone	0,64	0,64	1,20	1,20	1,00	0,0	0,0	0,00	4,70	Rozłożone	
C: ŚNIEG W1 - Zmienne(Znaczenie: 1)												
1	Rozłożone	1,27	1,27	1,50		0,00	0,0	0,0	0,00	4,10	Rozłożone	
2	Rozłożone	1,27	1,27	1,50		0,00	0,0	0,0	0,00	4,70	Rozłożone	
3	Rozłożone	1,27	1,27	1,50		0,00	0,0	0,0	0,00	5,10	Rozłożone	

4	Rozłożone	1,27	1,27	1,50		0,00	0,0	0,0	0,00	4,70	Rozłożone	
5	Rozłożone	1,27	1,27	1,50		0,00	0,0	0,0	0,00	4,70	Rozłożone	
6	Rozłożone	1,27	1,27	1,50		0,00	0,0	0,0	0,00	4,70	Rozłożone	
7	Rozłożone	1,27	1,27	1,50		0,00	0,0	0,0	0,00	4,70	Rozłożone	
D: ŚNIEG W2 - Zmienne(Znaczenie: 1)												
1	Rozłożone	1,92	1,92	1,50		0,00	0,0	0,0	0,00	4,10	Rozłożone	
2	Rozłożone	1,92	1,92	1,50		0,00	0,0	0,0	0,00	4,70	Rozłożone	
3	Rozłożone	1,92	1,92	1,50		0,00	0,0	0,0	0,00	5,10	Rozłożone	
4	Rozłożone	1,92	1,92	1,50		0,00	0,0	0,0	0,00	4,70	Rozłożone	
5	Rozłożone	1,92	1,92	1,50		0,00	0,0	0,0	0,00	4,70	Rozłożone	
6	Rozłożone	1,92	1,92	1,50		0,00	0,0	0,0	0,00	4,70	Rozłożone	
7	Rozłożone	1,92	1,92	1,50		0,00	0,0	0,0	0,00	4,70	Rozłożone	
W1: WIATR W1 - Zmienne(Znaczenie: 1)												
1	Rozłożone	0,58	0,58	1,50		0,00	-37,0	0,0	0,00	4,10	Rozłożone	
2	Rozłożone	0,58	0,58	1,50		0,00	-37,0	0,0	0,00	4,70	Rozłożone	
3	Rozłożone	0,58	0,58	1,50		0,00	-37,0	0,0	0,00	5,10	Rozłożone	
4	Rozłożone	0,58	0,58	1,50		0,00	-37,0	0,0	0,00	4,70	Rozłożone	
5	Rozłożone	0,58	0,58	1,50		0,00	-37,0	0,0	0,00	4,70	Rozłożone	
6	Rozłożone	0,58	0,58	1,50		0,00	-37,0	0,0	0,00	4,70	Rozłożone	
7	Rozłożone	0,58	0,58	1,50		0,00	-37,0	0,0	0,00	4,70	Rozłożone	
W2: WIATR W2 - Zmienne(Znaczenie: 1)												
1	Rozłożone	-0,23	-0,23	1,50		0,00	-37,0	0,0	0,00	4,10	Rozłożone	
2	Rozłożone	-0,23	-0,23	1,50		0,00	-37,0	0,0	0,00	4,70	Rozłożone	
3	Rozłożone	-0,23	-0,23	1,50		0,00	-37,0	0,0	0,00	5,10	Rozłożone	
4	Rozłożone	-0,23	-0,23	1,50		0,00	-37,0	0,0	0,00	4,70	Rozłożone	
5	Rozłożone	-0,23	-0,23	1,50		0,00	-37,0	0,0	0,00	4,70	Rozłożone	
6	Rozłożone	-0,23	-0,23	1,50		0,00	-37,0	0,0	0,00	4,70	Rozłożone	
7	Rozłożone	-0,23	-0,23	1,50		0,00	-37,0	0,0	0,00	4,70	Rozłożone	
W3: WIATR W3 - Zmienne(Znaczenie: 1)												
1	Rozłożone	0,67	0,67	1,50		0,00	-37,0	0,0	0,00	4,10	Rozłożone	
2	Rozłożone	0,67	0,67	1,50		0,00	-37,0	0,0	0,00	4,70	Rozłożone	
3	Rozłożone	0,67	0,67	1,50		0,00	-37,0	0,0	0,00	5,10	Rozłożone	
4	Rozłożone	0,67	0,67	1,50		0,00	-37,0	0,0	0,00	4,70	Rozłożone	
5	Rozłożone	0,67	0,67	1,50		0,00	-37,0	0,0	0,00	4,70	Rozłożone	
6	Rozłożone	0,67	0,67	1,50		0,00	-37,0	0,0	0,00	4,70	Rozłożone	
7	Rozłożone	0,67	0,67	1,50		0,00	-37,0	0,0	0,00	4,70	Rozłożone	

Wyniki Obliczeń

Teoria I rzędu

Obwiednie sił

Kombinacje Obciążeń:

Nr:	Zawsze:	Ewentualnie:
1	CW+A	C/D+W1/W2/W3

Relacje Grup Obciążeń:

Grupa obciążeń:	Relacje:
C - ŚNIEG W1	Nie występuje z: D.
D - ŚNIEG W2	Nie występuje z: C.
W1 - WIATR W1	Nie występuje z: W2/W3.
W2 - WIATR W2	Nie występuje z: W1/W3.
W3 - WIATR W3	Nie występuje z: W1/W2.

Siły Przekrojowe: Obciążenia obliczeniowe

Nr preta:	x [m]:	Mx [kNm]:	My [kNm]:	Mz [kNm]:	Ty [kN]:	Tz [kN]:	N [kN]:	Obciążenia:
PLATEW.rmt								
1	0,000	0,000	0,000	0,000	2,461	4,529	0,000	CW ACW1
1	1,409	0,000	4,237	2,399	0,096	0,170	0,000	CW ADW3
1	4,100	0,000	-9,878	-5,594	-6,037	-10,662	0,000	CW ADW3
1	1,409	0,000	2,820	2,399	0,096	0,113	0,000	CW ADW2
1	4,100	0,000	-7,423	-5,594	-6,037	-8,012	0,000	CW AD
1	0,000	0,000	0,000	0,000	3,309	5,654	0,000	CW ADW1

1	4,100	0,000	-9,558	-5,594	-6,037	-10,316	0,000	CW ADW1
1	0,000	0,000	0,000	0,000	3,309	5,843	0,000	CW ADW3
1	4,100	0,000	-9,878	-5,594	-6,037	-10,662	0,000	CW ADW3
1	0,000	0,000	0,000	0,000	2,461	4,529	0,000	CW ACW1
1	4,100	0,000	-9,878	-5,594	-6,037	-10,662	0,000	CW ADW3
1	0,000	0,000	0,000	0,000	0,797	1,058	0,000	CW A
2	0,000	0,000	-7,656	-4,160	4,870	8,961	0,000	CW ACW1
2	2,938	0,000	6,717	3,804	-0,149	-0,263	0,000	CW ADW3
2	0,000	0,000	-9,878	-5,594	6,547	11,562	0,000	CW ADW3
2	2,938	0,000	6,499	3,804	-0,149	-0,255	0,000	CW ADW1
2	0,000	0,000	-9,558	-5,594	6,547	11,187	0,000	CW ADW1
2	0,000	0,000	-9,558	-5,594	6,547	11,187	0,000	CW ADW1
2	4,700	0,000	0,000	0,000	-4,167	-7,120	0,000	CW ADW1
2	0,000	0,000	-9,878	-5,594	6,547	11,562	0,000	CW ADW3
2	4,700	0,000	0,000	0,000	-4,167	-7,359	0,000	CW ADW3
2	0,000	0,000	-7,656	-4,160	4,870	8,961	0,000	CW ACW1
2	0,000	0,000	-9,878	-5,594	6,547	11,562	0,000	CW ADW3
2	4,700	0,000	0,000	0,000	-1,004	-1,332	0,000	CW A
3	0,000	0,000	0,000	0,000	3,454	6,355	0,000	CW ACW1
3	2,072	0,000	8,349	4,728	-0,080	-0,141	0,000	CW ADW3
3	5,100	0,000	-10,534	-5,965	-6,983	-12,331	0,000	CW ADW3
3	2,072	0,000	8,078	4,728	-0,080	-0,136	0,000	CW ADW1
3	5,100	0,000	-10,193	-5,965	-6,983	-11,931	0,000	CW ADW1
3	0,000	0,000	0,000	0,000	4,643	7,934	0,000	CW ADW1
3	5,100	0,000	-10,193	-5,965	-6,983	-11,931	0,000	CW ADW1
3	0,000	0,000	0,000	0,000	4,643	8,200	0,000	CW ADW3
3	5,100	0,000	-10,534	-5,965	-6,983	-12,331	0,000	CW ADW3
3	0,000	0,000	0,000	0,000	3,454	6,355	0,000	CW ACW1
3	5,100	0,000	-10,534	-5,965	-6,983	-12,331	0,000	CW ADW3
3	0,000	0,000	0,000	0,000	1,118	3,256	0,000	CW AW1
4	0,000	0,000	-8,165	-4,437	4,328	7,963	0,000	CW ACW1
4	2,497	0,000	2,572	1,456	0,126	0,223	0,000	CW ADW3
4	0,000	0,000	-10,534	-5,965	5,818	10,275	0,000	CW ADW3
4	2,497	0,000	1,933	1,456	0,126	0,168	0,000	CW AD
4	0,000	0,000	-10,534	-5,965	5,818	10,275	0,000	CW ADW3
4	0,000	0,000	-10,534	-5,965	5,818	10,275	0,000	CW ADW3
4	4,700	0,000	-6,489	-3,798	-4,896	-8,366	0,000	CW ADW1
4	0,000	0,000	-10,534	-5,965	5,818	10,275	0,000	CW ADW3
4	4,700	0,000	-6,706	-3,798	-4,896	-8,646	0,000	CW ADW3
4	0,000	0,000	-8,165	-4,437	4,328	7,963	0,000	CW ACW1
4	0,000	0,000	-10,534	-5,965	5,818	10,275	0,000	CW ADW3
4	3,672	0,000	0,005	0,008	-0,615	-0,428	0,000	CW AW2
5	0,000	0,000	-5,198	-2,825	3,949	7,267	0,000	CW ACW1
5	2,350	0,000	4,211	2,384	-0,048	-0,085	0,000	CW ADW3
5	4,700	0,000	-7,104	-4,023	-5,405	-9,545	0,000	CW ADW3
5	2,350	0,000	4,074	2,384	-0,048	-0,082	0,000	CW ADW1
5	4,700	0,000	-6,874	-4,023	-5,405	-9,236	0,000	CW ADW1
5	0,000	0,000	-6,489	-3,798	5,309	9,072	0,000	CW ADW1
5	4,700	0,000	-6,874	-4,023	-5,405	-9,236	0,000	CW ADW1
5	0,000	0,000	-6,706	-3,798	5,309	9,376	0,000	CW ADW3
5	4,700	0,000	-7,104	-4,023	-5,405	-9,545	0,000	CW ADW3
5	0,000	0,000	-5,198	-2,825	3,949	7,267	0,000	CW ACW1
5	4,700	0,000	-7,104	-4,023	-5,405	-9,545	0,000	CW ADW3
5	0,881	0,000	0,000	-0,001	0,795	0,553	0,000	CW AW2
6	0,000	0,000	-5,506	-2,992	3,784	6,964	0,000	CW ACW1
6	2,203	0,000	2,920	1,654	0,065	0,116	0,000	CW ADW3
6	4,700	0,000	-9,340	-5,289	-5,626	-9,936	0,000	CW ADW3
6	2,203	0,000	1,943	1,654	0,065	0,076	0,000	CW ADW2
6	4,700	0,000	-9,037	-5,289	-5,626	-9,614	0,000	CW ADW1
6	0,000	0,000	-6,874	-4,023	5,088	8,693	0,000	CW ADW1
6	4,700	0,000	-9,037	-5,289	-5,626	-9,614	0,000	CW ADW1
6	0,000	0,000	-7,104	-4,023	5,088	8,985	0,000	CW ADW3
6	4,700	0,000	-9,340	-5,289	-5,626	-9,936	0,000	CW ADW3
6	0,000	0,000	-5,506	-2,992	3,784	6,964	0,000	CW ACW1
6	4,700	0,000	-9,340	-5,289	-5,626	-9,936	0,000	CW ADW3
6	1,028	0,000	0,001	0,001	0,661	0,877	0,000	CW A
7	0,000	0,000	-7,239	-3,934	4,822	8,872	0,000	CW ACW1
7	2,791	0,000	6,931	3,925	0,121	0,213	0,000	CW ADW3

7	0,000	0,000	-9,340	-5,289	6,482	11,447	0,000	CW ADW3
7	2,791	0,000	6,706	3,925	0,121	0,206	0,000	CW ADW1
7	0,000	0,000	-9,037	-5,289	6,482	11,076	0,000	CW ADW1
7	0,000	0,000	-9,037	-5,289	6,482	11,076	0,000	CW ADW1
7	4,700	0,000	0,000	0,000	-4,232	-5,616	0,000	CW AD
7	0,000	0,000	-9,340	-5,289	6,482	11,447	0,000	CW ADW3
7	4,700	0,000	0,000	0,000	-4,232	-7,473	0,000	CW ADW3
7	0,000	0,000	-7,239	-3,934	4,822	8,872	0,000	CW ACW1
7	0,000	0,000	-9,340	-5,289	6,482	11,447	0,000	CW ADW3
7	4,700	0,000	0,000	0,000	-1,019	-2,968	0,000	CW AW1

Reakcje podporowe: Obciążenia obliczeniowe

Nr węzła:	Rx [kN]:	Ry [kN]:	Rz [kN]:	Mx [kNm]:	My [kNm]:	Mz [kNm]:	Obciążenia:
1	0,000	-0,760	5,098	0,000	0,000	0,000	CW ACW1
1	0,000	0,302	0,923	0,000	0,000	0,000	CW AW2
1	0,000	-0,874	6,658	0,000	0,000	0,000	CW ADW3
1	0,000	-0,874	6,658	0,000	0,000	0,000	CW ADW3
1	0,000	0,302	0,923	0,000	0,000	0,000	CW AW2
1	0,000	-0,760	5,098	0,000	0,000	0,000	CW ACW1
1	0,000	-0,760	6,507	0,000	0,000	0,000	CW ADW1
2	0,000	1,151	19,384	0,000	0,000	0,000	CW ADW2
2	0,000	-3,324	9,448	0,000	0,000	0,000	CW AW3
2	0,000	-3,324	25,322	0,000	0,000	0,000	CW ADW3
2	0,000	1,151	3,509	0,000	0,000	0,000	CW AW2
2	0,000	-2,890	19,389	0,000	0,000	0,000	CW ACW1
3	0,000	0,806	2,457	0,000	0,000	0,000	CW AW2
3	0,000	-2,327	17,728	0,000	0,000	0,000	CW ADW3
3	0,000	-2,327	17,728	0,000	0,000	0,000	CW ADW3
3	0,000	0,806	2,457	0,000	0,000	0,000	CW AW2
3	0,000	-2,024	13,574	0,000	0,000	0,000	CW ACW1
4	0,000	1,171	19,717	0,000	0,000	0,000	CW ADW2
4	0,000	-3,381	9,610	0,000	0,000	0,000	CW AW3
4	0,000	-3,381	25,758	0,000	0,000	0,000	CW ADW3
4	0,000	1,171	3,569	0,000	0,000	0,000	CW AW2
4	0,000	-2,940	19,723	0,000	0,000	0,000	CW ACW1
5	0,000	0,933	2,846	0,000	0,000	0,000	CW AW2
5	0,000	-2,695	20,534	0,000	0,000	0,000	CW ADW3
5	0,000	-2,695	20,534	0,000	0,000	0,000	CW ADW3
5	0,000	0,933	2,846	0,000	0,000	0,000	CW AW2
5	0,000	-2,344	15,723	0,000	0,000	0,000	CW ACW1
6	0,000	0,960	2,926	0,000	0,000	0,000	CW AW2
6	0,000	-2,771	21,113	0,000	0,000	0,000	CW ADW3
6	0,000	-2,771	21,113	0,000	0,000	0,000	CW ADW3
6	0,000	0,960	2,926	0,000	0,000	0,000	CW AW2
6	0,000	-2,410	16,166	0,000	0,000	0,000	CW ACW1
7	0,000	1,108	18,651	0,000	0,000	0,000	CW ADW2
7	0,000	-3,198	9,091	0,000	0,000	0,000	CW AW3
7	0,000	-3,198	24,365	0,000	0,000	0,000	CW ADW3
7	0,000	1,108	3,377	0,000	0,000	0,000	CW AW2
7	0,000	-2,781	18,656	0,000	0,000	0,000	CW ACW1
8	0,000	0,388	1,179	0,000	0,000	0,000	CW AW2
8	0,000	-1,118	8,515	0,000	0,000	0,000	CW ADW3
8	0,000	-1,118	8,515	0,000	0,000	0,000	CW ADW3
8	0,000	0,388	1,179	0,000	0,000	0,000	CW AW2
8	0,000	-0,972	6,520	0,000	0,000	0,000	CW ACW1

Reakcje podporowe: Obciążenia charakterystyczne

Nr węzła:	Rx [kN]:	Ry [kN]:	Rz [kN]:	Mx [kNm]:	My [kNm]:	Mz [kNm]:	Obciążenia:
1	0,000	-0,507	3,636	0,000	0,000	0,000	CW ACW1
1	0,000	0,201	0,853	0,000	0,000	0,000	CW AW2
1	0,000	-0,583	4,676	0,000	0,000	0,000	CW ADW3
1	0,000	-0,583	4,676	0,000	0,000	0,000	CW ADW3
1	0,000	0,201	0,853	0,000	0,000	0,000	CW AW2
1	0,000	-0,507	3,636	0,000	0,000	0,000	CW ACW1
1	0,000	-0,583	4,676	0,000	0,000	0,000	CW ADW3
2	0,000	0,767	13,823	0,000	0,000	0,000	CW ADW2
2	0,000	-2,216	7,200	0,000	0,000	0,000	CW AW3

2	0,000	-2,216	17,782	0,000	0,000	0,000	CW ADW3
2	0,000	0,767	3,240	0,000	0,000	0,000	CW AW2
2	0,000	-1,927	13,827	0,000	0,000	0,000	CW ACW1
3	0,000	0,537	2,269	0,000	0,000	0,000	CW AW2
3	0,000	-1,551	12,449	0,000	0,000	0,000	CW ADW3
3	0,000	-1,551	12,449	0,000	0,000	0,000	CW ADW3
3	0,000	0,537	2,269	0,000	0,000	0,000	CW AW2
3	0,000	-1,349	9,680	0,000	0,000	0,000	CW ACW1
4	0,000	0,781	14,061	0,000	0,000	0,000	CW ADW2
4	0,000	-2,254	7,323	0,000	0,000	0,000	CW AW3
4	0,000	-2,254	18,088	0,000	0,000	0,000	CW ADW3
4	0,000	0,781	3,296	0,000	0,000	0,000	CW AW2
4	0,000	-1,960	14,065	0,000	0,000	0,000	CW ACW1
5	0,000	0,622	2,628	0,000	0,000	0,000	CW AW2
5	0,000	-1,797	14,420	0,000	0,000	0,000	CW ADW3
5	0,000	-1,797	14,420	0,000	0,000	0,000	CW ADW3
5	0,000	0,622	2,628	0,000	0,000	0,000	CW AW2
5	0,000	-1,563	11,212	0,000	0,000	0,000	CW ACW1
6	0,000	0,640	2,702	0,000	0,000	0,000	CW AW2
6	0,000	-1,848	14,827	0,000	0,000	0,000	CW ADW3
6	0,000	-1,848	14,827	0,000	0,000	0,000	CW ADW3
6	0,000	0,640	2,702	0,000	0,000	0,000	CW AW2
6	0,000	-1,607	11,529	0,000	0,000	0,000	CW ACW1
7	0,000	0,738	13,301	0,000	0,000	0,000	CW ADW2
7	0,000	-2,132	6,927	0,000	0,000	0,000	CW AW3
7	0,000	-2,132	17,110	0,000	0,000	0,000	CW ADW3
7	0,000	0,738	3,118	0,000	0,000	0,000	CW AW2
7	0,000	-1,854	13,304	0,000	0,000	0,000	CW ACW1
8	0,000	0,259	1,089	0,000	0,000	0,000	CW AW2
8	0,000	-0,745	5,980	0,000	0,000	0,000	CW ADW3
8	0,000	-0,745	5,980	0,000	0,000	0,000	CW ADW3
8	0,000	0,259	1,089	0,000	0,000	0,000	CW AW2
8	0,000	-0,648	4,650	0,000	0,000	0,000	CW ACW1

Pręt nr 3

Naprężenia (Osłabienia otworami):

$$\sigma_{ec} = \sigma / \psi_o + \Delta\sigma = 158,80 / 1,000 + 553,37 = \mathbf{712,17 > 215} \text{ MPa}$$

MPa

$$\tau_{ey} = \tau / \psi_{ov} = 14,68 / 1,000 = \mathbf{14,68 < 124,70} = 0,58 \times 215 \text{ MPa}$$

$$\tau_{ex} = \tau / \psi_{ov} = 8,10 / 1,000 = \mathbf{8,10 < 124,70} = 0,58 \times 215 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_e^2 + 3 \tau_e^2} = \sqrt{712,17^2 + 3 \times 0,00^2} = \mathbf{712,17 > 215} \text{ MPa}$$

Nośność przekroju na ścinanie:

$$\text{- ścinanie wzdłuż osi Y: } V = \mathbf{12,331 < 104,748} = V_R$$

$$\text{- ścinanie wzdłuż osi X: } V = \mathbf{6,983 < 107,466} = V_R$$

Nośność przekroju na zginanie:

$$\frac{M_x}{\phi_L M_{Rx}} + \frac{M_y}{M_{Ry}} = \frac{10,534}{0,479 \times 11,086} + \frac{5,965}{2,382} = \mathbf{4,488 > 1}$$

Nośność przekroju zginanego, w którym działa siła poprzeczna:

$$\frac{M_x}{M_{Rx, V}} + \frac{M_y}{M_{Ry, V}} = \frac{10,534}{11,086} + \frac{5,965}{2,382} = \mathbf{3,455 > 1}$$

Stan graniczny użytkowania:

Ugięcia względem osi Y liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{\max} = 17,5 < 25,5 = a_{gr}$$

Ugięcia względem osi X liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{\max} = 84,6 > 25,5 = a_{gr}$$

Największe ugięcie wypadkowe wynosi:

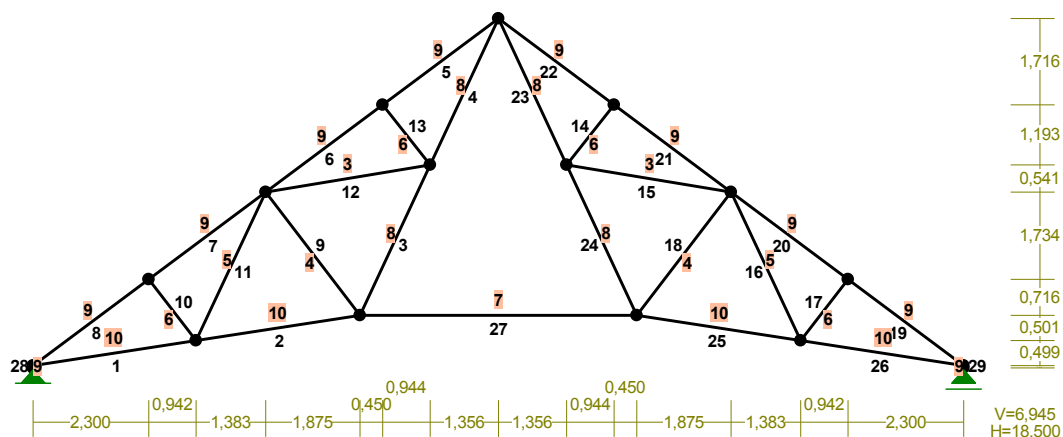
$$a = 86,4 \text{ mm}; \quad L / a = 5100,0 / 86,4 = 59,0$$

Wnioski:

Analiza obliczeniowa wykazała że istniejąca płatew dachowa, przy założeniu obowiązujących obciążeń normowych nie spełnia warunków nośności, stateczności i dopuszczalnego ugięcia. Płatew w takim stanie nie może być bezpiecznie użytkowana.

1.4.2 kratownica dachowa KR1

PRZEKROJE PRĘTÓW:



PRĘTY UKŁADU:

Typy prętów: 00 - sztyw.-sztyw.; 01 - sztyw.-przegub;
10 - przegub-sztyw.; 11 - przegub-przegub
22 - ciągnio

Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx[m]:	Ly[m]:	L[m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	00	1	7	3,242	0,499	3,280	1,000	10 2 L XX 70.70.7
2	00	7	2	3,258	0,501	3,296	1,000	10 2 L XX 70.70.7
3	00	2	8	1,394	2,991	3,300	1,000	8 2 L XX 55.55.6
4	00	8	3	1,356	2,909	3,210	1,000	8 2 L XX 55.55.6
5	00	5	3	2,300	1,716	2,870	1,000	9 2 L XX 100.65.11
6	00	4	5	2,325	1,734	2,900	1,000	9 2 L XX 100.65.11
7	00	6	4	2,325	1,734	2,900	1,000	9 2 L XX 100.65.11
8	00	1	6	2,300	1,716	2,870	1,000	9 2 L XX 100.65.11
9	00	2	4	-1,875	2,450	3,085	1,000	4 2 L XX 65.65.7
10	00	7	6	-0,942	1,217	1,539	1,000	6 2 L XX 45.45.5
11	00	7	4	1,383	2,951	3,259	1,000	5 2 L XX 45.45.5
12	00	4	8	3,269	0,541	3,313	1,000	3 2 L XX 45.45.6
13	00	8	5	-0,944	1,193	1,521	1,000	6 2 L XX 45.45.5
14	00	12	9	-0,944	-1,193	1,521	1,000	6 2 L XX 45.45.5
15	00	9	13	3,269	-0,541	3,313	1,000	3 2 L XX 45.45.6
16	00	13	10	1,383	-2,951	3,259	1,000	5 2 L XX 45.45.5
17	00	11	10	-0,942	-1,217	1,539	1,000	6 2 L XX 45.45.5
18	00	13	14	-1,875	-2,450	3,085	1,000	4 2 L XX 65.65.7
19	00	11	15	2,300	-1,716	2,870	1,000	9 2 L XX 100.65.11
20	00	13	11	2,325	-1,734	2,900	1,000	9 2 L XX 100.65.11
21	00	12	13	2,325	-1,734	2,900	1,000	9 2 L XX 100.65.11
22	00	3	12	2,300	-1,716	2,870	1,000	9 2 L XX 100.65.11
23	00	3	9	1,356	-2,909	3,210	1,000	8 2 L XX 55.55.6

24	00	9	14	1,394	-2,991	3,300	1,000	8	2	L	XX	55.55.6
25	00	14	10	3,258	-0,501	3,296	1,000	10	2	L	XX	70.70.7
26	00	10	15	3,242	-0,499	3,280	1,000	10	2	L	XX	70.70.7
27	00	2	14	5,500	0,000	5,500	1,000	7	2	L	XX	50.50.5
28	00	1	16	0,000	-0,045	0,045	1,000	9	2	L	XX	100.65.11
29	00	17	15	0,000	0,045	0,045	1,000	9	2	L	XX	100.65.11

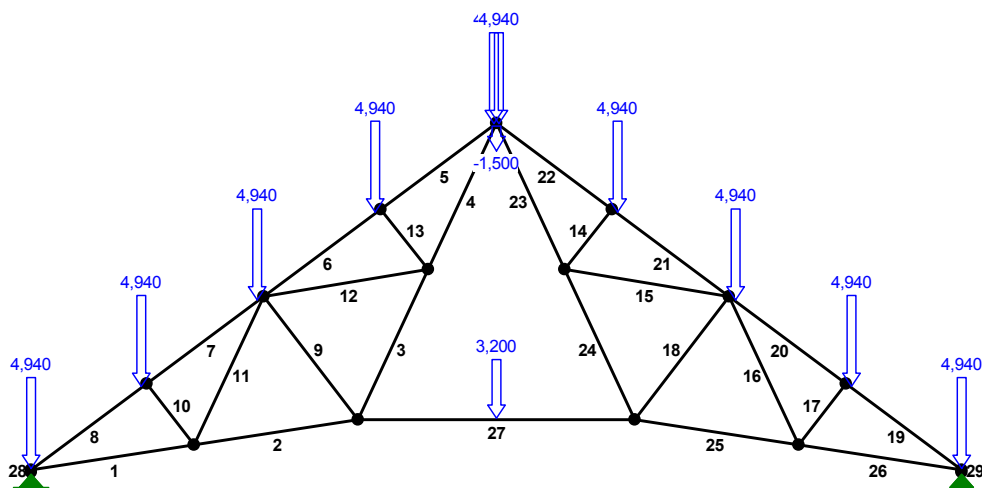
WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr.	A[cm ²]	I _x [cm ⁴]	I _y [cm ⁴]	W _g [cm ³]	W _d [cm ³]	h[cm]	Material:
3	10,2	56	18	14	6	4,5	1E+02 St 00.12
4	17,4	236	106	21	21	14,2	1E+02 St 00.12
5	8,6	46	16	12	5	4,5	1E+02 St 00.12
6	8,6	67	25	8	8	10,2	1E+02 St 00.12
7	9,6	60	22	6	16	5,0	1E+02 St 00.12
8	12,6	94	35	9	22	5,5	1E+02 St 00.12
9	34,2	335	287	98	51	10,0	1E+02 St 00.12
10	18,8	209	85	17	43	7,0	1E+02 St 00.12

STAŁE MATERIAŁOWE:

Material:	Moduł E: [N/mm ²]	Napręż.gr.: [N/mm ²]	AlfaT: [1/K]
1E+02 St 00.12	215	120,000	1,20E-05

OBCIĄŻENIA:

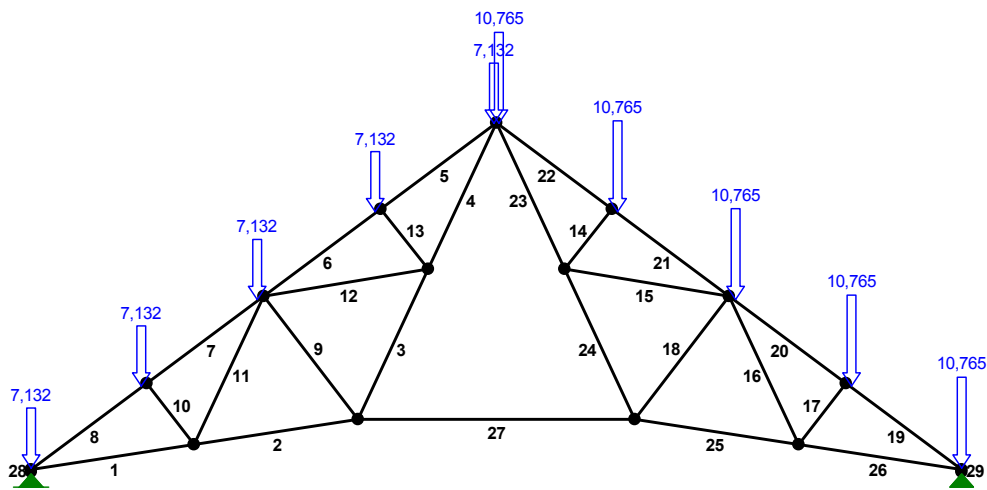


OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa: A	"POKRYCIE+PAŁTWIE+INSTALACJ"	Stałe	γf= 1,20			
5	Skupione	0,0	4,940	2,81		
5	Skupione	180,0	-1,500	2,87		
6	Skupione	0,0	4,940	2,76		

7	Skupione	0,0	4,940	2,74
8	Skupione	0,0	4,940	2,73
8	Skupione	0,0	4,940	0,00
19	Skupione	0,0	4,940	0,14
19	Skupione	0,0	4,940	2,87
20	Skupione	0,0	4,940	0,16
21	Skupione	0,0	4,940	0,14
22	Skupione	0,0	4,940	0,06
27	Skupione	0,0	3,200	2,75

OBCIĄŻENIA:

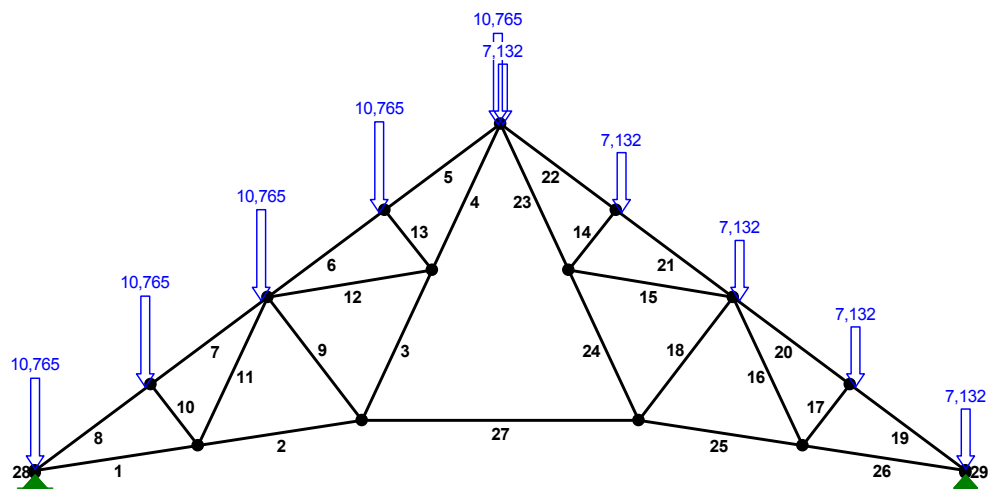


OBCIĄŻENIA:

([kN] , [kNm] , [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa: C "SNIEG W1"			Zmienne		$\gamma_f = 1,50$	
5	Skupione	0,0	7,132		2,81	
6	Skupione	0,0	7,132		2,76	
7	Skupione	0,0	7,132		2,74	
8	Skupione	0,0	7,132		2,73	
8	Skupione	0,0	7,132		0,00	
19	Skupione	0,0	10,765		0,14	
19	Skupione	0,0	10,765		2,87	
20	Skupione	0,0	10,765		0,16	
21	Skupione	0,0	10,765		0,14	
22	Skupione	0,0	10,765		0,06	

OBCIĄŻENIA:



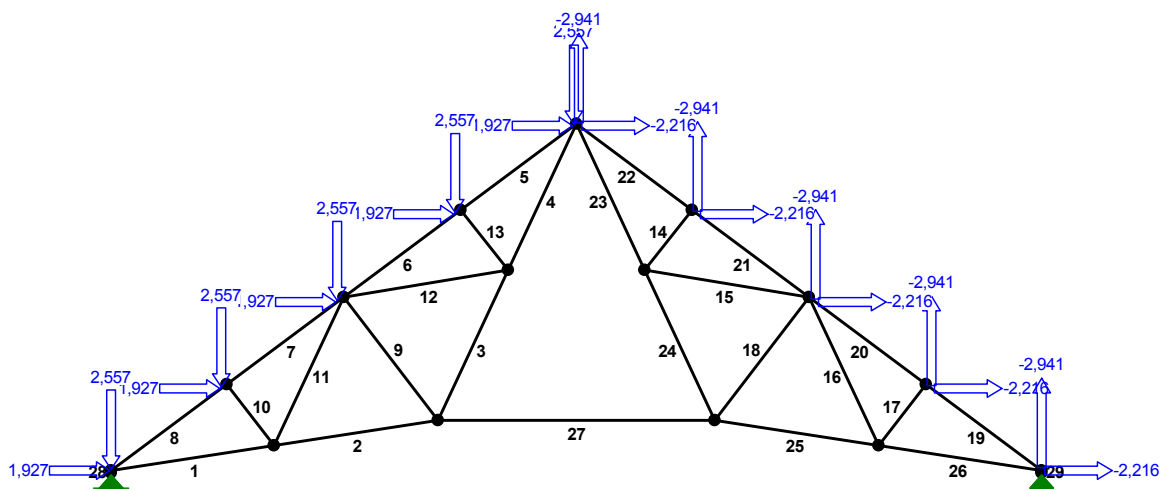
OBCIĄŻENIA:

([kN] , [kNm] , [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a[m]:	b[m]:

Grupa:	D "SNIEG W2"			Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
5	Skupione	0,0	10,765		2,81	
6	Skupione	0,0	10,765		2,76	
7	Skupione	0,0	10,765		2,74	
8	Skupione	0,0	10,765		2,73	
8	Skupione	0,0	10,765		0,00	
19	Skupione	0,0	7,132		0,14	
19	Skupione	0,0	7,132		2,87	
20	Skupione	0,0	7,132		0,16	
21	Skupione	0,0	7,132		0,14	
22	Skupione	0,0	7,132		0,06	

OBCIĄŻENIA:



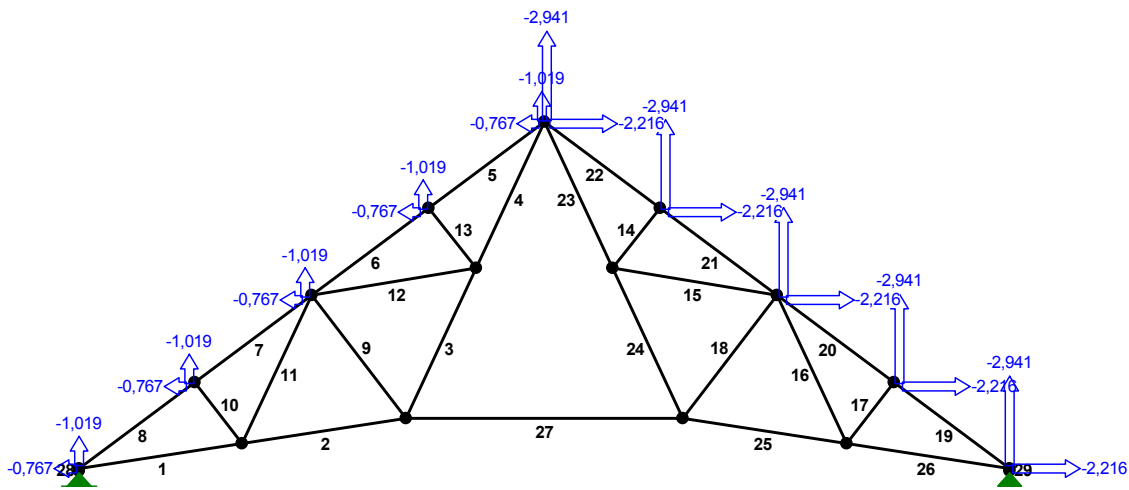
OBCIĄŻENIA:

([kN] , [kNm] , [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a[m]:	b[m]:

Grupa:	E	"WIATR W2"	Zmienne		$\gamma_f = 1,50$	
5	Skupione	90,0	1,927		2,81	
5	Skupione	0,0	2,557		2,81	
6	Skupione	90,0	1,927		2,76	
6	Skupione	0,0	2,557		2,76	
7	Skupione	90,0	1,927		2,74	
7	Skupione	0,0	2,557		2,74	
8	Skupione	90,0	1,927		2,73	
8	Skupione	90,0	1,927		0,00	
8	Skupione	0,0	2,557		2,73	
8	Skupione	0,0	2,557		0,00	
19	Skupione	0,0	-2,941		0,14	
19	Skupione	-90,0	-2,216		2,87	
19	Skupione	-90,0	-2,216		0,14	
19	Skupione	0,0	-2,941		2,87	
20	Skupione	0,0	-2,941		0,16	
20	Skupione	-90,0	-2,216		0,16	
21	Skupione	0,0	-2,941		0,14	
21	Skupione	-90,0	-2,216		0,14	
22	Skupione	0,0	-2,941		0,06	
22	Skupione	-90,0	-2,216		0,06	

OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN] , [kNm] , [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kat:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa:	F	"WIATR W1"		Zmienne	γf=	1,50
5	Skupione	90,0	-0,767		2,81	
5	Skupione	0,0	-1,019		2,81	
6	Skupione	90,0	-0,767		2,76	
6	Skupione	0,0	-1,019		2,76	
7	Skupione	90,0	-0,767		2,74	
7	Skupione	0,0	-1,019		2,74	
8	Skupione	90,0	-0,767		2,73	
8	Skupione	90,0	-0,767		0,00	
8	Skupione	0,0	-1,019		2,73	
8	Skupione	0,0	-1,019		0,00	
19	Skupione	0,0	-2,941		0,14	
19	Skupione	-90,0	-2,216		2,87	
19	Skupione	-90,0	-2,216		0,14	
19	Skupione	0,0	-2,941		2,87	
20	Skupione	0,0	-2,941		0,16	
20	Skupione	-90,0	-2,216		0,16	
21	Skupione	0,0	-2,941		0,14	
21	Skupione	-90,0	-2,216		0,14	
22	Skupione	0,0	-2,941		0,06	
22	Skupione	-90,0	-2,216		0,06	

W Y N I K I
Teoria I-go rzędu
Kombinatoryka obciążeń

OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa: Znaczenie: ψd: γf:

Ciężar wł.				1,10
A -"POKRYCIE+PAŁTWIE+INSTALACJ"	Stałe			1,20
C -"SNIEG W1"	Zmienne	1	0,00	1,50
D -"SNIEG W2"	Zmienne	1	0,00	1,50
E -"WIATR W2"	Zmienne	1	0,00	1,50
F -"WIATR W1"	Zmienne	1	0,00	1,50

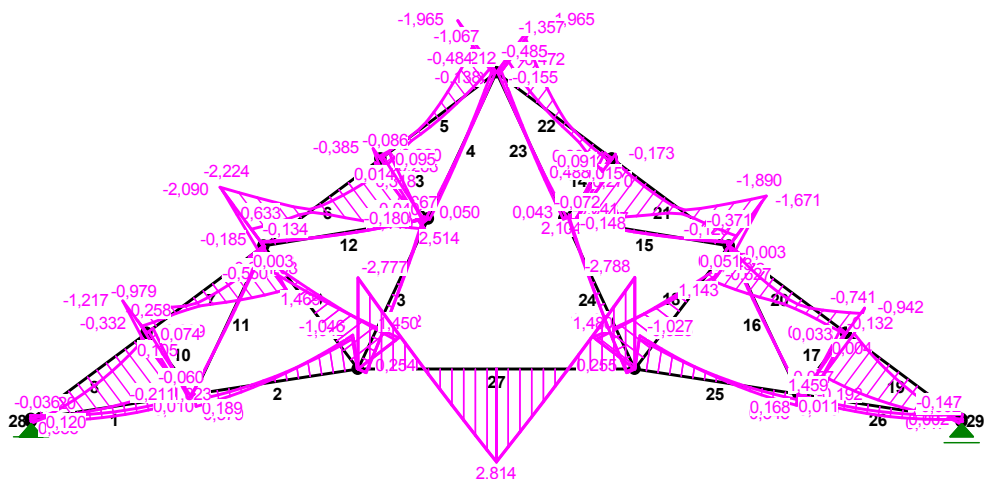
RELACJE GRUP OBCIĄŻEŃ:

Grupa obc.:	Relacje:
Ciężar wł.	ZAWSZE
A -"POKRYCIE+PAŁTWIE+INSTALACJ"	EWENTUALNIE
C -"SNIEG W1"	EWENTUALNIE
	Nie występuje z: D
D -"SNIEG W2"	EWENTUALNIE
	Nie występuje z: C
E -"WIATR W2"	EWENTUALNIE
	Nie występuje z: F
F -"WIATR W1"	EWENTUALNIE
	Nie występuje z: E

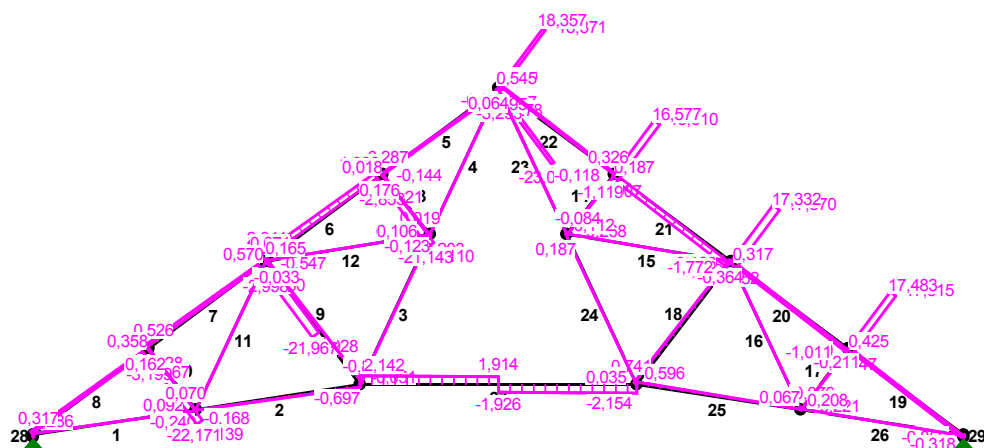
KRYTERIA KOMBINACJI OBCIĄŻEŃ:

Nr:	Specyfikacja:
1	ZAWSZE : A
	EWENTUALNIE: C/D+E/F

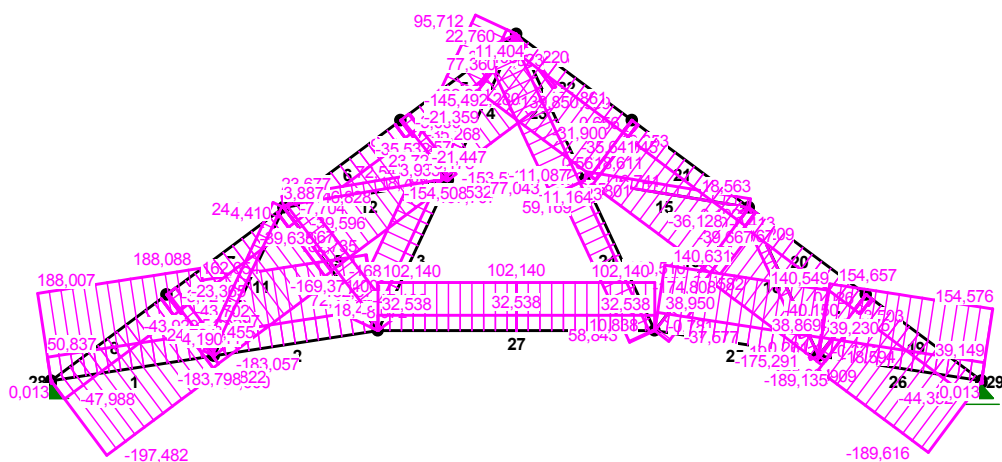
MOMENTY-OBWIEDNIE:



TNACE-OBWIEDNIE:



NORMALNE-OBWIEDNIE:



SIŁY PRZEKROJOWE - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Pręt:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:	Kombinacja obciążeń:
1	1,845	0,291*	-0,010	188,053	ADE
	0,000	-0,120*	0,303	50,837	AF
	0,000	-0,048	0,304*	134,641	ACF
	3,280	0,111	-0,240	188,088*	ADE
	0,000	-0,120	0,303	50,837*	AF
2	0,000	0,379*	-0,168	162,654	ADE
	3,296	-1,046*	-0,697	162,735	ADE
	3,296	-1,046	-0,697*	162,735	ADE
	3,296	-1,046	-0,697	162,735*	ADE
	0,000	0,189	-0,079	46,597*	AF
3	0,000	0,271*	-0,051	18,462	AF
	3,300	-0,147*	-0,203	18,788	AF
	3,300	-0,147	-0,203*	18,788	AF
	3,300	-0,109	-0,186	72,547*	ADE
	0,000	0,271	-0,051	18,462*	AF
4	0,602	0,057*	-0,002	95,455	ADE
	3,210	-0,138*	-0,128	63,628	AC

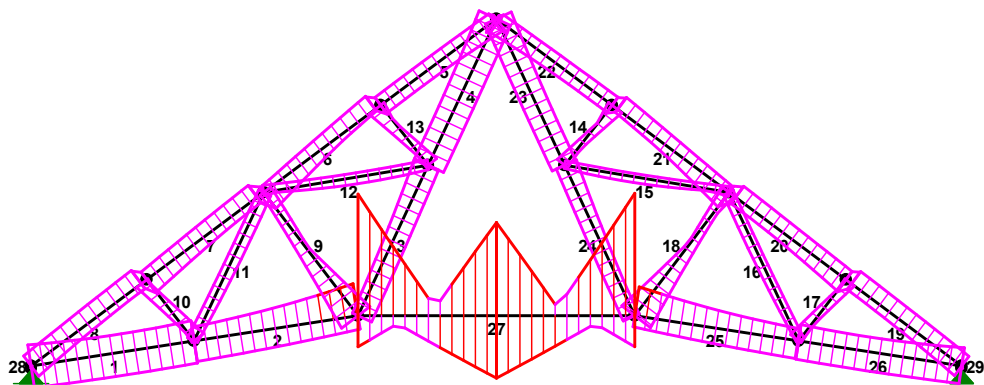
	3,210	-0,138	-0,128*	63,628	AC
	3,210	-0,104	-0,122	95,712*	ADE
	0,000	-0,067	0,086	22,443*	AF
5	0,000	0,268*	-0,144	-138,637	AC
	2,870	-1,965*	-18,371	-132,280	AD
	2,870	-1,957	-23,005*	-139,850	ADE
	2,870	-0,484	-3,293	-31,209*	AF
	0,000	-0,065	0,169	-153,534*	ADE
6	2,763	2,514*	-21,110	-154,532	ADE
	2,763	2,514*	1,388	-167,707	ADE
	0,000	-2,224*	2,041	-168,194	ADE
	2,900	-0,385	-21,143*	-154,508	ADE
	2,900	-0,071	-2,853	-35,532*	AF
	0,000	-2,224	2,041	-168,194*	ADE
7	2,738	1,469*	-21,928	-169,400	ADE
	2,738	1,469*	0,570	-182,574	ADE
	2,900	-2,090*	-21,967	-169,371	ADE
	2,900	-2,090	-21,967*	-169,371	ADE
	2,900	-0,185	-2,998	-39,638*	AF
	0,000	-0,979	1,217	-183,057*	ADE
8	2,732	1,823*	-22,139	-183,822	ADE
	2,732	1,823*	0,358	-197,000	ADE
	2,870	-1,217*	-22,171	-183,798	ADE
	2,870	-1,217	-22,171*	-183,798	ADE
	2,870	-0,332	-3,199	-43,929*	AF
	0,000	-0,036	1,003	-197,482*	ADE
9	0,000	1,562*	-0,829	-8,072	AF
	3,085	-0,560*	-0,547	-7,704	AF
	0,000	1,562	-0,829*	-8,072	AF
	3,085	-0,560	-0,547	-7,704*	AF
	0,000	1,450	-0,708	-47,196*	ADE
10	1,539	0,239*	0,327	-23,365	ADE
	0,000	-0,211*	0,257	-23,455	ADE
	1,539	0,239	0,327*	-23,365	ADE
	1,539	0,074	0,162	-3,721*	AF
	0,000	-0,211	0,257	-23,455*	ADE
11	2,444	0,042*	0,002	24,889	ADE
	0,000	-0,060*	0,074	11,269	AE
	0,000	-0,058	0,079*	24,724	ADE
	3,259	0,033	-0,023	24,944*	ADE
	0,000	-0,058	0,070	4,190*	AF
12	2,071	0,050*	-0,006	13,966	AC
	0,000	-0,134*	0,178	23,677	ADE
	0,000	-0,134	0,178*	23,677	ADE
	3,313	-0,021	-0,110	23,724*	ADE
	0,000	-0,109	0,165	3,887*	AF
13	1,521	0,320*	0,364	-21,359	ADE
	0,000	-0,180*	0,293	-21,447	ADE
	1,521	0,320	0,364*	-21,359	ADE
	1,521	0,095	0,176	-3,090*	AF
	0,000	-0,180	0,293	-21,447*	ADE
14	0,000	0,284*	-0,338	-16,653	AC
	1,521	-0,177*	-0,268	-16,741	AC
	0,000	0,284	-0,338*	-16,653	AC
	0,000	0,090	-0,180	0,656*	AE

	1,521	-0,177	-0,268	-16,741*	AC
15	1,450	0,052*	-0,008	8,108	ADE
	3,313	-0,129*	-0,176	18,563	AC
	3,313	-0,129	-0,176*	18,563	AC
	0,000	-0,023	0,112	18,611*	AC
	3,313	-0,104	-0,163	-0,192*	AE
16	0,815	0,036*	0,001	19,791	AC
	3,259	-0,057*	-0,070	6,172	A
	3,259	-0,055	-0,076*	19,627	AC
	0,000	0,024	0,027	19,846*	AC
	3,259	-0,055	-0,067	0,261*	AE
17	0,000	0,202*	-0,291	-18,503	AC
	1,539	-0,192*	-0,221	-18,594	AC
	0,000	0,202	-0,291*	-18,503	AC
	0,000	0,028	-0,116	0,026*	AE
	1,539	-0,192	-0,221	-18,594*	AC
18	3,085	1,591*	0,860	-0,781	AE
	0,000	-0,627*	0,578	-0,413	AE
	3,085	1,591	0,860*	-0,781	AE
	0,000	-0,627	0,578	-0,413*	AE
	3,085	1,480	0,741	-37,577*	AC
19	0,137	1,459*	17,483	-175,934	AC
	0,137	1,459*	-0,211	-189,135	AC
	0,000	-0,942*	17,515	-175,909	AC
	0,000	-0,942	17,515*	-175,909	AC
	0,000	-0,086	-0,315	-40,275*	AF
	2,870	0,002	-0,856	-189,616*	AC
20	0,162	1,143*	17,332	-161,611	AC
	0,162	1,143*	-0,364	-174,808	AC
	0,000	-1,671*	17,370	-161,582	AC
	0,000	-1,671	17,370*	-161,582	AC
	0,000	0,143	-0,452	-36,067*	AF
	2,900	-0,741	-1,011	-175,291*	AC
21	0,137	2,104*	16,577	-146,825	AC
	0,137	2,104*	-1,119	-160,023	AC
	2,900	-1,890*	-1,772	-160,510	AC
	0,000	-0,173	16,610*	-146,801	AC
	0,000	0,093	-0,552	-32,045*	AF
	2,900	-1,890	-1,772	-160,510*	AC
22	2,870	0,488*	0,326	-136,547	ADE
	0,000	-1,965*	18,371	-132,280	AC
	0,000	-1,965	18,371*	-132,280	AC
	0,000	-0,472	-0,195	-27,823*	AF
	2,870	0,111	-0,000	-145,987*	AC
23	2,808	0,048*	-0,004	77,083	AC
	0,000	-0,155*	0,132	49,499	ADE
	0,000	-0,155	0,132*	49,499	ADE
	0,000	-0,123	0,126	77,360*	AC
	3,210	-0,072	-0,084	11,087*	AF
24	3,300	0,272*	0,051	10,838	AF
	0,000	-0,148*	0,203	11,164	AF
	0,000	-0,148	0,203*	11,164	AF
	0,000	-0,112	0,187	59,169*	AC
	3,300	0,272	0,051	10,838*	AF

25	3,296	0,345*	0,152	133,082	AC
	0,000	-1,027*	0,681	133,164	AC
	0,000	-1,027	0,681*	133,164	AC
	0,000	-0,999	0,664	140,631*	ACE
	3,296	0,168	0,067	38,869*	AF
26	1,435	0,267*	0,002	153,250	AC
	3,280	-0,147*	-0,311	39,149	AF
	3,280	-0,072	-0,318*	140,457	ADE
	0,000	0,113	0,217	154,657*	ACE
	3,280	-0,147	-0,311	39,149*	AF
27	2,750	2,827*	-1,922	102,140	ACE
	2,750	2,827*	1,918	102,140	ACE
	5,500	-2,788*	-2,152	50,239	AE
	5,500	-2,783	-2,154*	102,140	ADE
	5,500	-2,783	-2,154	102,140*	ADE
	2,750	2,827	1,914	102,140*	ADE
	0,000	-2,777	2,148	32,538*	A
	2,750	2,816	1,920	32,538*	A
28	0,000	0,000*	-0,000	0,013	A
	0,045	0,000*	-0,000	0,000	A
	0,000	0,000*	-0,000	0,013	A
	0,045	0,000*	-0,000	0,000	A
	0,000	0,000	-0,000*	0,013	A
	0,045	0,000	-0,000*	0,000	A
	0,000	0,000	-0,000	0,013*	ADE
	0,045	0,000	-0,000	0,000*	ACE
29	0,000	-0,000*	0,000	0,000	A
	0,045	0,000*	0,000	0,013	A
	0,000	-0,000*	0,000	0,000	A
	0,045	0,000*	0,000	0,013	A
	0,000	-0,000	0,000*	0,000	A
	0,045	0,000	0,000*	0,013	A
	0,045	0,000	0,000	0,013*	AD
	0,000	0,000	-0,000	0,000*	ACE

* = Wartości ekstremalne

NAPRĘŻENIA-OBWIEDNIE:



NAPRĘŻENIA - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Pręt:	x[m]:	SigmaG:	SigmaD:	Sigma:	Kombinacja obciążeń:
		----- Ro		[MPa]	
1	0,000	0,815*		97,851	ADE
	1,845	0,144*		17,243	AF
	1,845		0,890*	106,780	ADE
	0,000		0,202*	24,243	AF
2	3,296	1,238*		148,583	ADE
	0,000	0,113*		13,574	AF
	0,000		0,794*	95,330	ADE
	3,296		0,025*	2,947	AF
3	3,300	0,582*		69,852	ADE
	0,000	-0,135*		-16,216	AF
	0,000		0,572*	68,665	ADE
	3,300		0,069*	8,275	AF
4	3,210	0,731*		87,690	ADE
	1,805	0,137*		16,395	AF
	0,602		0,652*	78,224	ADE
	0,000		0,123*	14,761	AF
5	2,870	-0,035*		-4,204	AF
	0,702	-0,373*		-44,808	ADE
	0,877		-0,064*	-7,721	AF
	2,870		-0,662*	-79,487	ADE
6	0,000	-0,043*		-5,142	AF
	2,763	-0,622*		-74,585	ADE
	2,763		0,037*	4,408	ADE
	0,000		-0,775*	-93,045	ADE
7	2,900	-0,081*		-9,710	AF
	2,738	-0,569*		-68,311	ADE
	2,738		-0,048*	-5,720	AF
	2,900		-0,756*	-90,756	ADE
8	2,870	-0,079*		-9,473	AF
	2,732	-0,634*		-76,128	ADE
	1,366		-0,062*	-7,389	AF
	2,870		-0,648*	-77,755	ADE
9	3,085	0,182*		21,880	AF
	0,000	-0,793*		-95,169	ADE
	0,000		0,572*	68,668	AF
	3,085		-0,342*	-41,042	ADE
10	0,000	0,097*		11,601	AF
	1,539	-0,491*		-58,927	ADE
	1,539		0,054*	6,450	A
	0,000		-0,461*	-55,322	ADE
11	0,000	0,279*		33,478	ADE
	2,241	0,029*		3,437	AF
	2,444		0,313*	37,590	ADE
	0,000		-0,059*	-7,104	AF
12	0,000	0,274*		32,909	ADE
	1,864	0,004*		0,459	AF
	2,071		0,264*	31,636	ADE
	0,000		-0,126*	-15,143	AF

13	0,000	0,102*		12,199	AF
	1,521	-0,561*		-67,379	ADE
	1,521		0,163*	19,510	AC
	0,000		-0,408*	-48,908	ADE
14	1,521	0,150*		17,976	AE
	0,000	-0,476*		-57,175	AC
	0,000		0,174*	20,825	ADE
	1,521		-0,359*	-43,045	AC
15	3,313	0,229*		27,517	AC
	1,450	-0,031*		-3,741	AE
	1,243		0,223*	26,788	AC
	3,313		-0,152*	-18,289	AE
16	3,259	0,228*		27,326	AC
	1,222	-0,008*		-0,906	AE
	0,815		0,253*	30,327	AC
	3,259		-0,093*	-11,202	AF
17	1,539	0,110*		13,191	AF
	0,000	-0,403*		-48,383	AC
	0,000		0,054*	6,450	A
	1,539		-0,393*	-47,124	AC
18	0,000	0,243*		29,193	AE
	3,085	-0,759*		-91,085	AC
	3,085		0,619*	74,225	AE
	0,000		-0,324*	-38,824	AC
19	0,137	-0,087*		-10,445	AF
	0,137	-0,584*		-70,130	AC
	1,845		-0,067*	-8,000	AF
	0,000		-0,584*	-70,025	AC
20	0,162	-0,094*		-11,231	AF
	0,162	-0,523*		-62,727	AC
	1,360		-0,059*	-7,043	AF
	0,000		-0,668*	-80,205	AC
21	2,900	-0,057*		-6,790	AF
	0,137	-0,568*		-68,172	AC
	0,137		-0,012*	-1,427	AC
	2,900		-0,702*	-84,206	AC
22	0,062	-0,027*		-3,215	AF
	2,870	-0,379*		-45,437	ACE
	2,343		-0,047*	-5,694	AF
	0,000		-0,645*	-77,429	AC
23	0,000	0,628*		75,314	AC
	1,404	0,070*		8,426	AF
	2,608		0,527*	63,255	AC
	3,210		0,046*	5,552	AF
24	0,000	0,496*		59,575	AC
	3,300	-0,186*		-22,342	AF
	3,300		0,484*	58,110	AC
	0,000		0,018*	2,165	AF
25	0,000	1,117*		134,051	ACE
	3,296	0,089*		10,722	AF
	3,296		0,685*	82,162	ACE
	0,000		-0,007*	-0,784	AF

26	3,280	0,705*		84,571	ACE
	1,435	0,097*		11,689	AF
	1,435		0,735*	88,255	ACE
	3,280		0,145*	17,409	AF
27	5,500	4,686*		562,278	ADE
	2,750	-3,562*		-427,400	A
	2,750		2,387*	286,468	ADE
	5,500		-1,192*	-142,985	A
28	0,000	0,000*		0,004	AF
	0,045	-0,000*		-0,000	ACE
	0,000		0,000*	0,004	ADE
	0,045		-0,000*	-0,000	AE
29	0,045	0,000*		0,004	AF
	0,000	-0,000*		-0,000	ACE
	0,045		0,000*	0,004	AD
	0,000		-0,000*	-0,000	AD

* = Wartości ekstremalne

REAKCJE - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

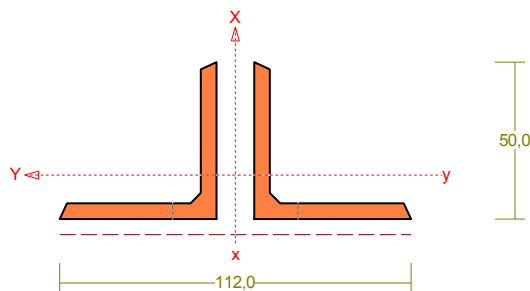
Węzeł:	H [kN]:	V [kN]:	R [kN]:	M [kNm]:	Kombinacja obciążeń:
1	0,000*	113,148	113,148		AD
	0,000*	39,104	39,104		A
	-31,070*	116,503	120,575		ADE
	-31,070*	42,460	52,614		AE
	-31,070	116,503*	120,575		ADE
	-10,867	25,929*	28,115		AF
	-31,070	116,503	120,575*		ADE
15	-0,000*	113,148	113,148		AC
	-0,000*	22,582	22,582		AF
	-0,000*	39,104	39,104		A
	-0,000	113,148*	113,148		AC
	-0,000	22,582*	22,582		AF
	-0,000	113,148	113,148*		AC

* = Wartości ekstremalne

Pręt nr 27

Zadanie: KRATOWNICA EKSPERTYZA

Przekrój: 2 L XX 50.50.5



Wymiary przekroju:

L XX 50.50.5 h=50,0 s=50,0 g=5,0 r=5,0
ex=14,0 ey=14,0.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

J_{xg}=60,4 J_{yg}=22,0 A=9,60 i_x=2,5 i_y=1,5 J_w=0,0
J_t=0,9 i_s=2,9.

Materiał: St 00.12. Wytrzymałość **f_d=120 MPa** dla **g=5,0**.

Siły przekrojowe:

$x_a = 5,500$; $x_b = 0,000$.

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **ADE**

$$N = 102,140 \text{ kN},$$

$$M_y = -2,783 \text{ kNm}, \quad V_x = -2,154 \text{ kN}.$$

Naprężenia w skrajnych włóknach: $\sigma_t = 562,3 \text{ MPa}$ $\sigma_c = -70,9 \text{ MPa}$.

Połączenie gałęzi:

Przyjęto, że gałęzie połączone są przewiązkami o szerokości $b = 100,0 \text{ mm}$ i grubości $g = 8,0 \text{ mm}$ w odstępach $l_1 = 1800,0 \text{ mm}$, wykonanymi ze stali St 00.12.

Smukłość gałęzi:

$$\lambda_v = \lambda_1 = l_1 / i_1 = 1800,0 / 9,8 = 184,07$$

$$\lambda_p = 84 \sqrt{215 / f_d} = 84 \times \sqrt{215 / 120} = 112,44$$

Współczynniki redukcji nośności:

Współczynnik niestateczności dla ścianki przy ściskaniu wynosi $\varphi_p = 1,000$. Współczynnik niestateczności gałęzi wynosi:

$$\bar{\lambda} = \lambda_1 / \lambda_p = 184,07 / 112,44 = 1,637 \Rightarrow \varphi_1 = 0,299.$$

W związku z tym współczynniki redukcji nośności wynoszą:

$$\text{- dla zginana względem osi Y:} \quad \psi_y = 1,000$$

Smukłość zastępcza pręta:

- dla wyboczenia w płaszczyźnie prostopadłej do osi X

$$\lambda = l_{wx} / i_x = 5500,0 / 25,1 = 219,31$$

$$\lambda_m = \sqrt{\lambda^2 + \lambda_v^2} / 2 = \sqrt{219,31^2 + 184,07^2} = 286,32$$

$$\bar{\lambda}_m = \frac{\lambda_m}{\lambda_p} \sqrt{\psi_0} = \frac{286,32}{112,44} \times \sqrt{0,299} = 1,392$$

Nośność przewiązek:

$x_a = 0,000$; $x_b = 5,500$.

Przewiązki prostopadłe do osi X:

$$Q = 1,2 V = 1,2 \times 0,000 = 0,000 \text{ kN}$$

$$Q \geq 0,012 A f_d = 0,012 \times 9,60 \times 120 \times 10^{-1} = 1,382 \text{ kN}$$

$$\text{Przyjęto } Q = 1,382 \text{ kN}$$

$$V_Q = \frac{Q l_1}{n (m - 1) a} = \frac{1,382 \times 1800,0}{1 \times (2 - 1) \times 40,0} = 62,208 \text{ kN} \quad M_Q = \frac{Q l_1}{m n} = \frac{1,382 \times 1,8}{2 \times 1} = 1,244 \text{ kNm}$$

$$V_R = 0,58 \varphi_{pv} A_v f_d = 0,58 \times 1,000 \times 0,9 \times 100,0 \times 8,0 \times 120 \times 10^{-3} = 50,112 \text{ kN}$$

$$M_R = W f_d = 8,0 \times 100,0^2 / 6 \times 120 \times 10^{-6} = 1,600 \text{ kNm}$$

$$V_Q = 62,208 > 50,112 = V_R \quad M_Q = 1,244 < 1,600 = M_R$$

Naprężenia:

$x_a = 5,500$; $x_b = 0,000$.

Naprężenia w skrajnych włóknach: $\sigma_t = 562,3 \text{ MPa}$ $\sigma_c = -70,9 \text{ MPa}$.

Naprężenia:

$$\text{- normalne:} \quad \sigma = 245,7 \quad \Delta \sigma = 316,6 \text{ MPa} \quad \psi_{ot} = 1,000$$

$$\text{- ścinanie wzdłuż osi X:} \quad A_v = 4,50 \text{ cm}^2 \quad \tau = 4,8 \text{ MPa} \quad \psi_{ov} = 1,000$$

Warunki nośności:

$$\sigma_{et} = \sigma / \psi_{ot} + \Delta\sigma = 245,7 / 1,000 + 316,6 = 562,3 > 120 \text{ MPa}$$

$$\tau_{ex} = \tau / \psi_{ov} = 4,8 / 1,000 = 4,8 < 69,6 = 0,58 \times 120 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_e^2 + 3 \tau_e^2} = \sqrt{562,3^2 + 3 \times 4,8^2} = 562,3 > 120 \text{ MPa}$$

Nośność elementów rozciąganych:

$x_a = 0,000$; $x_b = 5,500$.

Przekrój jest zamocowany mimośrodowo.

Siła osiowa: $N = 102,140 \text{ kN}$.

Pole powierzchni przekroju: $A = 9,60 \text{ cm}^2$.

Sprowadzone pole przekroju: $A_\psi = 8,46 \text{ cm}^2$.

Nośność przekroju na rozciąganie: $N_{Rt} = A_\psi f_d = 8,46 \times 120 \times 10^{-1} = 101,538 \text{ kN}$.

Warunek nośności (32):

$$N = 102,140 > 101,538 = N_{Rt}$$

Nośność przekroju na zginanie:

$x_a = 2,750$; $x_b = 2,750$.

- względem osi Y

$$M_R = \psi W_c f_d = 1,000 \times 6,1 \times 120 \times 10^{-3} = 0,733 \text{ kNm}$$

Współczynnik zwężenia dla $\bar{\lambda}_L = 0,000$ wynosi $\varphi_L = 1,000$

Warunek nośności (54):

$$\frac{N}{N_{Rt}} + \frac{M_y}{M_{Ry}} = \frac{102,140}{101,538} + \frac{2,827}{0,733} = 4,865 > 1$$

- dla zginania względem osi Y: $V_x = 1,914 < 9,396 = V_o$

$$M_{R,V} = M_R = 0,733 \text{ kNm}$$

Warunek nośności (55):

$$\frac{N}{N_{Rt}} + \frac{M_y}{M_{Ry,V}} = \frac{102,140}{101,538} + \frac{2,827}{0,733} = 4,865 > 1$$

Stan graniczny użytkowania:

Ugięcia względem osi X liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{\max} = 67,9 \text{ mm}$$

$$a_{\text{gr}} = l / 250 = 5500 / 250 = 22,0 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 67,9 > 22,0 = a_{\text{gr}}$$

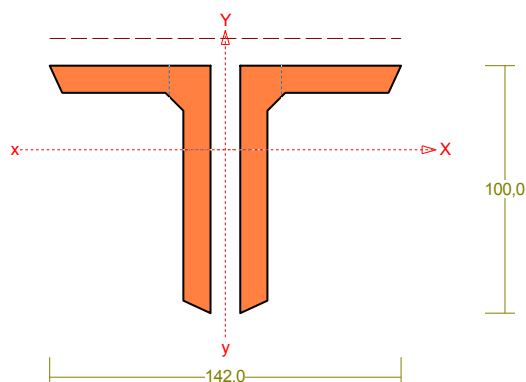
Wnioski:

Analiza obliczeniowa wykazała że istniejący odcinek poziomy pasa dolnego, przy założeniu obowiązujących obciążeń normowych nie spełnia warunków nośności, stateczności i dopuszczalnego ugięcia. Stan obciążenia pręta, a co za tym idzie wartości sił wewnętrznych w nim występujących mają negatywne oddziaływanie na pręt nr 2 i 25, w których to wartości naprężeń są przekroczone. Element w takim stanie nie może być bezpiecznie użytkowany.

Pręt nr 6

Zadanie: KRATOWNICA EKSPERTYZA

Przekrój: 2 L XX 100.65.11



Wymiary przekroju:

L XX 100.65.11 $h=100,0$ $s=65,0$ $g=11,0$ $r=11,0$
 $e_x=16,7$ $e_y=34,0$.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$J_{xg}=334,6$ $J_{yg}=286,7$ $A=34,20$ $i_x=3,1$ $i_y=2,9$
 $J_w=0,0$ $J_t=15,3$ $i_s=4,3$.

Materiał: St 00.12. Wytrzymałość $f_d=120$ MPa dla $g=11,0$.

Siły przekrojowe:

$x_a = 0,000$; $x_b = 2,900$.

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: ADE

$M_x = 2,224$ kNm, $V_y = 2,041$ kN, $N = -168,194$ kN,

Naprężenia w skrajnych włóknach: $\sigma_t = -26,6$ MPa $\sigma_c = -93,0$ MPa.

Połączenie gałęzi:

Przyjęto, że gałęzie połączone są przewiązkami o szerokości $b = 100,0$ mm i grubości $g = 8,0$ mm w odstępach $l_1 = 900,0$ mm, wykonanymi ze stali St 00.12.

Smukłość gałęzi:

$$\lambda_v = \lambda_1 = l_1 / i_1 = 900,0 / 13,8 = 65,18$$

$$\lambda_p = 84 \sqrt{215 / f_d} = 84 \times \sqrt{215 / 120} = 112,44$$

Współczynniki redukcji nośności:

Współczynnik niestateczności dla ścianki przy ściskaniu wynosi $\varphi_p = 1,000$. Współczynnik niestateczności gałęzi wynosi:

$$\bar{\lambda} = \lambda_1 / \lambda_p = 65,18 / 112,44 = 0,580 \Rightarrow \varphi_1 = 0,819.$$

W związku z tym współczynniki redukcji nośności wynoszą:

- dla zginania względem osi X: $\psi_x = 1,000$

- dla ściskania: $\psi_o = 0,819$

Smukłość zastępcza pręta:

- dla wyboczenia w płaszczyźnie prostopadłej do osi Y

$$\lambda = l_{wy} / i_y = 2900,4 / 29,0 = 100,17$$

$$\lambda_m = \sqrt{\lambda^2 + \lambda_v^2} / 2 = \sqrt{100,17^2 + 65,18^2} = 119,51$$

$$\bar{\lambda}_m = \frac{\lambda_m}{\lambda_p} \sqrt{\psi_o} = \frac{119,51}{112,44} \times \sqrt{0,819} = 0,962$$

Nośność przewiązek:

$x_a = 0,000$; $x_b = 2,900$.

Przewiązki prostopadłe do osi Y:

$$Q = 1,2 \quad V = 1,2 \times 0,000 = 0,000 \text{ kN}$$

$$Q \geq 0,012 A f_d = 0,012 \times 34,20 \times 120 \times 10^{-1} = 4,925 \text{ kN}$$

Przyjęto $Q = 4,925$ kN

$$V_Q = \frac{Q l_1}{n(m-1)a} = \frac{4,925 \times 900,0}{1 \times (2-1) \times 45,4} = 97,628 \text{ kN} \quad M_Q = \frac{Q l_1}{m n} = \frac{4,925 \times 0,9}{2 \times 1} = 2,216 \text{ kNm}$$

$$V_R = 0,58 \varphi_{pv} A_v f_d = 0,58 \times 1,000 \times 0,9 \times 100,0 \times 8,0 \times 120 \times 10^{-3} = 50,112 \text{ kN}$$

$$M_R = W f_d = 8,0 \times 100,0^2 / 6 \times 120 \times 10^{-6} = 1,600 \text{ kNm}$$

$$V_Q = 97,628 > 50,112 = V_R \quad M_Q = 2,216 > 1,600 = M_R$$

Naprężenia:

$x_a = 0,000$; $x_b = 2,900$.

Naprężenia w skrajnych włóknach: $\sigma_t = -26,6 \text{ MPa}$ $\sigma_c = -93,0 \text{ MPa}$.

Naprężenia:

- normalne: $\sigma = -59,8$ $\Delta\sigma = 33,2 \text{ MPa}$ $\psi_{oc} = 1,000$
 - ścinanie wzdłuż osi Y: $A_v = 19,58 \text{ cm}^2$ $\tau = 1,0 \text{ MPa}$ $\psi_{ov} = 1,000$

Warunki nośności:

$$\sigma_{ec} = \sigma / \psi_{oc} + \Delta\sigma = 59,8 / 1,000 + 33,2 = 93,0 < 120 \text{ MPa}$$

$$\tau_{ey} = \tau / \psi_{ov} = 1,0 / 1,000 = 1,0 < 69,6 = 0,58 \times 120 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_e^2 + 3 \tau_e^2} = \sqrt{93,0^2 + 3 \times 1,0^2} = 93,1 < 120 \text{ MPa}$$

Nośność elementów rozciąganych:

$x_a = 0,000$; $x_b = 2,900$.

Siała osiowa: $N = -168,194 \text{ kN}$.

Pole powierzchni przekroju: $A = 34,20 \text{ cm}^2$.

Nośność przekroju na rozciąganie: $N_{Rt} = A f_d = 34,20 \times 120 \times 10^{-1} = 410,400 \text{ kN}$.

Warunek nośności (31):

$$N = 168,194 < 410,400 = N_{Rt}$$

Długości wyboczeniowe pręta:

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie układu przyjęto podatności węzłów ustalone wg załącznika 1 normy:

$$\kappa_a = 0,300 \quad \kappa_b = 0,300 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \mu = 0,592 \quad \text{dla } l_0 = 2,900$$

$$l_w = 0,592 \times 2,900 = 1,717 \text{ m}$$

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$\kappa_a = 1,000 \quad \kappa_b = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_0 = 2,900$$

$$l_w = 1,000 \times 2,900 = 2,900 \text{ m}$$

- dla wyboczenia skrętnego przyjęto współczynnik długości wyboczeniowej $\mu_\omega = 1,000$. Rozstaw stężeń zabezpieczających przed obrotem $l_{\omega\omega} = 2,900 \text{ m}$. Długość wyboczeniowa $l_\omega = 2,900 \text{ m}$.

Siły krytyczne:

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 215 \times 334,6}{1,717^2} 10^{-2} = 2296,240 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 215 \times 286,7}{2,900^2} 10^{-2} = 689,615 \text{ kN}$$

$$N_z = \frac{1}{i_s^2} \left(\frac{\pi^2 E J_{\omega}}{l_{\omega}^2} + G J_T \right) =$$

$$\frac{1}{4,3^2} \left(\frac{3,14^2 \times 215 \times 0,0}{2,900^2} 10^{-2} + 80 \times 15,3 \times 10^2 \right) = 1,000000E+20 \text{ kN}$$

$$N_{yz} = \frac{N_y + N_z - \sqrt{(N_y + N_z)^2 - 4 N_y N_z (1 - \mu y_s^2 / i_s^2)}}{2(1 - \mu y_s^2 / i_s^2)} =$$

$$\frac{689,615 + 1,000000E+20 - \sqrt{(689,615 + 1,000000E+20)^2 - 4 \times 689,615 \times 1,000000E+20 \times (1 - 0,000 \times 0,0^2 / 4,3^2)}}{2 \times (1 - 0,000 \times 0,0^2 / 4,3^2)} = 1,000000$$

Nośność przekroju na ściskanie:

$x_a = 0,000$; $x_b = 2,900$:

$$N_{RC} = \psi A f_d = 0,819 \times 34,2 \times 120 \times 10^{-1} = 336,118 \text{ kN}$$

Określenie współczynników wybożeniowych:

$$\lambda_p = 84 \sqrt{215 / f_d} = 84 \times \sqrt{215 / 120} = 112,44$$

- dla wybożenia prostopadłego do osi X:

$$\lambda_x = l_{wx} / i_x = 1717,0 / 31,3 = 54,89$$

$$\bar{\lambda} = \lambda_x / \lambda_p = 54,89 / 112,44 = 0,488 \Rightarrow \text{Tab.11 c} \Rightarrow \varphi = 0,872$$

- dla wybożenia prostopadłego do osi Y:

$$\bar{\lambda} = \lambda_{ym} = 0,962 \Rightarrow \text{Tab.11 b} \Rightarrow \varphi = 0,673$$

Przyjęto: $\varphi = \varphi_{\min} = 0,673$

Warunek nośności pręta na ściskanie (39):

$$\frac{N}{\varphi N_{RC}} = \frac{168,194}{0,673 \times 336,118} = 0,744 < 1$$

Zwicherungie:

Współrzędna punktu przyłożenia obciążenia $a_o = 5,00 \text{ cm}$. Różnica współrzędnych środka ścinania i punktu przyłożenia siły $a_s = (-5,00) \text{ cm}$. Przyjęto następujące wartości parametrów zwicherungia: $A_1 = 1,802$, $A_2 = 0,000$, $B = 1,802$.

$$A_o = A_1 b_y + A_2 a_s = 1,802 \times 0,00 + 0,000 \times (-5,00) = 0,000$$

$$M_{cr} = \pm A_o N_y + \sqrt{(A_o N_y)^2 + B^2 i_s^2 N_y N_z} =$$

$$0,000 \times 689,615 + \sqrt{(0,000 \times 689,615)^2 + 1,802^2 \times 0,043^2 \times 689,615 \times 1,000000E+20} = 2,016778E+10$$

Smukłość względna dla zwicherungia wynosi:

$$\bar{\lambda}_L = 1,15 \sqrt{M_R / M_{cr}} = 1,15 \times \sqrt{6,084 / 2,016778E+10} = 0,000$$

Nośność przekroju na zginanie:

$x_a = 2,763$; $x_b = 0,137$.

- względem osi X

$$M_R = \psi W_c f_d = 1,000 \times 98,4 \times 120 \times 10^{-3} = 11,809 \text{ kNm}$$

dla $W_c > W_t$

$$M_R = W_t f_d [1 + \psi (\alpha_p - 1)] = 50,7 \times 120 \times [1 + 1,000 \times (1,000 - 1)] \times 10^{-3} = 6,084 \text{ kNm}$$

Współczynnik zwichrzenia dla $\bar{\lambda}_L = 0,000$ wynosi $\varphi_L = 1,000$

Warunek nośności (54):

$$\frac{N}{N_{Rc}} + \frac{M_x}{\varphi_L M_{Rx}} = \frac{167,707}{336,118} + \frac{2,514}{1,000 \times 6,084} = 0,912 < 1$$

Nośność (stateczność) pręta ściskanego i zginanego:

Składnik poprawkowy:

$$M_{x \max} = -2,514 \text{ kNm} \quad \beta_x = 1,000$$

$$\Delta_x = 1,25 \varphi_x \bar{\lambda}_x^2 \frac{\beta_x M_{x \max}}{M_{Rx}} \frac{N}{N_{Rc}} = 1,25 \times 0,872 \times 0,488^2 \frac{1,000 \times 2,514}{6,084} \times \frac{168,194}{336,118} = 0,054$$

$$\Delta_x = 0,054 \quad M_{y \max} = 0 \quad \Delta_y = 0$$

Warunki nośności (58):

- dla wyboczenia względem osi X:

$$\frac{N}{\varphi_x N_{Rc}} + \frac{\beta_x M_{x \max}}{\varphi_L M_{Rx}} = \frac{168,194}{0,872 \times 336,118} + \frac{1,000 \times 2,514}{1,000 \times 6,084} = 0,987 > 0,946 = 1 - 0,054$$

- dla wyboczenia względem osi Y:

$$\frac{N}{\varphi_y N_{Rc}} + \frac{\beta_y M_{y \max}}{\varphi_L M_{Ry}} = \frac{168,194}{0,673 \times 336,118} + \frac{1,000 \times 2,514}{1,000 \times 6,084} = 1,157 > 1,000 = 1 - 0,000$$

Nośność przekroju zginanego, w którym działa siła poprzeczna:

$$x_a = 2,763; \quad x_b = 0,137.$$

- dla zginania względem osi X: $V_y = 1,388 < 40,883 = V_o$

$$M_{R, V} = M_R = 6,084 \text{ kNm}$$

Warunek nośności (55):

$$\frac{N}{N_{Rc}} + \frac{M_x}{M_{Rx, V}} = \frac{167,707}{336,118} + \frac{2,514}{6,084} = 0,912 < 1$$

Stan graniczny użytkowania:

Ugięcia względem osi Y liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{\max} = 0,7 \text{ mm}$$

$$a_{\text{gr}} = l / 250 = 2900 / 250 = 11,6 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 0,7 < 11,6 = a_{\text{gr}}$$

Wnioski:

Analiza obliczeniowa wykazała że istniejąca odcinek pasa górnego, przy założeniu obowiązujących obciążeń normowych nie spełnia warunków nośności i stateczności. Element w takim stanie nie może być bezpiecznie użytkowany.

opracowanie:

III. Ekspertyza konstrukcyjno-budowlana - Dokumentacja fotograficzna.



Fot.01 Widok ogólny konstrukcji dachu. Brak stężeń w strefie podporowej.



Fot.02 widok mocowania płatwi dachowych do górnego pasa kratownicy oraz brak zabezpieczenia antykorozyjnego dolnej części płatwi.



Fot.03 widok mocowania płatwi (od strony ściany). Widoczne otwory po zdemontowanych elementach stężeń.



Fot.04 Widok węzła łączącego poziomy ze skośnym odcinkiem pasa dolnego.



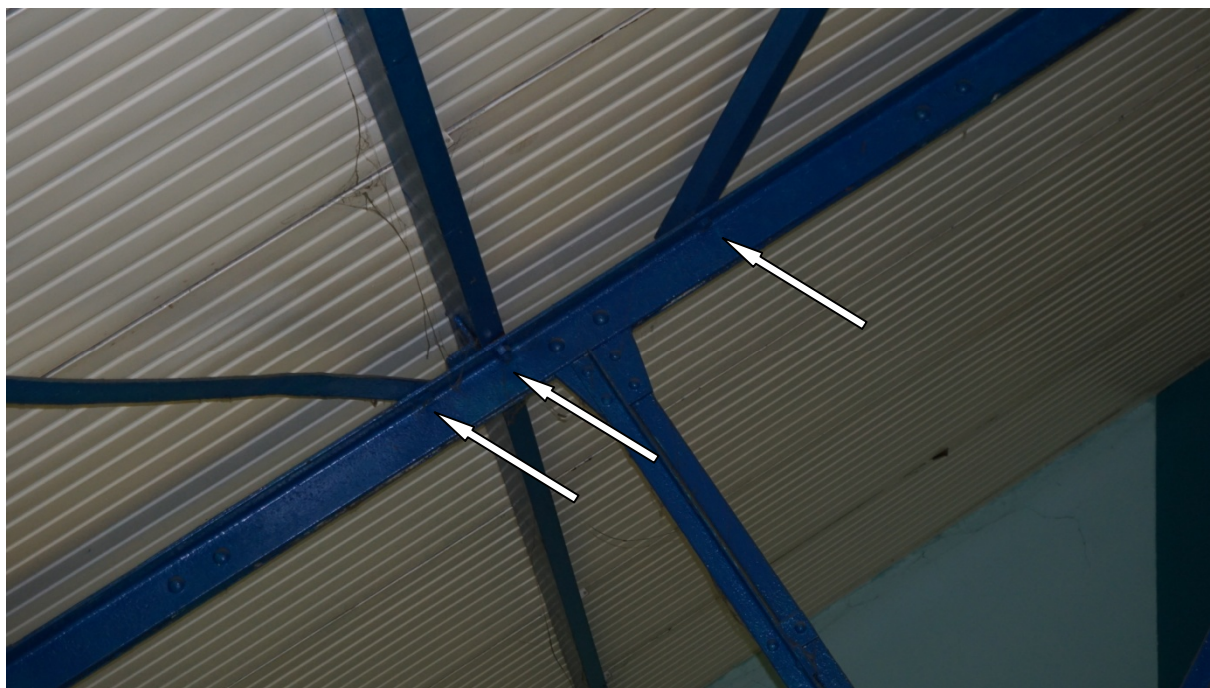
Fot.05 Widok węzła kalenicowego.



Fot.06 widok niedopuszczalnie obciążonego pasa dolnego i jego nadmierne ugięcie.



Fot.07 Widok zdeformowanych elementów stężeń.



Fot.08 Widok mimośrodowego, nieprawidłowego połączenia elementów stężeń i oparcia płatwi w stosunku do węzła kratownicy.