

# **Moduł**

# **Blachownica stalowa**

## Spis treści

<b>412.</b>	<b>BLACHOWNICA STALOWA .....</b>	<b>3</b>
412.1.	WIADOMOŚCI OGÓLNE .....	3
412.1.1.	<i>Opis programu</i> .....	3
412.1.2.	<i>Zakres programu</i> .....	3
412.1.3.	<i>Opis podstawowych funkcji programu</i> .....	4
412.1.1.1.	<i>Obliczenia statyczne</i> .....	4
412.1.1.2.	<i>Sprawdzanie nośności na zginanie</i> .....	4
412.1.1.3.	<i>Sprawdzanie nośności na ścinanie</i> .....	4
412.1.1.4.	<i>Sprawdzanie nośności żeber</i> .....	4
412.1.1.5.	<i>Nośność środka bez żeber w miejscu występowania sił skupionych</i> .....	5
412.1.1.6.	<i>Spoiny łączące pasy ze środkami</i> .....	5
412.1.1.7.	<i>Ugięcia</i> .....	5
412.1.1.8.	<i>Zmiany przekroju</i> .....	5
412.2.	WPROWADZENIE DANYCH .....	6
412.2.1.	<i>Utworzenie nowego projektu belki</i> .....	6
412.2.2.	<i>Zakładka „Geometria”</i> .....	6
412.2.3.	<i>Zakładka „Grupy obciążeń”</i> .....	8
412.2.4.	<i>Zakładka „Obciążenia”</i> .....	9
412.2.5.	<i>Zakładka „Nośność”</i> .....	10
412.2.6.	<i>Zakładka „Uzebrowanie”</i> .....	12
412.2.7.	<i>Kombinacje obciążeń</i> .....	13
412.2.8.	<i>Pulpit graficzny programu</i> .....	15
412.2.9.	<i>Okno 3D</i> .....	16
412.2.10.	<i>Drzewo projektu</i> .....	17
412.2.11.	<i>Obliczenia belki</i> .....	18
412.3.	WYNIKI .....	18
412.4.	PRZYKŁAD .....	21

---

## 412. Blachownica stalowa

### 412.1. Wiadomości ogólne

#### 412.1.1. Opis programu

Program **Blachownica stalowa** przeznaczony jest do obliczeń statycznych i sprawdzania nośności belek ciągłych wykonanych ze spawanych dwuteowników stalowych. Program oblicza siły przekrojowe w belce wykorzystując model metody przemieszczeń w ujęciu macierzowym. W wyniku analizy statycznej otrzymujemy obwiednie sił przekrojowych (momentów i sił tnących) uwzględniającą pełną kombinatorykę dla wszystkich grup obciążeń (z relacjami typu wykluczenie lub występowanie łączne). Algorytm sprawdzania nośności belek wykonany został w oparciu o normę PN-B-03200: 1990. „Konstrukcje stalowe; Obliczenia statyczne i projektowanie”. Warunki nośności są sprawdzane dla każdego przęsła belki (dla stanu krytycznego i nadkrytycznego w przypadku klasy 4 przekroju) dla następujących warunków:

- dla wielkości przekrojowych odpowiadających miejscu występowania maksymalnego momentu zginającego z obwiedni momentów gnących,
- dla wielkości przekrojowych odpowiadających miejscu występowania minimalnego momentu zginającego z obwiedni momentów gnących,
- sprawdzenie nośności przekroju na ścinanie ekstremalną siłą poprzeczną w danym przęśle,
- dla stanu granicznego użytkowania podane jest ekstremalne ugięcie sprężyste dla przęsła

dotąd dodatkowo sprawdzana jest nośność:

- żeber jednostronnych lub dwustronnych
- średnika belki w przypadku braku żeber w miejscu występowania reakcji i przyłożenia sił skupionych do belki
- określaną wymaganą grubość spoiny łączącej pasy belki ze środkiem.

#### 412.1.2. Zakres programu

Program oblicza belki ciągłe o praktycznie dowolnej liczbie przęseł (max 100). Dla każdego przęsła w 121 punktach obliczane są ekstremalne wartości sił przekrojowych i na podstawie tych wartości są określane ekstremalne wartości momentów zginających i sił tnących służące sprawdzaniu nośności w każdym przęśle. Aktualna wersja programu sprawdza nośność belek wykonanych z dwuteowników spawanych o pasach równoległych i rodzajów stali: St3, St4, 18G2, 18G2AV. Obliczenia można również wykonać dla dowolnego innego rodzaju stali o znanej wytrzymałości obliczeniowej  $f_d$ , natomiast przyjęty przekrój belki musi być stały między podporami. Program wstawia automatycznie żebra pod siłami skupionymi i nad podporami. Można wstawić dowolną ilość dodatkowych żeber lub usunąć istniejące. Sprawdzana jest nośność żeber, oraz określaną wymaganą grubość spoiny łączącej pasy belki ze środkiem.

### **412.1.3. Opis podstawowych funkcji programu**

#### **412.1.1.1. Obliczenia statyczne**

Program oblicza statykę belki ciągłej macierzową metodą przemieszczeń z uwzględnieniem pełnej kombinatoryki po grupach obciążeń. Wyniki mogą być podane dla poszczególnych grup obciążeń oraz dla kombinacji grup obciążeń. W drugim przypadku podawana jest obwiednia sił tnących i momentów w poszczególnych punktach belki. Dla każdej grupy obciążeń należy określić charakter obciążenia (stałe lub zmienne) oraz zdefiniować współczynniki obciążenia. W przypadku obciążania belki wielkościami obliczeniowymi oba współczynniki obciążenia powinny mieć wartość „1” (ustawienie domyślne). Wyniki w postaci ekstremalnych sił przekrojowych i wartości sił im odpowiadających, podawane są w programie dla obciążeń obliczeniowych (z uwzględnieniem podanych współczynników obciążenia), natomiast dla obliczenia ekstremalnych wartości ugięć są przyjmowane wartości charakterystyczne.

#### **412.1.1.2. Sprawdzanie nośności na zginanie**

Algorytm sprawdzania nośności belki na zginanie opracowano w oparciu o normę PN-B-03200: 1990 „Konstrukcje stalowe; Obliczenia statyczne i projektowanie”. Program sprawdza warunki nośności dla każdego przęsła belki z uwzględnieniem możliwości zwichrzenia belki. W przypadku belki z wymuszoną osią obrotu należy podać odległość pomiędzy punktem przecięcia śladu płaszczyzny stężenia z osią środnika, a pasem górnym belki.

- dla momentów maksymalnych z uwzględnieniem warunków podparcia pasa górnego i odległości przyłożenia obciążenia od pasa górnego. Równocześnie jest sprawdzany warunek nośności z uwzględnieniem odpowiadającej siły poprzecznej,
- dla momentów minimalnych z uwzględnieniem warunków podparcia pasa dolnego i odległości przyłożenia obciążenia od pasa górnego. Równocześnie jest sprawdzany warunek nośności z uwzględnieniem odpowiadającej siły poprzecznej.

W przypadku 4 klasy przekroju na zginanie warunek nośności sprawdzany jest dla stanu krytycznego. Użytkownik może dla obciążeń statycznych wybrać dodatkowo opcję sprawdzania nośności przekroju w stanie nadkrytycznym

W celu określenia współczynnika zwichrzenia użytkownik musi podać na końcach przęsła warunki brzegowe w kierunku prostopadłym do płaszczyzny obciążenia, oraz sposób obciążenia pręta zgodnie z tablicą Z1-2 normy PN-B-03200. Współczynnik rozkładu momentów  $\beta$  ustawiono domyślnie jako równy jeden.

#### **412.1.1.3. Sprawdzanie nośności na ścinanie**

Nośność przęsła belki na ścinanie jest sprawdzana w miejscu występowania ekstremalnej siły poprzecznej. Nośność środnika jest określana ze wzoru (16) normy PN-B-03200.

#### **412.1.1.4. Sprawdzanie nośności żeber**

Program sprawdza nośność żeber co najwyżej klasy 3. Nośność żeber podporowych i pod siłami skupionymi sprawdzana jest na działanie występującej w miejscu istnienia zebra siły skupionej. Dla pozostałych żeber sprawdzane są warunki konstrukcyjne, a w przypadku środnika klasy 4 gdy uwzględnia się nośność nadkrytyczną, sprawdza się dodatkowo warunek nośności wg normy PN-B-03200.

#### **412.1.1.5. Nośność środnika bez żeber w miejscu występowania sił skupionych**

Program sprawdza czy nośność środnika bez żeber poprzecznych jest wystarczająca do przeniesienia sił skupionych. W przypadku gdy nośność nie jest wystarczająca pojawia się komunikat o konieczności zastosowania żeber poprzecznych. Nośność jest sprawdzana w miejscach występowania sił skupionych dla podanej długości strefy docisku pod siłą. W przypadku gdy nad podporą następuje zmiana sztywności belki, przy sprawdzaniu nośności środnika na działanie reakcji, przyjęto punkt przyłożenia podparcia do lewego przęsła belki.

#### **412.1.1.6. Spoiny łączące pasy ze środnikiem**

Program określa wymaganą grubość spoiny pachwinowej łączącej pasy ze środnikiem. W miejscu występowania sił skupionych i braku żeber sprawdzany jest złożony stan naprężenia w spoinie zgodnie ze wzorem (93) normy PN-B-03200.

#### **412.1.1.7. Ugięcia**

Program dla wybranej przez użytkownika kombinacji grup obciążeń oblicza wielkość ugięcia dla każdego przęsła belki. Ugięcie liczone jest w stanie sprężystym dla wartości charakterystycznych obciążeń. Ekstremalna wartość ugięcia jest porównywana z wartością dopuszczalną podaną przez użytkownika.

#### **412.1.1.8. Zmiany przekroju**

Program belka umożliwia wprowadzanie zmian przekroju dla poszczególnych przęseł belki. Własność ta uwzględniana jest w obliczeniach statycznych oraz wymiarowaniu.

Przy zmianie przekroju należy pamiętać, że położenie osi belki nie ulega zmianie. Przy dużych zmianach wysokości przekroju może to spowodować pewne błędy w obliczeniach statycznych.

## 412.2. Wprowadzenie danych

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

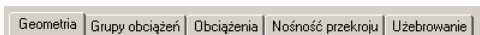
[...] jednostką w jakiej podawana jest poszczególna wielkość,

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

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

### 412.2.1. Utworzenie nowego projektu belki

Wprowadzenie nowego projektu belki rozpoczynamy od uaktywnienia w pasku narzędziowym górnego menu ekranu opcji **Elementy - Nowy element**. Następnie w oknie dialogowym **Nowy element** zaznaczamy jako typ elementu – Blachownica stalowa, nadajemy jej oznaczenie (pozycję lub nazwę) i zatwierdzamy wybór kliknięciem przycisku OK. Po uruchomieniu modułu „Blachownica stalowa” pojawia się okno **Blachownica stalowa** wyposażone w pięć kolejnych zakładek:



Otwieranie okna zakładek (formularzy) można wykonać przez naciśnięcie odpowiedniej ikony na pulpicie:



Ikona wywołująca lub ukrywająca okno zakładek (formularzy).

### 412.2.2. Zakładka „Geometria”

	Długość [m]	Podpora lewa	Podpora prawa	Przekrój
	8.000			600x8, 250x20
	8.000			600x8, 250x20

Nr podpory	x [m]	Co [mm]	Typ podpor	kx [kN/m]	ky [kN/m]	ko [kNm/r]
1	0.000	100.000		0.000	0.000	0.000
2	8.000	100.000		0.000	0.000	0.000
3	16.000	100.000		0.000	0.000	0.000

W zakładce „Geometria” podawane są podstawowe dane dotyczące kształtu belki.

**Długość:** [m] Długość kolejnego przęsła belki. {Długość > 0}

**Podpora lewa:** [-] Wybór rodzaju lewej podpory {podpora przesuwna,

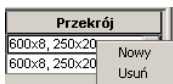
		przęsła:	podpora nieprzesuwna, <zamocowanie,> <podpora teleskopowa,> <wolny koniec>}
<b>Podpora prawa:</b>	[-]	Wybór rodzaju prawej podpory przęsła.	(typy podpór jak dla lewej podpory)
<b>Przekrój</b>		Wybór typu przekroju dla danego przęsła.	Typ przekroju (np. IPE100)
<b>Szerokość strefy docisku nad podporą</b>	[mm]	Podajemy długość stref docisku dla reakcji w podporach.	{Długość > 0 }
<b>Dodaj:</b>		Opcja dodaje kolejne przęsło.	
<b>Usuń:</b>		Opcja usuwa zaznaczone przęsło.	
<b>x</b>	[m]	Współrzędna podpory w układzie globalnym.	
<b>kx</b>	[kN/m]	Sprężystość podpory w kierunku osi x.	
<b>ky</b>	[kN/m]	Sprężystość podpory w kierunku osi y.	
<b>ko</b>	[kNm/rd]	Sprężystość podpory na obrót.	

Domyślnie ustawiona sprężystość podpór na zero oznacza podporę niepodatną.

Opcje podpory ujęte w nawiasy <...> mogą występować jedynie na podporze lewej pierwszego przęsła i na prawej ostatniego przęsła.

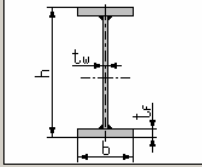
Zaznaczenie przęsła przewidzianego do usunięcia wykonujemy przez wskazanie szarego przycisku po lewej stronie numeru przęsła.

W przypadku gdy chcemy dodać typ przekroju stajemy kursorem nad strzałką okna **przekrój** i naciskamy prawy klawisz myszy. Pojawia się wówczas menu wyboru:



Opcja **Usuń** powodują usunięcie aktualnego przekroju z listy, natomiast opcja **Nowy** wywołuje zakładkę pozwalającą zdefiniować wymiary nowego przekroju:

**Parametry przekroju**



Nazwa przekroju: 600x8, 250x20

b 250 mm h 600 mm

t<sub>f</sub> 20 mm t<sub>w</sub> 8 mm

Zapisz Anuluj

- Nazwa przekroju** [-] Dowlolny tekst identyfikujący przekrój.
- b** [mm] Szerokość pasa dolnego i górnego blachownicy.
- h** [mm] Wysokość całkowita blachownicy.
- t<sub>f</sub>** [mm] Grubość blachy pasów blachownicy.
- t<sub>w</sub>** [mm] Grubość blachy środnika blachownicy.

### 412.2.3. Zakładka „Grupy obciążeń”

Blachownica stalowa ● ● ● INTERsoft

Geometria Grupy obciążeń Obciążenia Nośność przekroju Uzebrowanie

Grupa	Typ obciążenia	Współ. obc. max	Współ. obc. min
grupa 1	stały	1	1
grupa 2	zmienny	1,000	1,000
grupa 3	zmienny	1,000	1,000

Dodaj Usun

W tej zakładce definiowane są poszczególne grupy obciążeń.

**Grupa obciążeń** – jest to zespół wspólnie występujących obciążeń (mogą być różnego rodzaju – np. skupione i ciągłe), mających jednakowy charakter działania (stały lub zmienny) i do których przypisane są takie same współczynniki obciążenia.

- Grupa:** [-] Nazwa kolejnej grupy obciążenia (np. obciążenia stałe, obc. śniegiem itp.).
- Typ obciążenia:** [-] Przypisany grupie charakter działania obciążenia. {stały; zmienny}
- Współ. obc.-max** [-] Maksymalny współczynnik



obciążenia.

**Współ. obc.-min** [-] Minimalny współczynnik obciążenia.

Domyślnie wartości współczynników obciążenia wynoszą 1.0.

#### 412.2.4. Zakładka „Obciążenia”

Nr przęsła	Typ obciążenia	P1	P2	a [m]	b [m]	Gr. obc.	Co [mm]
1	przęsło 1	równomierne	30	0.000	0	8 grupa 1	0.000
2	przęsło 2	równomierne	30	0.000	0	8 grupa 1	0.000
3	przęsło 1	równomierne	20	0.000	0	8 grupa 2	0.000
4	przęsło 2	równomierne	20	0.000	0	8 grupa 3	0.000
5	przęsło 1	siła skupiona	50	0.000	4	0.000 grupa 2	100
6	przęsło 2	siła skupiona	50	0.000	4	0.000 grupa 3	100

W programie przewidziano dwie podstawowe metody wprowadzania obciążeń:

- w układzie lokalnym (dla danego przęsła)
- w układzie globalnym (dla całej belki)

Przy czym dla obciążeń wprowadzonych w układzie globalnym całej belki, przy zmianie układu na lokalny obciążenia są automatycznie przeliczane na obciążenia przęsłowe (lokalne) i nie ma już powrotu do ich zapisu globalnego. Wyboru układu współrzędnych dokonujemy przez jego zaznaczenie w dolnej części zakładki.

<b>Numer:</b>	[-]	Kolejny numer obciążenia utworzony automatycznie.	{kolejna liczba całkowita}
<b>&lt;Nr przęsła&gt;</b>	[-]	Wybierany z listy numer przęsła (opcja aktywna jedynie w układzie lokalnym).	{stały; zmienny}
<b>Rodzaj:</b>	[-]	Rodzaj obciążenia na belce.	{trapezowe, równomierne, siła skupiona, moment skupiony}
<b>P1:</b>	[kN]	Wartość siły skupionej .	{dodatnia w dół}
<b>P1:</b>	[kN/m]	Wartość obciążenia równomiernego.	{dodatnie w dół}
<b>P1, P2:</b>	[kN/m]	Wartości obciążenia trapezowego.	{dodatnie w dół}
<b>P1:</b>	[kNm]	Wartość momentu skupionego.	{moment gnący dodatni zgodnie ze wskazówkami zegara}

<b>a, b:</b>	[m]	Współrzędne położenia poszczególnych sił odpowiednio w układzie globalnym lub lokalnym.	{ a > 0 } { b > 0 }
<b>Gr. ob.</b>	[-]	Przypisanie obciążenia do odpowiedniej wcześniej zdefiniowanej grupy obciążeń.	
<b>Co</b>	[mm]	Długość strefy docisku dla podanej siły skupionej.	{ c > 0 }
<b>Dodaj:</b>		Opcja dodaje kolejne obciążenie.	
<b>Usuń:</b>		Opcja usuwa zaznaczone obciążenie.	

Obciążenie ciężarem własnym program może uwzględnić automatycznie po zaznaczeniu odpowiedniej opcji w zakładce raporty (pkt. 412.2.10).

#### 412.2.5. Zakładka „Nośność”

The screenshot shows the 'Blachownica stalowa' software window with the 'Nośność przekroju' tab selected. The 'Dane materiałowe' section shows 'Klasa stali blachownicy' and 'Klasa stali zebra' both set to 'St3S'. Under 'Spoina pachwinowa pas-środek', 'Typ spoiny' is set to 'ciągła'. The 'Grubość spoiny' is 4 mm, 'Długość spoiny' is 0 mm, and 'Odległość między spoinami' is 0 mm. There are checkboxes for 'Obciążenia statyczne', 'Przekrój spawany w sposób mechaniczny', 'Prześło zabezpieczone przed zwężeniem', and 'Stan nadkrytyczny dla przekroju klasy 4'. The 'Parametry zwichrzenia' button is visible. 'Ugięcie graniczne' is 3.2 cm, 'Maksymalne dopuszczalne naprężenia w stanie nadkrytycznym ograniczonym' is 0 MPa, and 'Współczynnik momentu zginającego  $\beta_x$ ' is 1. At the bottom, 'Prześło 1' and 'Prześło 2' are listed.

W zakładce podane są podstawowe parametry do wymiarowania belki.

<b>Nr prześła</b>	[-]	Nr prześła dla którego dane z zakładki są aktualne.	
<b>Klasa stali</b>	[-]	Wybierane z listy oznaczenie klasy stali PN-B-03200: 1990.	{St3S St4; 18G2; 18G2AV; fd }
<b>Spoina pas-środek</b>	[-]	Rodzaj spoiny pachwinowej.	{ciągła, przerywana}
<b>Grubość spoiny</b>	[mm]	Domyślnie ustawiona minimalna grubość wynikająca z warunków konstrukcyjnych.	
<b>Długość spoiny</b>	[mm]	W przypadku spoiny przerywanej jej długość.	

<b>Odległość między spoinami</b>	[mm]	W przypadku spoiny przerywanej odległość między poszczególnymi odcinkami spoin.	
<b>Obciążenie statyczne</b>	[-]	Przełącznik pozwalający stwierdzić czy występujące obciążenia mają charakter statyczny.	{tak, nie}
<b>Przekrój spawany w sposób zmechanizowany</b>	[-]	Przełącznik pozwalający stwierdzić czy dane przeszło jest spawane w sposób zmechanizowany	{tak, nie}
<b>Stan nadkrytyczny..</b>	[-]	Przełącznik dający możliwość sprawdzania nośności przeszła w stanie nadkrytycznym dla 4 klasy przekroju i obciążenia statycznego.	
<b>Parametry zwichrzenia</b>		Przełącznik pozwalający wejść do zakładki określającej parametry zwichrzenia	{zakładka aktywna w przypadku przeszła niezabezpieczonego przed zwichrzeniem}
<b>Maksymalne dopuszczalne .....</b>	[MPa]	Użytkownik może podać niższą wartość naprężeń w stanie nadkrytycznym ograniczonym niż to wynika ze stanu krytycznego ścianki podpierającej	
<b>Współczynnik momentu .....</b>	[-]	Współczynnik rozkładu momentów zginających w przeszle, domyślnie ustawiony na 1.0	
<b>Ugięcie graniczne</b>	[cm]	Maksymalna wielkość ugięcia w przeszle.	

**Parametry zwichrzenia**

Odległość między stężeniami

Pasa dolnego: 3 m      Pasa górnego: 3 m

Stan pracy belki:

- Belka jednoprzęsłowa
- Belka dwuteowa z wymuszoną osią obrotu
- Bisymetryczny wspornik

Obciążenia belki między stężeniami:

- Moment stały lub zmienny liniowo
- Obciążenie równomiernie rozłożone
- Siła w środku lub na końcu wspornika

Odległość osi obrotu od pasa górnego: 0 mm

Odległość przyłożenia obc. od pasa górnego: 0 mm

Obustronne warunki podparcia:

- w płaszczyźnie obciążenia:  przegub     przegub bez depl.     utwierdzenie
- w płaszc. prostopadłej:  przegub     utwierdzenie

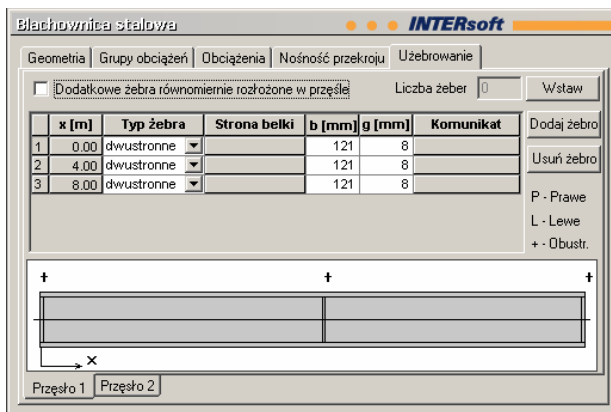
OK

W zakładce podane są podstawowe parametry do określenia momentu krytycznego przy zwichrzeniu.

<b>Odległość między stężeniami pasa górnego</b>	[m]	Domyślnie jest ustawiona wartość zero.	{ $0 \leq$ odległość $\leq$ długość przeszła}
---	-----	--	---

<b>Odległość między stężeniami pasa dolnego</b>	[m]	Domyślnie jest ustawiona wartość zero.	{ $0 \leq$ odległość $\leq$ długość przęsła}
<b>Stan pracy belki</b>	[-]	Przełącznik pozwalający wybrać jeden z trzech rodzajów pracy belki w danym przęśle.	
<b>Obciążenie belki między stężeniami</b>	[-]	Przełącznik pozwalający wybrać jeden z trzech rodzajów obciążenia działającego w rozpatrywanym przęśle.	{moment stały lub zmienny liniowo, obc. równomierne, siła skupiona w środku}
<b>Odległość osi obrotu od pasa górnego</b>	[mm]	Dla belki dwuteowej usztywnionej bocznym stężeniem podłużnym, które wymusza oś obrotu, odległość punktu przecięcia płaszczyzny stężenia ze środkiem od pasa górnego.	
<b>Odległość przyłożenia obciążenia od pasa górnego</b>	[mm]	Dla obciążenia przyłożonego do górnego pas belki wartość zero.	
<b>Obustronne warunki podparcie</b>		Warunki podparcia na końcach przęsła dla określenia współczynnika zwężenia.	w płaszcz. działania obciążenia, w płaszcz. prostopadłej { przegub, utwierdzenie}

#### 412.2.6. Zakładka „Uzębrowanie”



W zakładce podane są podstawowe parametry dotyczące uzębrowania kolejnych przęseł belki.

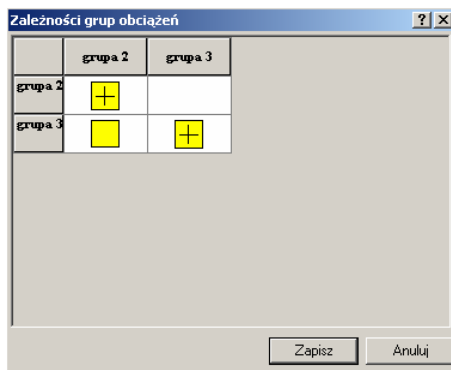
<b>Nr przęsła</b>	[-]	Nr przęsła dla którego dane z zakładki są aktualne.	
<b>Dodatkowe żebra równomiernie rozłożone</b>	[-]	Przełącznik pozwalający określić czy są dodatkowe równomiernie rozłożone żebra w przęśle. Wyłączenie przełącznika spowoduje automatyczne usunięcie wprowadzonych tą opcją żeber o ile nie została zmieniona ich lokalizacja.	{tak, nie}
<b>Liczba żeber</b>	[-]	Liczba dodatkowych równomiernie rozłożonych żeber w przęśle.	
<b>Wstaw</b>	[-]	Przełącznik pozwalający wstawić dodatkowe żebra równomiernie rozłożone.	{tak, nie}
<b>Dodaj żebro</b>	[-]	Przełącznik dający możliwość wstawienia dodatkowego żebra w dowolnym miejscu.	
<b>Usuń żebro</b>		Przełącznik pozwalający usunąć dowolne żebro.	
<b>x</b>	[m]	Współrzędna żebra w układzie lokalnym przęsła.	
<b>Typ żebra</b>	[-]	Informacja o typie żebra, dwustronne czy jednostronne.	
<b>b</b>	[mm]	Szerokość żebra.	
<b>g</b>	[mm]	Grubość żebra.	

Poniżej tabeli zamieszczono dynamiczny rysunek pokazujący rozkład żeber wprowadzonych do przęsła. Na rysunku nad każdym żebrzem wprowadzono symbol jego typu: (+) – obustronne, (L) – lewe, (P) – prawe.

#### 412.2.7. Kombinacje obciążeń



Wywołanie ikony **Zależności obciążeń (obwiednia)** – pozwala na ustalenie relacji między grupami obciążeń zmiennych potrzebnymi do obliczeń obwiedni sił wewnętrznych.

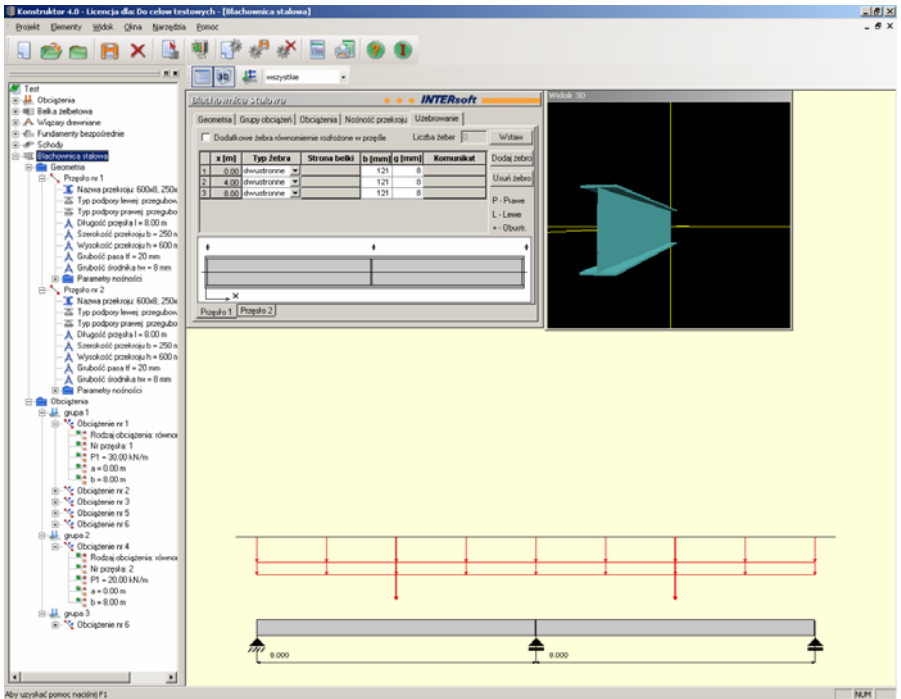


Po wprowadzeniu wszystkich obciążeń i grup obciążeń, program w wyniku obliczeń statycznych tworzy obwiednię M; T (momentów i sił tnących), przy czym domyślnie przyjmuje że wszystkie obciążenia stałe występują zawsze, natomiast wszystkie obciążenia zmienne są niezależne od siebie. Chcąc zmienić relacje między grupami obciążeń zmiennych musimy wywołać okno dialogowe **Definicje zależności obciążeń** wciskając ikonkę **Zależności obciążeń (obwiednia)**. W górnej części okna w wierszu i kolumnie wypisane są wszystkie grupy obciążeń zmiennych a na przecięciu każdego wiersza i kolumny (z wyjątkiem przekątnej) znajduje się pole edycyjne umożliwiające wprowadzenie właściwej relacji między grupami. Program umożliwia wprowadzenie następujących relacji grup obciążenia zmiennego:

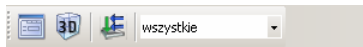
- Brak relacji.
- Obciążenia występują razem.
- Obciążenia wykluczają się.
- Obciążenia w wierszu występują gdy występują obciążenia w kolumnie.
- Obciążenia w kolumnie występują gdy występują obciążenia w wierszu.

Przy wpisywaniu relacji między grupami obciążeń program na bieżąco sprawdza poprawność logiczną zapisu.

## 412.2.8. Pulpit graficzny programu



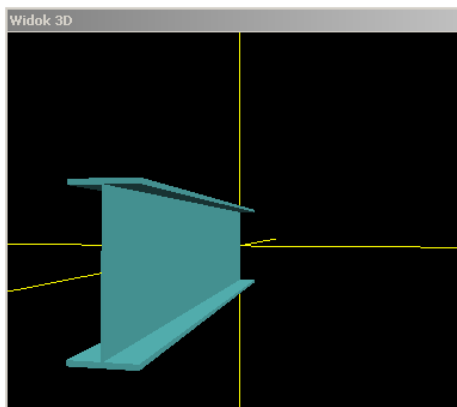
Główną część ekranu (o żółtym kolorze tła) zajmuje pulpit graficzny na którym na bieżąco w postaci graficznej pokazywane są zmiany wprowadzone dla belki. Na belce jednocześnie może być wyświetlana jedna grupa obciążeń lub wszystkie grupy na raz, zmiany dokonujemy ustawiając odpowiednią grupę w oknie dialogowym powyżej pulpitu.



#### 412.2.9. Okno 3D



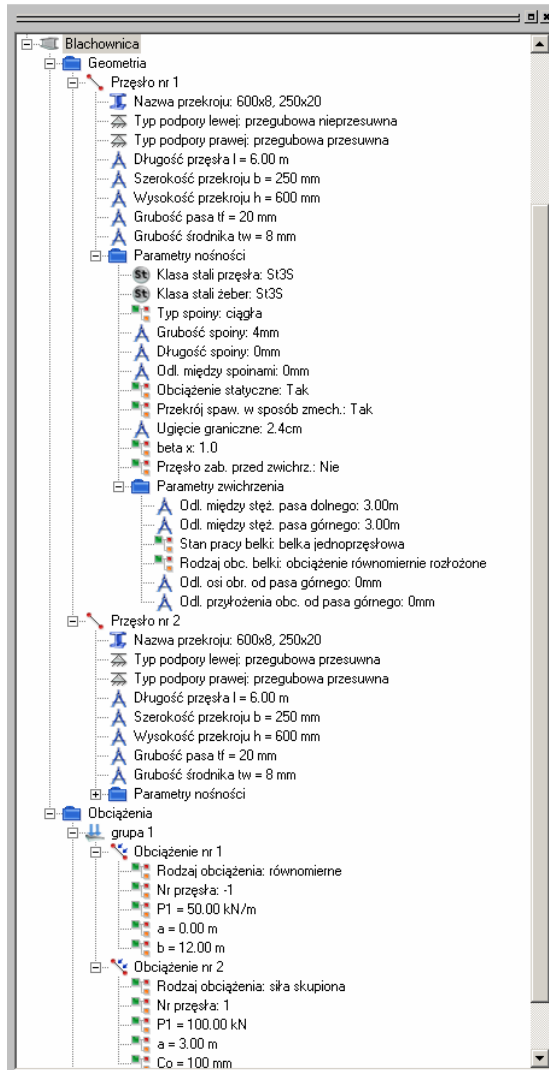
- ikona wywołująca okno 3D



Okno 3D pozwala na przestrzenną wizualizację wprowadzonej belki. Poruszanie myszką przy wciśniętym lewym przycisku pozwala na dowolne obracanie konstrukcji w przestrzeni, natomiast przesuwanie myszki przy wciśniętym prawym klawiszu powoduje zbliżanie i oddalanie konstrukcji.



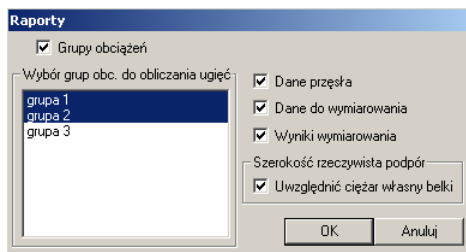
## 412.2.10. Drzewo projektu



Z lewej strony ekranu widoczne są cały czas poszczególne elementy składające się na belkę w postaci „drzewa” projektu. Pozwalają one na szybkie przełączanie się między poszczególnymi elementami i ich edycję w odpowiednich zakładkach.

### 412.2.11. Obliczenia belki

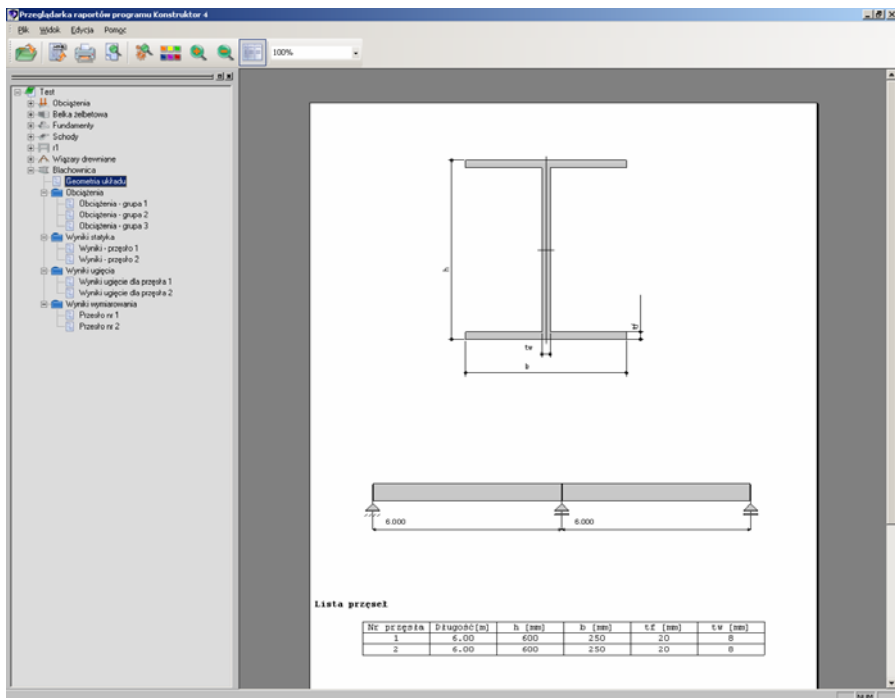
Po uruchomieniu obliczeń belki pojawia się zakładka **Raporty**, w której możemy zdecydować jakie dane i wyniki ma zawierać raport.



Zaznaczenie dowolnej z wyżej wymienionych opcji powoduje poszerzenie raportu o odpowiednie dane lub wyniki. Na liście z lewej strony zakładki należy przez kliknięcie zaznaczyć grupy obciążeń (grupy zaznaczone są podświetlone na kolor niebieski) dla których ma być określona wielkość ugięcia w stanie sprężystym (program do liczenia ugięć bierze sumę obciążeń charakterystycznych z tych grup). Przy zaznaczeniu opcji **Uwzględnienie ciężaru własnego belki** przypadek ten jest automatycznie dodawany przy liczeniu ugięcia (gdy nie zaznaczymy innych grup program poda ugięcie tylko od ciężaru własnego).

### 412.3. Wyniki

Wyniki obliczeń statycznych i wymiarowania tworzone są w postaci plików raportu zlokalizowanych w katalogu projektu (podkatalog Raporty), które można przejrzeć w przeglądarce raportów. Wywołanie przeglądarki w górnym pasku narzędziowym (menu **Narzędzia** → **Przeglądarka raportów**) lub za pomocą odpowiedniej ikony w pasku narzędzi elementu. Pozostałe dane dotyczące obsługi przeglądarki zawiera opis modułu Konstruktor.



Wyniki w programie **Blachownica stalowa** można podzielić na trzy osobne i niezależne grupy:

Dane dotyczące geometrii układu i obciążeń:

- dane dotyczące przęseł, podpór i przegubów
- dane dotyczące przekroju i materiału,
- dane dotyczące obciążeń i grup obciążeń.

Wyniki obliczeń statycznych dla:

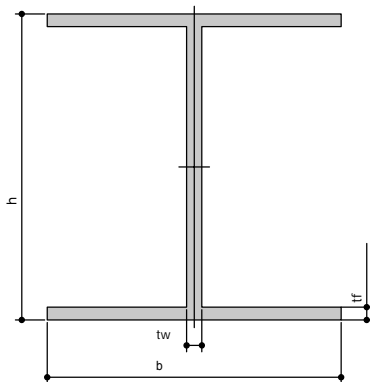
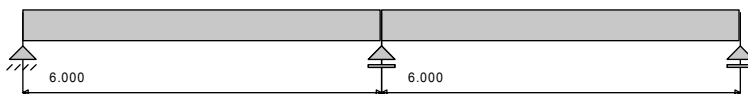
- poszczególnych grup obciążeń wyniki reakcji (opcjonalnie),
- obwiedni momentów i sił tnących – wykresy, wartości (opcjonalnie).

Wyniki sprawdzania nośności belki oddzielnie dla każdego przęsła w postaci:

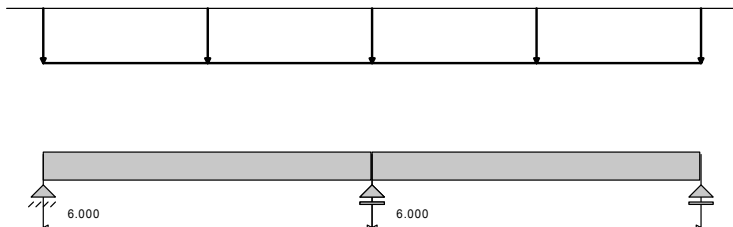
- parametrów ogólnych dotyczących przęsła belki.
- sprawdzanie nośności dla momentu maksymalnego w obrębie przęsła (jeżeli taki występuje):
  - siły wewnętrzne, parametry dotyczące nośności, warunki nośności,
- sprawdzanie nośności dla momentu minimalnego w obrębie przęsła (jeżeli taki występuje):

siły wewnętrzne, parametry dotyczące nośności, warunki nośności,

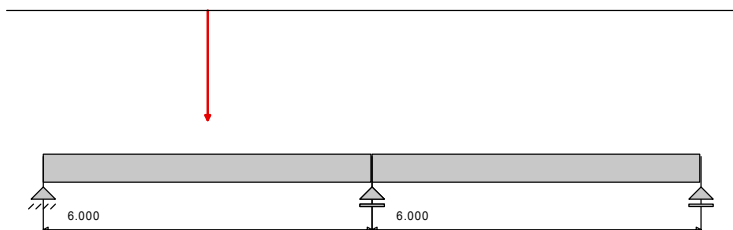
- warunki nośności na ścinanie dla ekstremalnej siły poprzecznej,
- maksymalne ugięcie w przęśle,
- sprawdzenie nośności występujących w przęśle żeber,
- określenie wymaganej grubości spoiny łączą
- sprawdzenie nośności środника bez żeber nad podporami,
- sprawdzenie nośności środnika bez żeber w miejscu występowania sił skupionych.

**412.4. Przykład****Geometria przekroju:****Schemat statyczny:****Lista pręseł**

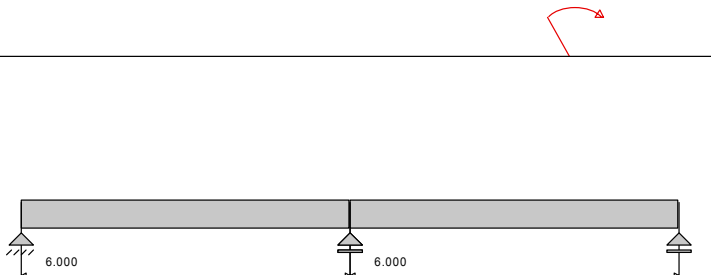
Nr pręśla	Długość[m]	h [mm]	b [mm]	$t_f$ [mm]	$t_w$ [mm]
1	6.00	600	250	20	8
2	6.00	600	250	20	8

**Lista obciążeń grupa 1**

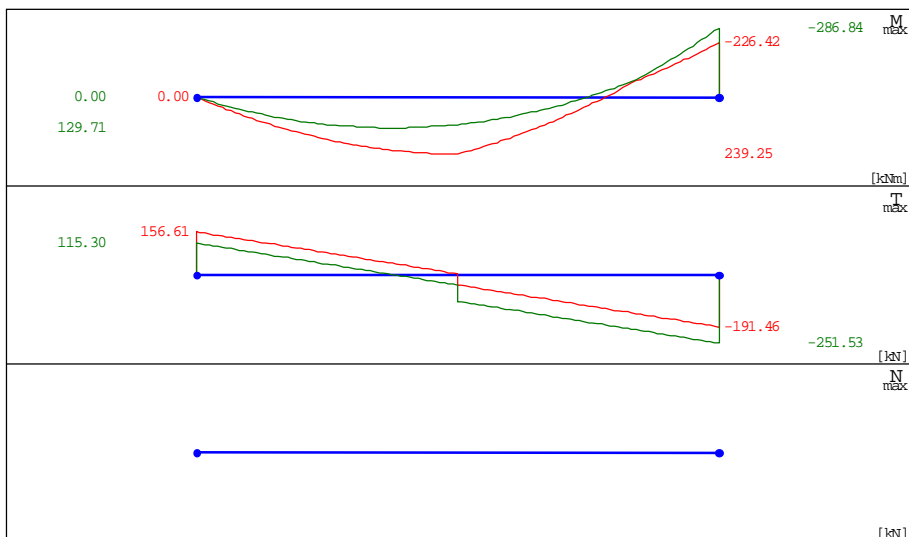
Nr	Nr przęsła	Rodzaj	$P_1$	$P_2$	a [m]	b [m]	Co [mm]
1		równomierne	50.00	-	0.00	12.00	-

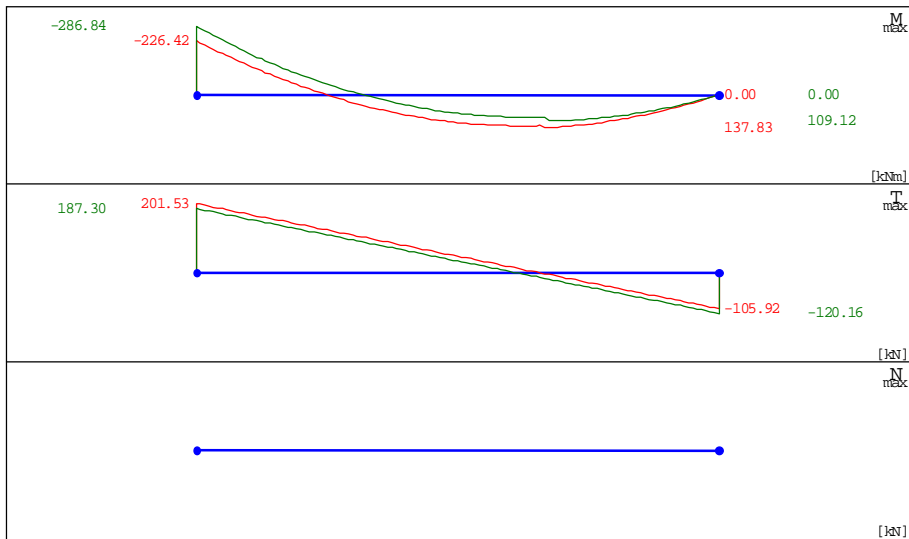
**Lista obciążeń grupa 2**

Nr	Nr przęsła	Rodzaj	$P_1$	$P_2$	a [m]	b [m]	Co [mm]
2	1	siła	100.00	-	3.00	-	100

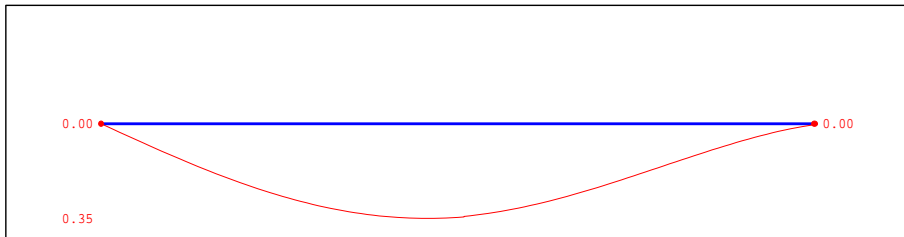
**Lista obciążeń grupa 3**

Nr	Nr przęsła	Rodzaj	$P_1$	$P_2$	a [m]	b [m]	Co [mm]
3	2	moment	25.00	-	4.00	-	-

**Wykresy MNT dla przęsła nr 1**

**Wykresy MNT dla przęsła nr 2****Ugięcie sprężyste dla przęsła nr 1**

Grupy obciążeń uwzględnione do liczenia ugięcia:	
Ciężar własny	
grupa 1	
grupa 2	

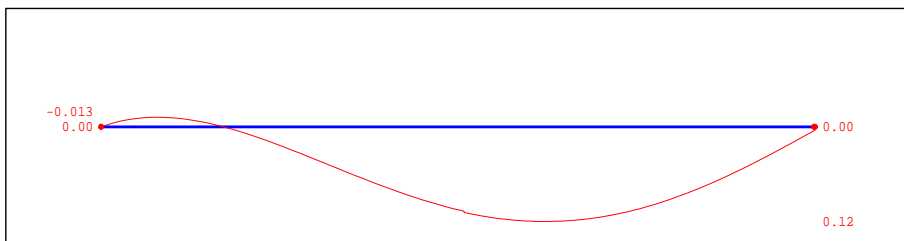


X [m]	0.000	1.250	2.450	3.000	4.250	5.450	5.950
Y [cm]	0.000	0.230	0.342	0.338	0.212	0.044	0.000



**Ugięcie sprężyste dla przęsła nr 2**

Grupy obciążeń uwzględnione do liczenia ugięcia:
Ciężar własny
grupa 1
grupa 2



X [m]	0.000	1.250	2.450	3.000	4.250	5.450	5.950
Y [cm]	0.000	0.011	0.085	0.113	0.115	0.043	0.000

**Przęsło nr 1****Dane przęsła:**

Przekrój: 600x8, 250x20

 $A = 144.800 \text{ cm}^2$  $I_x = 95841.067 \text{ cm}^4$  $W_x = 3194.702 \text{ cm}^3$ 

Klasa przekroju na zginanie: 2

Współczynnik redukcyjny  $\psi = 1.000$ 

Długość przęsła: 6.000 m

Klasa stali przęsła: St3S

Współczynnik momentów  $\beta = 1.000$ 

Największy rozstaw żeber poprzecznych: 3.000 m

**Nośności przekroju:**

Stan krytyczny

$M_{rx} = 688.995 \text{ kNm}$	$M_{rxv\_max} = 688.995 \text{ kNm}$
$V_{ry} = 532.672 \text{ kN}$	

**Warunki nośności****Dla momentu dodatniego x = 3.000 m**

Siły: $M_{x\max} = 239.254 \text{ kNm}$	$V_y = 97.112 \text{ kN}$
---	---------------------------

Odległość między stężeniami pasa górnego: 3.000 m

Stan krytyczny

Współczynnik zwichrzenia:  $\varphi_L = 0.973$ 

$$\frac{M_x}{\varphi_L \cdot M_{Rx}} = 0.357 \leq 1$$

$$\frac{M_x}{M_{Rxxv}} = 0.347 \leq 1$$

**Dla ekstremalnej siły poprzecznej**

Siły: $V_{y\max} = 251.534 \text{ kN}$	$V_{Ry} = 532.672 \text{ kN}$
--	-------------------------------

$$\frac{V_y}{V_{Ry}} = 0.472$$

**Żebra**

Położenie x[m]	Typ żebra	Siła [kN]	Szerokość [mm]	Grubość [mm]	Wykorzystanie nośności żebra
0.000	dwustronne	156.615	121	8	0.252
3.000	dwustronne	100.000	121	8	0.121
6.000	dwustronne	453.068	121	8	0.548

**Spoiny**Spoina łącząca pasy ze środnikiem: **ciągła**Wymagana grubość spoiny dwustronnej:  $a = 4 \text{ mm}$ **Przęsło nr 2****Dane przęsła:**

Przekrój: 600x8, 250x20

$$A = 144.800 \text{ cm}^2$$

$$I_x = 95841.067 \text{ cm}^4$$

$$W_x = 3194.702 \text{ cm}^3$$

Klasa przekroju na zginanie: 2

Współczynnik redukcyjny  $\psi = 1.000$

Długość przęsła: 6.000 m

Klasa stali przęsła: St3S

Współczynnik momentów  $\beta = 1.000$

Największy rozstaw żebrowych poprzecznych: 6.000 m

### Nośności przekroju:

Stan krytyczny

$M_{rx} = 688.995 \text{ kNm}$	$M_{rxv\_max} = 688.995 \text{ kNm}$
$V_{ry} = 532.672 \text{ kN}$	

### Warunki nośności

Dla momentu dodatniego  $x = 4.000 \text{ m}$

Siły: $M_{xmax} = 137.828 \text{ kNm}$	$V_y = 17.672 \text{ kN}$
--	---------------------------

Odległość między stężeniami pasa górnego: 6.000 m

Stan krytyczny

Współczynnik zwichrzenia:  $\varphi_L = 0.704$

$$\frac{M_x}{\varphi_L \cdot M_{Rx}} = 0.284 \leq 1$$

$$\frac{M_x}{M_{Rxv}} = 0.200 \leq 1$$

Dla ekstremalnej siły poprzecznej

Siły: $V_{ymax} = 201.534 \text{ kN}$	$V_{Ry} = 532.672 \text{ kN}$
---------------------------------------	-------------------------------

$$\frac{V_y}{V_{Ry}} = 0.378$$

### Żebra

Położenie x[m]	Typ żebra	Siła [kN]	Szerokość [mm]	Grubość [mm]	Wykorzystanie nośności żebra
0.000	dwustronne	453.068	121	8	0.548
6.000	dwustronne	120.156	121	8	0.193

### Spoiny

Spoina łącząca pasy ze środkami: **ciągła**

Wymagana grubość spoiny dwustronnej:  $a = 4 \text{ mm}$