

Moduł

Wiązary dachowe-

drewniane

Spis treści

650.	WIĄZARY DACHOWE – DREWNIANE	3
650.1.	WIADOMOŚCI OGÓLNE	3
650.1.1.	<i>Opis ogólny programu</i>	3
650.1.2.	<i>Zakres pracy programu.....</i>	3
650.1.3.	<i>Opis podstawowych funkcji programu.....</i>	4
650.1.3.1	<i>Schematy statyczne.....</i>	4
650.1.3.2	<i>Grupy obciążeń.....</i>	5
650.1.3.3	<i>Obliczenia statyczne.....</i>	6
650.1.3.4	<i>Wymiarowanie</i>	6
650.2.	WPROWADZANIE DANYCH	9
650.2.1.	<i>Wybór schematu statycznego – uruchomienie modułu</i>	9
650.2.2.	<i>Pasek stanu pracy modułu</i>	11
650.2.3.	<i>Opis zakładki modułu – Wiązary dachowe.....</i>	12
650.2.3.1	<i>Zakładka – Geometria.....</i>	12
650.2.3.2	<i>Zakładka – Obciążenia.....</i>	14
650.2.3.3	<i>Zakładka – Pręty i podpory.....</i>	16
650.3.	PODPORY SPRĘŻYSTE	19
650.3.1.	<i>Kalkulator sztywności pionowej i poziomej oparcia na płatwi lub belce</i>	20
650.3.2.	<i>Kalkulator sztywności poziomej oparcia na ścianie</i>	22
650.4.	WYMIAROWANIE PRĘTÓW Z RAMY 2D	23
650.5.	OPIS OKNA EKРАНU ROBOCZEGO	24
650.6.	OKNO DRZEWA PROJEKTU	25
650.7.	WIDOK 3D	26
650.8.	OBLICZENIA – KONFIGURACJA RAPORTÓW.....	27
650.9.	OPIS RAPORTÓW MODUŁU – WIĄZARY DACHOWE	28
650.10.	PRZYKŁAD.....	30

650. Wiazary dachowe – drewniane

650.1. Wiadomości ogólne

650.1.1. Opis ogólny programu

Moduł wiazary dachowe - drewniane przeznaczony jest do obliczeń statycznych i wymiarowania podstawowych schematów statycznych drewnianych więźb dachowych. W ramach obliczeń statycznych program rozwiązuje 32 typy parametrycznie zdefiniowanych schematów statycznych z uwzględnieniem sześciu typowych schematów obciążeń charakterystycznych dla konstrukcji dachowych. Wartości sił wewnętrznych prętów dla kolejnych schematów, oraz dla obwiedni wartości ekstremalnych, podane są w postaci odpowiednich wykresów i tabel. Po obliczeniu statyki program automatycznie wymiaruje wszystkie pręty konstrukcji wg najnowszej normy drewnianej **PN-B-03150: 2000 „Konstrukcje drewniane. Obliczenia statyczne i projektowanie”** z uwzględnieniem poprawek **Az1** i **Az2**. Wymiarowanie prowadzone jest dla stanów granicznych nośności (wszystkie możliwe tryby pracy konstrukcji), oraz dla stanów granicznych użytkowania (obliczanie przemieszczenia z uwzględnieniem procesów reologicznych). Końcowym efektem pracy modułu jest wykonanie zbiorczego tabelarycznego zestawienia wyników wymiarowania całości konstrukcji.

650.1.2. Zakres pracy programu

Podstawowe modele statyczne obejmują więźby drewniane: kratownicowe, krokwiowe, płatiowo-krokwiowe, jętkowe, wieszarowe i mieszane dostępne w kilku odmianach (łącznie 32 schematy). Parametryczne zdefiniowanie geometrii, pozwala na dowolne określenie wymiarów poziomych i pionowych wiazara, nie powodujących zmiany jego schematu statycznego. Możliwa jest również zmiana dowolnej podpory: ze stałej, na przesuwaną. Na etapie budowania geometrii prowadzona jest bieżąca kontrola jej poprawności.

W procesie wymiarowania uwzględniane są nowe klasy użytkowania konstrukcji, oraz klasy trwania obciążenia, definiowane automatycznie, odrębnie dla każdego schematu obciążenia. Poszczególne pręty wiazara mogą składać się z pojedynczych lub podwójnych elementów drewnianych o przekroju prostokątnym, prostym lub obroconym o 90°. Dla każdego pręta dostępne są wszystkie klasy drewna litego i klejonego zawarte w **PN-B-3150:2000**. Do modułu dołączona jest również biblioteka typowej tarcicy iglastej, obrzynanej, ogólnego przeznaczenia (wg PN-75/D-96000). Moduł pozwala na dowolne ustawienie współczynników wybożenia w obu kierunkach, lub na wybranie opcji współczynników domyślnych, ustawianych automatycznie przez program. Dodatkowo, przy wymiarowaniu, przewidziano możliwość uwzględnienia dla każdego pręta współczynników osłabienia przekroju, określanych indywidualnie dla każdego trybu pracy konstrukcji. Do niezbędnego minimum, polegającego na przepisaniu z norm lub modułu Obciążenia, ograniczono dane potrzebne do określenia wartości obciążeń w poszczególnych schematach (program sam dokonuje ich odpowiedniego rozkładu).

Obliczenia statyczne wykonane są algorytmem macierzowej metody przemieszczeń z uwzględnieniem sztywności elementów drewnianych określanych osobno dla każdego pręta wiazara, przy założeniu równoległego układu włókien w przecie. Analogicznie, wymiarowanie prętów odbywa się przy założeniu typowego równoległego układu włókien elementów drewnianych. W procesie obliczeń statycznych i wymiarowania nie są uwzględniane wpływy mimośrodków połączeń poszczególnych prętów w wiazarze, które mogą

występować w rzeczywistych konstrukcjach. Wymiarowanie kolejnych prętów wykonywane jest dla ekstremalnych, obliczeniowych wartości sił wewnętrznych (obwiednia) w następujących stanach pracy: zginanie z uwzględnieniem stateczności, ściskanie z uwzględnieniem dwukierunkowego wybożenia, rozciąganie, ścinanie, oraz we wszystkich stanach złożonych przewidzianych nową normą. Stan graniczny użytkowania określany jest dla wartości charakterystycznych obciążeń, z uwzględnieniem procesów reologicznych (pełzanie i wilgotność), oraz wpływem sił poprzecznych dla przekrojów krępych.

650.1.3. Opis podstawowych funkcji programu

650.1.3.1 Schematy statyczne

W programie uwzględniono 32 parametrycznie zdefiniowane, schematy statyczne wiązarów dachowych, drewnianych, dwuspadowych:

1. Krokwie jednoprzęsłowe.
2. Krokwie dwuprzęsłowe.
3. Płatwiowy – na jednej ścianie stolcowej.
4. Płatwiowy – na dwóch ścianach stolcowych.
5. Płatwiowy - na trzech ścianach stolcowych.
6. Płatwiowy – ściany stolcowe ukośne.
7. Płatwiowy – dwie ściany stolcowe ukośne, jedna prosta.
8. Płatwiowo – kleszczowy.
9. Płatwiowo - kleszczowy z mieczami.
10. Płatwiowo – kleszczowy z zastrzałami.
11. Płatwiowo – kleszczowy z zastrzałami i mieczami.
12. Płatwiowo – kleszczowy z zastrzałami, bez kleszczy górnych.
13. Płatwiowo – kleszczowy z ukośnymi ścianami.
14. Krokwiowy.
15. Płatwiowo – kleszczowy z ukośnymi ścianami i zastrzałami.
16. Jętkowy.
17. Wieszakowy – podwieszenie proste.
18. Wieszakowy – podwieszenie proste i ukośne.
19. Mieszany – płatwiowo – jętkowy – schemat I.
20. Mieszany – płatwiowo – jętkowy –schemat II.
21. Kratownicowy – schemat 1.
22. Kratownicowy – schemat 2.
23. Jętkowy na dwóch ścianach stolcowych.
24. Jętkowy na dwóch ścianach stolcowych z kleszczami dolnymi.

25. Jętkowy na trzech ścianach stolcowych.
26. Jętkowy na trzech ścianach stolcowych z kleszczami dolnymi.
27. Kleszczowy na dwóch ścianach prostych i dwóch ukośnych.
28. Kleszczowy na dwóch ścianach prostych i dwóch ukośnych z kleszczami dolnymi.
29. Kleszczowy na czterech ścianach, z mieczami.
30. Kleszczowy na czterech ścianach.
31. Dwuwieszarowy prosty.
32. Jednowieszarowy z dwoma zastrzałami.

Każdy z powyższych modeli teoretycznych zbudowany został jako typowy, płaski układ prętowy, składający się z prętów (od 4 do 21 zależnie od schematu), węzłów i podpór. Dla każdego pręta zdefiniowano sposób połączenia jego końców (przegubowy lub sztywny). Dodatkowo, każdemu elementowi w układzie przypisana została nazwa, odpowiednia do roli jaką pełni ten pręt w wiązarze (np. krokiew, jętka, słup, zastrzał itp.). Przyjęty ogólny schemat statyczny nie może podlegać zmianie, z wyjątkiem możliwości przedefiniowania podpór (stała lub przesuwna).

Uwaga:

Należy zwracać uwagę aby przy braku równoważących się obciążeń poziomych, ilość podpór nieprzesuwnych była tak dobrana, aby układ statyczny wiazara był kinematycznie niezmienny, co umożliwi prawidłowe wykonanie obliczeń statycznych.

650.1.3.2 Grupy obciążeń

W programie przewidziano sześć grup obciążeń typowych dla dachów drewnianych:

0. Grupa ciężaru własnego konstrukcji – niewidoczna grupa obciążeń stałych uwzględniająca ciężar własny konstrukcji wiazara, automatycznie uwzględniana przez program przy jej zaznaczeniu w oknie konfiguracji raportu.
1. Grupa obciążeń stałych – składa się z ciężaru własnego pokrycia dachu, oraz równomiernego obciążenia ciągłego pionowego ułożonego na elementach poziomych (jętce, kleszczach, belce stropu podwieszanego). W przypadku braku tego ostatniego, w środku rozpiętości elementów poziomych przyjmowana jest automatycznie zastępcza siła skupiona od człowieka z narzędziami o wartości 1.2 kN (wielkość obliczeniowa).
2. Obciążenie śniegiem na lewej połaci dachu – zdefiniowane jako obciążenie zmienne niezależne.
3. Obciążenie śniegiem na prawej połaci dachu – zdefiniowane jako obciążenie zmienne niezależne.
4. Obciążenie prawej i lewej połaci dachu od wiatru wiejącego z lewej strony – zdefiniowane jako obciążenie zmienne wykluczające się z grupą następną.
5. Obciążenie prawej i lewej połaci dachu od wiatru wiejącego z prawej strony – zdefiniowane jako obciążenie zmienne wykluczające się z grupą poprzednią.

W programie przyjęto obciążenie śniegiem na lewej i prawej połaci dachu jako dwa niezależne

obciążenia, gdyż w niektórych przypadkach taki schemat może być niekorzystniejszy. Oczywiście program przy liczeniu obwiedni uwzględni również schemat obciążenia śniegiem występującego jednocześnie na obu połaciach. Wartości obciążeń w grupach 1,2 i 3 mogą być zdefiniowane jedynie jako dodatnie (obciążenie pionowe skierowane w dół na rzut lub na połać). Natomiast wartości obciążenia wiatrem w grupie 4 i 5 mogą być określane zarówno jako dodatnie (parcie) lub ujemne (ssanie). W przypadku występowania w jednym schemacie obciążenia wiatrem, na jednej połaci, dwóch możliwych wartości różniących się znakiem (parcie lub ssanie), należy samodzielnie ocenić która z nich będzie miała niekorzystniejszy wpływ na konstrukcję, lub wykonać dwa kolejne wymiarowania całości konstrukcji.

Na podstawie powyżej zdefiniowanych grup obciążeń program buduje obwiednię sił wewnętrznych dla każdego pręta konstrukcji.

Uwaga:

Wszystkie wartości obciążeń podane przez użytkownika, z wyjątkiem sił na elementach poziomych (jętce, krokwiach itp.), gdzie obciążenie określane jest w kN/m, podane są w kN/m² a następnie mnożone przez rozstaw krokwi (wiązarów) d [m].

650.1.3.3 Obliczenia statyczne

Obliczenia statyczne wykonywane są algorytmem macierzowej metody przemieszczeń, z wyznaczeniem sił wewnętrznych w maksimum 61 punktach każdego pręta. Moduł wiązary drewniane umożliwia definiowanie podpór (przesuwnych i nieprzesuwnych) jako sprężystych wraz z możliwością określenia podatności podpory za pomocą załączonych kalkulatorów sprężystości podpór. Wprowadzenie podpór sprężystych, w niektórych przypadkach (zwłaszcza przy dużej podatności podpory) daje wyniki obliczeń statycznych bardziej zbliżone do rzeczywistej pracy konstrukcji, niż założenie podpór sztywnych.

650.1.3.4 Wymiarowanie

Program wymiaruje wszystkie pręty wiązara zarówno w stanie granicznym nośności jak i w stanie granicznym użytkowania (przemieszczenia). Dla każdego elementu sprawdzanie naprężeń przeprowadzane jest dla czterech podstawowych zestawów obciążeń:

1. Maksymalnej bezwzględnej wartości momentu gnącego i odpowiadającej wartości siły normalnej.
2. Ekstremalnej wartości siły normalnej ściskającej (wartość ujemna) i odpowiadającej wartości momentu gnącego.
3. Ekstremalnej wartości siły normalnej rozciągającej (wartość dodatnia) i odpowiadającej wartości momentu gnącego.
4. Maksymalnej bezwzględnej wartości siły tnącej.

Zależnie od wielkości sił wewnętrznych i smukłości pręta prowadzone są następujące typy wymiarowania drewna (w nawiasach podano numer odpowiedniego wzoru normy **PN – B – 03150: 2000**):

- zginanie:
$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1; \quad (4.1.5)$$
- zginanie z uwzględnieniem stateczności lokalnej:
$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{crit} \cdot f_{m,y,d}} \leq 1; \quad (4.2.2.a)$$

- zginanie ze ściskaniem:
$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1; \quad (4.1.7)$$
- zginanie z rozciąganiem:
$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1; \quad (4.1.6)$$
- ściskanie z uwzględnieniem wybożenia w obu kierunkach:
$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} \leq 1; \quad \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} \leq 1; \quad (4.2.1.i) \quad (4.2.1.j)$$
- ściskanie z uwzględnieniem wybożenia w obu kierunkach ze zginaniem:
$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1; \quad \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1; \quad (4.2.1.i) \quad (4.2.1.j)$$
- ścinanie:
$$\frac{\tau_d}{f_{v,d}} \leq 1; \quad (4.1.8.1)$$
- sprawdzenie ograniczeń na smukłość pręta ściskanego:
$$\lambda_c \leq 150; \quad (\text{tab. } 4.2.1)$$

Sprawdzenie zginania z uwzględnieniem stateczności lokalnej wykonywane jest dla każdego pręta w którym występują momenty gnące. W przypadku zabezpieczenia pręta przed utratą stateczności giętej użytkownik powinien to wymiarowanie pominąć w analizie wyników obliczeń (zwłaszcza gdy decyduje ono o nośności całego pręta).

Sprawdzanie stanu granicznego użytkowania wykonywane jest dla odpowiednich obciążeń charakterystycznych z uwzględnieniem wpływu pelzania i wilgotności, zależnie od klasy użytkowania konstrukcji (punkt 5.1 normy):

$$u_{fin} = u_{inst} (1 + k_{def})$$

Dodatkowo dla elementów obustronnie podpartych o $L/h < 20$, uwzględniany jest wpływ siły poprzecznej na przemieszczenia prostopadłe do osi pręta zgodnie ze wzorem 5.3.c normy **PN-B-03150: 2000**.

$$u = u_M + u_V = u_M \left[1 + 19.2 \left(\frac{h}{L} \right)^2 \right]$$

gdzie:

u_M – ugięcie pręta od momentu gnącego w pręcie.

u_V – dodatkowe ugięcie pręta od siły poprzecznej.

Dla wsporników o $L/h < 20$ wzór przybiera następującą postać:

$$u = u_M + u_V = u_M \left[1 + 6.40 \left(\frac{h}{L} \right)^2 \right]$$

Oba powyższe wzory uznano w programie za ważne dla elementów belkowych ($L/h \geq 3$). Natomiast dla stosunku $L/h < 3$, przęsa lub wspornika nie można traktować już jako belkowego i wówczas przyjęto w module że:

$$\mathbf{u} = \mathbf{u}_M$$

Z przytoczonych wzorów i ich ograniczeń wynika że maksymalny współczynnik zwiększający ugięcie po uwzględnieniu sił poprzecznych wynosi:

- dla przęsła – 3.13
- dla wspornika – 1.71

Przemieszczenie sprężyste wyznaczone jest jak dla układu ramowego o schemacie wiązara z uwzględnieniem właściwych sztywności prętów $\mathbf{E}_{0,mean} \mathbf{J}$. Przemieszczenie maksymalne finalne dla danego pręta definiowane jest jako średnia geometryczna przemieszczenia prostopadłego i równoległego do osi pręta:

$$\mathbf{u}_{fin} = \sqrt{u_{fin,z}^2 + u_{fin,y}^2}$$

650.2. Wprowadzanie danych

Nawiasy klamrowe używane poniżej oznaczają, że parametr bądź wielkość w nich zawarta jest:

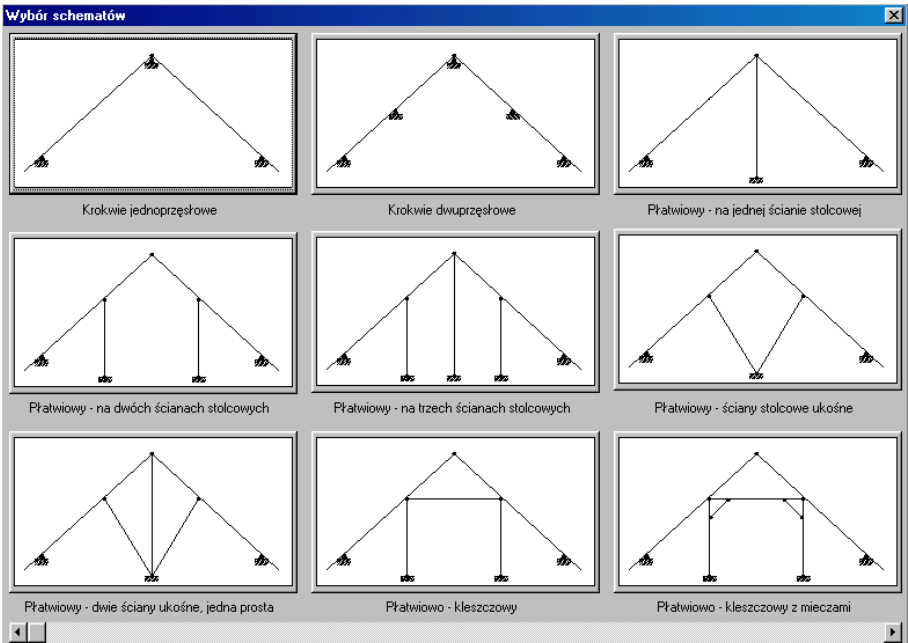
[...] jednostką, w jakiej podawana jest poszczególna wielkość,

<...> parametrem opcjonalnym, tj. takim, który w pewnych sytuacjach może nie występować,

{...} zakresem, w jakim występuje dana wielkość

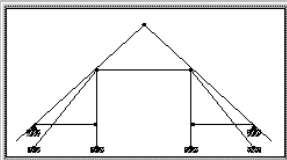
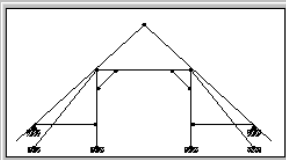
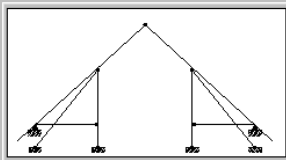
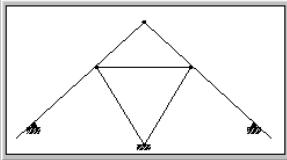
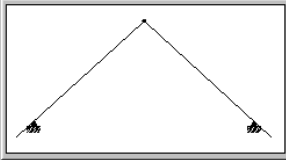
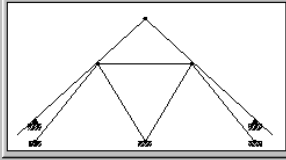
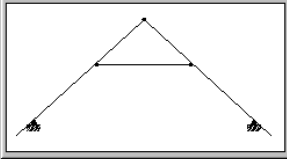
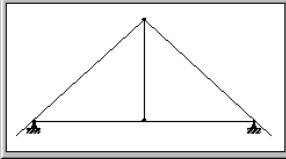
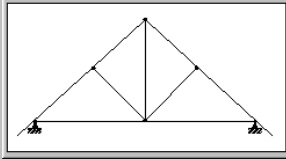
650.2.1. Wybór schematu statycznego – uruchomienie modułu

Po otwarciu **Konstruktora** i zdefiniowaniu nazwy projektu, wybieramy moduł **Wiązary dachowe** i nadajemy nazwę więźbie którą zamierzamy liczyć (inną niż nazwa projektu). Następnie przez wskazanie lewym przyciskiem myszki na właściwym wiązarze wybieramy typ schematu statycznego:

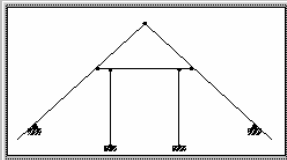
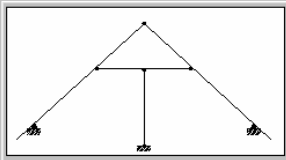
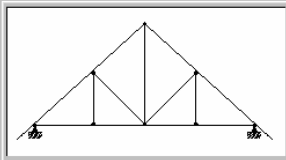
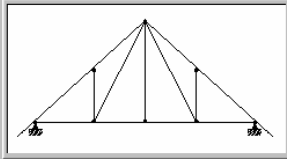
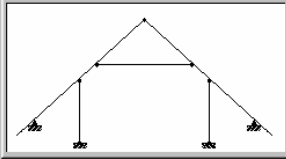
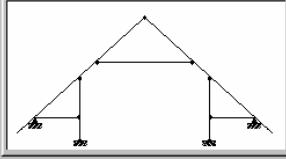
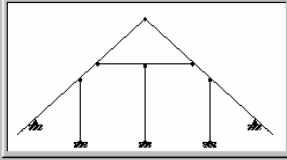
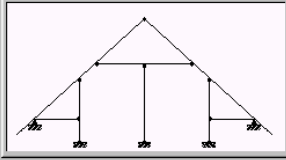
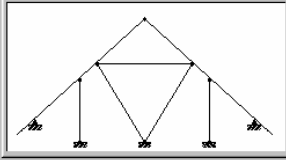


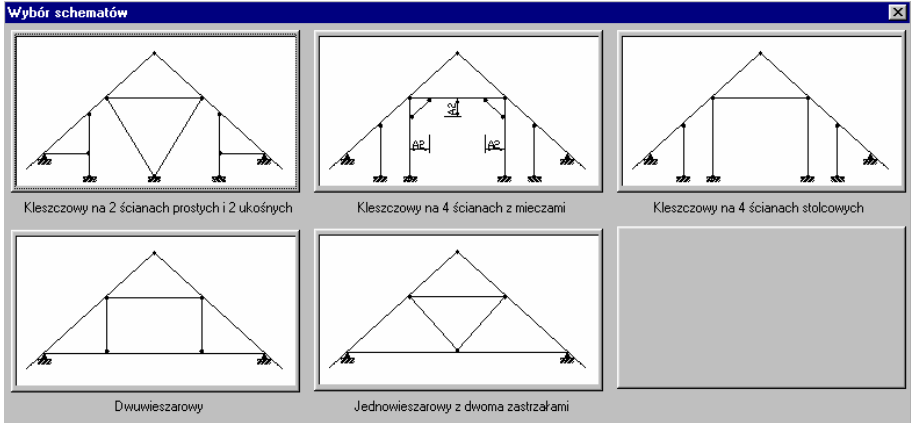
W przypadku gdy schemat widoczny w oknie powyżej nie odpowiada oczekiwaniom, przesuujemy suwak usytuowany w dolnej części okna tak długo, aż znajdziemy odpowiedni model (program zawiera 32 podstawowe typy schematów statycznych):

Wybór schematów

		
Płatwiowo - kleszczowy z zastrzałami	Płatwiowo - kleszczowy z zastrzałami i mieczami	Płatwiowo - kleszcz. z zastrzał. bez kleszczy górnych
		
Płatwiowo - kleszczowy z ukośnymi ścianami	Krokwiowy	Płatwiowo - kleszcz. z ukośnymi ścianami i zastrzał.
		
Jętkowy	Wieszakowy - podwieszenie proste	Wieszakowy - podwieszenie proste i ukośne

Wybór schematów

		
Mieszany - płatwiowo - jętkowy - schemat 1	Mieszany - płatwiowo - jętkowy - schemat 2	Kratownicowy - schemat 1
		
Kratownicowy - schemat 2	Jętkowy na 2 ścianach stolcowych	Jętkowy na 2 ścianach stolcowych z kleszcz. dolnymi
		
Jętkowy na 3 ścianach stolcowych	Jętkowy na 3 ścianach stolcowych z kleszcz. dolnymi	Kleszczowy na 2 ścianach prostych i 2 ukośnych



Dokonany wybór schematu jest ostateczny dla danego elementu projektu i nie można go zmienić w trakcie dalszej pracy z tym więzarem. Aby zmienić typ schematu należy usunąć cały niepotrzebny element projektu (tracimy wszystkie wcześniej zdefiniowane dane) i wprowadzić od początku nowy model więzara. Oczywiście w skład jednego projektu może wchodzić kilka więzarów o różnych schematach statycznych. Po załadowaniu nowego modelu, projekt więzara otwiera się ze wszystkimi wartościami ustawionymi domyślnie tak, że możliwe jest jego natychmiastowe przeliczenie. W celu wprowadzenia projektu użytkownika, wystarczy jedynie odpowiednio zmodyfikować wartości podane w trzech zakładkach modułu.

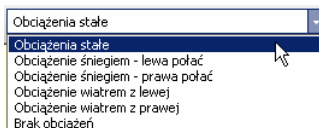
650.2.2. Pasek stanu pracy modułu

W górnej części ekranu znajduje się pasek stanu pracy modułu:



Zawiera on dwie podstawowe ikony i okno wyboru widocznej na ekranie roboczym grupy obciążeń:

	- Okno zakładek projektu - naciśnięcie ikony włącza lub wyłącza okno zakładek modułu.
	- Widok 3D - naciśnięcie ikony włącza lub wyłącza widok 3D.



Okno wyboru widocznej na ekranie roboczym grupy obciążeń pozwala na dowolne przełączanie widoku poszczególnych skalowanych, schematów obciążeń takich jak:

- Obciążenia stałe.
- Obciążenie śniegiem – lewa połać.
- Obciążenie śniegiem – prawa połać.
- Obciążenie wiatrem z lewej.
- Obciążenie wiatrem z prawej.
- Brak obciążeń.

650.2.3. Opis zakładek modułu – Wiązary dachowe

W celu przeliczenia własnego projektu wystarczy odpowiednio zmodyfikować dane zawarte w trzech podstawowych zakładkach programu:

Geometria | Obciążenia | Pręty i podpory

650.2.3.1 Zakładka – Geometria

Pierwszym elementem jaki musimy zdefiniować w zakładce jest klasa użytkowania konstrukcji. Jest to nowy parametr wprowadzony przez normę **PN – B – 03150: 2000** zdefiniowany w następujący sposób:

- **Klasa użytkowania 1** – charakteryzuje się zawartością wilgoci w materiale odpowiadającą temperaturze 20°C i wilgotnością względną otaczającego powietrza przekraczającą 65 % tylko przez kilka tygodni w roku (wilgotność drewna iglastego nie przekracza 12 %).
- **Klasa użytkowania 2** – charakteryzuje się zawartością wilgoci w materiale odpowiadającą temperaturze 20°C i wilgotnością względną otaczającego powietrza przekraczającą 85 % tylko przez kilka tygodni w roku (wilgotność drewna iglastego nie przekracza 20 %).
- **Klasa użytkowania 3** – odpowiada warunkom powodującym wilgotność drewna wyższą niż odpowiadającą klasie użytkowania 2.

Generalnie większość typowych więźb dachowych zaliczyć można do 2 klasy użytkowania konstrukcji.

Wiązary drewniane 2.0 ● ● ● INTERsoft

Geometria | Obciążenia | Pręty i podpory

Klasa użytkowania **1** - charakteryzuje się zawartością wilgoci w materiale odpowiadającą temperaturze 20°C i wilgotnością względną otaczającego powietrza przekraczającą 65% tylko przez kilka tygodni w roku.

Wymiary

A1 = 0.5 m
 A2 = 0.001 m
 H1 = 4 m
 H2 = 1 m
 H3 = 2 m
 L1 = 6 m
 L2 = 6 m
 L3 = 0.001 m
 L4 = 0.001 m

Sprawdzenie geometrii
 Geometria poprawna

Ustaw domyślne wymiary geometrii więzara
 Ustaw domyślne współczynniki wybożenia

Typ drewna Lite
 Klasa drewna C22

Większość zakładki wypełnia szkic schematu statycznego więzara z naniesionymi oznaczeniami poszczególnych wymiarów geometrycznych:

Wymiar: A1	[m]	Odległość okapu od osi podpory skrajnej – jednakowa z obu stron więzara.	{0.001 ÷100}
<Wymiar: A2>	[m]	Wymiar miecza w rzucie poziomym (miecz tylko pod kątem 45°) – jednakowy dla obu mieczy.	{0.001 ÷100}
Wymiar: H1	[m]	Wysokość w kalenicy liczona od poziomu skrajnego podparcia.	{0.001 ÷100}
<Wymiar: H2>	[m]	Różnica wysokości między podporami środkowymi i skrajnymi.	{0.001 ÷100}
<Wymiar: H3>	[m]	Różnica wysokości między podparciem pośrednim krokwi (jętką, kleszczami, słupkami itp.), a poziomem podpory skrajnej.	{0.001 ÷100}
Wymiar: L1	[m]	Wymiar poziomy oznaczony na rysunku, o różnym znaczeniu dla różnych więzarów.	{0.001 ÷100}
Wymiar: L2	[m]	Wymiar poziomy oznaczony na rysunku, o różnym znaczeniu dla różnych więzarów.	{0.001 ÷100}
<Wymiar: L3>	[m]	Wymiar poziomy oznaczony na rysunku, o różnym znaczeniu dla różnych więzarów.	{0.001 ÷100}
<Wymiar: L4>	[m]	Wymiar poziomy oznaczony na rysunku, o różnym znaczeniu dla różnych więzarów.	{0.001 ÷100}

Sposób budowania geometrii przyjęto tak, aby do minimum ograniczyć ilość potrzebnych danych, przy jednoczesnym zachowaniu znacznej elastyczności schematu. Umożliwia on wprowadzenie dowolnych układów dachów dwuspadowych, o niesymetrycznie położonej kalenicy i różnych kątach pochylenia połączeń dachowych. Ograniczeniem jest brak możliwości wprowadzenia podparć ścianą kolankową na różnych poziomach, oraz konieczność stosowania poziomych elementów kleszczy, jętek, itp. W przypadku wystąpienia

schematu statycznego więzara, którego uzyskanie w tym module jest niemożliwe, należy posłużyć się przy obliczeniach statycznych ogólnym schematem modułu Rama 2D – programu Konstruktor. Prawidłowo zdefiniowany więzaz (komunikat „Geometria poprawna”) widoczny jest poniżej zakładki, oraz w widoku 3D, w obszarze ekranu roboczego.

W przypadku wprowadzenia wymiarów więzara, których konstruowanie nie jest możliwe ze względów geometrycznych, program sygnalizuje to odpowiednim, czerwonym komunikatem w okienku pod szkicem więzara („Geometria niepoprawna”), oraz przestaje wyświetlać skalowany rysunek w obszarze okna ekranu roboczego, a także widok 3D. Wymiary domyślne (takie jak przy uruchomieniu) dla danego więzara można przywrócić przez naciśnięcie przycisku „Ustawienie wymiarów domyślnych” na pasku stanu pracy modułu.

Uwaga:

Posługując się schematami krokwi (jedno lub dwuprzęsłowej) i wprowadzając wysokości H1 równe „0” (minimalne dla tych schematów) możemy wykorzystać program do wymiarowania belek jedno lub dwuprzęsłowych ze wspornikiem. Analogicznie możemy postąpić w przypadku kilku innych schematów (lecz nie wszystkich) w celu uzyskania schematu, który nie jest typowym więzarem dachowym.

Poniżej listy wymiarów na zakładce usytuowane są dwa okna wyboru:

Typ drewna:	[-]	Ustawia jednakowy rodzaj drewna dla wszystkich prętów więzara.	{Lite; Klejone}
Klasa drewna:	[-]	Ustawia jednakową klasę drewna dla wszystkich prętów więzara.	Lite: {C18; C22; C27; C30; C35; C40} Klejone: {GL24; GL30; GL35; GL40}

Ostatnimi parametrami na zakładce są opcje: „Ustaw domyślne wymiary geometrii więzara” oraz „Ustaw domyślne współczynniki wybożenia”. Zaznaczenie pierwszej z nich przywraca domyślne wymiary geometryczne danego więzara (takie jak po uruchomieniu elementu). Włączenie drugiej opcji powoduje automatyczne ustawienie dla wszystkich prętów współczynników przyjętych lub wyliczonych w programie. Generalnie dla współczynników w płaszczyźnie ramy przyjęte są wartości równe 1.0 (z wyjątkiem wsporników dla których przyjęto współczynnik równy 2.0). Natomiast z płaszczyzny ramy: dla krokwi, kleszczy, jętek i belek stropu podwieszanego, przyjęto wartość domyślną współczynnika równą 0. Dla pozostałych prętów współczynnik z płaszczyzny ramy wynosi 1.0 z wyjątkiem słupów na które składa się kilka (2 lub 3) prętów. Dla słupów złożonych program sam wylicza współczynnik, tak by długość wybożenia pręta z płaszczyzny więzara była równa wysokości całego słupa. Oczywiście użytkownik w dalszych zakładkach ma możliwość ustawienia dowolnych współczynników w obu kierunkach, dla każdego pręta osobno.

650.2.3.2 Zakładka – Obciążenia

Wiązary drewniane 2.0 ● ● ● INTERsoft

Geometria | Obciążenia | Pręty i podpory

Obciążenia obliczeniowe stałe:

Ciężar własny pokrycia $q_s = 1.5 \frac{kN}{m^2}$

Obciążenie ciągłe na jętkę, kleszczach górnych lub stropie podwieszonym $g = 0 \frac{kN}{m}$

Obciążenia obliczeniowe zmienne:

	Lewa połać	Prawa połać	Typ obciążenia
Obciążenia śniegiem (na rzut połaci)	$s_1 = 0.8 \frac{kN}{m^2}$	$s_2 = 0.8 \frac{kN}{m^2}$	Krótkotrwałe
Obciążenia wiatrem z lewej (na połać)	$w_{1l} = 0.3 \frac{kN}{m^2}$	$w_{2l} = -0.3 \frac{kN}{m^2}$	Krótkotrwałe
Obciążenia wiatrem z prawej (na połać)	$w_{1p} = -0.3 \frac{kN}{m^2}$	$w_{2p} = 0.3 \frac{kN}{m^2}$	Krótkotrwałe

Szerokość pasma zbierania obciążeń:

Rozstaw krokwi (wiązarów) $d = 1 \text{ m}$

Zakładka obciążenia pozwala na zdefiniowania wszystkich typowych obciążeń działających na więźbę dachową. Grupa obciążeń od ciężaru własnego jest ukrytym schematem, który program sam uwzględni przy obliczeniach przyjmując rzeczywiste wymiary przekroju, ciężar własny drewna 550 kg/m^3 oraz współczynnik obciążenia 1.1. Pozostałe schematy to:

1. Obciążenia stałe:

Obs. qs: $[kN/m^2]$ Obliczeniowy ciężar własny wszystkich warstw pokrycia dachu, wpisany przez użytkownika lub przejęty z modułu **Obciążenia**. $\{0 \div 100\}$

Obs. g: $[kN/m]$ Obliczeniowa wartość równomiernego obciążenia ciągłego przypadająca na kleszcze jętkę lub belkę stropu podwieszonego. W przypadku wpisania wartości „0” program automatycznie na każdym elemencie poziomym, w środku jego rozpiętości, przyjmuje zastępczą siłę skupioną od człowieka z narzędziami, o wartości obliczeniowej 1.2 kN. $\{0 \div 100\}$

2. Obciążenie śniegiem – lewa połać – obciążenie zmienne:

Obs. s1: $[kN/m^2]$ Obliczeniowe obciążenie śniegiem na lewej połaci dachu, podane na $1m^2$ rzutu połaci, ustalone na podstawie normy lub przejęte z modułu **Obciążenia**. $\{0 \div 100\}$

3. Obciążenie śniegiem – prawa połać – obciążenie zmienne:

Obs. s2: $[kN/m^2]$ Obliczeniowe obciążenie śniegiem na prawej połaci dachu, podane na $1m^2$ rzutu połaci, ustalone na podstawie normy lub przejęte z modułu **Obciążenia**. $\{0 \div 100\}$

4. Obciążenie wiatrem z lewej – obciążenie zmienne wykluczające się z obciążeniem nr 4:

Obs. w1l: $[kN/m^2]$ Obliczeniowe parcie (+) lub ssanie (-) od wiatru wiejącego z lewej strony, na lewej połaci dachu, podane na $1m^2$ połaci, ustalone na podstawie normy lub przejęte z modułu **Obciążenia**. $\{-100 \div 100\}$

Obc. w2l: [kN/m²] Obliczeniowe parcie (+) lub ssanie (-) od wiatru wiejącego z lewej strony, na prawej połaci dachu, podane na 1m² połaci, ustalone na podstawie normy lub przejęte z modułu **Obciążenia**. {-100 ÷ 100}

5. Obciążenie wiatrem z prawej – obciążenie zmienne wykluczające się z obciążeniem nr 3:

Obc. w1p: [kN/m²] Obliczeniowe parcie (+) lub ssanie (-) od wiatru wiejącego z prawej strony, na lewej połaci dachu, podane na 1m² połaci, ustalone na podstawie normy lub przejęte z modułu **Obciążenia**. {-100 ÷ 100}

Obc. w2p: [kN/m²] Obliczeniowe parcie (+) lub ssanie (-) od wiatru wiejącego z prawej strony, na prawej połaci dachu, podane na 1m² połaci, ustalone na podstawie normy lub przejęte z modułu **Obciążenia**. {-100 ÷ 100}

Dodatkowo dla obciążenia śniegiem należy ustalić jego typ (klasę trwania obciążenia) potrzebną do określenia odpowiednich współczynników modyfikacyjnych:

Typ obciążenia: [-] Typ klasy trwania obciążenia przyjęty zgodnie z tabl. 3.2.4. normy **PN-B-03150: 2000** (na niektórych terenach gdzie znaczące obciążenie śniegiem występuje przez dłuższy czas należy je traktować jako średniotwałe). {Krótkotwałe, średniotwałe}

Dla pozostałych grup obciążeń przyjęto stałe klasy trwania obciążenia:

- dla obciążeń stałych – stała,
- dla obciążeń wiatrem – krótkotwałą.

Ostatnim parametrem potrzebnym do określenia w zakładce obciążenia jest:

Rozstaw krokwi d: [m] Jest to rozstaw kolejnych krokwi traktowany w programie jako pasmo zbierania obciążeń. Przez ten parametr przemnażane są wszystkie definiowane przez użytkownika obciążenia z wyjątkiem obciążeń na krokwi, jętcie lub belce stropu podwieszonoego. {0÷10}

Obciążenia na krokwi widoczne w obszarze ekranu roboczego są obciążeniami powstałymi po rozłożeniu obciążeń na kierunku równoległy i prostopadły do połaci z uwzględnieniem rozstawu krokwi według poniższych wzorów:

$$\begin{aligned} q_{\perp} &= d \times q_s \times \cos(\alpha); & q_{\parallel} &= d \times q_s \times \sin(\alpha); \\ s_{\perp} &= d \times s \times \cos^2(\alpha); & s_{\parallel} &= d \times s \times \sin(\alpha) \times \cos(\alpha); \\ p_{\perp} &= d \times w \end{aligned}$$

W trakcie podawania poszczególnych wartości obciążeń program automatycznie pokazuje widok danej grupy obciążeń na skalowanym rysunku poniżej zakładki.

650.2.3.3 Zakładka – Pręty i podpory

Wiązary drewniane 2.0 ● ● ● INTERsoft

Geometria | Obciążenia | Pręty i podpory

Typ drewna: **Lite** Klasa drewna: **C27** wg PN - B - 03150: 2000

Przekrój:
 Liczba profili w przekroju: **2** Biblioteka tarcicy...
 Wymiar przekroju pojedynczego
 h = **16** cm b = **3.2** cm Obrót przekroju poprzecznego pręta o 90 °

Współczynniki długości wybooczeniowej:
 - w płaszczyźnie wiązara: **1**
 - z płaszczyzny wiązara: **0**

Współczynnik osłabienia przekroju na:
 - zginanie: **1** - ściskanie: **1**
 - rozciąganie: **1** - ścinanie: **1**

Pręt 1 Pręt 2 Pręt 3 Pręt 4 Pręt 5 Pręt 6 Pręt 7 Pręt 8 Pręt 9

	Rodzaj	ky [kN/m]	kx [kN/m]
Podpora p1	stała	0	0
Podpora p2	stała	0	0
Podpora p3	stała	0	0
Podpora p4	stała	0	0

Przekrój pręta:

Powyższa zakładka służy do zdefiniowania własności poszczególnych prętów i podpór wiązara. Głównym elementem okna są kolejne podzakładki, odpowiadające kolejnym numerom prętów wiązara. Dla każdego pręta zdefiniowane mogą być osobno następujące parametry:

Typ drewna:	[-]	Ustawia rodzaj drewna dla danego pręta schematu.	{Lite; Klejone}
Klasa drewna:	[-]	Ustawia klasę drewna dla danego pręta schematu.	Lite: {C18; C22; C27; C30; C35; C40} Klejone: {GL24; GL30; GL35; GL40}

Przekrój:

Liczba profili w przekroju:	[-]	Określa z ilu prętów składa się dany przekrój.	{1 lub 2}
Wysokość h:	[cm]	Wysokość pojedynczego pręta przekroju.	{0 ÷ 100}
Szerokość b:	[cm]	Szerokość pojedynczego pręta przekroju.	{0 ÷ 100}
Obrót przekroju poprzecznego pręta o 90 °:	[-]	Włączenie opcji obraca przekrój pręta o 90 ° co widoczne jest na szkicu poniżej.	{tak/nie}

Uwaga:

Pręty złożone z dwóch profili traktowane są przy wymiarowaniu jako elementy niepołączone i dla takich uwzględniana odpowiednia smukłość przy uwzględnianiu wybooczenia.

Przy definiowaniu wymiarów przekroju pręta można skorzystać z gotowej biblioteki typowej tarcicy iglastej wg PN-75/D-96000. Wywołanie biblioteki następuje przez naciśnięcie odpowiedniego przycisku na zakładce:

Biblioteka tarcicy (wg PN - 75/D - 96000)															
Nazwa asortymentu:	Szerokość [mm]	Wysokość [mm]													
Deski	19	-	-	75	100	115	125	140	150	160	175	200	225	250	-
	22	-	-	75	100	115	125	140	150	160	175	200	225	250	-
	25	-	-	75	100	115	125	140	150	160	175	200	225	250	-
	28	-	-	75	100	115	125	140	150	160	175	200	225	250	-
	32	-	-	75	100	115	125	140	150	160	175	200	225	250	-
	38	-	-	-	100	115	125	140	150	160	175	200	225	250	-
Bale	45	-	-	-	100	115	125	140	150	160	175	200	225	250	-
	50	-	-	-	-	-	-	140	150	160	175	200	225	250	-
	63	-	-	-	-	-	-	-	150	160	175	200	225	250	-
	75	-	-	-	-	-	-	-	150	160	175	200	225	250	-
Łaty	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	200	225	250	-
	38	-	63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	45	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	50	-	63	75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	63	-	-	-	100	-	125	-	-	-	-	-	-	-	-
Krawędziaki	75	-	-	-	100	-	125	140	-	-	-	-	-	-	-
	100	-	-	-	100	-	125	140	150	160	175	-	-	-	-
	125	-	-	-	100	-	125	140	150	160	175	-	-	-	-
	150	-	-	-	-	-	125	140	150	160	175	-	-	-	-
Belki	175	-	-	-	-	-	125	140	150	160	175	-	-	-	-
	200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	200	225	250	275
	250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	200	225	250	275

Po wyborze odpowiedniej szerokości i wskazaniu dla niej myszką właściwej wysokości przekroju deski, bala, łąty, krawędziaka lub belki oba parametry przekazywane są do odpowiednich okienek zakładki.

Kolejnym elementem, który powinniśmy zdefiniować dla każdego pręta są współczynniki wybooczeniowe:

- w płaszczyźnie wiązara μ_{xy} : [-] Współ. wybooczenia w płaszczyźnie wiązara. $\{0 \div 100\}$

-z płaszczyzny wiązara μ_{yz} : [-] Współ. wybooczenia z płaszczyzny wiązara. $\{0 \div 100\}$

Współczynniki mogą być ustawione automatycznie dla wszystkich prętów (w zakładce **Geometria**), lub ręcznie dla każdego pręta osobno. Przy wpisaniu we współczynniku wartości „0” program przy wymiarowaniu nie uwzględni wybooczenia w danym kierunku.

Ostatnimi parametrami pręta są współczynniki osłabienia przekroju domyślnie ustawione w całym programie na wartość równą 1 (brak osłabienia). Za pomocą współczynników osłabienia można uwzględnić w programie podcięcia i osłabienia otworami w przecie.

W programie przewidziano następujące współczynniki osłabienia przekroju:

- na zginanie : [-] Współczynnik osłabienia przekroju na zginanie – przy wymiarowaniu redukuje wskaźnik wytrzymałości pręta na zginanie . $\{0 \div 1\}$

- na ściskanie : [-] Współczynnik osłabienia przekroju na ściskanie – przy wymiarowaniu redukuje pole przekroju pręta przy liczeniu ściskania. $\{0 \div 1\}$

- na rozciąganie: [-] Współczynnik osłabienia przekroju na rozciąganie – przy wymiarowaniu redukuje pole przekroju pręta przy liczeniu rozciągania. $\{0 \div 1\}$

- **na ścinanie:** [-] Współczynnik osłabienia przekroju na ścinanie – przy wymiarowaniu redukuje pole przekroju pręta przy liczeniu ścinania. $\{0 \div 1\}$

Poza własnościami prętów, w zakładce należy zdefiniować w odpowiednim oknie własności podpór. Ze względu na własności drewna, w module przewidziano możliwość przypisania do każdej podpory jednego z dwóch jej typów (podpora stała lub przesuwana) oraz możliwość zdefiniowania podpór sprężystych. Numery podpór oraz ich oznaczenia naniesione są na skalowanym rysunku w obszarze ekranu roboczego. Przy definiowaniu podpór należy zwrócić szczególną uwagę na to, czy otrzymany układ nie jest geometrycznie zmienny, co będzie sygnalizowane przerwaniem obliczeń i wyprowadzeniem odpowiedniego komunikatu. Sytuacja taka może się zdarzyć przy założeniu wszystkich lub kilku podpór jako przesuwne i obciążenia układu nierównoważonym obciążeniem poziomym np. wiatrem.

Przy definiowaniu własności prętów i podpór aktualnie opisywany element podświetlony jest kolorem czerwonym na rysunku poniżej zakładki.

650.3. Podpory sprężyste

W przypadku wiązarów dachowych, często podparć wiązara nie można traktować jako całkowicie sztywne lecz sprężyste, zwłaszcza w przypadku oparcia krokwi na płatwi, a czasem również przy oparciu na murze. W związku z powyższym w wersji 2 wiązarów dodano możliwość definiowania podpór sprężystych przesuwnych i nieprzesuwnych. Sztywności podparcia należy podawać odpowiednio w kierunku pionowym (y) i poziomym (x) w odpowiedniej tabeli umieszczonej na zakładce przy opisie podpory:

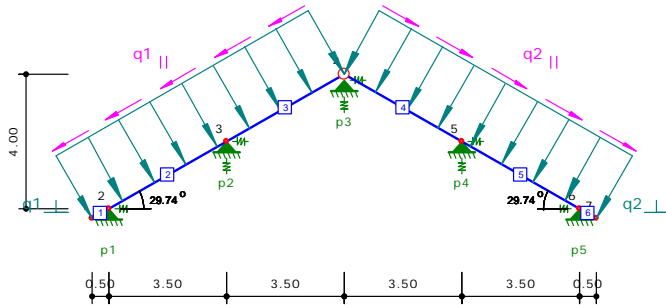
	Rodzaj	k_y [kN/m]	k_x [kN/m]
Podpora p1	stała	0	0
Podpora p2	stała	0	0
Podpora p3	stała	0	0

$\langle k_y \rangle$ [kN/m] Opcjonalna sztywność podpory stałej i przesuwnej w kierunku pionowym y. $\{k_y \geq 0\}$

$\langle k_x \rangle$ [kN/m] Opcjonalna sztywność podpory stałej w kierunku poziomym x. $\{k_x \geq 0\}$

Domyślne wartości sztywności k_y i k_x wynoszą zero co oznacza w programie, że podpora w danym kierunku jest sztywna (odwrotnie jak w rzeczywistości, gdzie dla sztywnej podpory, parametr „k” równa się nieskończoność).

Wprowadzone podpory sprężyste pionowe i poziome oznaczone są na rysunku schematu statycznego odpowiednimi dla danego kierunku „sprężynkami”.



W celu ułatwienia oszacowania sztywności podparcia, wprowadzono dwa dodatkowe kalkulatory dostępne w polu danej sztywności, po kliknięciu na nim prawym klawiszem myszki. Są to:

- Kalkulator sztywności pionowej k_y i poziomej k_x oparcia na płatwi lub belce.
- Kalkulator sztywności poziomej k_x oparcia na ścianie (np. kolankowej).

Uwaga:

Należy pamiętać że wpisane sztywności należy aktualizować (przeliczając powtórnie w kalkulatorze) przy każdej zmianie geometrii podparcia lub zmianie rozstawu wiązarów.

650.3.1. Kalkulator sztywności pionowej i poziomej oparcia na płatwi lub belce

Kalkulator sztywności oparcia na płatwi (belce) pozwala na szybkie oszacowanie wartości sztywności przy następujących założeniach:

- Krokiew oparta jest na jedno lub wieloprzęsłowej płatwi o zbliżonej długości przęseł (podajemy wówczas maksymalny rozstaw podparć płatwi w danym kierunku).
- Obciążenie od krokwi przypadające na płatew rozkładane jest jako ciągłe o stałej wartości równej R/d gdzie R – reakcja od krokwi na płatew w danym kierunku; d – rozstaw krokwi.
- Krokwie rozłożone są regularnie na całej długości płatwi.
- Przy liczeniu sztywności uwzględniane jest najgorsze usytuowanie krokwi na płatwi (tam gdzie ugięcie płatwi jest największe).

W innych przypadkach (np. przy oparciu krokwi na wsporniku płatwi) przy wyznaczaniu sztywności należy posługiwać się ogólnymi wzorami mechaniki budowli.

Po kliknięciu prawym klawiszem myszki w polu przeznaczonym do wpisania sztywności, otwarte zostanie okno wyboru kalkulatora, a po jego wskazaniu odpowiedni kalkulator.



Należy pamiętać że dla kierunku x i y są otwierane są inne okna, różniące się usytuowaniem wysokości i szerokości płatwi we wzorze, oraz czasem inną rozpiętością podpór w obu kierunkach.

Kalkulator sprężystości w kierunku pionowym

Podparcie na płatwi (belce):

jednoprzęsłowej ($\alpha=6,4$) $k_y = \frac{\alpha \times d \times E_{gmean} \times b_p \times h_p^3}{L_y^4}$

wieloprzęsłowej ($\alpha=10$)

d - rozstaw krokwi (wiązarów)

Dane materiałowe płatwi:

Typ drewna - Klasa drewna -

Przekrój płatwi:

Wysokość płatwi w kierunku y $h_p =$ cm

Szerokość płatwi w kierunku x $b_p =$ cm

Rozstaw podpór:

Dla płatwi w kierunku pionowym $L_y =$ m

Wartość sprężystości w kierunku pionowym $k_y =$ $\frac{kN}{m}$

Kalkulator sprężystości w kierunku poziomym

Podparcie na płatwi (belce):

jednoprzęsłowej ($\alpha=6,4$) $k_x = \frac{\alpha \times d \times E_{gmean} \times b_p^3 \times h_p}{L_x^4}$

wieloprzęsłowej ($\alpha=10$)

d - rozstaw krokwi (wiązarów)

Dane materiałowe płatwi:

Typ drewna - Klasa drewna -

Przekrój płatwi:

Wysokość płatwi w kierunku y $h_p =$ cm

Szerokość płatwi w kierunku x $b_p =$ cm

Rozstaw podpór:

Dla płatwi w kierunku poziomym $L_x =$ m

Wartość sprężystości w kierunku poziomym $k_x =$ $\frac{kN}{m}$

Typ płatwi:	[-]	Przyciski wyboru typu schematu statycznego płatwi potrzebny do ustalenia współczynnika schematu statycznego α .	{belka jednoprzęsłowa; wieloprzęsłowa}
Typ drewna:	[-]	Ustawia rodzaj drewna dla danego pręta schematu.	{Lite; Klejone}

Klasa drewna:	[-]	Ustawia klasę drewna dla danego pręta schematu.	Lite: {C18; C22; C27; C30; C35; C40} Klejone: {GL24; GL30; GL35; GL40}
Typ drewna:	[-]	Wybierany z listy typ drewna przekroju płatwi	{lity, klejony}
Wysokość płatwi h_p:	[cm]	Wysokość płatwi liczona w kierunku pionowym y (może być z biblioteki).	{ $h_p > 0$ }
Szerokość płatwi h_p:	[cm]	Szerokość płatwi liczona w kierunku poziomym x (może być z biblioteki).	{ $b_p > 0$ }
Rozstaw podpór L_x lub L_y:	[m]	Maksymalny rozstaw podpór płatwi liczony w kierunku poziomym lub pionowym.	{ $L_x > 0$; $L_y > 0$ }
Sprężystość k_x lub k_y:	[kN/m]	Wyliczona w kalkulatorze nieedytowalna wartość sprężystości poziomej lub pionowej, która zostanie przekazana do tabeli podpór.	{ - }

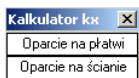
Pozostałe dane potrzebne do określenia sprężystości, oraz wzór obliczeniowy podano na zakładce kalkulatora.

650.3.2. Kalkulator sztywności poziomej oparcia na ścianie

Kalkulator sztywności poziomej oparcia krokwi na ścianie (np. ścianie kolankowej) pozwala na szybkie oszacowanie sztywności podparcia przy następujących założeniach:

- Ściana konstrukcyjna wykonana jest jako jest jako jednowarstwowa, z materiału ceramicznego lub betonu o znanej wytrzymałości charakterystycznej na ściskanie i znanej marce zaprawy.
- Schematem statycznym ściany jest wspornik utwierdzony w stropie, obciążony poziomą reakcją od krokwi na jego końcu.
- Podparcie krokwi w kierunku pionowym na ścianie jest niepodatne.
- Murłat połączony jest z ścianą w sposób sztywny, eliminujący możliwość jego poziomego przesuwu względem ściany.
- Do obliczeń sztywności uwzględniana jest szerokość muru równa rozstawowi krokwi.
- Parametry muru należy przyjmować wg PN-B-03002:1999 „Konstrukcje murowe niezbrojone. Projektowanie i obliczanie”

W innych przypadkach przy wyznaczaniu sztywności należy posługiwać się ogólnymi wzorami mechaniki budowli. Należy pamiętać, że w przypadku wiązarów rozporowych, należy sprawdzić dodatkowo nośność ściany kolankowej z uwzględnieniem przenoszonego rozporu.



Po kliknięciu prawym klawiszem myszki w polu przeznaczonym do wpisania sztywności, otwarte zostanie okno wyboru kalkulatora, a po jego wskazaniu odpowiedni kalkulator sztywności poziomej oparcia na murze:

Kalkulator sprężystości poziomej na ścianie (np. kolankowej)

Oparcie na ścianie (np. kolankowej):

Moduł sprężystości:

$$k_x = \frac{E \times d \times t^3}{4 \times H^3}$$

$$E = \alpha_c \cdot f_k$$

d - rozstaw krokwi (wiązarów)

Dane materiałowe:

mur na zaprawie o wytrzymałości $f_m \geq 5$ MPa
 mur na zaprawie o wytrzymałości $f_m < 5$ MPa lub z bloczków z betonu komórkowego

Wytrzymałość charakterystyczna muru na ściskanie $f_k =$ MPa

Dane geometryczne

Grubość muru $t =$ cm
Wysokość ściany $H =$ m

Wartość sprężystości w kierunku poziomym $\frac{kN}{m}$

OK Oblicz Anuluj

Typ muru:	[-]	Wybór materiału z którego wykonano mur ściany podpierającej, potrzebny do ustalenia cechy sprężystości muru.	{o zaprawie ≥ 5 MPa; o zaprawie < 5 MPa lub z PGS-u}
Wytrzymałość f_k:	[MPa]	Wytrzymałość charakterystyczna muru na ściskanie potrzebna do wyliczenia modułu sprężystości muru.	{ $f_k > 0$ }
Grubość muru t:	[cm]	Grubość jednorodnej warstwy konstrukcyjnej muru.	{ $t > 0$ }
Wysokość muru H:	[m]	Wysokość muru nad stropem (punktem jego zamocowania).	{ $H \geq 0$ }
Sprężystość k_x:	[kN/m]	Wyliczona w kalkulatorze nieedytowalna wartość sprężystości poziomej, która zostanie przekazana do tabeli podpór.	{ - }

Pozostałe dane potrzebne do określenia sprężystości, oraz wzór obliczeniowy podano na zakładce kalkulatora.

650.4. Wymiarowanie prętów z Ramy 2D

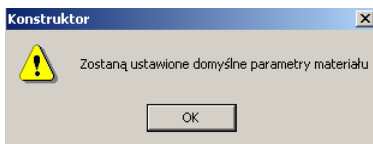
W przypadku braku wśród 32 schematów wiązarów, takiego jaki byłby najbardziej odpowiedni, można zdefiniować w module **Rama 2D** właściwy (dowolny) układ statyczny z prętów z drewna litego lub klejonego o przekroju prostokątnym. Po zadaniu obciążeń przypisanych do odpowiednich grup i przeliczeniu układu, otrzymujemy w **Konstruktorze** w drzewie projektu modułu ramy grupę Wyniki – Dane do wymiarowania. Zawiera ona dane przypisane do poszczególnych prętów dotyczące geometrii i materiału, pręta oraz obwiednię sił wewnętrznych. Przy przeciągnięciu w drzewie projektu, wybranego pręta z tej grupy, na dowolny wiązar w tym samym projekcie (wcześniej trzeba go utworzyć), przekazane zostaną wszystkie dane i wyniki do modułu wiązara.

Uwaga:

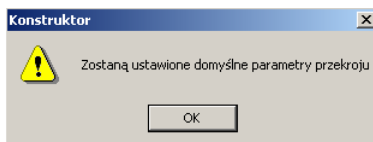
Przy przeciąganiu pręta z Ramy 2D do modułu wiązary należy posługiwać się takim projektem wiązara, którego dane nie będą nam więcej potrzebne, gdyż po przeciągnięciu zostaną one nadpisane przez dane i wyniki przekazane z ramy dla pojedynczego pręta.

Zestaw danych przekazanych z ramy nie jest kompletny do przeprowadzenia wymiarowania pręta, w związku z powyższym należy uzupełnić lub zmodyfikować je o parametry zawarte na zakładce która zostanie wywołana po prawidłowym przeciągnięciu pręta z ramy:

Należy przy tym pamiętać, że zmiana materiału lub przekroju powinna być poprzedzona powtórным przeliczeniem statyki w module Rama 2D. Opis danych zawartych w powyższej zakładce zawarto w opisie 1 wersji modułu. W przypadku gdy przeciągniemy do modułu wiązarów pręt inny niż drewniany, pojawi się następujący komunikat:



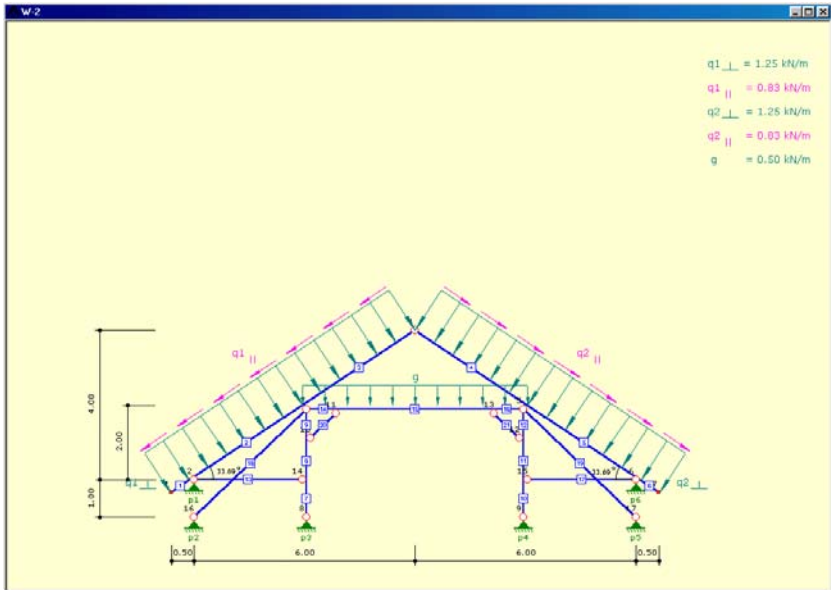
Analogicznie gdy przeciągamy pręt o przekroju innym niż prostokątny komunikat przybierze postać:



Po ustawieniu właściwych parametrów i włączeniu obliczeń w wiązarach, w przeglądarce utworzony zostanie raport z przeprowadzonego wymiarowania stanów granicznych nośności, ograniczony do jednego przeciągniętego pręta. W ten sam sposób wymiarowanie można przeprowadzić dla pozostałych prętów schematu statycznego utworzonego w module Rama 2D.

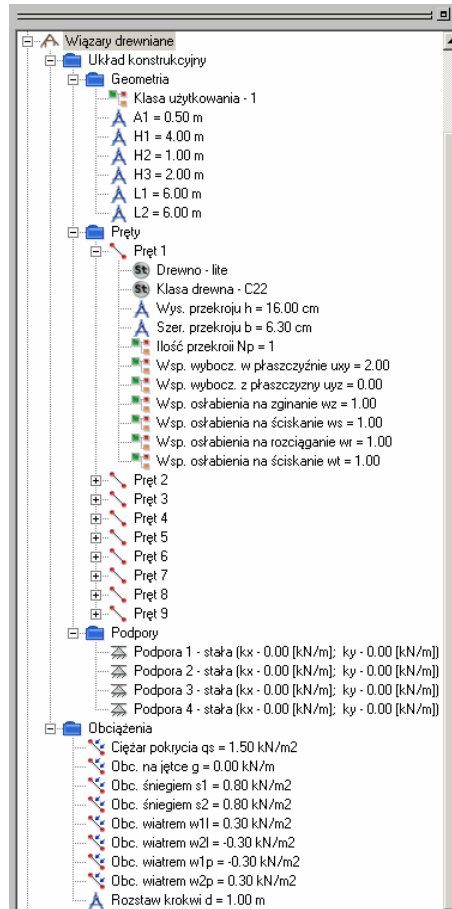
650.5. Opis okna ekranu roboczego

Ekran roboczy jest głównym elementem umożliwiającym bieżącą kontrolę wprowadzanego układu statycznego:



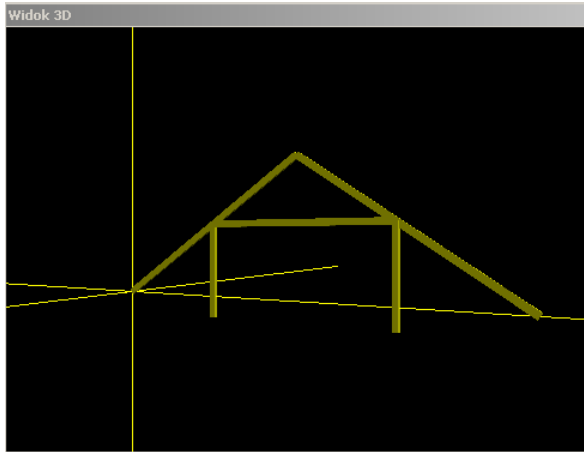
W przypadku prawidłowo wprowadzonej geometrii wężara, w obszarze ekranu roboczego pokazany jest automatycznie skalowany rysunek schematu statycznego więźby, wraz z podstawowymi wymiarami, oraz z widocznymi dla zaznaczonego przypadku obciążeniami. Na schemacie oznaczone są numery prętów i węzłów, typy podpór oraz wszystkie przeguby. Dodatkowo na ekranie pokazane są kąty nachylenia lewej i prawej połączy, a w prawym górnym rogu wartości widocznych obciążeń po odpowiednim rozkładzie na kierunek prostopadły i równoległy do krokwi. W czasie wprowadzania danych w zakładce **Pręty i podpory** na ekranie roboczym aktualnie opisywany element (pręt lub podpora) wyróżniony jest kolorem czerwonym.

650.6. Okno drzewa projektu




Przeważnie po lewej stronie ekranu widoczne jest podczas pracy z programem „drzewo” projektu z kolejnymi jego elementami. Rozwinięcie drzewa dla modułu więźba dachowa ukazuje strukturę danych wprowadzonych do projektu. Dwukrotne kliknięcie na dowolnym parametrze widocznym w „drzewie” powoduje przejście do odpowiedniej zakładki lub wywołanie okienka dialogowego pozwalającego na modyfikację wskazanego parametru. Wszystkie zmiany wprowadzone w elemencie są na bieżąco aktualizowane w drzewie projektu. Niektóre typy danych projektu (np. z uwagi na wybór z listy), można modyfikować jedynie w odpowiednich polach zakładek.

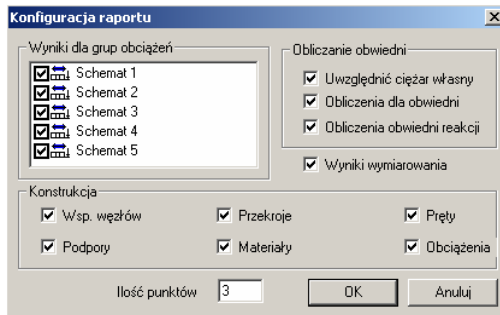
650.7. Widok 3D



W oknie 3D przedstawiona jest przestrzenna wizualizacja projektowanego wiaźara. Obraz w powyższym oknie, tak jak w innych modułach **Konstruktora** można dowolnie obracać, powiększać i zmniejszać, przełączając tryb pracy prawym lub lewym klawiszem myszki. Wizualizacja jest w pełni skalowana, z wyjątkiem prętów podwójnych, które widoczne są jako jeden element o wymiarach dwóch elementów „sklejonych” razem.

650.8. Obliczenia – Konfiguracja raportów

Wywołanie obliczeń powinno nastąpić przez naciśnięcie odpowiedniej ikony  lub wywołanie polecenia „Rozpocznij obliczenia...” w menu Elementy po wcześniejszym prawidłowym wprowadzeniu wszystkich potrzebnych danych. Po włączeniu obliczeń uaktywnia się okno Konfiguracji raportów:

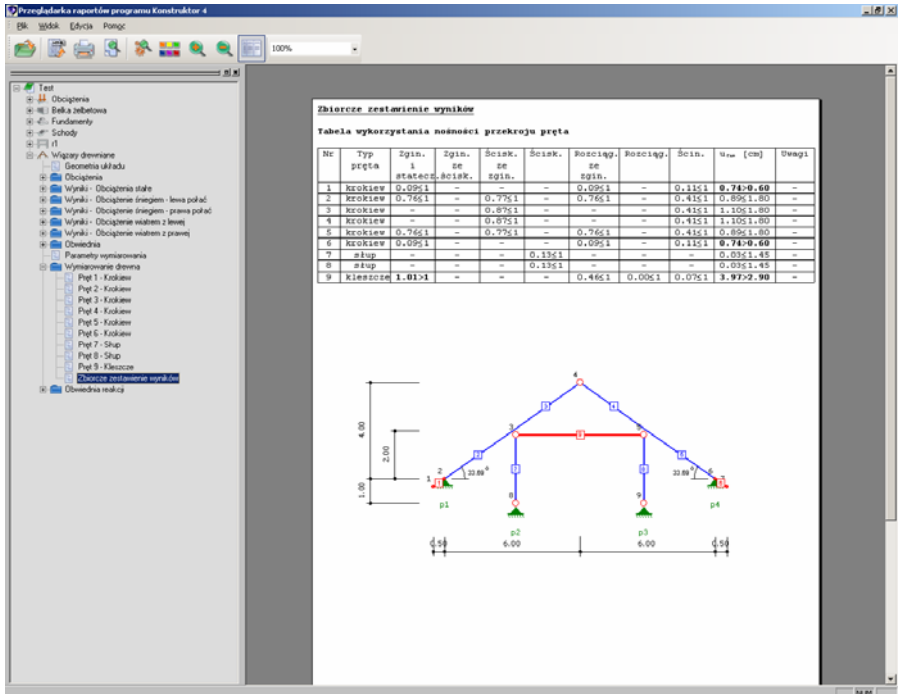


W oknie tym użytkownik ma możliwość zdecydowania jakie dane i wyniki zamieszczone zostaną w raporcie z wynikami obliczeń. Można w tym miejscu zdecydować w ilu punktach mają być podawane wartości statycznych sił wewnętrznych (maksimum 60 punktów na pręcie), oraz czy program ma uwzględnić w obliczeniach obwiedni ciężar własny konstrukcji wiaźara.

Po wciśnięciu przycisku OK, program wykonuje obliczenia statyczne i wymiarowanie całości wiaźara, oraz tworzy odpowiednie raporty. Przebieg obliczeń można obserwować w okienku

komunikatów pojawiającym się na dole ekranu. W przypadku przerwania obliczeń podawany jest odpowiedni komunikat. Niespełnienie warunków stanu granicznego nośności lub użytkowania nie powoduje przerwania obliczeń lecz odpowiednie komunikaty przekazywane są do raportów wymiarowania.

650.9. Opis raportów modułu – Wiazary dachowe



Struktura raportu modułu **Wiazary dachowe** składa się z następujących danych i wyników:

- **Geometria układu** – zawiera wszystkie dane geometryczne i materiałowe całego schematu statycznego wiazara zestawione tabelarycznie i pokazane na rysunku takie jak: lista węzłów, materiałów, przekrojów, prętów, podpór, sztywności podpór.
- **Obciążenia** - raport składający się z 5 stron odpowiadających kolejnym schematom obciążeń wiazara, przedstawionych w formie rysunku właściwego schematu i zestawienia tabelarycznego wartości przyłożonych na poszczególnych prętach.
- **Wyniki – obciążenia stałe** – pokazane dla całego układu oraz dla poszczególnych prętów wyniki obliczeń statycznych (siły wewnętrzne M, N, T, przemieszczenia, reakcje) dla danego schematu obciążenia, pokazane w formie graficznej (wykresy) i tabelarycznej.
- **Wyniki – obciążenie śniegiem – lewa połać** – jw.
- **Wyniki – obciążenie śniegiem – prawa połać** – jw.

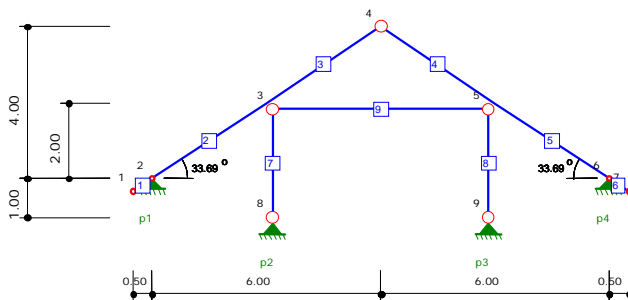
- **Wyniki – obciążenie wiatrem z lewej - jw.**
- **Wyniki – obciążenie wiatrem z prawej - jw.**
- **Obwiednia** - pokazane dla całego układu oraz dla poszczególnych prętów obwiednie się wewnętrznych M, N, T, pokazane w formie graficznej (wykresy) i tabelarycznej oraz listy grup składających się na wartości ekstremalne w danym punkcie. Dodatkowy raport obwiedni reakcji wraz z listami grup z jakich się one składają.
- **Parametry wymiarowania** – zestawione w tabeli podstawowe parametry uwzględnione przy wymiarowaniu takie jak: klasa użytkowania, współczynniki wybożenia, współczynniki osłabienia przekroju a także klasy drewna i odpowiadające im wytrzymałości.
- **Wymiarowanie drewna** – raport obejmuje (dla kolejnych prętów wiązara) wszystkie tryby wymiarowania, zarówno w stanie granicznym użytkowania jak i w stanie granicznym nośności. W skład tej grupy raportów wchodzi również zbiorcze zestawienie wyników wymiarowania dla całego wiązara, przedstawione w formie graficznej (schemat) oraz tabelarycznej.

Zbiorcze zestawienie wyników wymiarowania zawiera schemat graficzny układu statycznego z zaznaczonymi na czerwono elementami dla których przekroczone zostały stany graniczne nośności lub użytkowania. W celu uzyskania większej przejrzystości wyników, wartości nie spełniające warunków normowych zamieszczone w raporcie podane są wytłuszczonym drukiem.

Częste niespełnienie warunku przemieszczenia okapu dachu, spowodowane jest podniesieniem przewieszzonego końca krokwi, na skutek obciążenia na odcinku przęsła tej krokwi (zwłaszcza przy krokwiach jednoprzęsłowych ze wspornikiem). Generalnie przy stanach granicznych użytkowania należy mieć na uwadze, że otrzymane przemieszczenie jest maksymalnym, finalnym przemieszczeniem dla danego pręta, będącym średnią geometryczną przemieszczenia poziomego i pionowego, uwzględniającym wilgotność i pęcznienie materiału oraz wpływ sił poprzecznych (dla $L/h < 20$). Przy analizie statyki i ugięcia prętów należy również pamiętać, że elementy o $L/h < 3$ nie powinny być traktowane jako belkowe (a tak jest w programie) i wyniki dla nich mogą odbiegać od rzeczywistości.

W przypadku pręta obliczonego w Ramie 2D i wymiarowanego w wiązarach, raport z wymiarowania pręta przeciągniętego z ramy zostanie ograniczony co do zakresu.

650.10. Przykład

Geometria układu

Lista węzłów

Nr węzła	X [m]	Y [m]
1	0.00	0.00
2	0.50	0.33
3	3.50	2.33
4	6.50	4.33
5	9.50	2.33
6	12.50	0.33
7	13.00	0.00
8	3.50	-0.67
9	9.50	-0.67

Lista materiałów

Nr materiału	Typ	Klasa	$E_{0,mean}$ [MPa]
1	Lity	C22	10000

Ciężar własny	[kN/m ³]	5.5
---------------	----------------------	-----

α_t	[1/°K]	0.000003
------------	--------	----------

Lista przekrojów

Nr przekroju	h [cm]	b [cm]	Liczba elementów	A [cm ²]	J _z [cm ⁴]	J _y [cm ⁴]	Nr materiału
1	16.0	6.3	1	100.8	2150	333	1
2	12.5	12.5	1	156.3	2035	2035	1
3	16.0	3.2	2	102.4	2185	44	1

Lista prętów

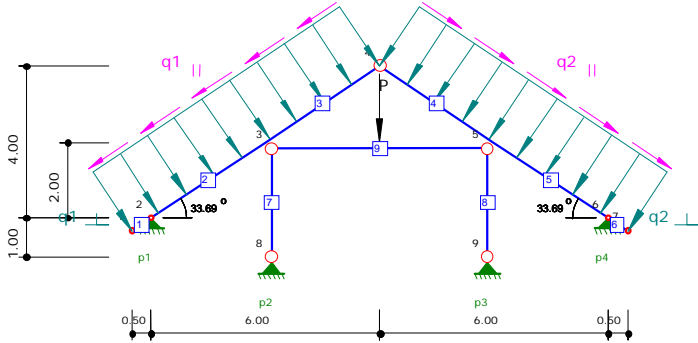
Nr pręta	Typ pręta	Nr węzła pocz.	Nr węzła końc.	Nr przekroju	Połączenie (węzeł pocz.)	Połączenie (węzeł końc.)	Długość [m]
1	krokiew	1	2	1	sztywne	sztywne	0.60
2	krokiew	2	3	1	sztywne	sztywne	3.61
3	krokiew	3	4	1	sztywne	przegub	3.61
4	krokiew	4	5	1	przegub	sztywne	3.61
5	krokiew	5	6	1	sztywne	sztywne	3.61
6	krokiew	6	7	1	sztywne	sztywne	0.60
7	słup	3	8	2	przegub	przegub	3.00
8	słup	9	5	2	przegub	przegub	3.00
9	kleszcze	3	5	3	przegub	przegub	6.00

Rozstaw krokwi	[m]	1.00
----------------	-----	------

Lista podpór

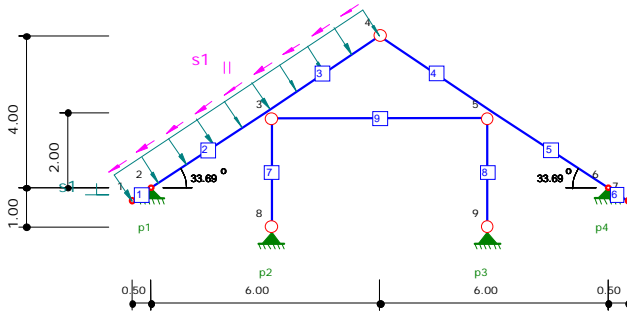
Nr podpory	Nr węzła	Typ	k _x [kN/m]	k _y [kN/m]
1	2	stała	0.00	0.00
2	8	stała	0.00	0.00
3	9	stała	0.00	0.00
4	6	stała	0.00	0.00

Obciążenia stałe

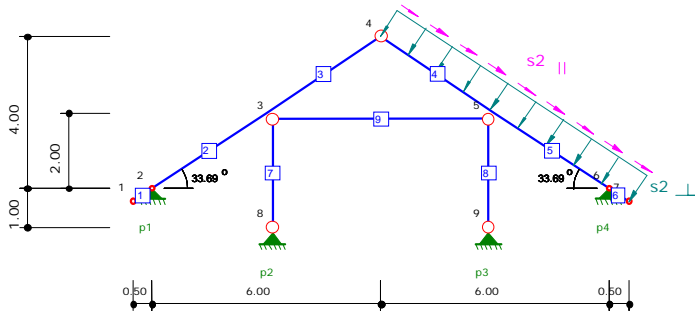


$q_{1\perp} = 1.25 \text{ kN/m}$	$q_{1 } = 0.83 \text{ kN/m}$
$q_{2\perp} = 1.25 \text{ kN/m}$	$q_{2 } = 0.83 \text{ kN/m}$
$P = 1.20 \text{ kN}$	

Nr obciążenia	Nr pręta	Typ obciążenia	Kierunek działania	q (P)	a [m]	b [m]
1	1	równomierne	lokalny y	-1.25 kN/m	0.00	0.60
2	2	równomierne	lokalny y	-1.25 kN/m	0.00	3.61
3	3	równomierne	lokalny y	-1.25 kN/m	0.00	3.61
4	4	równomierne	lokalny y	-1.25 kN/m	0.00	3.61
5	5	równomierne	lokalny y	-1.25 kN/m	0.00	3.61
6	6	równomierne	lokalny y	-1.25 kN/m	0.00	0.60
7	1	równomierne	lokalny x	-0.83 kN/m	0.00	0.60
8	2	równomierne	lokalny x	-0.83 kN/m	0.00	3.61
9	3	równomierne	lokalny x	-0.83 kN/m	0.00	3.61
10	4	równomierne	lokalny x	0.83 kN/m	0.00	3.61
11	5	równomierne	lokalny x	0.83 kN/m	0.00	3.61
12	6	równomierne	lokalny x	0.83 kN/m	0.00	0.60
13	9	siła	lokalny y	-1.20 kN	3.00	-

Obciążenie śniegiem - lewa połać
 $s_{1,I} = 0.55 \text{ kN/m}$
 $s_{1,II} = 0.37 \text{ kN/m}$

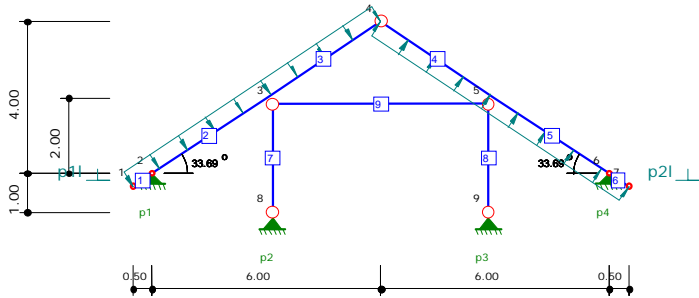
Nr obciążenia	Nr pręta	Typ obciążenia	Kierunek działania	q (P)	a [m]	b [m]
1	1	równomierne	lokalny y	-0.55 kN/m	0.00	0.60
2	2	równomierne	lokalny y	-0.55 kN/m	0.00	3.61
3	3	równomierne	lokalny y	-0.55 kN/m	0.00	3.61
4	1	równomierne	lokalny x	-0.37 kN/m	0.00	0.60
5	2	równomierne	lokalny x	-0.37 kN/m	0.00	3.61
6	3	równomierne	lokalny x	-0.37 kN/m	0.00	3.61

Obciążenie śniegiem - prawa połać

$$s_{2I} = 0.55 \text{ kN/m}$$

$$s_{2II} = 0.37 \text{ kN/m}$$

Nr obciążenia	Nr pręta	Typ obciążenia	Kierunek działania	q (P)	a [m]	b [m]
1	4	równomierne	lokalny y	-0.55 kN/m	0.00	3.61
2	5	równomierne	lokalny y	-0.55 kN/m	0.00	3.61
3	6	równomierne	lokalny y	-0.55 kN/m	0.00	0.60
4	4	równomierne	lokalny x	0.37 kN/m	0.00	3.61
5	5	równomierne	lokalny x	0.37 kN/m	0.00	3.61
6	6	równomierne	lokalny x	0.37 kN/m	0.00	0.60

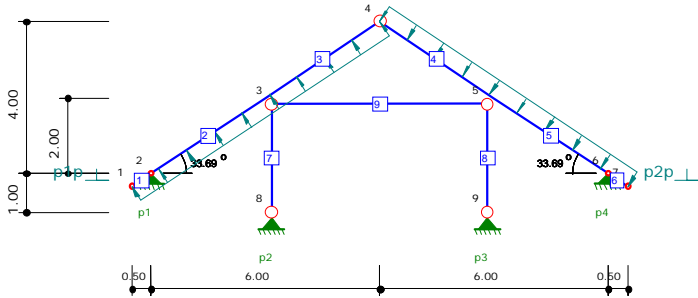
Obciążenie wiatrem z lewej

$$p_{1\perp} = 0.30 \text{ kN/m}$$

$$p_{2\perp} = 0.30 \text{ kN/m}$$

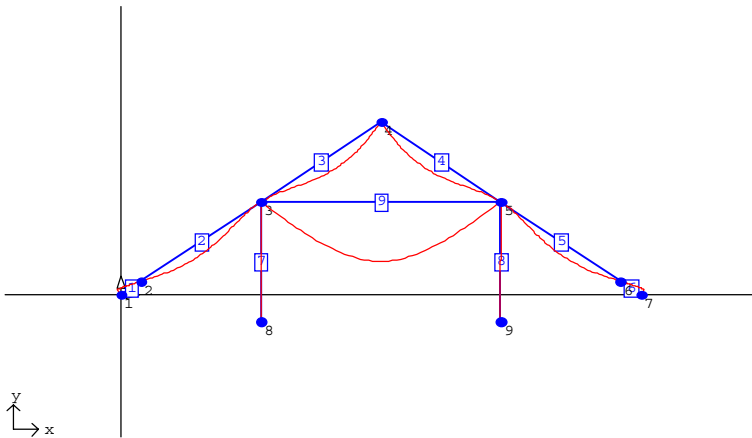
Nr obciążenia	Nr pręta	Typ obciążenia	Kierunek działania	q (P)	a [m]	b [m]
1	1	równomierne	lokalny y	-0.30 kN/m	0.00	0.60
2	2	równomierne	lokalny y	-0.30 kN/m	0.00	3.61
3	3	równomierne	lokalny y	-0.30 kN/m	0.00	3.61
4	4	równomierne	lokalny y	0.30 kN/m	0.00	3.61
5	5	równomierne	lokalny y	0.30 kN/m	0.00	3.61
6	6	równomierne	lokalny y	0.30 kN/m	0.00	0.60

Obciążenie wiatrem z prawej

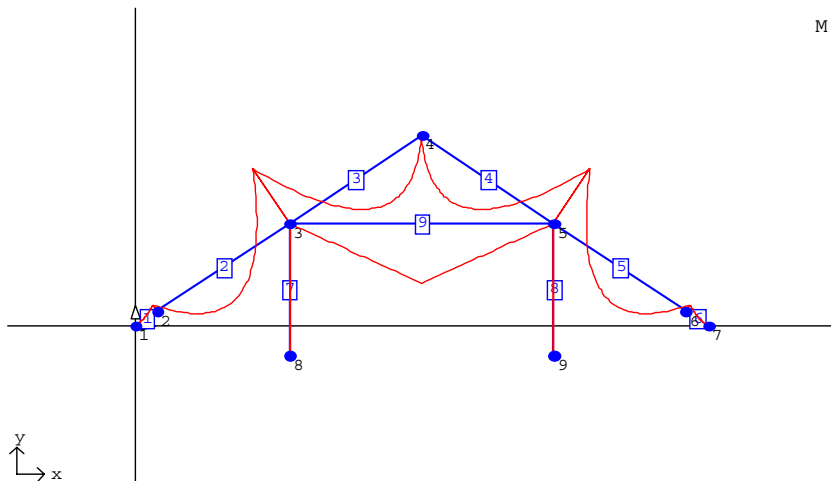
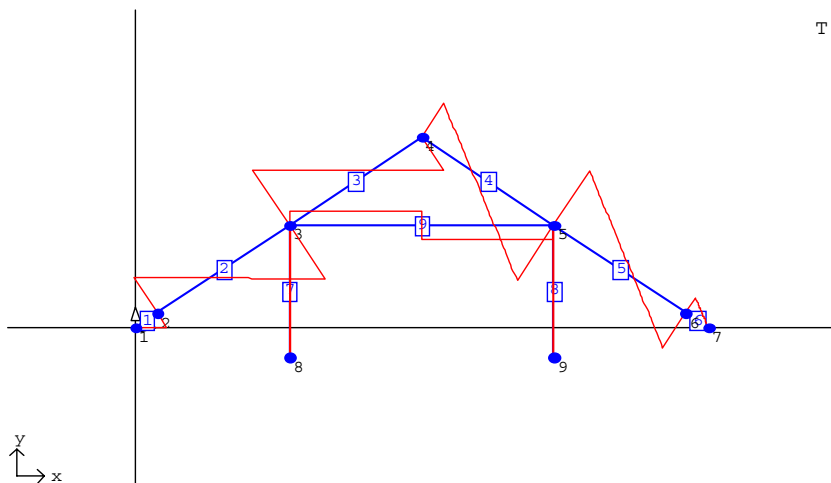


$p_{1p.L} = 0.30 \text{ kN/m}$	$p_{2p.L} = 0.30 \text{ kN/m}$
--------------------------------	--------------------------------

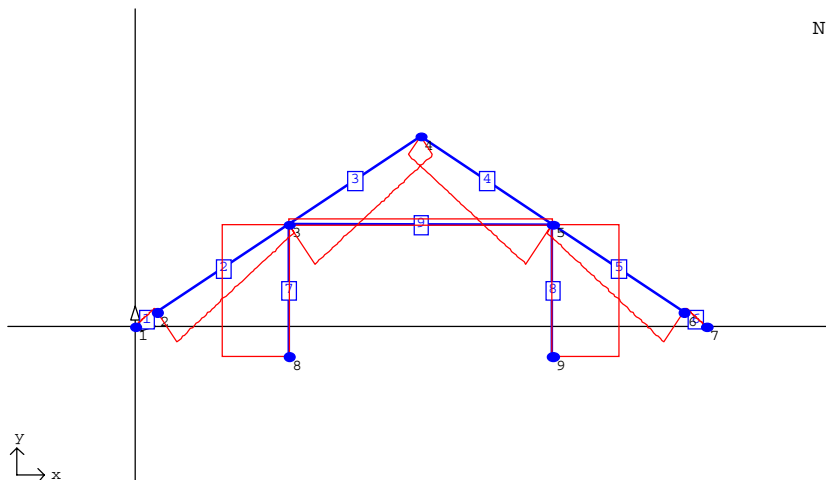
Nr obciążenia	Nr pręta	Typ obciążenia	Kierunek działania	q (P)	a [m]	b [m]
1	1	równomierne	lokalny y	0.30 kN/m	0.00	0.60
2	2	równomierne	lokalny y	0.30 kN/m	0.00	3.61
3	3	równomierne	lokalny y	0.30 kN/m	0.00	3.61
4	4	równomierne	lokalny y	-0.30 kN/m	0.00	3.61
5	5	równomierne	lokalny y	-0.30 kN/m	0.00	3.61
6	6	równomierne	lokalny y	-0.30 kN/m	0.00	0.60

Przemieszczenia Obciążenia stałe**Przemieszczenia Grupa 1**

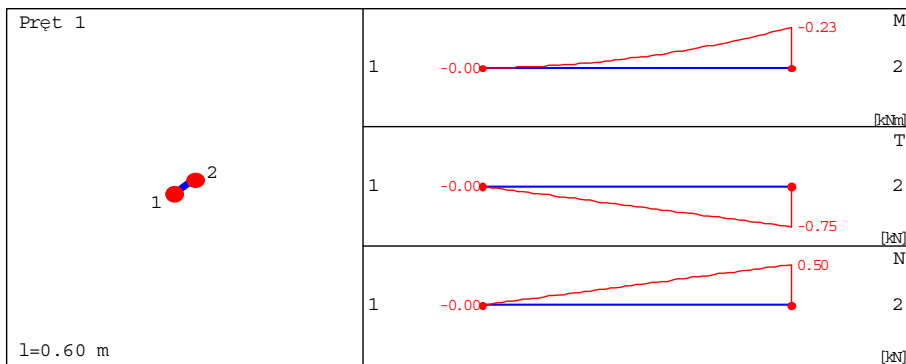
Nr węzła	v_x [mm]	v_y [mm]	φ [rad] * 1000
1	-1.478	2.214	-4.377
2	0.000	0.000	-4.587
3	-0.017	-0.147	-0.365
4	0.000	-0.433	0.000
5	0.017	-0.147	0.365
6	0.000	0.000	4.587
7	1.478	2.214	4.377
8	0.000	0.000	0.000
9	0.000	0.000	0.000

Sily wewnętrzne (M) - Obciążenia stałe**Sily wewnętrzne (T) - Obciążenia stałe**

Sily wewnętrzne (N) - Obciążenia stałe

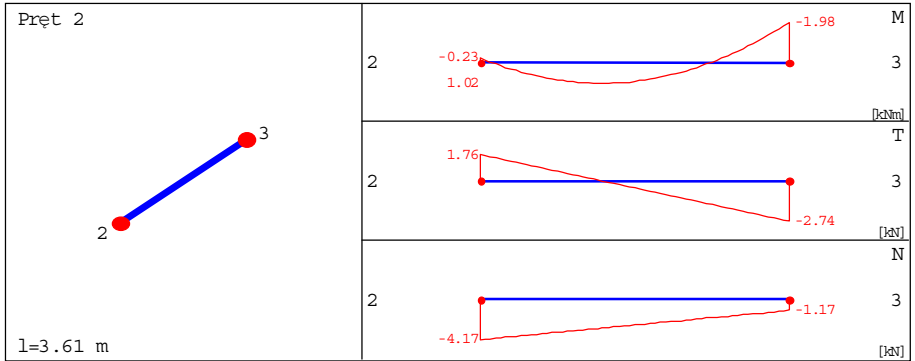


Sily wewnętrzne (Pręt 1) - Obciążenia stałe



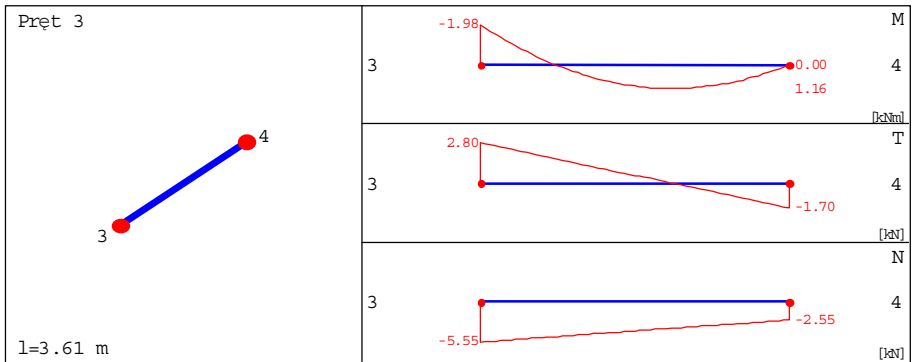
x [m]	M [kNm]	T [kN]	N [kN]
0.00	0.00	0.00	0.00
0.30	-0.06	-0.37	0.25
0.60	-0.23	-0.75	0.50

Sily wewnętrzne (Pręt 2) - Obciążenia stałe

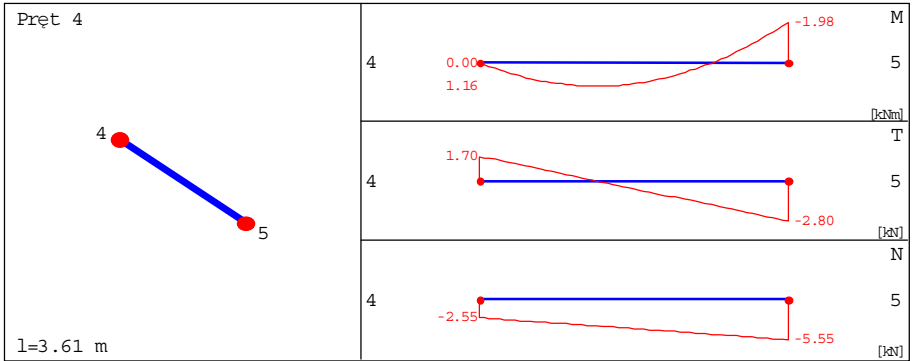


x [m]	M [kNm]	T [kN]	N [kN]
0.00	-0.23	1.76	-4.17
1.80	0.93	-0.49	-2.67
3.61	-1.98	-2.74	-1.17

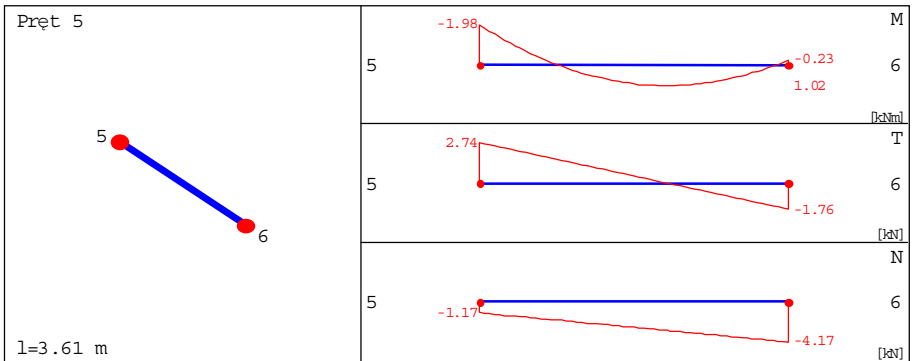
Sily wewnętrzne (Pręt 3) - Obciążenia stałe



x [m]	M [kNm]	T [kN]	N [kN]
0.00	-1.98	2.80	-5.55
1.80	1.04	0.55	-4.05
3.61	0.00	-1.70	-2.55

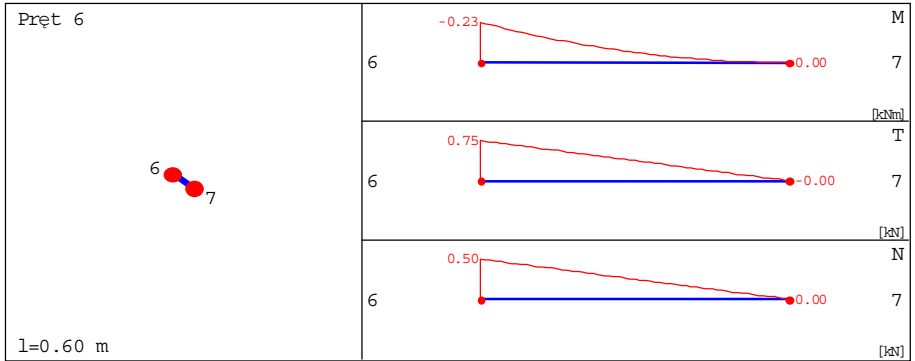
Sily wewnętrzne (Pręt 4) - Obciążenia stałe

x [m]	M [kNm]	T [kN]	N [kN]
0.00	0.00	1.70	-2.55
1.80	1.04	-0.55	-4.05
3.61	-1.98	-2.80	-5.55

Sily wewnętrzne (Pręt 5) - Obciążenia stałe

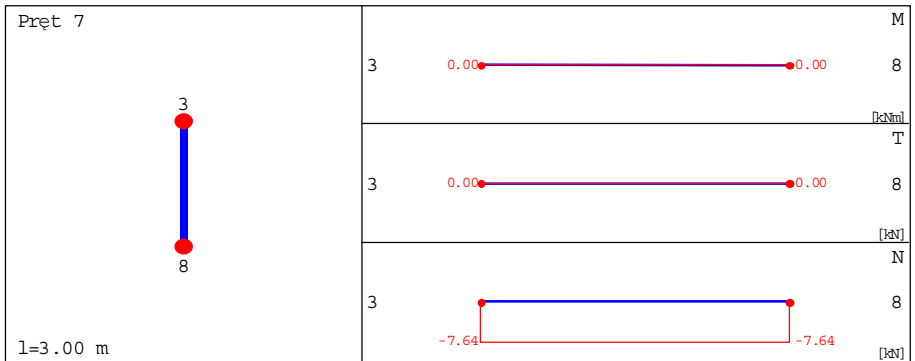
x [m]	M [kNm]	T [kN]	N [kN]
0.00	-1.98	2.74	-1.17
1.80	0.93	0.49	-2.67
3.61	-0.23	-1.76	-4.17

Sily wewnętrzne (Pręt 6) - Obciążenia stałe



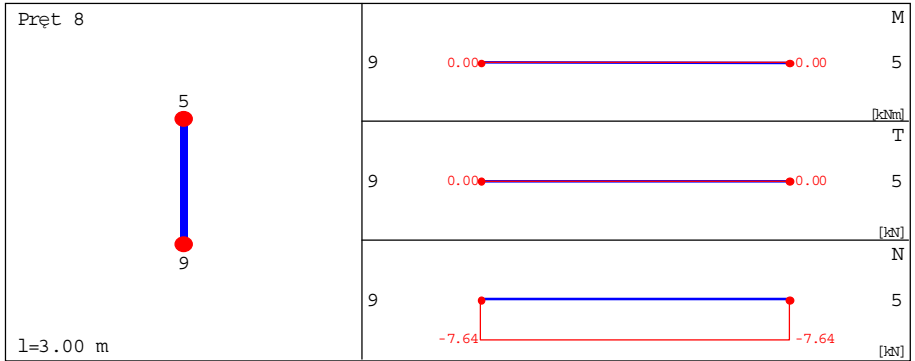
x [m]	M [kNm]	T [kN]	N [kN]
0.00	-0.23	0.75	0.50
0.30	-0.06	0.37	0.25
0.60	0.00	0.00	0.00

Sily wewnętrzne (Pręt 7) - Obciążenia stałe



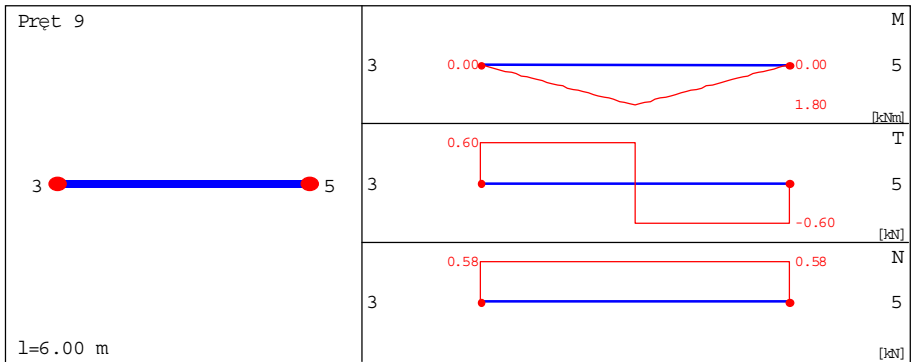
x [m]	M [kNm]	T [kN]	N [kN]
0.00	0.00	0.00	-7.64
1.50	0.00	0.00	-7.64
3.00	0.00	0.00	-7.64

Sily wewnętrzne (Pręt 8) - Obciążenia stałe

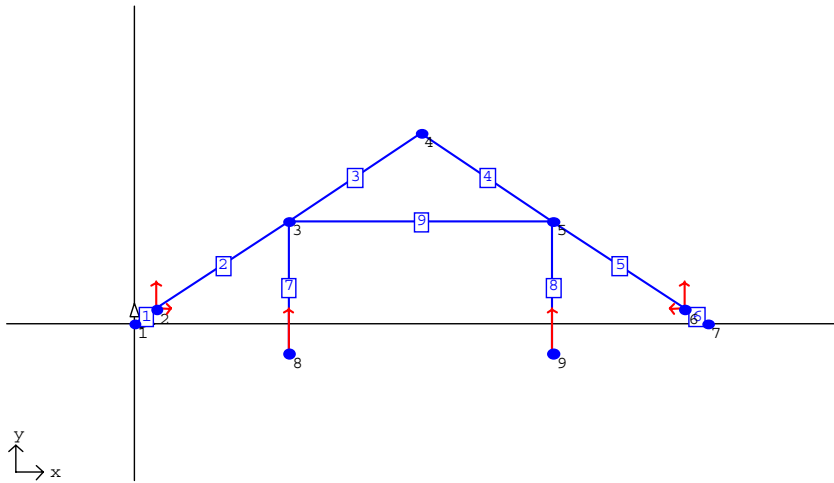


x [m]	M [kNm]	T [kN]	N [kN]
0.00	0.00	0.00	-7.64
1.50	0.00	0.00	-7.64
3.00	0.00	0.00	-7.64

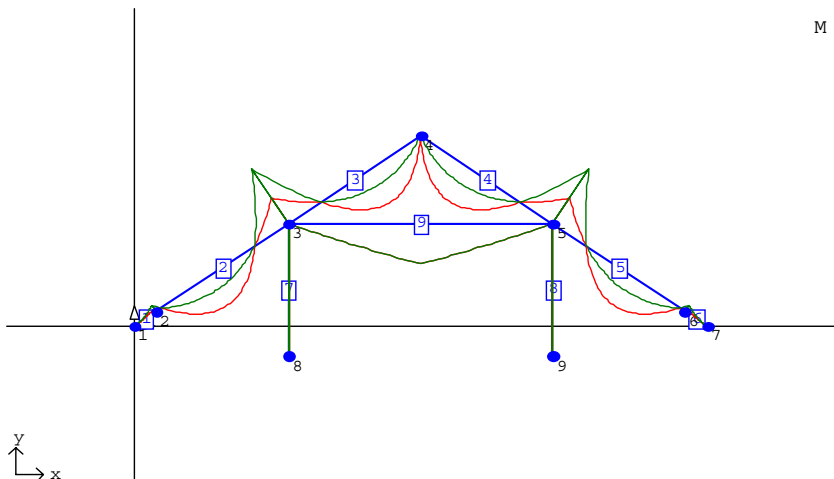
Sily wewnętrzne (Pręt 9) - Obciążenia stałe



x [m]	M [kNm]	T [kN]	N [kN]
0.00	0.00	0.60	0.58
3.00	1.80	0.60	0.58
6.00	0.00	-0.60	0.58

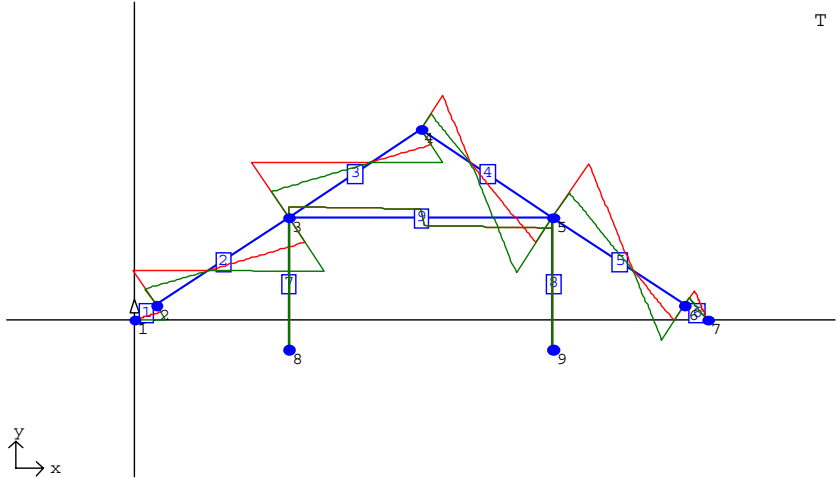
Obciążenia stałe

Nr podpory	Nr węzła podporowego	R_x [kN]	R_y [kN]	M_z [kNm]
1	2	2.49	4.68	0.00
2	8	0.00	7.64	0.00
3	9	0.00	7.64	0.00
4	6	-2.49	4.68	0.00

Obwiednie sił wewnętrznych (M)

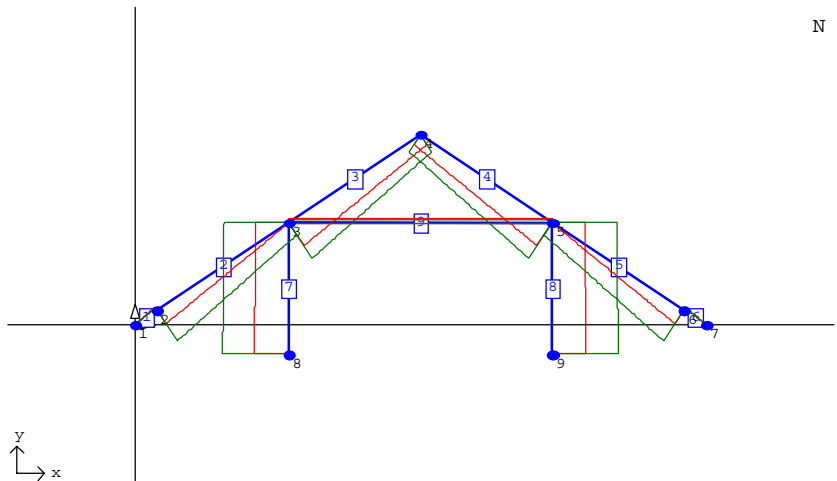
M

Obwiednie sił wewnętrznych (T)

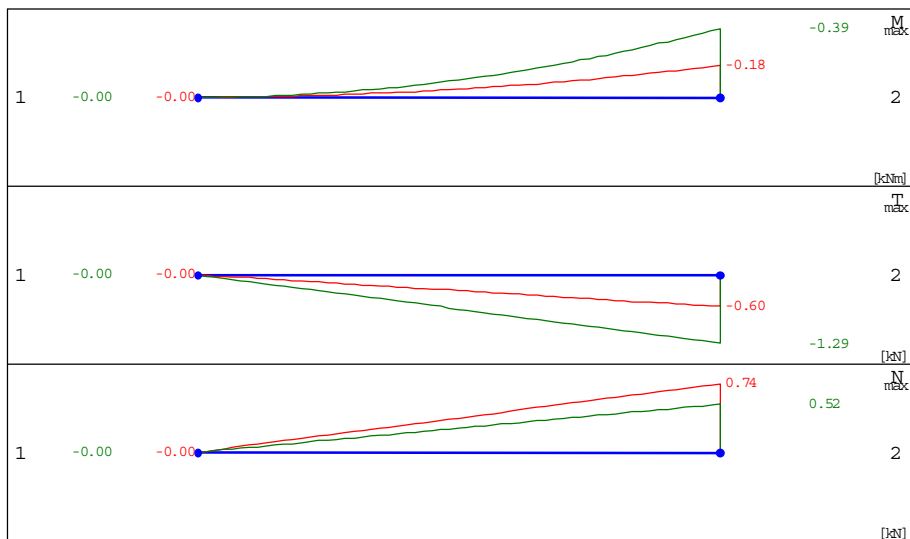


T

Obwiednie sił wewnętrznych (N)



N

Obwiednie sił wewnętrznych - Pręt 1

Nr pkt.	x/l	M _{max} [kNm]	T [kN]	N [kN]	Grupy obciążeń
1	0.00	0.00	0.00	0.00	1
2	0.50	-0.05	-0.30	0.26	1 5
3	1.00	-0.18	-0.60	0.52	1 5
ext M _{max}	0.00	0.00	0.00	0.00	1

Nr pkt.	x/l	M _{min} [kNm]	T [kN]	N [kN]	Grupy obciążeń
1	0.00	0.00	0.00	0.00	1
2	0.50	-0.10	-0.65	0.37	1 2 4
3	1.00	-0.39	-1.29	0.74	1 2 4
ext M _{min}	1.00	-0.39	-1.29	0.74	1

Nr pkt.	x/l	M [kNm]	T _{max} [kN]	N [kN]	Grupy obciążeń
1	0.00	0.00	0.00	0.00	1

650-Wiązary dachowe - drewniane

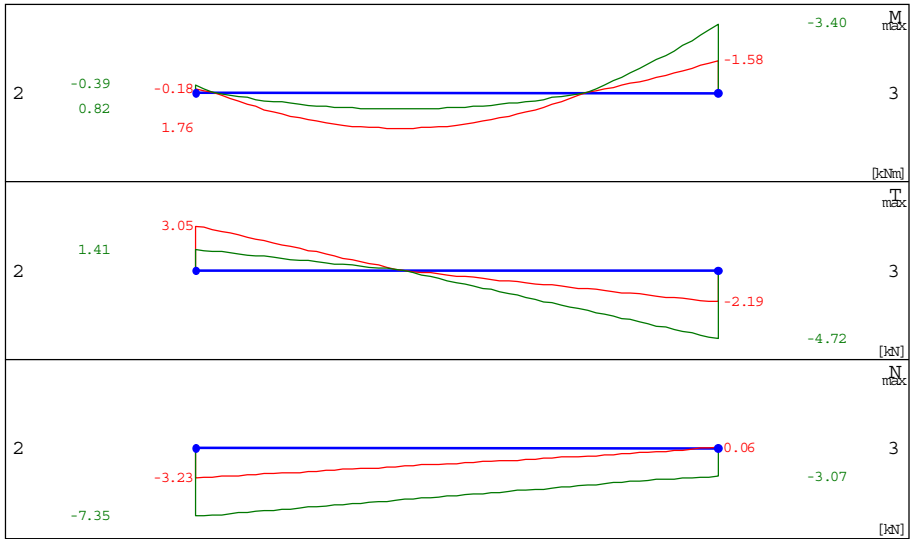
2	0.50	-0.05	-0.30	0.26	1 5
3	1.00	-0.18	-0.60	0.52	1 5
ext T_{\max}	0.00	0.00	0.00	0.00	1

Nr pkt.	x/l	M [kNm]	T_{\min} [kN]	N [kN]	Grupy obciążeń
1	0.00	0.00	0.00	0.00	1
2	0.50	-0.10	-0.65	0.37	1 2 4
3	1.00	-0.39	-1.29	0.74	1 2 4
ext T_{\min}	1.00	-0.39	-1.29	0.74	1

Nr pkt.	x/l	M [kNm]	T [kN]	N_{\max} [kN]	Grupy obciążeń
1	0.00	0.00	0.00	0.00	1
2	0.50	-0.08	-0.56	0.37	1 2
3	1.00	-0.33	-1.11	0.74	1 2
ext N_{\max}	1.00	-0.33	-1.11	0.74	1

Nr pkt.	x/l	M [kNm]	T [kN]	N_{\min} [kN]	Grupy obciążeń
1	0.00	0.00	0.00	0.00	1
2	0.50	-0.06	-0.39	0.26	1
3	1.00	-0.23	-0.78	0.52	1
ext N_{\min}	0.00	0.00	0.00	0.00	1

Obwiednie sił wewnętrznych - Pręt 2



Nr pkt.	x/l	M_{\max} [kNm]	T [kN]	N [kN]	Grupy obciążeń
1	0.00	-0.18	1.41	-5.55	1 5
2	0.50	1.60	-0.84	-2.17	1 2 4
3	1.00	-1.58	-2.19	-2.43	1 5
ext M_{\max}	0.40	1.76	-0.06	-2.61	1 2 4

Nr pkt.	x/l	M_{\min} [kNm]	T [kN]	N [kN]	Grupy obciążeń
1	0.00	-0.39	3.05	-4.39	1 2 4
2	0.50	0.74	-0.39	-4.63	1 3 5
3	1.00	-3.40	-4.72	-0.58	1 2 3 4
ext M_{\min}	1.00	-3.40	-4.72	-0.58	1 2 4

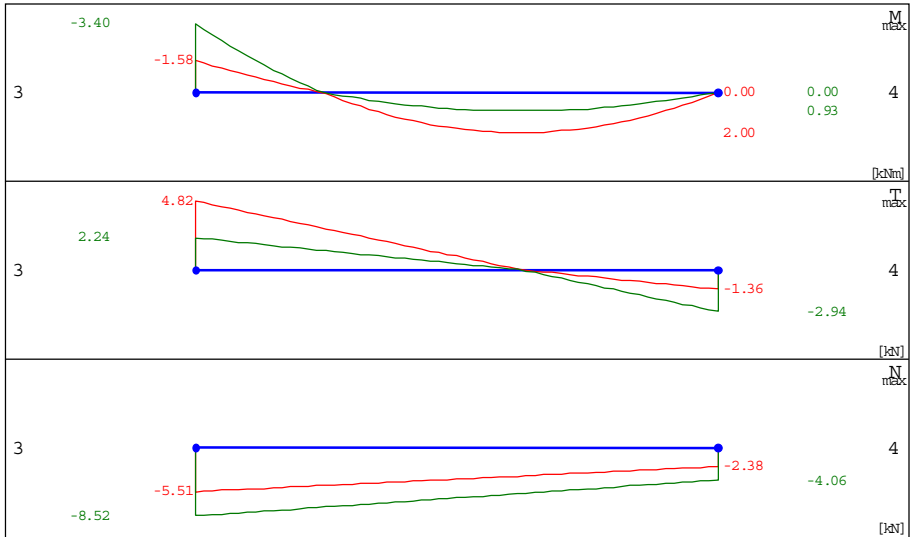
Nr pkt.	x/l	M [kNm]	T_{max} [kN]	N [kN]	Grupy obciążeń
1	0.00	-0.39	3.05	-4.39	1 2 4
2	0.50	0.74	-0.39	-3.99	1 5
3	1.00	-1.58	-2.19	-2.43	1 5
ext T_{max}	0.00	-0.39	3.05	-4.39	1 2 4

Nr pkt.	x/l	M [kNm]	T_{min} [kN]	N [kN]	Grupy obciążeń
1	0.00	-0.18	1.41	-6.19	1 3 5
2	0.50	1.60	-0.84	-2.81	1 2 3 4
3	1.00	-3.40	-4.72	-0.58	1 2 3 4
ext T_{min}	1.00	-3.40	-4.72	-0.58	1 2 4

Nr pkt.	x/l	M [kNm]	T [kN]	N_{max} [kN]	Grupy obciążeń
1	0.00	-0.29	2.26	-3.23	1 4
2	0.50	1.19	-0.62	-1.67	1 4
3	1.00	-3.40	-4.72	0.06	1 2 4
ext N_{max}	1.00	-3.40	-4.72	0.06	1 2 4

Nr pkt.	x/l	M [kNm]	T [kN]	N_{min} [kN]	Grupy obciążeń
1	0.00	-0.28	2.19	-7.35	1 2 3 5
2	0.50	1.15	-0.60	-5.13	1 2 3 5
3	1.00	-1.59	-2.19	-3.07	1 3 5
ext N_{min}	0.00	-0.28	2.19	-7.35	1 2 4

Obwiednie sił wewnętrznych - Pręt 3



Nr pkt.	x/l	M _{max} [kNm]	T [kN]	N [kN]	Grupy obciążeń
1	0.00	-1.58	2.24	-6.05	1 5
2	0.50	1.80	0.94	-4.92	1 2 4
3	1.00	0.00	-2.94	-2.70	1
ext M _{max}	0.62	2.00	0.04	-4.41	1 2 4

Nr pkt.	x/l	M _{min} [kNm]	T [kN]	N [kN]	Grupy obciążeń
1	0.00	-3.40	4.82	-7.97	1 2 3 4
2	0.50	0.83	0.44	-5.31	1 3 5
3	1.00	0.00	-1.36	-3.75	1
ext M _{min}	0.00	-3.40	4.82	-7.97	1 2 4

650-Wiązary dachowe - drewniane

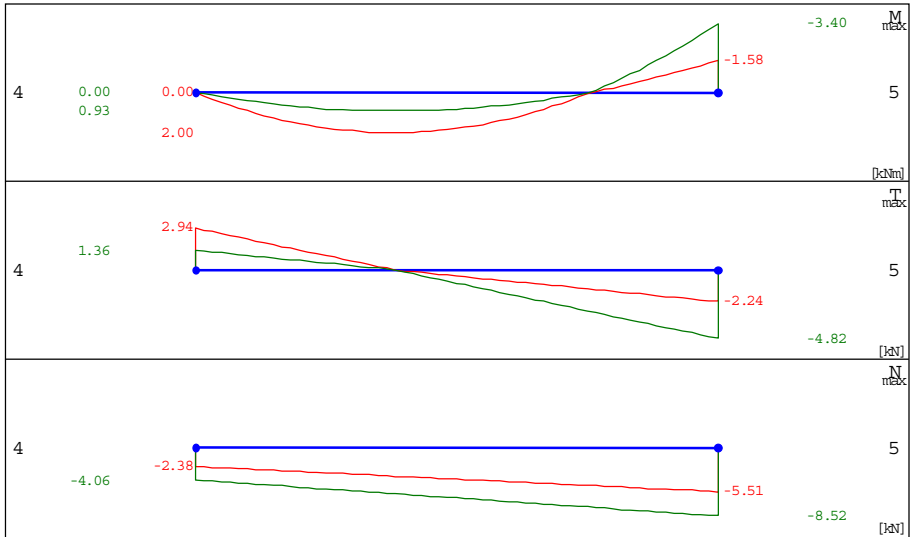
Nr pkt.	x/l	M [kNm]	T _{max} [kN]	N [kN]	Grupy obciążeń
1	0.00	-3.40	4.82	-7.97	1 2 3 4
2	0.50	1.80	0.94	-5.74	1 2 3 4
3	1.00	0.00	-1.36	-3.75	1 3 5
ext T _{max}	0.00	-3.40	4.82	-7.97	1 2 4

Nr pkt.	x/l	M [kNm]	T _{min} [kN]	N [kN]	Grupy obciążeń
1	0.00	-1.58	2.24	-6.05	1 5
2	0.50	0.83	0.44	-4.49	1 5
3	1.00	0.00	-2.94	-2.70	1 2 4
ext T _{min}	1.00	0.00	-2.94	-2.70	1 2 4

Nr pkt.	x/l	M [kNm]	T [kN]	N _{max} [kN]	Grupy obciążeń
1	0.00	-2.53	3.58	-5.51	1 4
2	0.50	1.33	0.70	-3.94	1 4
3	1.00	0.00	-2.18	-2.38	1 4
ext N _{max}	1.00	0.00	-2.18	-2.38	1 2 4

Nr pkt.	x/l	M [kNm]	T [kN]	N _{min} [kN]	Grupy obciążeń
1	0.00	-2.46	3.48	-8.52	1 2 3 5
2	0.50	1.29	0.68	-6.29	1 2 3 5
3	1.00	0.00	-2.12	-4.06	1 2 3 5
ext N _{min}	0.00	-2.46	3.48	-8.52	1 2 4

Obwiednie sił wewnętrznych - Pręt 4



Nr pkt.	x/l	M _{max} [kNm]	T [kN]	N [kN]	Grupy obciążeń
1	0.00	0.00	2.94	-2.70	1
2	0.50	1.80	-0.94	-4.92	1 3 5
3	1.00	-1.58	-2.24	-6.05	1 4
ext M _{max}	0.38	2.00	-0.04	-4.41	1 3 5

Nr pkt.	x/l	M _{min} [kNm]	T [kN]	N [kN]	Grupy obciążeń
1	0.00	0.00	1.36	-3.75	1
2	0.50	0.83	-0.44	-5.31	1 2 4
3	1.00	-3.40	-4.82	-7.97	1 2 3 5
ext M _{min}	1.00	-3.40	-4.82	-7.97	1 3 5

650-Wiązary dachowe - drewniane

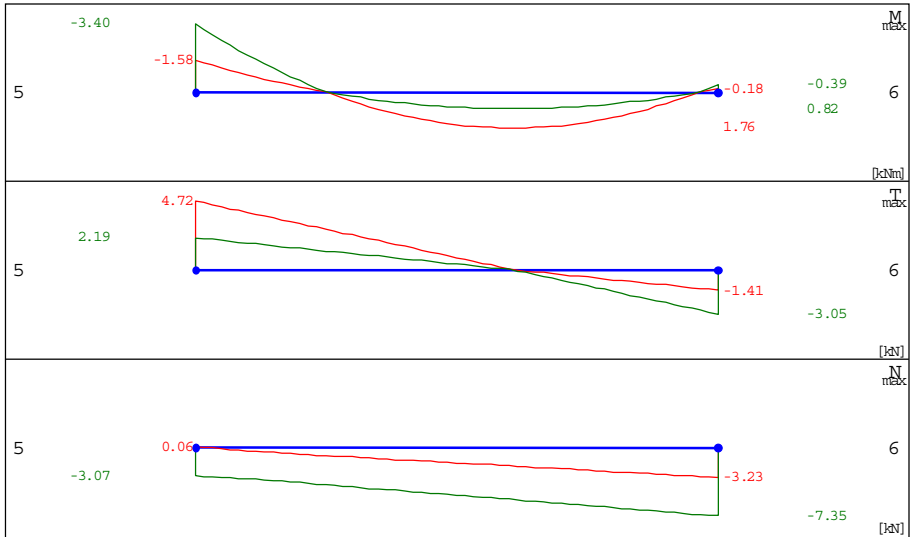
Nr pkt.	x/l	M [kNm]	T _{max} [kN]	N [kN]	Grupy obciążeń
1	0.00	0.00	2.94	-2.70	1 3 5
2	0.50	0.83	-0.44	-4.49	1 4
3	1.00	-1.58	-2.24	-6.05	1 4
ext T _{max}	0.00	0.00	2.94	-2.70	1 3 5

Nr pkt.	x/l	M [kNm]	T _{min} [kN]	N [kN]	Grupy obciążeń
1	0.00	0.00	1.36	-3.75	1 2 4
2	0.50	1.80	-0.94	-5.74	1 2 3 5
3	1.00	-3.40	-4.82	-7.97	1 2 3 5
ext T _{min}	1.00	-3.40	-4.82	-7.97	1 3 5

Nr pkt.	x/l	M [kNm]	T [kN]	N _{max} [kN]	Grupy obciążeń
1	0.00	0.00	2.18	-2.38	1 5
2	0.50	1.33	-0.70	-3.94	1 5
3	1.00	-2.53	-3.58	-5.51	1 5
ext N _{max}	0.00	0.00	2.18	-2.38	1 3 5

Nr pkt.	x/l	M [kNm]	T [kN]	N _{min} [kN]	Grupy obciążeń
1	0.00	0.00	2.12	-4.06	1 2 3 4
2	0.50	1.29	-0.68	-6.29	1 2 3 4
3	1.00	-2.46	-3.48	-8.52	1 2 3 4
ext N _{min}	1.00	-2.46	-3.48	-8.52	1 3 5

Obwiednie sił wewnętrznych - Pręt 5



Nr pkt.	x/l	M _{max} [kNm]	T [kN]	N [kN]	Grupy obciążeń
1	0.00	-1.58	2.19	-2.43	1 4
2	0.50	1.60	0.84	-2.17	1 3 5
3	1.00	-0.18	-1.41	-5.55	1 4
ext M _{max}	0.60	1.76	0.06	-2.61	1 3 5

Nr pkt.	x/l	M _{min} [kNm]	T [kN]	N [kN]	Grupy obciążeń
1	0.00	-3.40	4.72	-0.58	1 2 3 5
2	0.50	0.74	0.39	-4.63	1 2 4
3	1.00	-0.39	-3.05	-4.39	1 3 5
ext M _{min}	0.00	-3.40	4.72	-0.58	1 3 5

650-Wiązary dachowe - drewniane

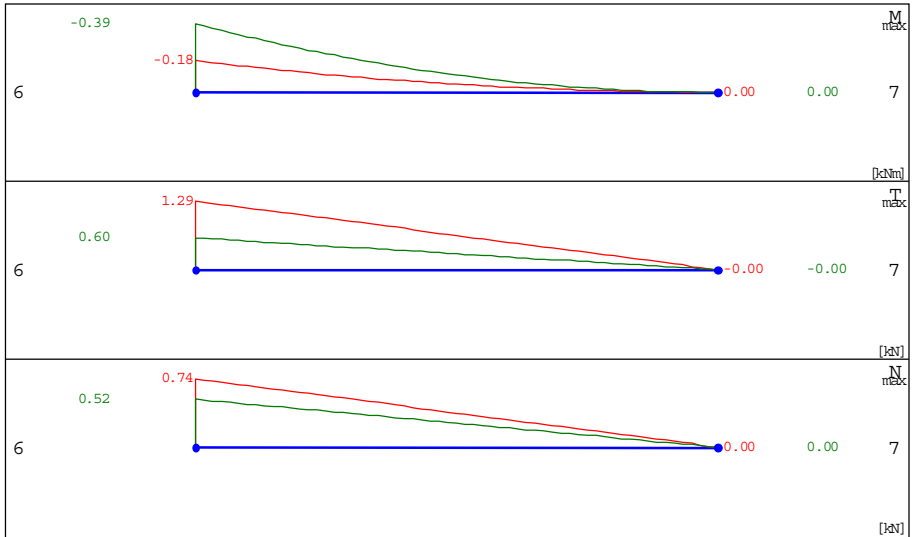
Nr pkt.	x/l	M [kNm]	T _{max} [kN]	N [kN]	Grupy obciążeń
1	0.00	-3.40	4.72	-0.58	1 2 3 5
2	0.50	1.60	0.84	-2.81	1 2 3 5
3	1.00	-0.18	-1.41	-6.19	1 2 4
ext T _{max}	0.00	-3.40	4.72	-0.58	1 3 5

Nr pkt.	x/l	M [kNm]	T _{min} [kN]	N [kN]	Grupy obciążeń
1	0.00	-1.58	2.19	-2.43	1 4
2	0.50	0.74	0.39	-3.99	1 4
3	1.00	-0.39	-3.05	-4.39	1 3 5
ext T _{min}	1.00	-0.39	-3.05	-4.39	1 3 5

Nr pkt.	x/l	M [kNm]	T [kN]	N _{max} [kN]	Grupy obciążeń
1	0.00	-3.40	4.72	0.06	1 3 5
2	0.50	1.19	0.62	-1.67	1 5
3	1.00	-0.29	-2.26	-3.23	1 5
ext N _{max}	0.00	-3.40	4.72	0.06	1 3 5

Nr pkt.	x/l	M [kNm]	T [kN]	N _{min} [kN]	Grupy obciążeń
1	0.00	-1.59	2.19	-3.07	1 2 4
2	0.50	1.15	0.60	-5.13	1 2 3 4
3	1.00	-0.28	-2.19	-7.35	1 2 3 4
ext N _{min}	1.00	-0.28	-2.19	-7.35	1 3 5

Obwiednie sił wewnętrznych - Pręt 6



Nr pkt.	x/l	M _{max} [kNm]	T [kN]	N [kN]	Grupy obciążeń
1	0.00	-0.18	0.60	0.52	1 4
2	0.50	-0.05	0.30	0.26	1 4
3	1.00	0.00	0.00	0.00	1
ext M _{max}	1.00	0.00	0.00	0.00	1

Nr pkt.	x/l	M _{min} [kNm]	T [kN]	N [kN]	Grupy obciążeń
1	0.00	-0.39	1.29	0.74	1 3 5
2	0.50	-0.10	0.65	0.37	1 3 5
3	1.00	0.00	0.00	0.00	1
ext M _{min}	0.00	-0.39	1.29	0.74	1

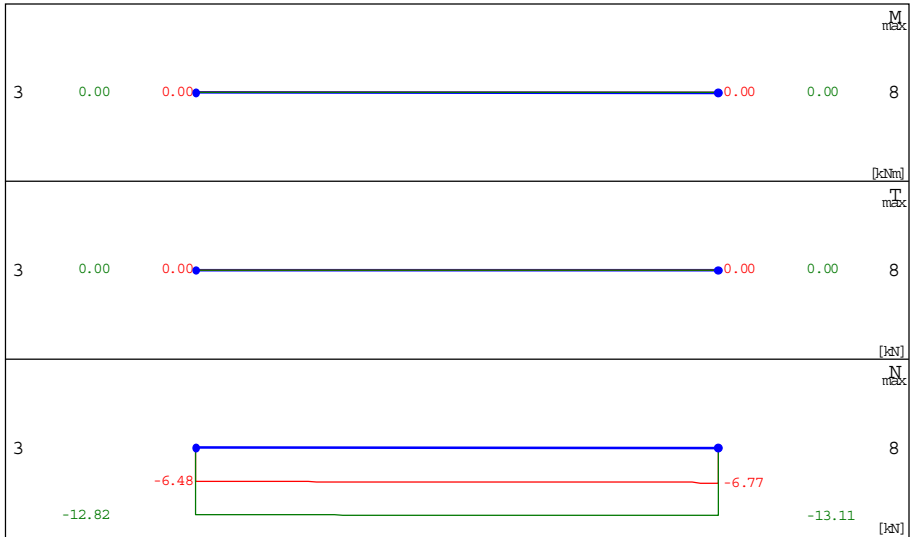
650-Wiązary dachowe - drewniane

Nr pkt.	x/l	M [kNm]	T _{max} [kN]	N [kN]	Grupy obciążeń
1	0.00	-0.39	1.29	0.74	1 3 5
2	0.50	-0.10	0.65	0.37	1 3 5
3	1.00	0.00	0.00	0.00	1
ext T _{max}	0.00	-0.39	1.29	0.74	1

Nr pkt.	x/l	M [kNm]	T _{min} [kN]	N [kN]	Grupy obciążeń
1	0.00	-0.18	0.60	0.52	1 4
2	0.50	-0.05	0.30	0.26	1 4
3	1.00	0.00	0.00	0.00	1
ext T _{min}	1.00	0.00	0.00	0.00	1

Nr pkt.	x/l	M [kNm]	T [kN]	N _{max} [kN]	Grupy obciążeń
1	0.00	-0.33	1.11	0.74	1 3
2	0.50	-0.08	0.56	0.37	1 3
3	1.00	0.00	0.00	0.00	1
ext N _{max}	0.00	-0.33	1.11	0.74	1

Nr pkt.	x/l	M [kNm]	T [kN]	N _{min} [kN]	Grupy obciążeń
1	0.00	-0.23	0.78	0.52	1
2	0.50	-0.06	0.39	0.26	1
3	1.00	0.00	0.00	0.00	1
ext N _{min}	1.00	0.00	0.00	0.00	1

Obwiednie sił wewnętrznych - Pręt 7

Nr pkt.	x/l	M _{max} [kNm]	T [kN]	N [kN]	Grupy obciążeń
1	0.00	0.00	0.00	-8.08	1
2	0.50	0.00	0.00	-8.22	1
3	1.00	0.00	0.00	-8.36	1
ext M _{max}	0.00	0.00	0.00	-8.08	1

Nr pkt.	x/l	M _{min} [kNm]	T [kN]	N [kN]	Grupy obciążeń
1	0.00	0.00	0.00	-8.08	1
2	0.50	0.00	0.00	-8.22	1
3	1.00	0.00	0.00	-8.36	1
ext M _{min}	0.00	0.00	0.00	-8.08	1

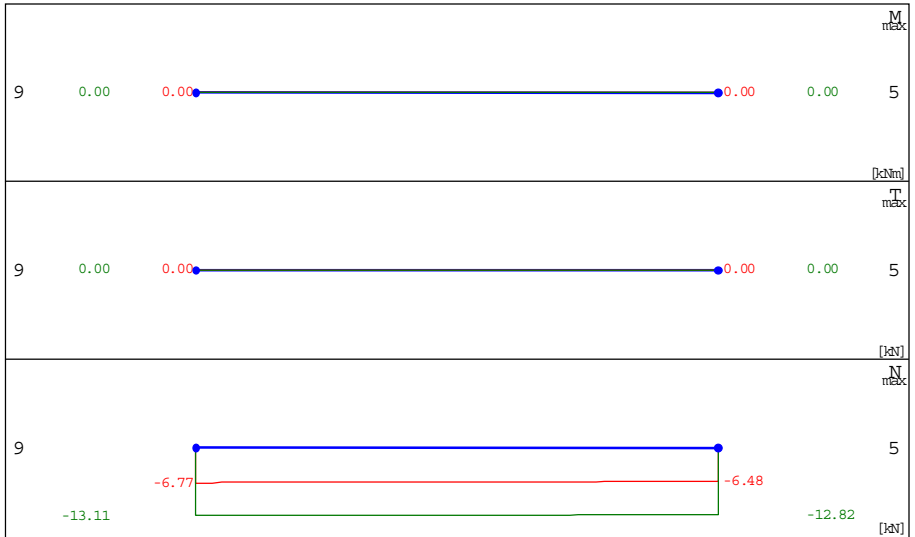
650-Wiązary dachowe - drewniane

Nr pkt.	x/l	M [kNm]	T _{max} [kN]	N [kN]	Grupy obciążeń
1	0.00	0.00	0.00	-8.08	1
2	0.50	0.00	0.00	-8.22	1
3	1.00	0.00	0.00	-8.36	1
ext T _{max}	0.00	0.00	0.00	-8.08	1

Nr pkt.	x/l	M [kNm]	T _{min} [kN]	N [kN]	Grupy obciążeń
1	0.00	0.00	0.00	-8.08	1
2	0.50	0.00	0.00	-8.22	1
3	1.00	0.00	0.00	-8.36	1
ext T _{min}	0.00	0.00	0.00	-8.08	1

Nr pkt.	x/l	M [kNm]	T [kN]	N _{max} [kN]	Grupy obciążeń
1	0.00	0.00	0.00	-6.48	1 5
2	0.50	0.00	0.00	-6.62	1 5
3	1.00	0.00	0.00	-6.77	1 5
ext N _{max}	0.00	0.00	0.00	-6.48	1

Nr pkt.	x/l	M [kNm]	T [kN]	N _{min} [kN]	Grupy obciążeń
1	0.00	0.00	0.00	-12.82	1 2 3 4
2	0.50	0.00	0.00	-12.97	1 2 3 4
3	1.00	0.00	0.00	-13.11	1 2 3 4
ext N _{min}	1.00	0.00	0.00	-13.11	1

Obwiednie sił wewnętrznych - Pręt 8

Nr pkt.	x/l	M _{max} [kNm]	T [kN]	N [kN]	Grupy obciążeń
1	0.00	0.00	0.00	-8.36	1
2	0.50	0.00	0.00	-8.22	1
3	1.00	0.00	0.00	-8.08	1
ext M _{max}	0.00	0.00	0.00	-8.36	1

Nr pkt.	x/l	M _{min} [kNm]	T [kN]	N [kN]	Grupy obciążeń
1	0.00	0.00	0.00	-8.36	1
2	0.50	0.00	0.00	-8.22	1
3	1.00	0.00	0.00	-8.08	1
ext M _{min}	0.00	0.00	0.00	-8.36	1

650-Wiązary dachowe - drewniane

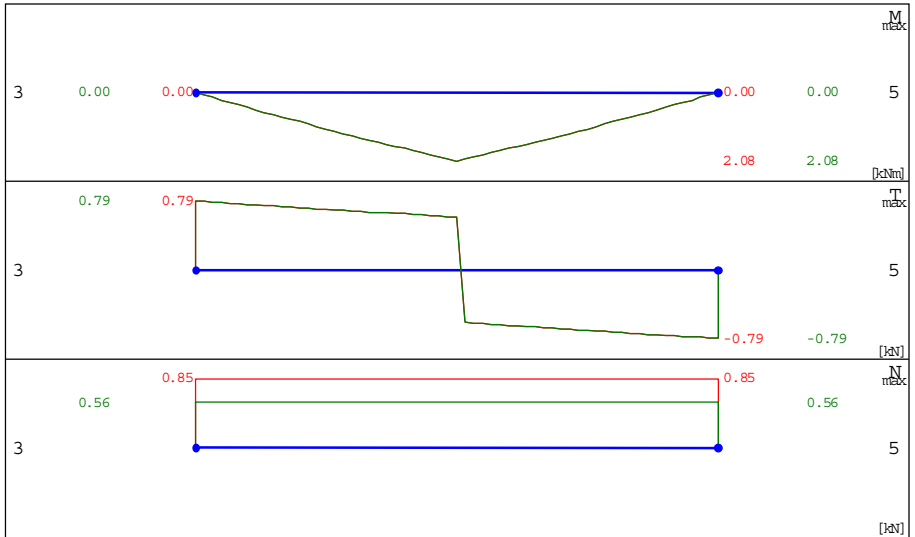
Nr pkt.	x/l	M [kNm]	T _{max} [kN]	N [kN]	Grupy obciążeń
1	0.00	0.00	0.00	-8.36	1
2	0.50	0.00	0.00	-8.22	1
3	1.00	0.00	0.00	-8.08	1
ext T _{max}	0.00	0.00	0.00	-8.36	1

Nr pkt.	x/l	M [kNm]	T _{min} [kN]	N [kN]	Grupy obciążeń
1	0.00	0.00	0.00	-8.36	1
2	0.50	0.00	0.00	-8.22	1
3	1.00	0.00	0.00	-8.08	1
ext T _{min}	0.00	0.00	0.00	-8.36	1

Nr pkt.	x/l	M [kNm]	T [kN]	N _{max} [kN]	Grupy obciążeń
1	0.00	0.00	0.00	-6.77	1 4
2	0.50	0.00	0.00	-6.62	1 4
3	1.00	0.00	0.00	-6.48	1 4
ext N _{max}	1.00	0.00	0.00	-6.48	1

Nr pkt.	x/l	M [kNm]	T [kN]	N _{min} [kN]	Grupy obciążeń
1	0.00	0.00	0.00	-13.11	1 2 3 5
2	0.50	0.00	0.00	-12.97	1 2 3 5
3	1.00	0.00	0.00	-12.82	1 2 3 5
ext N _{min}	0.00	0.00	0.00	-13.11	1

Obwiednie sił wewnętrznych - Pręt 9



Nr pkt.	x/l	M _{max} [kNm]	T [kN]	N [kN]	Grupy obciążeń
1	0.00	0.00	0.79	0.56	1
2	0.50	2.08	0.60	0.56	1
3	1.00	0.00	-0.79	0.56	1
ext M _{max}	0.50	2.08	0.60	0.56	1

Nr pkt.	x/l	M _{min} [kNm]	T [kN]	N [kN]	Grupy obciążeń
1	0.00	0.00	0.79	0.56	1
2	0.50	2.08	0.60	0.56	1
3	1.00	0.00	-0.79	0.56	1
ext M _{min}	0.00	0.00	0.79	0.56	1

650-Wiązary dachowe - drewniane

Nr pkt.	x/l	M [kNm]	T _{max} [kN]	N [kN]	Grupy obciążeń
1	0.00	0.00	0.79	0.56	1
2	0.50	2.08	0.60	0.56	1
3	1.00	0.00	-0.79	0.56	1
ext T _{max}	0.00	0.00	0.79	0.56	1

Nr pkt.	x/l	M [kNm]	T _{min} [kN]	N [kN]	Grupy obciążeń
1	0.00	0.00	0.79	0.56	1
2	0.50	2.08	0.60	0.56	1
3	1.00	0.00	-0.79	0.56	1
ext T _{min}	1.00	0.00	-0.79	0.56	1

Nr pkt.	x/l	M [kNm]	T [kN]	N _{max} [kN]	Grupy obciążeń
1	0.00	0.00	0.79	0.85	1 2 3
2	0.50	2.08	0.60	0.85	1 2 3
3	1.00	0.00	-0.79	0.85	1 2 3
ext N _{max}	0.00	0.00	0.79	0.85	1

Nr pkt.	x/l	M [kNm]	T [kN]	N _{min} [kN]	Grupy obciążeń
1	0.00	0.00	0.79	0.56	1
2	0.50	2.08	0.60	0.56	1
3	1.00	0.00	-0.79	0.56	1
ext N _{min}	0.00	0.00	0.79	0.56	1

Parametry wymiarowania:**Klasa użytkowania konstrukcji - 1**

Nr pręta	Typ pręta	Klasa drewna	μ_{xy}	μ_{yz}	w_z	w_s	w_r	w_t
1	krokiew	C22	2.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	krokiew	C22	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00
3	krokiew	C22	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00
4	krokiew	C22	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00
5	krokiew	C22	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00
6	krokiew	C22	2.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00
7	stup	C22	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
8	stup	C22	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
9	kleszcze	C22	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00

μ_{xy} - Współczynnik wybożenia w płaszczyźnie układu xy

μ_{yz} - Współczynnik wybożenia z płaszczyzny układu yz

w_z - Współczynnik osłabienia przekroju na zginanie

w_s - Współczynnik osłabienia przekroju na ściskanie

w_r - Współczynnik osłabienia przekroju na rozciąganie

w_t - Współczynnik osłabienia przekroju na ścinanie

Klasy wytrzymałości - wartości charakterystycznych:

Klasa	$f_{m,k}$	$f_{t,0,k}$	$f_{t,90,k}$	$f_{c,0,k}$	$f_{c,90,k}$	$f_{v,k}$	$E_{0,mean}$	$E_{0,05}$	$E_{90,mean}$	G_{mean}	ρ_k	ρ_{mean}
	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	kg/m ³	kg/m ³
C22	22	13	0.3	20	5.1	2.4	10000	6700	330	630	340	410

$f_{m,k}$ - Wytrzymałość na zginanie

$f_{t,0,k}$ - Wytrzymałość na rozciąganie wzdłuż włókien

$f_{t,90,k}$ - Wytrzymałość na rozciąganie w poprzek włókien

$f_{c,0,k}$ - Wytrzymałość na ściskanie wzdłuż włókien

$f_{c,90,k}$ - Wytrzymałość na ściskanie w poprzek włókien

$f_{v,k}$ - Wytrzymałość na ścinanie

$E_{0,mean}$ - Średni moduł sprężystości wzdłuż włókien

$E_{0,05}$ - 5% kwantyl modułu sprężystości wzdłuż włókien

$E_{90,mean}$ - Średni moduł sprężystości w poprzek włókien

G_{mean} - Średni moduł odkształcenia postaciowego

ρ_k - Gęstość charakterystyczna

ρ_{mean} - Gęstość średnia

Pręt 1 - Krokiew

$N = 0.74 \text{ kN}$

$M = -0.39 \text{ kNm}$

WYNIKI ROZCIĄGANIA ZE ZGINANIEM:

$$\frac{\sigma^2}{f_{td}} + \frac{\sigma^1}{f_{md}} = \frac{0.07}{9.69} + \frac{1.45}{16.62} = 0.01 + 0.09 = 0.09 \leq 1$$

Naprężenia OK:

SPRAWDZENIE STATECZNOŚCI:

$$\frac{\sigma^1}{k_{\text{crit}} * f_{md}} = \frac{1.45}{1.00 * 16.62} = 0.09 \leq 1$$

Naprężenia OK:

$N = 0.74 \text{ kN}$

$M = -0.33 \text{ kNm}$

WYNIKI ROZCIĄGANIA ZE ZGINANIEM:

$$\frac{\sigma^2}{f_{td}} + \frac{\sigma^1}{f_{md}} = \frac{0.07}{9.69} + \frac{1.24}{16.62} = 0.01 + 0.07 = 0.08 \leq 1$$

Naprężenia OK:

SPRAWDZENIE STATECZNOŚCI:

$$\frac{\sigma^1}{k_{\text{crit}} * f_{md}} = \frac{1.24}{1.00 * 16.62} = 0.07 \leq 1$$

Naprężenia OK:

$V = -1.29 \text{ kN}$

WYNIKI ŚCINANIA:

$$\frac{\tau}{f_{vd}} = \frac{0.19}{1.73} = 0.11 \leq 1$$

Naprężenia OK:

PRZEMIESZCZENIE

$$u_{fin} = 0.74 \text{ cm} > L/100 = 0.60 \text{ cm}$$

Przemieszczenie przekroczone !!!

Pret 2 - Krokiew

N = -0.58 kN

M = -3.40 kNm

WYNIKI ŚCISKANIA ZE ZGINANIEM:

$$\frac{\sigma^2}{k_{cz} * f_{cd}} + \frac{\sigma^1}{f_{md}} = \frac{0.06}{0.48 * 14.54} + \frac{12.66}{16.62} = 0.01 + 0.76 = 0.77 \leq 1$$

Napężenia OK:

$$\frac{\sigma^2}{k_{cy} * f_{cd}} + k_m * \frac{\sigma^1}{f_{md}} = \frac{0.06}{1.00 * 14.54} + 0.7 * \frac{12.66}{16.62} = 0.00 + 0.53 = 0.54 \leq 1$$

Napężenia OK:

N = 0.06 kN

M = -3.40 kNm

WYNIKI ROZCIĄGANIA ZE ZGINANIEM:

$$\frac{\sigma^2}{f_{td}} + \frac{\sigma^1}{f_{md}} = \frac{0.01}{9.69} + \frac{12.65}{16.62} = 0.00 + 0.76 = 0.76 \leq 1$$

Napężenia OK:

SPRAWDZENIE STATECZNOŚCI:

$$\frac{\sigma^1}{k_{crit} * f_{md}} = \frac{12.65}{1.00 * 16.62} = 0.76 \leq 1$$

Napężenia OK:

N = -7.35 kN

M = -0.28 kNm

WYNIKI ŚCISKANIA ZE ZGINANIEM:

$$\frac{\sigma^2}{k_{cz} * f_{cd}} + \frac{\sigma^1}{f_{md}} = \frac{0.73}{0.48 * 14.54} + \frac{1.04}{16.62} = 0.10 + 0.06 = 0.17 \leq 1$$

Napężenia OK:

$$\frac{\sigma^2}{k_{cy} * f_{cd}} + k_m * \frac{\sigma^1}{f_{md}} = \frac{0.73}{1.00 * 14.54} + 0.7 * \frac{1.04}{16.62} = 0.05 + 0.04 = 0.09 \leq 1$$

Napężenia OK:

V = -4.72 kN

WYNIKI ŚCINANIA:

$$\frac{\tau}{f_{vd}} = \frac{0.70}{1.73} = 0.41 \leq 1$$

Napężenia OK:

PRZEMIESZCZENIE

$$u_{fin} = 0.89 \text{ cm} \leq L/200 = 1.80 \text{ cm}$$

Przemieszczenie OK:

Pret 3 - Krokiew

N = -7.97 kN

M = -3.40 kNm

WYNIKI ŚCISKANIA ZE ZGINANIEM:

$$\frac{\sigma^2}{k_{cz} * f_{cd}} + \frac{\sigma^1}{f_{md}} = \frac{0.79}{0.48 * 14.54} + \frac{12.66}{16.62} = 0.11 + 0.76 = 0.87 \leq 1$$

Napężenia OK:

$$\frac{\sigma^2}{k_{cy} * f_{cd}} + k_m * \frac{\sigma^1}{f_{md}} = \frac{0.79}{1.00 * 14.54} + 0.7 * \frac{12.66}{16.62} = 0.05 + 0.53 = 0.59 \leq 1$$

Napężenia OK:

N = -8.52 kN

M = -2.46 kNm

WYNIKI ŚCISKANIA ZE ZGINANIEM:

$$\frac{\sigma^2}{k_{cz} * f_{cd}} + \frac{\sigma^1}{f_{md}} = \frac{0.84}{0.48 * 14.54} + \frac{9.15}{16.62} = 0.12 + 0.55 = 0.67 \leq 1$$

Napężenia OK:

$$\frac{\sigma^2}{k_{cy} * f_{cd}} + k_m * \frac{\sigma^1}{f_{md}} = \frac{0.84}{1.00 * 14.54} + 0.7 * \frac{9.15}{16.62} = 0.06 + 0.39 = 0.44 \leq 1$$

Napężenia OK:

V = 4.82 kN

WYNIKI ŚCINANIA:

$$\frac{\tau}{f_{vd}} = \frac{0.72}{1.73} = 0.41 \leq 1$$

Naprężenia OK:

PRZEMIESZCZENIE

$$u_{fin} = 1.10 \text{ cm} \leq L/200 = 1.80 \text{ cm}$$

Przemieszczenie OK:

Pręt 4 - Krokiew

N = -7.97 kN

M = -3.40 kNm

WYNIKI ŚCISKANIA ZE ZGINANIEM:

$$\frac{\sigma^2}{k_{cz} * f_{cd}} + \frac{\sigma^1}{f_{md}} = \frac{0.79}{0.48 * 14.54} + \frac{12.66}{16.62} = 0.11 + 0.76 = 0.87 \leq 1$$

Naprężenia OK:

$$\frac{\sigma^2}{k_{cy} * f_{cd}} + k_m * \frac{\sigma^1}{f_{md}} = \frac{0.79}{1.00 * 14.54} + 0.7 * \frac{12.66}{16.62} = 0.05 + 0.53 = 0.59 \leq 1$$

Naprężenia OK:

N = -8.52 kN

M = -2.46 kNm

WYNIKI ŚCISKANIA ZE ZGINANIEM:

$$\frac{\sigma^2}{k_{cz} * f_{cd}} + \frac{\sigma^1}{f_{md}} = \frac{0.84}{0.48 * 14.54} + \frac{9.15}{16.62} = 0.12 + 0.55 = 0.67 \leq 1$$

Naprężenia OK:

$$\frac{\sigma^2}{k_{cy} * f_{cd}} + k_m * \frac{\sigma^1}{f_{md}} = \frac{0.84}{1.00 * 14.54} + 0.7 * \frac{9.15}{16.62} = 0.06 + 0.39 = 0.44 \leq 1$$

Naprężenia OK:

V = -4.82 kN

WYNIKI ŚCINANIA:

$$\frac{\tau}{f_{vd}} = \frac{0.72}{1.73} = 0.41 \leq 1$$

Naprężenia OK:

PRZEMIESZCZENIE

$$u_{fin} = 1.10 \text{ cm} \leq L/200 = 1.80 \text{ cm}$$

Przemieszczenie OK:

Pret 5 - Krokiew

N = -0.58 kN

M = -3.40 kNm

WYNIKI ŚCISKANIA ZE ZGINANIEM:

$$\frac{\sigma^2}{k_{cz} * f_{cd}} + \frac{\sigma^1}{f_{md}} = \frac{0.06}{0.48 * 14.54} + \frac{12.66}{16.62} = 0.01 + 0.76 = 0.77 \leq 1$$

Naprężenia OK:

$$\frac{\sigma^2}{k_{cy} * f_{cd}} + k_m * \frac{\sigma^1}{f_{md}} = \frac{0.06}{1.00 * 14.54} + 0.7 * \frac{12.66}{16.62} = 0.00 + 0.53 = 0.54 \leq 1$$

Naprężenia OK:

N = 0.06 kN

M = -3.40 kNm

WYNIKI ROZCIĄGANIA ZE ZGINANIEM:

$$\frac{\sigma^2}{f_{td}} + \frac{\sigma^1}{f_{md}} = \frac{0.01}{9.69} + \frac{12.65}{16.62} = 0.00 + 0.76 = 0.76 \leq 1$$

Naprężenia OK:

SPRAWDZENIE STATECZNOŚCI:

$$\frac{\sigma^1}{k_{crit} * f_{md}} = \frac{12.65}{1.00 * 16.62} = 0.76 \leq 1$$

Naprężenia OK:

N = -7.35 kN

M = -0.28 kNm

WYNIKI ŚCISKANIA ZE ZGINANIEM:

$$\frac{\sigma^2}{k_{cz} * f_{cd}} + \frac{\sigma^1}{f_{md}} = \frac{0.73}{0.48 * 14.54} + \frac{1.04}{16.62} = 0.10 + 0.06 = 0.17 \leq 1$$

Naprężenia OK:

$$\frac{\sigma^2}{k_{cy} * f_{cd}} + k_m * \frac{\sigma^1}{f_{md}} = \frac{0.73}{1.00 * 14.54} + 0.7 * \frac{1.04}{16.62} = 0.05 + 0.04 = 0.09 \leq 1$$

Naprężenia OK:

$$V = 4.72 \text{ kN}$$

WYNIKI ŚCINANIA:

$$\frac{\tau}{f_{vd}} = \frac{0.70}{1.73} = 0.41 \leq 1$$

Naprężenia OK:

PRZEMIESZCZENIE

$$u_{fin} = 0.89 \text{ cm} \leq L/200 = 1.80 \text{ cm}$$

Przemieszczenie OK:

Pręt 6 - Krokiew

$$N = 0.74 \text{ kN}$$

$$M = -0.39 \text{ kNm}$$

WYNIKI ROZCIĄGANIA ZE ZGINANIEM:

$$\frac{\sigma^2}{f_{td}} + \frac{\sigma^1}{f_{md}} = \frac{0.07}{9.69} + \frac{1.45}{16.62} = 0.01 + 0.09 = 0.09 \leq 1$$

Naprężenia OK:

SPRAWDZENIE STATECZNOŚCI:

$$\frac{\sigma^1}{k_{crit} * f_{md}} = \frac{1.45}{1.00 * 16.62} = 0.09 \leq 1$$

Naprężenia OK:

$$N = 0.74 \text{ kN}$$

$$M = -0.33 \text{ kNm}$$

WYNIKI ROZCIĄGANIA ZE ZGINANIEM:

$$\frac{\sigma^2}{f_{td}} + \frac{\sigma^1}{f_{md}} = \frac{0.07}{9.69} + \frac{1.24}{16.62} = 0.01 + 0.07 = 0.08 \leq 1$$

Naprężenia OK:

SPRAWDZENIE STATECZNOŚCI:

$$\frac{\sigma^1}{k_{crit} * f_{md}} = \frac{1.24}{1.00 * 16.62} = 0.07 \leq 1$$

Napężenia OK:

$$V = 1.29 \text{ kN}$$

WYNIKI ŚCINANIA:

$$\frac{\tau}{f_{vd}} = \frac{0.19}{1.73} = 0.11 \leq 1$$

Napężenia OK:

PRZEMIESZCZENIE

$$u_{fin} = 0.74 \text{ cm} > L/100 = 0.60 \text{ cm}$$

Przemieszczenie przekroczone !!!**Pręt 7 - Słup**

$$N = -13.11 \text{ kN}$$

$$M = 0.00 \text{ kNm}$$

WYNIKI ŚCISKANIA:

$$\frac{\sigma^2}{k_{cz} * f_{cd}} = \frac{0.84}{0.46 * 14.54} = 0.13 \leq 1$$

Napężenia OK:

$$\frac{\sigma^2}{k_{cy} * f_{cd}} = \frac{0.84}{0.46 * 14.54} = 0.13 \leq 1$$

Napężenia OK:

PRZEMIESZCZENIE

$$u_{fin} = 0.03 \text{ cm} \leq L/200 = 1.50 \text{ cm}$$

Przemieszczenie OK:

Pręt 8 - Słup

$$N = -13.11 \text{ kN}$$

$$M = 0.00 \text{ kNm}$$

WYNIKI ŚCISKANIA:

$$\frac{\sigma^2}{k_{cz} * f_{cd}} = \frac{0.84}{0.46 * 14.54} = 0.13 \leq 1$$

Napężenia OK:

$$\frac{\sigma^2}{k_{cy} * f_{cd}} = \frac{0.84}{0.46 * 14.54} = 0.13 \leq 1$$

Napężenia OK:

PRZEMIESZCZENIE

$$u_{fin} = 0.03 \text{ cm} \leq L/200 = 1.50 \text{ cm}$$

Przemieszczenie OK:

Pret 9 - Kleszcze

N = 0.56 kN

M = 2.08 kNm

WYNIKI ROZCIĄGANIA ZE ZGINANIEM:

$$\frac{\sigma^2}{f_{td}} + \frac{\sigma^1}{f_{md}} = \frac{0.05}{9.69} + \frac{7.61}{16.62} = 0.01 + 0.46 = 0.46 \leq 1$$

Napężenia OK:

SPRAWDZENIE STATECZNOŚCI:

$$\frac{\sigma^1}{k_{crit} * f_{md}} = \frac{7.61}{0.46 * 16.62} = 1.01 > 1$$

Napężenia przekroczone!!!

N = 0.85 kN

M = 0.00 kNm

WYNIKI ROZCIĄGANIA:

$$\frac{\sigma^2}{f_{td}} = \frac{0.08}{9.69} = 0.01 \leq 1$$

Napężenia OK:

V = -0.79 kN

WYNIKI ŚCINANIA:

$$\frac{\tau}{f_{vd}} = \frac{0.12}{1.73} = 0.07 \leq 1$$

Naprężenia OK:

PRZEMIESZCZENIE

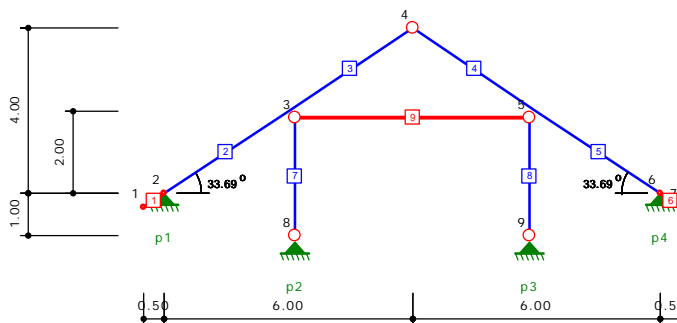
$$u_{fin} = 3.97 \text{ cm} > L/200 = 3.00 \text{ cm}$$

Przemieszczenie przekroczone !!!

Zbiorecze zestawienie wyników

Tabela wykorzystania nośności przekroju pręta

Nr	Typ pręta	Zgin. i statecz	Zgin. ze ścisk.	Ścisk. ze zgin.	Ścisk.	Rozciąg ze zgin.	Rozciąg	Ścin.	u_{fin} [cm]
1	krokiew	$0.09 \leq 1$	-	-	-	$0.09 \leq 1$	-	$0.11 \leq 1$	$0.74 > 0.60$
2	krokiew	$0.76 \leq 1$	-	$0.77 \leq 1$	-	$0.76 \leq 1$	-	$0.41 \leq 1$	$0.89 \leq 1.80$
3	krokiew	-	-	$0.87 \leq 1$	-	-	-	$0.41 \leq 1$	$1.10 \leq 1.80$
4	krokiew	-	-	$0.87 \leq 1$	-	-	-	$0.41 \leq 1$	$1.10 \leq 1.80$
5	krokiew	$0.76 \leq 1$	-	$0.77 \leq 1$	-	$0.76 \leq 1$	-	$0.41 \leq 1$	$0.89 \leq 1.80$
6	krokiew	$0.09 \leq 1$	-	-	-	$0.09 \leq 1$	-	$0.11 \leq 1$	$0.74 > 0.60$
7	słup	-	-	-	$0.13 \leq 1$	-	-	-	$0.03 \leq 1.50$
8	słup	-	-	-	$0.13 \leq 1$	-	-	-	$0.03 \leq 1.50$
9	kleszcze	$1.01 > 1$	-	-	-	$0.46 \leq 1$	$0.00 \leq 1$	$0.07 \leq 1$	$3.97 > 3.00$



Obwiednia reakcji dla podpory nr 1

Reakcja ekstremalna	R_x [kN]	R_y [kN]	M_z [kNm]	Grupy obciążeń
$R_{x \max}$	5.00	7.09	0.00	1 2 3 5
$R_{x \min}$	1.33	4.76	0.00	1 4
$R_{y \max}$	5.00	7.09	0.00	1 2 3 5
$R_{y \min}$	1.33	4.76	0.00	1 4

Obwiednia reakcji dla podpory nr 2

Reakcja ekstremalna	R_x [kN]	R_y [kN]	M_z [kNm]	Grupy obciążeń
$R_{x \max}$	0.00	8.36	0.00	1
$R_{x \min}$	0.00	8.36	0.00	1
$R_{y \max}$	0.00	13.11	0.00	1 2 3 4
$R_{y \min}$	0.00	6.77	0.00	1 5

Obwiednia reakcji dla podpory nr 3

Reakcja ekstremalna	R_x [kN]	R_y [kN]	M_z [kNm]	Grupy obciążeń
$R_{x \max}$	0.00	8.36	0.00	1
$R_{x \min}$	0.00	8.36	0.00	1
$R_{y \max}$	0.00	13.11	0.00	1 2 3 5
$R_{y \min}$	0.00	6.77	0.00	1 4

Obwiednia reakcji dla podpory nr 4

Reakcja ekstremalna	R_x [kN]	R_y [kN]	M_z [kNm]	Grupy obciążeń
$R_{x \max}$	-1.33	4.76	0.00	1 5
$R_{x \min}$	-5.00	7.09	0.00	1 2 3 4
$R_{y \max}$	-5.00	7.09	0.00	1 2 3 4
$R_{y \min}$	-1.33	4.76	0.00	1 5