

Moduł

Profile stalowe

Spis treści

400.	PROFILE STALOWE	3
400.1.	WIADOMOŚCI OGÓLNE	3
400.1.1.	<i>Opis programu.....</i>	<i>3</i>
400.1.2.	<i>Zakres programu</i>	<i>3</i>
400.1.3.	<i>Opis podstawowych funkcji programu</i>	<i>4</i>
400.2.	WPROWADZENIE DANYCH	4
400.2.1.	<i>Utworzenie nowego projektu</i>	<i>4</i>
400.2.2.	<i>Opis zakładek wspólnych dla wszystkich modułów.....</i>	<i>8</i>
400.2.3.	<i>Opis modułów obliczeń.....</i>	<i>9</i>
400.2.3.1.	<i>Rozciąganie:</i>	<i>9</i>
400.2.3.2.	<i>Ściskanie:</i>	<i>10</i>
400.2.3.3.	<i>Zginanie dwukierunkowe:</i>	<i>11</i>
400.2.3.4.	<i>Rozciąganie ze zginaniem:</i>	<i>15</i>
400.2.3.5.	<i>Ściskanie ze zginaniem:</i>	<i>19</i>
400.3.	WYNIKI.....	24
400.3.1.	<i>Wyniki obliczeń dla rozciągania</i>	<i>24</i>
400.3.2.	<i>Wyniki obliczeń dla ściskania.....</i>	<i>24</i>
400.3.3.	<i>Wyniki zginania dwukierunkowego</i>	<i>25</i>
400.3.4.	<i>Wyniki rozciągania ze zginaniem</i>	<i>25</i>
400.3.5.	<i>Wyniki ściskania ze zginaniem</i>	<i>26</i>
400.4.	RAPORT	28
400.5.	PRZYKŁAD	28

400. Profile stalowe

400.1. Wiadomości ogólne

400.1.1. Opis programu

Program **Profile stalowe** jest przeznaczony do sprawdzania nośności jednogąźziowych prętów stalowych o stałym przekroju dla następujących stanów obciążenia

- rozciąganie
- ściskanie
- zginanie dwukierunkowe
- rozciąganie ze zginaniem
- ściskanie ze zginaniem

Program sprawdza nośność dla następujących przekrojów prętów

- dwuteowniki walcowane (I, IPE, HEB, HEA)
- dwuteowniki spawane (monosymetryczne)
- spawane przekroje skrzynkowe (monosymetryczne)
- teowniki spawane
- rury okrągłe
- rury kwadratowe i prostokątne
- kątowniki i teowniki walcowane
- połówki dwuteowników walcowanych

400.1.2. Zakres programu

Program sprawdza nośność prętów stalowych wg PN-90/B-03200. W przypadku zginania przekrojów monosymetrycznych oś y pokrywa się z osią symetrii, a oś x przekroju jest osią większego momentu bezwładności. W przypadku zginania kątownika następuje rozkład momentów na zginanie względem głównych osi bezwładności przekroju.

Obliczenia są wykonywane dla gatunków stali: St0S, St3S, St4S, 18G2, 18G2AV, w przypadku rur dodatkowo dla stali R35 i R45 oraz dla stali o dowolnej wytrzymałości obliczeniowej f_d .

Po wykonaniu obliczeń stopień wykorzystania nośności pręta jest wyświetlany na ekranie. Użytkownik może dokonać zmiany przekroju lub gatunku stali i wykonać powtórnie obliczenia. Naciśnięcie „Ok.” spowoduje utworzenie raportu dla aktualnych danych obliczeniowych.

400.1.3. Opis podstawowych funkcji programu

Program sprawdza nośność prętów jednoślazowych dla następujących stanów obciążenia:

Rozciąganie

Nośność pręta rozciąganego osiowo. Pręt może być osłabiony otworami. W przypadku nieosiowego połączenia w węźle należy podać informację czy jest połączony na jeden łącznik.

Ściskanie osiowe

Nośność pręta ściskanego osiowo jest obliczana, w przypadku czwartej klasy przekroju zarówno w stanie krytycznym jak i opcjonalnie nadkrytycznym. W stanie nadkrytycznym ograniczonym można podać wartość maksymalnych dopuszczalnych naprężeń ściskających w przekroju współpracującym. Jeżeli w stanie nadkrytycznym pojawia się przesunięcie środka ciężkości przekroju, program uwzględni w nośności dodatkowy moment zginający.

Przy określaniu klasy przekroju program uwzględni występujące ewentualnie zębra.

Dla określenia współczynnika stateczności globalnej należy podać współczynniki długości wybocheniowej.

Dla prętów o przekroju teownika, kątownika lub ½ dwuteownika może wystąpić przypadek nieosiowego połączenia pręta w węźle.

Zginanie dwukierunkowe

Nośność pręta poddanego zginaniu dwukierunkowemu jest obliczana, dla przekrojów klasy czwartej zarówno dla stanu krytycznego jak i opcjonalnie dla stanu nadkrytycznego. W stanie nadkrytycznym ograniczonym można podać wartość maksymalnych dopuszczalnych naprężeń ściskających w przekroju współpracującym.

Można podać współczynniki momentów zginających β_x i β_y różne od jedności.

Poza zginaniem jest sprawdzany warunek nośności na ścinanie dla podanej maksymalnej wartości siły poprzecznej występującej w przęcie.

Analiza zwichrzenia jest przeprowadzona dla stanu pracy pręta, obciążenia i warunków podparcia takich jak podane w załączniku 3 normy PN-90/B-03200.

Rozciąganie ze zginaniem

Moduł podobny do zginania dwukierunkowego. Dodatkowo uwzględniony wpływ siły rozciągającej na nośność pręta. Pręty muszą być połączone osiowo w węzłach.

Ściskanie ze zginaniem

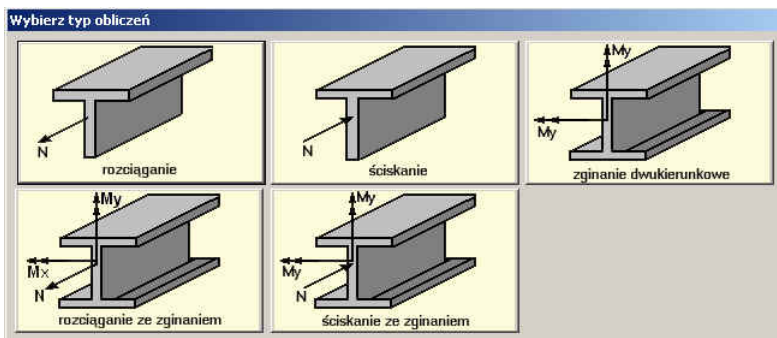
Nośność pręta ściskanego mimośrodowo w dwóch płaszczyznach głównych. Warunki i dane potrzebne do sprawdzania nośności takie jak w modułach ściskania osiowego i zginania dwukierunkowego.

400.2. Wprowadzenie danych

400.2.1. Utworzenie nowego projektu

Wprowadzenie nowego projektu sprawdzającego nośność rozpoczynamy od uaktywnienia w pasku narzędziowym górnego menu ekranu opcji **Elementy - Nowy element**. Następnie w oknie dialogowym **Nowy element** zaznaczamy jako typ elementu – **Profile stalowe**, nadajemy jej oznaczenie (pozycję lub nazwę) i zatwierdzamy wybór kliknięciem przycisku OK. Po uruchomieniu modułu „**Profile stalowe**” pojawia się okno **Wybierz typ obliczeń**

wyposażone w pięć kolejnych zakładek umożliwiających wybór typu obliczeń pręta (stanu obciążenia):



Wybranie typu obliczeń można wykonać przez naciśnięcie odpowiedniej ikony na pulpicie:

Po wyborze **Typu obliczeń pręta** pojawiają się okna:

Profile stalowe – roziąganie wyposażone w jedną zakładkę

Profile stalowe – roziąganie ● ● ● INTERsoft

Parametry przekroju

Rodzaj przekroju: Gatunek stali:

Sila rozciągająca $N =$ kN

Przekrój osłabiony otworami

Osiowe połączenia pręta w węzle

Połączenie w węzle na jeden łącznik

A_{netto} średnika (ów) cm^2

A_{netto} półek (ki):

górna cm^2

dolna cm^2

A_{netto} części przylgowej cm^2

A_{brutto} części przylgowej cm^2

Profile stalowe – ściskanie wyposażone w jedną zakładkę

Profile stalowe – ściskanie ● ● ● INTERsoft

Parametry przekroju

Rodzaj przekroju: T 120 Gatunek stali: St3S

Siła ściskająca N = 150 kN Długość pręta L = 3.5 m

Współczynniki wyobczeniowe

wyobcz. względem osi X przekr. $\mu_x = 1.2$

wyobcz. względem osi Y przekr. $\mu_y = 1.1$

wyobcz. skrętne przekr. $\mu_w = 1$

Obliczenia w stanie nadkrytycznym $\sigma_{c\ ogr} = 215$ MPa
 Pręt obciążony statycznie
 Przekrój z żebrami Maks. rozstaw żeber w przęśle = 0 m
 Osiowe połączenia pręta w węzle A_{brutto} części przylgowej = 8 cm²
 Występują naprężenia spawalnicze

Profile stalowe – zginanie dwukierunkowe wyposażone w trzy zakładki

Profile stalowe – zginanie dwukierunkowe ● ● ● INTERsoft

Parametry przekroju | Siły przekrojowe | Parametry zwichrzenia

Rodzaj przekroju: T 120 Gatunek stali: St3S

Długość pręta L = 12 m

Obliczenia w stanie nadkrytycznym $\sigma_{c\ ogr} = 0.00019$ MPa Pręt obciążony statycznie
 Przekrój ma żebra Maks. rozstaw żeber w przęśle = 0 m

Współczynniki momentów zginających

$\beta_x = 1$ $\beta_y = 1$

Belka zabezpieczona przed zwichrzeniem Występują naprężenia spawalnicze

Profile stalowe – rozciąganie ze zginaniem wyposażone w trzy zakładki

Profile stalowe – rozciąganie ze zginaniem ● ● ● INTERsoft

Parametry przekroju | Siły przekrojowe | Parametry zwichrzenia

Rzódzaj przekroju: T 120 Gatunek stali: S13S

Długość pręta L = 8 m

Obliczenia w stanie nadkrytycznym Pręt obciążony statycznie

$\sigma_{c\ ogr}$ = 0.19 MPa Przekrój ma żebra

Maks. rozstaw żeber w przeszle 0 m

Współczynniki momentów zginających

β_x = 1 β_y = 1

Belka zabezpieczona przed zwichrzeniem Występują naprężenia spawalnicze

Profile stalowe – ściskanie ze zginaniem wyposażone w trzy zakładki

Profile stalowe – ściskanie ze zginaniem ● ● ● INTERsoft

Parametry przekroju | Siły przekrojowe | Parametry zwichrzenia

Rzódzaj przekroju: T 120 Gatunek stali: S13S

Długość pręta L = 8 m

Obliczenia w stanie nadkrytycznym Pręt obciążony statycznie

$\sigma_{c\ ogr}$ = 0.19 MPa Przekrój ma żebra

Maks. rozstaw żeber w przeszle 0 m

Współczynniki momentów zginających

β_x = 1 β_y = 1

Belka zabezpieczona przed zwichrzeniem Występują naprężenia spawalnicze

Otwieranie okna zakładek można wykonać przez naciśnięcie odpowiedniej ikony na pulpicie.

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,

400.2.2. Opis zakładek wspólnych dla wszystkich modułów

Okno „Nowy profil stalowy”:

Mamy do wyboru **Bibliotekę profili stalowych**, **Bibliotekę profili użytkownika** i trzy rodzaje profili spawanych: dwuteownik, profil skrzynkowy, teownik. W przypadku teownika można wybrać, przez podanie kąta, położenie półki u góry lub u dołu.

- Biblioteka profili stalowych** pozwala wybrać jeden ze standardowych przekrojów.
- Biblioteka profili użytkownika** pozwala wybrać profil zdefiniowany i zapisany wcześniej przez użytkownika.
- Spawane przekroje definiowane**. Należy podać wymiary i naciskając przycisk „Oblicz” obliczyć charakterystyki przekroju. Przekrój można zapisać pod podaną nazwą do **Biblioteki profili użytkownika**.

Okno „Gatunek stali”:

Pozwala zdefiniować własny gatunek stali, dla której należy podać: wytrzymałość obliczeniową F_d , granicę plastyczności R_e i wytrzymałość na rozciąganie R_m .

400.2.3. Opis modułów obliczeń

400.2.3.1. Rozciąganie:

W zakładce **Parametry przekroju** podawane są podstawowe dane wymagane przy sprawdzaniu nośności pręta na rozciąganie.

Siła rozciągająca [kN]	Siła rozciągająca działająca w sprawdzanym przekroju	{N > 0}
Przekrój osłabiony otworami:	Dla przekroju osłabionego otworami -przekroje netto; średnika i półek	<przekrój osłabiony otworami>
A_{netto} średnika [cm ²]	Pole przekroju średnika netto	{A > 0}
A_{netto} półka górna [cm ²]	Pole przekroju netto półki górnej	{A > 0}
A_{netto} półka dolna [cm ²]	Pole przekroju netto półki dolnej	{A > 0}
Osiowe połączenie pręta w węźle	Opcja tylko dla teowników, kątowników i półówek dwuteowników	< >
Połączenie w węźle na jeden łącznik	Opcja nieosiowego połączenia pręta	< >
A_{netto} części przylgowej [cm ²]	Pole przekroju netto części przylgowej przekroju	{A > 0}

A_{brutto} części przylgowej [cm²] Pole przekroju brutto części przylgowej { $A > 0$ }
przekroju

400.2.3.2. Ściskanie:

W zakładce **Parametry przekroju** podawane są podstawowe dane wymagane przy sprawdzaniu nośności pręta przy ściskaniu osiowym.

Siła ściskająca	[kN]	Siła ściskająca działająca w sprawdzanym pręcie	{ $N > 0$ }
Długość pręta	[m]	Długość pręta	{ $L > 0$ }
Współczynniki wyobczeniowe		Wartości współczynników wyobczeniowych: - μ_x dla wyobczenia względem osi x przekroju - μ_y dla wyobczenia względem osi y przekroju - μ_w dla wyobczenia skrętnego przekroju	{ > 0 }
Obliczenia w stanie nadkrytycznym		Opcja pozwalająca sprawdzać nośność prętów klasy 4 w stanie nadkrytycznym. Nieaktualna dla kształtowników w których występują wyłącznie ścianki jednostronnie usztywnione.	< >

$\sigma_{c\ ogr}$	[MPa]	Wartość największych naprężeń ściskających w przekroju współpracującym jakie dopuszczamy dla stanu nadkrytycznego	{Re \geq σ > 0}
Obciążenia statyczne		Opcja wyboru rodzaju oddziaływania obciążenia	< >
Przekrój z żebrami	z	Opcja określająca czy analizowany pręt posiada żebra poprzeczne	< >
Maks. rozstaw żeber w przęśle	[m]	Aktywne dla opcji przekroju z żebrami	{L> roz>0}
Osiowe połączenie pręta w węzle		Opcja aktywna tylko dla teowników, kątowników i połówek dwuteowników	< >
A_{brutto} części przylgowej	[cm ²]	Pole przekroju brutto części przylgowej przekroju, opcja aktywna tylko w przypadku nieosiowego połączenia pręta w węzle	{A > 0}
Występują naprężenia spawalnicze		Opcja pozwalająca określić czy dany przekrój jest spawany	< >

400.2.3.3. Zginanie dwukierunkowe:

W module obliczeniowym **zginanie dwukierunkowe** występują trzy zakładki:

Parametry przekroju

Sily przekrojowe

Parametry zwichrzenia

W zakładce **Parametry przekroju** podawane są podstawowe dane wymagane przy sprawdzaniu nośności pręta przy zginaniu dwukierunkowym.

Profile stalowe – zginanie dwukierunkowe ● ● ● INTERsoft

Parametry przekroju | Siły przekrojowe | Parametry zwichrzenia

Rodzaj przekroju: T 120 Gatunek stali: St3S

Długość pręta L = 12 m

Obliczenia w stanie nadkrytycznym Pręt obciążony statycznie

$\sigma_{c\ ogr}$ = 0.00019 MPa Przekrój ma żebra

Maks. rozstaw żeber w przęśle 0 m

Współczynniki momentów zginających

β_x = 1 β_y = 1

Belka zabezpieczona przed zwichrzeniem Występują naprężenia spawalnicze

Długość pręta	[m]	Długość pręta	{L>0}
Obliczenia w stanie nadkrytycznym		Opcja pozwalająca sprawdzać nośność prętów klasy 4 w stanie nadkrytycznym. Nieaktualna dla kształtowników w których występują wyłącznie ścianki jednostronnie usztywnione.	< >
$\sigma_{c\ ogr}$	[MPa]	Wartość największych naprężeń ściskających w przekroju współpracującym jakie dopuszczamy dla stanu nadkrytycznego	{Re ≥ σ > 0}
Pręt obciążony statycznie		Opcja wyboru rodzaju oddziaływania obciążenia	< >
Przekrój z żebrami		Opcja określająca czy analizowany pręt posiada żebra poprzeczne	< >
Maks. rozstaw żeber w przęśle	[m]	Aktywne dla opcji przekroju z żebrami	{L> roz>0}
Współczynniki momentów zginających		Współczynniki określające rozkład momentów zginających obliczone zgodnie z tablicą 12 normy: - β_x dla momentów względem osi x przekroju - β_y dla momentów względem osi y przekroju	{0< β <1}
Belka zabezpieczona przed		Opcja określająca czy belka jest zabezpieczona przed zwichrzeniem. Dla warunku tak zakładka parametry zwichrzenia	< >

zwichrzeniem		jest nieaktywna	
Występują naprężenia spawalnicze		Opcja pozwalająca określić czy dany przekrój jest spawany	< >

W zakładce **Siły przekrojowe** podawane są siły wewnętrzne wymagane przy sprawdzaniu nośności pręta przy zginaniu dwukierunkowym. Zwroty dodatnich sił zgodne ze zwrotami osi x i y pokazanymi na rysunku przekroju pręta. Kolorem czerwonym jest oznaczana aktualnie definiowana wielkość.

Profile stalowe - zginanie dwukierunkowe ●●● INTERsoft

Parametry przekroju	Siły przekrojowe	Parametry zwichrzenia
Momenty zginające		
M_x =	<input type="text" value="5"/>	kNm
odpowiadająca V_y =	<input type="text" value="10"/>	kN
M_y =	<input type="text" value="10"/>	kNm
odpowiadająca V_x =	<input type="text" value="30"/>	kN
Siły poprzeczne		
$V_{y\max}$ =	<input type="text" value="50"/>	kN
$V_{x\max}$ =	<input type="text" value="45"/>	kN
Podgląd		

Momenty zginające M_x	[kNm]	Wartość momentu zginającego względem osi x w analizowanym przekroju pręta	{ -10000, 10000 }
Momenty zginające M_y	[kNm]	Wartość momentu zginającego względem osi y w analizowanym przekroju pręta	{ -10000, 10000 }
odpowiadająca V_y	[kN]	Wartość siły poprzecznej wzdłuż osi y odpowiadająca przyjętemu do obliczeń momentowi M_x	{ -10000, 10000 }
odpowiadająca V_x	[kN]	Wartość siły poprzecznej wzdłuż osi x odpowiadająca przyjętemu do obliczeń momentowi M_y	{ -10000, 10000 }
Siły poprzeczne $V_{y\max}$	[kN]	Maksymalna wartość dla całego pręta siły poprzecznej wzdłuż osi y	{ -10000, 10000 }

Siły poprzeczne $V_{x\max}$	[kN]	Maksymalna wartość dla całego pręta siły poprzecznej wzdłuż osi x	{ -10000, 10000 }
--------------------------------	------	---	-------------------

W zakładce **Parametry zwichrzenia** podawane są podstawowe dane wymagane przy określeniu współczynnika zwichrzenia.

Odległość między stężeniami pasa ściskanego	[m]	Odległość między punktami stężącymi pas ściskany	{L>0}
Stan pracy belki		Opcja pozwalająca wybrać jeden z trzech rodzajów belki: belka jednoprzęsłowa belka dwuteowa z wymuszoną osią obrotu bisymentryczny wspornik	< >
Obciążenia belki między stężeniami		Opcja pozwalająca wybrać jeden z trzech rodzajów obciążenia między stężeniami belki moment stały lub zmienny liniowo obciążenie równomiernie rozłożone siła skupiona w środku odcinka, lub na końcu wspornika	< >
Odległość osi obrotu od pasa górnego	[m]	Opcja aktywna tylko w przypadku wyboru dla „stanu pracy belki” belki dwuteowej z wymuszoną osią obrotu. Podaje odległość płaszczyzny stężenia od górnej powierzchni	{y > 0}

		półki górnej.	
Odległość przyłożenia obc. od pasa górnego	[m]	Odległość punktu przyłożenia obciążenia od górnej powierzchni półki górnej.	{y > 0}
Element spawany w sposób zmechanizowany		Opcja pozwalająca określić czy dany element jest spawany w sposób zmechanizowany	< >
Obustronne warunki podparcia		Opcja pozwalająca określić jak podparte są oba końce pręta. Warunki podparcia odpowiadają tablicy Z1-2 normy.	
Warunki podparcia w płaszczyźnie obciążenia		Możliwość wyboru jednego z trzech warunków podparcia belki: przegub przegub bez deplanacji (podparcie przegubowe ale uniemożliwiające powstanie deplanacji przekroju na końcach pręta) utwierdzenie (wybór tej opcji spowoduje automatyczne przyjęcie utwierdzenia również dla podparcia w kierunku prostopadłym do obciążenia)	< >
Warunki podparcia w płaszczyźnie prostopadłej		Możliwość wyboru jednego z trzech warunków podparcia belki w płaszczyźnie prostopadłej do kierunku działania obciążenia: przegub utwierdzenie (wybór tej opcji spowoduje automatyczne przyjęcie utwierdzenia również dla podparcia w płaszczyźnie działania obciążenia)	< >

400.2.3.4. Rozciąganie ze zginaniem:

W module obliczeniowym **rozciąganie ze zginaniem** występują trzy zakładki:

Parametry przekroju

Siły przekrojowe

Parametry zwichrzenia

W zakładce **Parametry przekroju** podawane są podstawowe dane wymagane przy sprawdzaniu nośności pręta przy zginaniu dwukierunkowym.

Profile stalowe – rozciąganie ze zginaniem ● ● ● INTERsoft

Parametry przekroju | Siły przekrojowe | Parametry zwichrzenia

Rodzaj przekroju: T 120 Gatunek stali: S13S

Długość pręta L = 8 m

Obliczenia w stanie nadkrytycznym Pręt obciążony statycznie

$\sigma_{c\ ogr}$ = 0.19 MPa Przekrój ma żebra

Maks. rozstaw żeber w przęśle 0 m

Współczynniki momentów zginających

β_x = 1 β_y = 1

Belka zabezpieczona przed zwichrzeniem Występują naprężenia spawalnicze

Długość pręta	[m]	Długość pręta	{L>0}
Obliczenia w stanie nadkrytycznym		Opcja pozwalająca sprawdzać nośność prętów klasy 4 w stanie nadkrytycznym. Nieaktualna dla kształtowników w których występują wyłącznie ścianki jednostronnie usztywnione.	< >
$\sigma_{c\ ogr}$	[MPa]	Wartość największych naprężeń ściskających w przekroju współpracującym jakie dopuszczamy dla stanu nadkrytycznego	{Re ≥ σ > 0}
Pręt obciążony statycznie		Opcja wyboru rodzaju oddziaływania obciążenia	< >
Przekrój z żebrami		Opcja określająca czy analizowany pręt posiada żebra poprzeczne	< >
Maks. rozstaw żeber w przęśle	[m]	Aktywne dla opcji przekroju z żebrami	{L> roz>0}
Współczynniki momentów zginających		Współczynniki określające rozkład momentów zginających obliczone zgodnie z tablicą 12 normy: - β_x dla momentów względem osi x przekroju - β_y dla momentów względem osi y przekroju	{0< β <1}
Belka zabezpieczona przed		Opcja określająca czy belka jest zabezpieczona przed zwichrzeniem. Dla warunku tak zakładka parametry zwichrzenia	< >

zwichrzeniem		jest nieaktywna	
Występują naprężenia spawalnicze		Opcja pozwalająca określić czy dany przekrój jest spawany	< >

W zakładce **Siły przekrojowe** podawane są siły wewnętrzne wymagane przy sprawdzaniu nośności pręta przy zginaniu dwukierunkowym. Zwroty dodatnich sił zgodne ze zwrotami osi x i y pokazanymi na rysunku przekroju pręta. Kolorem czerwonym jest oznaczana aktualnie definiowana wielkość.

Profile stalowe – rozciąganie ze zginaniem ● ● ● INTERsoft

Parametry przekroju | **Siły przekrojowe** | Parametry zwichrzenia

Momenty zginające

M_x = kNm odpowiadająca V_y = kN

M_y = kNm odpowiadająca V_x = kN

Siły poprzeczne

$V_{y\max}$ = kN $V_{x\max}$ = kN

Siła rozciągająca N = kN

Podgląd

Momenty zginające M_x	[kNm]	Wartość momentu zginającego względem osi x w analizowanym przekroju pręta	{ -10000, 10000 }
Momenty zginające M_y	[kNm]	Wartość momentu zginającego względem osi y w analizowanym przekroju pręta	{ -10000, 10000 }
odpowiadająca V_y	[kN]	Wartość siły poprzecznej wzdłuż osi y odpowiadająca przyjętemu do obliczeń momentowi M_x	{ -10000, 10000 }
odpowiadająca V_x	[kN]	Wartość siły poprzecznej wzdłuż osi x odpowiadająca przyjętemu do obliczeń momentowi M_y	{ -10000, 10000 }
Siły poprzeczne $V_{y\max}$	[kN]	Maksymalna wartość dla całego pręta siły poprzecznej wzdłuż osi y	{ -10000, 10000 }

Siły poprzeczne V_{xmax}	[kN]	Maksymalna wartość dla całego pręta siły poprzecznej wzdłuż osi x	{ -10000, 10000 }
Siła rozciągająca	[kN]	Siła rozciągająca działająca w sprawdzanym przekroju	{ N > 0 }

W zakładce **Parametry zwichrzenia** podawane są podstawowe dane wymagane przy określeniu współczynnika zwichrzenia.

Odległość między stężeniami pasa ściskanego	[m]	Odległość między punktami stężącymi pas ściskany	{L>0}
Stan pracy belki		Opcja pozwalająca wybrać jeden z trzech rodzajów belki: belka jednoprzęsłowa belka dwuteowa z wymuszoną osią obrotu bismetryczny wspornik	< >
Obciążenia belki między stężeniami		Opcja pozwalająca wybrać jeden z trzech rodzajów obciążenia między stężeniami belki moment stały lub zmienny liniowo obciążenie równomiernie rozłożone siła skupiona w środku odcinka, lub na końcu wspornika	< >
Odległość osi obrotu od pasa górnego	[m]	Opcja aktywna tylko w przypadku wyboru dla „stanu pracy belki” belki dwuteowej z wymuszoną osią obrotu. Podaje odległość	{y > 0}

		płaszczyzny stężenia od górnej powierzchni półki górnej.	
Odległość przyłożenia obc. od pasa górnego	[m]	Odległość punktu przyłożenia obciążenia od górnej powierzchni półki górnej.	{y > 0}
Element spawany w sposób zmechanizowany		Opcja pozwalająca określić czy dany element jest spawany w sposób zmechanizowany	< >
Obustronne warunki podparcia		Opcja pozwalająca określić jak podparte są oba końce pręta. Warunki podparcia odpowiadają tablicy Z1-2 normy.	
Warunki podparcia w płaszczyźnie obciążenia		Możliwość wyboru jednego z trzech warunków podparcia belki: przegub przegub bez deplanacji (podparcie przegubowe ale uniemożliwiające powstanie deplanacji przekroju na końcach pręta) utwierdzenie (wybór tej opcji spowoduje automatyczne przyjęcie utwierdzenia również dla podparcia w kierunku prostopadłym do obciążenia)	< >
Warunki podparcia w płaszczyźnie prostopadłej		Możliwość wyboru jednego z trzech warunków podparcia belki w płaszczyźnie prostopadłej do kierunku działania obciążenia: przegub utwierdzenie (wybór tej opcji spowoduje automatyczne przyjęcie utwierdzenia również dla podparcia w płaszczyźnie działania obciążenia)	< >

400.2.3.5. Ściskanie ze zginaniem:

W module obliczeniowym **ściskanie ze zginaniem** występują trzy zakładki:

Parametry przekroju

Siły przekrojowe

Parametry zwężenia

W zakładce **Parametry przekroju** podawane są podstawowe dane wymagane przy sprawdzaniu nośności pręta przy zginaniu dwukierunkowym.

Profile stalowe – ściskanie ze zginaniem ● ● ● INTERsoft

Parametry przekroju | Siły przekrojowe | Parametry zwichrzenia

Rzódzaj przekroju: T 120 Gatunek stali: S135

Długość pręta L = 8 m

Obliczenia w stanie nadkrytycznym Pręt obciążony statycznie

$\sigma_{c\ ogr}$ = 0.19 MPa Przekrój ma żebra

Maks. rozstaw żeber w przęśle 0 m

Współczynniki momentów zginających

β_x = 1 β_y = 1

Belka zabezpieczona przed zwichrzeniem Występują naprężenia spawalnicze

Długość pręta	[m]	Długość pręta	{L>0}
Obliczenia w stanie nadkrytycznym		Opcja pozwalająca sprawdzać nośność prętów klasy 4 w stanie nadkrytycznym. Nieaktualna dla kształtowników w których występują wyłącznie ścianki jednostronnie usztywnione.	< >
$\sigma_{c\ ogr}$	[MPa]	Wartość największych naprężeń ściskających w przekroju współpracującym jakie dopuszczamy dla stanu nadkrytycznego	{Re ≥ σ > 0}
Pręt obciążony statycznie		Opcja wyboru rodzaju oddziaływania obciążenia	< >
Przekrój z żebrami		Opcja określająca czy analizowany pręt posiada żebra poprzeczne	< >
Maks. rozstaw żeber w przęśle	[m]	Aktywne dla opcji przekroju z żebrami	{L> roz>0}
Współczynniki momentów zginających		Współczynniki określające rozkład momentów zginających obliczone zgodnie z tablicą 12 normy: - β_x dla momentów względem osi x przekroju - β_y dla momentów względem osi y przekroju	{0< β <1}
Belka zabezpieczona przed		Opcja określająca czy belka jest zabezpieczona przed zwichrzeniem. Dla warunku tak zakładka parametry zwichrzenia	< >

zwichrzeniem		jest nieaktywna	
Występują naprężenia spawalnicze		Opcja pozwalająca określić czy dany przekrój jest spawany	< >

W zakładce **Siły przekrojowe** podawane są siły wewnętrzne wymagane przy sprawdzaniu nośności pręta przy zginaniu dwukierunkowym. Zwroty dodatnich sił zgodne ze zwrotami osi x i y pokazanymi na rysunku przekroju pręta. Kolorem czerwonym jest oznaczana aktualnie definiowana wielkość.

Profile stalowe – ściskanie ze zginaniem ● ● ● INTERsoft

Parametry przekroju | **Siły przekrojowe** | Parametry zwichrzenia

Momenty zginające

M_x = kNm odpowiadająca V_y = kN
 M_y = kNm odpowiadająca V_x = kN

Siły poprzeczne

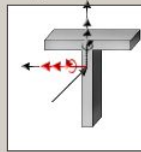
$V_{y\max}$ = kN $V_{x\max}$ = kN

Siła ścisniająca N = kN

Współczynniki wyboczeniowe

wybocz. względem osi X przekr. μ_x =
 wybocz. względem osi Y przekr. μ_y =
 wybocz. skrętne przekr. μ_{ω} =

Podgląd



Momenty zginające M_x	[kNm]	Wartość momentu zginającego względem osi x w analizowanym przekroju pręta	{-10000, 10000 }
Momenty zginające M_y	[kNm]	Wartość momentu zginającego względem osi y w analizowanym przekroju pręta	{ -10000, 10000}
odpowiadająca V_y	[kN]	Wartość siły poprzecznej wzdłuż osi y odpowiadająca przyjętemu do obliczeń momentowi M_x	{ -10000, 10000}
odpowiadająca V_x	[kN]	Wartość siły poprzecznej wzdłuż osi x odpowiadająca przyjętemu do obliczeń momentowi M_y	{ -10000, 10000}
Siły poprzeczne $V_{y\max}$	[kN]	Maksymalna wartość dla całego pręta siły poprzecznej wzdłuż osi y	{ -10000, 10000}
Siły poprzeczne	[kN]	Maksymalna wartość dla całego pręta siły	{ -10000, 10000}

V_{xmax}		poprzecznej wzdłuż osi x	
Siła ściskająca	[kN]	Siła rozciągająca działająca w sprawdzanym przekroju	{N > 0}
Współczynniki wybočeníowe		<p>Wartości współczynników wybočeníowych:</p> <p>-μ_x dla wybočenía względem osi x przekroju</p> <p>-μ_y dla wybočenía względem osi y przekroju</p> <p>-μ_w dla wybočenía skrętnego przekroju</p>	{>0}

W zakładce **Parametry zwichrzenia** podawane są podstawowe dane wymagane przy określeniu współczynnika zwichrzenia.

Odległość między stężeniami ściskanego pasa	[m]	Odległość między punktami stężącymi pas ściskany	{L>0}
Stan pracy belki		<p>Opcja pozwalająca wybrać jeden z trzech rodzajów belki:</p> <p>belka jednoprzęsłowa</p> <p>belka dwuteowa z wymuszoną osią obrotu</p> <p>bisymetryczny wspornik</p>	< >
Obciążenia belki między stężeniami		Opcja pozwalająca wybrać jeden z trzech rodzajów obciążenia między stężeniami belki	< >

		moment stały lub zmienny liniowo obciążenie równomiernie rozłożone siła skupiona w środku odcinka, lub na końcu wspornika	
Odległość osi obrotu od pasa górnego	[m]	Opcja aktywna tylko w przypadku wyboru dla „stanu pracy belki” belki dwuteowej z wymuszoną osią obrotu. Podaje odległość płaszczyzny stężenia od górnej powierzchni półki górnej.	{y > 0}
Odległość przyłożenia obc. od pasa górnego	[m]	Odległość punktu przyłożenia obciążenia od górnej powierzchni półki górnej.	{y > 0}
Element spawany w sposób zmechanizowany		Opcja pozwalająca określić czy dany element jest spawany w sposób zmechanizowany	< >
Obustronne warunki podparcia		Opcja pozwalająca określić jak podparte są oba końce pręta. Warunki podparcia odpowiadają tablicy Z1-2 normy.	
Warunki podparcia w płaszczyźnie obciążenia		Możliwość wyboru jednego z trzech warunków podparcia belki: przegub przegub bez deplanacji (podparcie przegubowe ale uniemożliwiające powstanie deplanacji przekroju na końcach pręta) utwierdzenie (wybór tej opcji spowoduje automatyczne przyjęcie utwierdzenia również dla podparcia w kierunku prostopadłym do obciążenia)	< >
Warunki podparcia w płaszczyźnie prostopadłej		Możliwość wyboru jednego z trzech warunków podparcia belki w płaszczyźnie prostopadłej do kierunku działania obciążenia: przegub utwierdzenie (wybór tej opcji spowoduje automatyczne przyjęcie utwierdzenia również dla podparcia w płaszczyźnie działania obciążenia)	< >

400.3. Wyniki

400.3.1. Wyniki obliczeń dla rozciągania

Po wciśnięciu klawisza oblicz na ekranie pojawiają się wyniki sprawdzenia nośności pręta na rozciąganie.

Wyniki obliczeń dla rozciągania

Wykorzystanie nośności:

Rozciąganie: $\frac{N}{N_{RT}} = 0.9689922$

Zmiana przekroju Zmiana stali OK

Przycisk **Zmiana przekroju** umożliwia wybranie tylko nowego przekroju i powtórzenie obliczeń dla wprowadzonych wcześniej pozostałych danych.

Przycisk **Zmiana stali** umożliwia wybranie tylko nowego gatunku stali i powtórzenie obliczeń dla wprowadzonych wcześniej pozostałych danych.

Przycisk **OK** powoduje utworzenie raportów i wyjście z modułu obliczeniowego.

400.3.2. Wyniki obliczeń dla ściskania

Po wciśnięciu klawisza oblicz na ekranie pojawiają się wyniki sprawdzenia nośności pręta na ściskanie.

Wyniki obliczeń dla ściskania

Stan krytyczny:

Ściskanie osiowe: $\frac{N}{\phi_{min} \cdot N_{Rc}} = 0.9392780$

Przekrój mocowany jedną półką: $\frac{N}{N_{min}} = 0.9392780$

Zmiana przekroju Zmiana stali OK

- stan krytyczny.** Nośność pręta w stanie krytycznym: dla ściskania osiowego i dla mocowania przekroju w węźle jedną półką. Jeżeli pręt jest mocowany węźle osiowo obydwa wyniki są identyczne.
- stan nadkrytyczny.** Jeżeli nie została wybrana ta opcja obliczeń wyniki są takie same jak dla stanu krytycznego. Podawane są wyniki dla przypadku ściskania osiowego i ściskania ze zginaniem dodatkowym momentem powstałym w wyniku ewentualnego przesunięcia środka ciężkości przekroju w stanie nadkrytycznym.

Przycisk **Zmiana przekroju** umożliwia wybranie tylko nowego przekroju i powtórzenie obliczeń dla wprowadzonych wcześniej pozostałych danych.

Przycisk **Zmiana stali** umożliwia wybranie tylko nowego gatunku stali i powtórzenie obliczeń dla wprowadzonych wcześniej pozostałych danych.

Przycisk **OK** powoduje utworzenie raportów i wyjście z modułu obliczeniowego.

400.3.3. Wyniki zginania dwukierunkowego

Po wciśnięciu klawisza oblicz na ekranie pojawiają się wyniki sprawdzenia nośności pręta na zginanie.

The screenshot shows a window titled "Wyniki zginania dwukierunkowego" with the following content:

Stan krytyczny

Zginanie: $\frac{M_x}{\phi_L \cdot M_{Rx}} + \frac{M_y}{M_{Ry}} = 1.1036803$

Ścinanie $V_{y\max}$: $\frac{V_{y\max}}{V_{Ry}} = 0.2123159$

Zginanie ze ścinaniem: $\frac{M_x}{M_{Rx,v}} + \frac{M_y}{M_{Ry,v}} = 0.7087985$

Ścinanie $V_{x\max}$: $\frac{V_{x\max}}{V_{Rx}} = 0.0440257$

Buttons: Zmiana przekroju, Zmiana stali, OK

- **stan krytyczny.** Podawane są nośności pręta dla:
 - zginania ze zwirzeniem
 - zginania ze ścinaniem
 - ścinania dla maksymalnej siły poprzecznej w kierunku osi y
 - ścinania dla maksymalnej siły poprzecznej w kierunku osi x

- **stan nadkrytyczny.** Podawane są nośności pręta dla:
 - zginania ze zwirzeniem
 - zginania ze ścinaniem

Jeżeli stopień wykorzystanie nośności w stanie nadkrytycznym wynosi zero lub wyniki są takie same jak dla stanu krytycznego, oznacza to, że klasa przekroju jest mniejsza niż cztery.

Przycisk **Zmiana przekroju** umożliwia wybranie tylko nowego przekroju i powtórzenie obliczeń dla wprowadzonych wcześniej pozostałych danych.

Przycisk **Zmiana stali** umożliwia wybranie tylko nowego gatunku stali i powtórzenie obliczeń dla wprowadzonych wcześniej pozostałych danych.

Przycisk **OK** powoduje utworzenie raportów i wyjście z modułu obliczeniowego.

400.3.4. Wyniki rozciągania ze zginaniem

Po wciśnięciu klawisza oblicz na ekranie pojawiają się wyniki sprawdzenia nośności pręta poddanego działaniu siły rozciągającej i momentów zginających.

Wyniki rozciągania ze zginaniem

Stan krytyczny

Zginanie ze zwężeniem

$$\frac{N}{N_{Rt}} + \frac{M_x}{\phi_L \cdot M_{Rk}} + \frac{M_y}{M_{Ry,v}} = 1.4704814$$

Ścinanie: $V_{y,max}$

$$\frac{V_{y,max}}{V_{Ry,v} \sqrt{1 - \left(\frac{N}{N_{Rt}}\right)^2}} = 0.2347477$$

Zginanie ze ścinaniem

$$\frac{N}{N_{Rt}} + \frac{M_{x,v}}{M_{Rk,v}} + \frac{M_y}{M_{Ry,v}} = 1.1628999$$

Ścinanie: $V_{x,max}$

$$\frac{V_{x,max}}{V_{Rk} \sqrt{1 - \left(\frac{N}{N_{Rt}}\right)^2}} = 0.0292063$$

Stan nadkrytyczny

Zginanie ze zwężeniem

$$\frac{N}{N_{Rt}} + \frac{M_x}{\phi_L \cdot M_{Rk}} + \frac{M_y}{M_{Ry,v}} = 0$$

Zginanie ze ścinaniem

$$\frac{N}{N_{Rt}} + \frac{M_{x,v}}{M_{Rk,v}} + \frac{M_y}{M_{Ry,v}} = 0$$

Zmiana przekroju Zmiana stali OK

- ❑ **stan krytyczny.** Podawane są nośności pręta dla:
 - zginania ze zwężeniem
 - zginania ze ścinaniem
 - ścinania dla maksymalnej siły poprzecznej w kierunku osi y
 - ścinania dla maksymalnej siły poprzecznej w kierunku osi x

- ❑ **stan nadkrytyczny.** Podawane są nośności pręta dla:
 - zginania ze zwężeniem
 - zginania ze ścinaniem

Jeżeli stopień wykorzystanie nośności w stanie nadkrytycznym wynosi zero lub wyniki są takie same jak dla stanu krytycznego, oznacza to, że klasa przekroju jest mniejsza niż cztery.

Przycisk **Zmiana przekroju** umożliwia wybranie tylko nowego przekroju i powtórzenie obliczeń dla wprowadzonych wcześniej pozostałych danych.

Przycisk **Zmiana stali** umożliwia wybranie tylko nowego gatunku stali i powtórzenie obliczeń dla wprowadzonych wcześniej pozostałych danych.

Przycisk **OK** powoduje utworzenie raportów i wyjście z modułu obliczeniowego.

400.3.5. Wyniki ściskania ze zginaniem

Po wciśnięciu klawisz oblicz na ekranie pojawiają się wyniki sprawdzenia nośności pręta poddanego działaniu siły ściskającej i momentów zginających.

Wyniki ściskania ze zginaniem

Stan krytyczny

Zginanie ze zwichrzeniem dla ϕ_x

$$\frac{N}{\phi_x \cdot N_{RC}} + \frac{\beta_x \cdot M_x}{\phi_L \cdot M_{RX}} + \frac{\beta_y \cdot M_y}{M_{RY}} + \Delta_x = 0.4486042$$

Zginanie ze ścinaniem

$$\frac{N}{N_{RC}} + \frac{M_x}{M_{RX,v}} + \frac{M_y}{M_{RY,v}} = 0.4099010$$

Zginanie ze zwichrzeniem dla ϕ_y

$$\frac{N}{\phi_y \cdot N_{RC}} + \frac{\beta_x \cdot M_x}{\phi_L \cdot M_{RX}} + \frac{\beta_y \cdot M_y}{M_{RY}} + \Delta_y = 0.5532695$$

Ścinanie $V_{y\max}$

$$\frac{V_{y\max}}{V_{RY} \sqrt{1 - \left(\frac{N}{N_{RC}}\right)^2}} = 0.1323852$$

Ścinanie $V_{x\max}$

$$\frac{V_{x\max}}{V_{RX} \sqrt{1 - \left(\frac{N}{N_{RC}}\right)^2}} = 0.0528466$$

Stan nadkrytyczny

Zginanie ze zwichrzeniem dla ϕ_x

$$\frac{N}{\phi_x \cdot N_{RC}} + \frac{\beta_x \cdot M_x}{\phi_L \cdot M_{RX}} + \frac{\beta_y \cdot M_y}{M_{RY}} + \Delta_x = 0$$

Zginanie ze ścinaniem

$$\frac{N}{N_{RC}} + \frac{M_x}{M_{RX,v}} + \frac{M_y}{M_{RY,v}} = 0$$

Zginanie ze zwichrzeniem dla ϕ_y

$$\frac{N}{\phi_y \cdot N_{RC}} + \frac{\beta_x \cdot M_x}{\phi_L \cdot M_{RX}} + \frac{\beta_y \cdot M_y}{M_{RY}} + \Delta_y = 0$$

Ścinanie $V_{y\max}$

$$\frac{V_{y\max}}{V_{RY} \sqrt{1 - \left(\frac{N}{N_{RC}}\right)^2}} = 0$$

Ścinanie $V_{x\max}$

$$\frac{V_{x\max}}{V_{RX} \sqrt{1 - \left(\frac{N}{N_{RC}}\right)^2}} = 0$$

Zmiana przekroju Zmiana stali OK

- **stan krytyczny.** Podawane są nośności pręta dla:
 - zginania ze zwichrzeniem dla wyboczenia względem osi x
 - zginania ze zwichrzeniem dla wyboczenia względem osi y
 - zginania ze ścinaniem
 - ściskania dla maksymalnej siły poprzecznej w kierunku osi y
 - ściskania dla maksymalnej siły poprzecznej w kierunku osi x

- **stan nadkrytyczny.** Podawane są nośności pręta dla:
 - zginania ze zwichrzeniem dla wyboczenia względem osi x
 - zginania ze zwichrzeniem dla wyboczenia względem osi y
 - zginania ze ścinaniem
 - ściskania dla maksymalnej siły poprzecznej w kierunku osi y
 - ściskania dla maksymalnej siły poprzecznej w kierunku osi x

Jeżeli stopień wykorzystanie nośności w stanie nadkrytycznym wynosi zero lub wyniki są takie same jak dla stanu krytycznego, oznacza to, że klasa przekroju jest mniejsza niż cztery.

Przycisk **Zmiana przekroju** umożliwia wybranie tylko nowego przekroju i powtórzenie obliczeń dla wprowadzonych wcześniej pozostałych danych.

Przycisk **Zmiana stali** umożliwia wybranie tylko nowego gatunku stali i powtórzenie obliczeń dla wprowadzonych wcześniej pozostałych danych.

Przycisk **OK** powoduje utworzenie raportów i wyjście z modułu obliczeniowego.

400.4. Raport

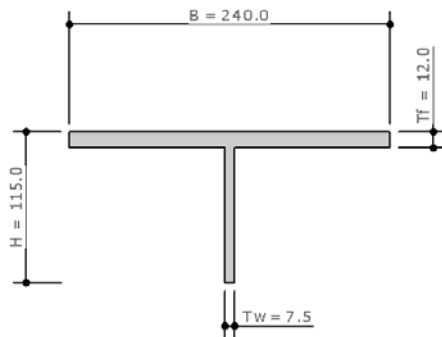
Struktura raportu modułu **Profile stalowe** składa się z następujących danych i wyników:

- Geometria.** Zawiera rysunek przekroju, jego parametry i charakterystyki.
- Dane.** Zawarte są tutaj dane dotyczące sił wewnętrznych, parametrów przekroju potrzebnych do sprawdzenia nośności. W przypadku występowania momentów zginających są tutaj też zawarte dane dotyczące zwichrzenia pręta.
- Wyniki.** W wynikach mamy podane: klasę przekroju, współczynniki wyboczeniowe i współczynnik zwichrzenia. Dla elementów klasy 1 i 2 podany jest współczynnik rezerwy plastycznej, a dla elementów klasy 4 współczynnik redukcyjny nośności przekroju wywołany lokalną utratą stateczności. Dla przekrojów klasy 4 warunki nośności są podawane dla stanu krytycznego jak i dla stanu nadkrytycznego jeżeli użytkownik wybrał taką opcję.

400.5. Przykład

Rozciąganie

Geometria



Parametry przekroju

Nazwa	1/2_HEA 240
-------	-------------

Gatunek stali	St3S
B [mm]	240.0
H [mm]	115.0
T _f [mm]	12.0
T _w [mm]	7.5
A [cm ²]	38.40
I _x [cm ⁴]	273.00
I _y [cm ⁴]	1380.00
W _x [cm ³]	28.20
W _y [cm ³]	2.73

Siły przekrojowe:

Siła rozciągająca $N = 800.00$ kN

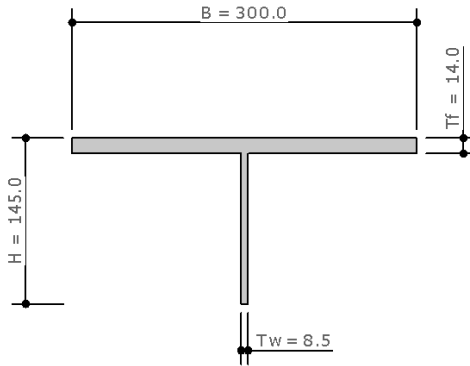
Sprawdzone pole przekroju $A_w = 38.40$ cm²

Wyniki rozciągania:**Nośność przekroju na rozciąganie:**

$$N_{RT} = 825.60 \text{ kN}$$

Stopień wykorzystania nośności:

$$\frac{N}{N_{RT}} = 0.969 \leq 1$$

ŚciskanieGeometria**Parametry przekroju**

Nazwa	1/2_HEA 300
Gatunek stali	St3S
B [mm]	300.0
H [mm]	145.0
T_f [mm]	14.0
T_w [mm]	8.5
A [cm ²]	56.30
I_x [cm ⁴]	630.00
I_y [cm ⁴]	3150.00
W_x [cm ³]	51.20
W_y [cm ³]	6.30

Siły przekrojowe:Siła ściskająca $N = 320.00$ kNDługość pręta $L = 4.00$ m**Współczynniki wyboczeniowe:**

$$\mu_x = 1.200$$

$$\mu_y = 1.400$$

$$\mu_w = 1.000$$

Wyniki ściskania:

Klasa przekroju na ściskanie - 3

Stan krytyczny:

Współczynnik redukcji nośności obliczeniowej przekroju:

$$\psi = 1.000$$

Współczynniki wyboczenia:

$$\varphi_x = 0.281$$

$$\varphi_y = 0.627$$

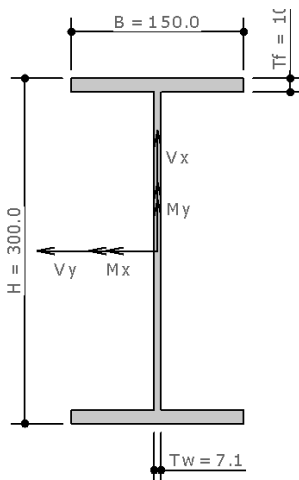
$$\varphi_{\min} = 0.281$$

Nośność przekroju na ściskanie:

$$N_{RC} = 1210.45 \text{ kN}$$

Wykorzystanie nośności:

$$\frac{N}{\varphi_{\min} * N_{RC}} = 0.939 \leq 1$$

Zginanie dwukierunkowe**Geometria****Parametry przekroju**

Nazwa	IPE 300
Gatunek stali	18G2A
B [mm]	150.0
H [mm]	300.0
T_f [mm]	10.7
T_w [mm]	7.1
A [cm ²]	53.80
I_x [cm ⁴]	8360.00
I_y [cm ⁴]	604.00
W_x [cm ³]	557.00
W_y [cm ³]	83.60

Siły przekrojowe**Momenty zginające:**

$M_x = 40.00$ kNm	odpowiadająca	$V_y = 50.00$ kN
$M_y = 15.00$ kNm	odpowiadająca	$V_x = 15.00$ kN

Siły poprzeczne:

$$V_{y\max} = 80.00 \text{ kN}$$

$$V_{x\max} = 25.00 \text{ kN}$$

Parametry przekroju:

$$\text{Długość pręta } L = 6.00 \text{ m}$$

Współczynniki momentów zginających:

$$M_x \rightarrow \beta_x = 1.000$$

$$M_y \rightarrow \beta_y = 1.000$$

Odległość między stężeniami pasa ściskanego:

$$L_{st} = 6.00 \text{ m}$$

Wyniki zginania dwukierunkowego

Klasa przekroju na zginanie - 1

Stan krytyczny**Współczynniki redukcji nośności obliczeniowej przekroju:**

$$\text{dla momentu } M_{Rx} \rightarrow \psi = 1.000$$

$$\text{dla momentu } M_{Ry} \rightarrow \psi = 1.000$$

Współczynnik zwichrzenia:

$$\varphi_L = 0.358$$

Nośność obliczeniowa przekroju:

Zginanie:

$$M_{Rx} = 181.78 \text{ kNm}$$

$$M_{Ry} = 30.69 \text{ kNm}$$

Zginanie ze ścinaniem:

$$M_{Rxv} = 181.78 \text{ kNm}$$

$$M_{Ryv} = 30.69 \text{ kNm}$$

Ścinanie:

$$V_{Ry} = 376.80 \text{ kN}$$

$$V_{Rx} = 567.85 \text{ kN}$$

Wykorzystanie nośności:

Zginanie:

$$\frac{M_x}{\varphi_L * M_{Rx}} + \frac{M_y}{M_{Ry}} = 1.104 > 1$$

Warunek przekroczony!!!

Zginanie ze ścinaniem:

$$\frac{M_x}{M_{R_{x,v}}} + \frac{M_y}{M_{R_{y,v}}} = 0.709 \leq 1$$

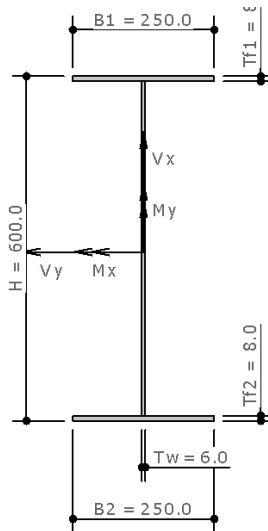
Maksymalne ścinanie:

$$\frac{V_y}{V_{R_y}} = 0.212 \leq 1$$

$$\frac{V_x}{V_{R_x}} = 0.044 \leq 1$$

Rozciąganie ze zginaniem

Geometria



Parametry przekroju

Nazwa	Blachownical
Gatunek stali	St3S
B ₁ [mm]	250.0
B ₂ [mm]	250.0
H [mm]	600.0
T _{f1} [mm]	8.0

T_{f2} [mm]	8.0
T_w [mm]	6.0
A [cm ²]	75.04
I_x [cm ⁴]	45017.84
I_y [cm ⁴]	2084.38
W_x [cm ³]	78.93
W_y [cm ³]	450.18

Siły przekrojowe:Siła rozciągająca $N = 700.00$ kN**Momenty zginające:** $M_x = 45.00$ kNm odpowiadająca $V_y = 50.00$ kN $M_y = 15.00$ kNm odpowiadająca $V_x = 15.00$ kN**Siły poprzeczne:** $V_{y\max} = 80.00$ kN $V_{x\max} = 15.00$ kN**Parametry przekroju:**Długość pręta $L = 5.00$ m**Współczynniki momentów zginających:** $M_x \rightarrow \beta_x = 1.000$ $M_y \rightarrow \beta_y = 1.000$ **Naprężenia ograniczone w stanie nadkrytycznym:** $\sigma_{cogr} = 300000.00$ MPa**Odległość między stężeniami pasa ściskanego:** $L_{st} = 5.00$ m**Wyniki rozciągania ze zginaniem:**

Klasa przekroju na zginanie - 4

Stan krytyczny**Współczynniki redukcji nośności obliczeniowej przekroju:**dla momentu $M_{Rx} \rightarrow \psi = 0.940$ dla momentu $M_{Ry} \rightarrow \psi = 1.390$ **Współczynnik zwichrzenia:** $\phi_L = 0.843$ **Nośność obliczeniowa przekroju:**

Zginanie:

$$M_{Rx} = 303.34 \text{ kNm}$$

$$M_{Ry} = 49.83 \text{ kNm}$$

Zginanie ze ścinaniem:

$$M_{Rxv} = 303.34 \text{ kNm}$$

$$M_{Ryv} = 49.83 \text{ kNm}$$

Ścinanie:

$$V_{Ry} = 314.24 \text{ kN}$$

$$V_{Rx} = 498.80 \text{ kN}$$

Rozciąganie:

$$N_{Rt} = 1613.36 \text{ kN}$$

Wykorzystanie nośności:

Zginanie:

$$\frac{N}{N_{Rt}} + \frac{M_x}{\varphi_L \cdot M_{Rx}} + \frac{M_y}{M_{Ry}} = 0.911 \leq 1$$

Zginanie ze ścinaniem:

$$\frac{N}{N_{Rt}} + \frac{M_x}{M_{Rx, v}} + \frac{M_y}{M_{Ry, v}} = 0.883 \leq 1$$

Maksymalne ścinanie:

$$\frac{V_y}{V_{Ry, N}} = 0.283 \leq 1$$

$$\frac{V_x}{V_{Rx, N}} = 0.033 \leq 1$$

Stan nadkrytyczny

Współczynnik redukcji nośności obliczeniowej przekroju:

$$\text{dla momentu } M_{Rx} \rightarrow \psi_e = 0.962$$

$$\text{dla momentu } M_{Ry} \rightarrow \psi_e = 1.000$$

Współczynnik zwichrzenia:

$$\varphi_L = 0.836$$

Nośność obliczeniowa przekroju:

Zginanie:

$$M_{Rx} = 310.32 \text{ kNm}$$

$$M_{Ry} = 36.73 \text{ kNm}$$

Zginanie ze ścinaniem:

$$M_{Rxv} = 310.32 \text{ kNm}$$

$$M_{Ryv} = 36.73 \text{ kNm}$$

Rozciąganie:

$$N_{RT} = 1613.36 \text{ kN}$$

Wykorzystanie nośności

Zginanie:

$$\frac{N}{N_{Rt}} + \frac{M_x}{\varphi_L \cdot M_{Rx}} + \frac{M_y}{M_{Ry}} = 1.016 > 1$$

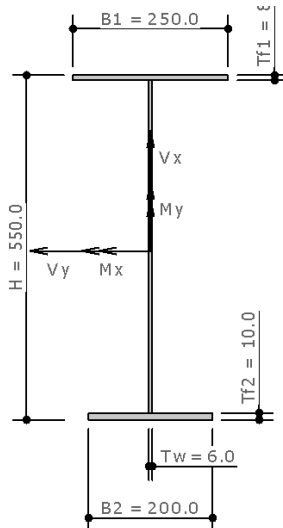
Warunek przekroczony!!!

Zginanie ze ścinaniem:

$$\frac{N}{N_{Rt}} + \frac{M_x}{M_{Rx, v}} + \frac{M_y}{M_{Ry, v}} = 0.987 \leq 1$$

Ściskanie ze zginaniem

Geometria



Parametry przekroju

Nazwa	blachownica2
Gatunek stali	St3S
B_1 [mm]	250.0
B_2 [mm]	200.0
H [mm]	550.0
T_{f1} [mm]	8.0
T_{f2} [mm]	10.0
T_w [mm]	6.0
A [cm ²]	71.92
I_x [cm ⁴]	36813.48
I_y [cm ⁴]	1709.29
W_x [cm ³]	70.41
W_y [cm ³]	368.13

Ściskanie mimośrodowe**Siły przekrojowe:**Siła ściskająca $N = 450.00$ kNDługość pręta $L = 4.50$ m**Momenty zginające:** $M_x = 35.00$ kNm odpowiadająca $V_y = 40.00$ kN $M_y = 15.00$ kNm odpowiadająca $V_x = 60.00$ kN**Siły poprzeczne:** $V_{y\max} = 50.00$ kN $V_{x\max} = 80.00$ kN**Parametry przekroju:****Współczynniki momentów zginających:** $M_x \rightarrow \beta_x = 1.000$ $M_y \rightarrow \beta_y = 1.000$ **Naprężenia ograniczone w stanie nadkrytycznym:** $\sigma_{\text{cogx}} = 300000.00$ MPa**Odległość między stężeniami pasa ściskanego:** $L_{\text{st}} = 4.50$ m**Współczynniki wyboczeniowe względem osi:** $x \rightarrow \mu_x = 1.200$

$$y \rightarrow \mu_y = 1.100$$

$$\mu_w = 1.000$$

Klasa przekroju na ściskanie - 4

Klasa przekroju na zginanie - 4

Stan krytyczny

Współczynniki redukcji nośności obliczeniowej przekroju:

dla siły ściskającej $N \rightarrow \psi = 0.384$

dla momentu $M_x \rightarrow \psi = 0.940$

dla momentu $M_y \rightarrow \psi = 1.390$

Współczynniki stateczności globalnej:

wyoboczenie względem osi x - $\varphi_x = 0.998$

wyoboczenie względem osi y - $\varphi_y = 0.716$

zwichrzenie $\varphi_L = 0.901$

Nośności obliczeniowe przekroju:

Ściskanie:

$$N_{Rc} = 593.01 \text{ kN}$$

Zginanie:

$$M_{Rx} = 271.28 \text{ kNm}$$

$$M_{Ry} = 40.86 \text{ kNm}$$

Zginanie ze ścinaniem:

$$M_{Rx,v} = 271.28 \text{ kNm}$$

$$M_{Ry,v} = 40.86 \text{ kNm}$$

Ścinanie:

$$V_{Ry} = 314.24 \text{ kN}$$

$$V_{Rx} = 498.80 \text{ kN}$$

Wykorzystanie nośności:

Współczynniki interakcji sił:

$$\Delta_x = 0.003$$

$$\Delta_y = 0.100$$

Zginanie:

$$\frac{N}{\varphi_x * N_{Rc}} + \frac{\beta_x * M_x}{\varphi_L * M_{Rx}} + \frac{\beta_y * M_y}{M_{Ry}} + \Delta_x = 1.274 > 1$$

Warunek przekroczony!!!

$$\frac{N}{\varphi_Y * N_{Rc}} + \frac{\beta_x * M_x}{\varphi_L * M_{Rx}} + \frac{\beta_Y * M_Y}{M_{Ry}} + \Delta_Y = 1.671 > 1$$

Warunek przekroczony!!!

Ściskanie dla maksymalnej smukłości:

$$\frac{N}{\varphi_{min} * N_{Rc}} = 1.090 > 1$$

$$\varphi_{min} = 0.696$$

Zginanie ze ścinaniem:

$$\frac{N}{N_{Rc}} + \frac{M_x}{M_{Rx,v}} + \frac{M_y}{M_{Ry,v}} = 1.255 > 1$$

Warunek przekroczony!!!

Maksymalne ścinanie:

$$\frac{V_y}{V_{Ry,N}} = 0.244 \leq 1$$

$$\frac{V_x}{V_{Rx,N}} = 0.246 \leq 1$$

Stan nadkrytyczny

Współczynniki redukcji nośności obliczeniowej przekroju:

dla siły ściskającej N $\rightarrow \psi_e = 0.311$

dla momentu $M_x \rightarrow \psi_e = 1.000$

dla momentu $M_y \rightarrow \psi_e = 1.000$

Współczynniki stateczności globalnej:

wyboczenie względem osi x $\varphi_x = 0.998$

wyboczenie względem osi y $\varphi_y = 0.763$

zwichrzenie $\varphi_L = 0.814$

Nośności obliczeniowe przekroju:

Ściskanie

$$N_{Rc} = 480.23 \text{ kN}$$

Zginanie

$$M_{Rx} = 375.84 \text{ kNm}$$

$$M_{Ry} = 30.12 \text{ kNm}$$

Zginanie ze ścinaniem

$$M_{Rx,v} = 375.84 \text{ kNm}$$

$$M_{Ry,v} = 30.12 \text{ kNm}$$

Wykorzystanie nośności:

Współczynniki interakcji sił

$$\Delta_x = 0.003$$

$$\Delta_y = 0.100$$

Zginanie

$$\frac{N}{\varphi_x \cdot N_{Rc}} + \frac{\beta_x \cdot M_x}{\varphi_L \cdot M_{Rx}} + \frac{\beta_y \cdot M_y}{M_{Ry}} + \Delta_x = 1.554 > 1$$

Warunek przekroczony!!!

$$\frac{N}{\varphi_y \cdot N_{Rc}} + \frac{\beta_x \cdot M_x}{\varphi_L \cdot M_{Rx}} + \frac{\beta_y \cdot M_y}{M_{Ry}} + \Delta_y = 1.941 > 1$$

Warunek przekroczony!!!

Ściskanie dla maksymalnej smukłości:

$$\frac{N}{\varphi_{\min} \cdot N_{Rc}} = 1.257 > 1$$

Warunek przekroczony!!!

$$\varphi_{\min} = 0.745$$

Zginanie ze ścinaniem:

$$\frac{N}{N_{Rc}} + \frac{M_x}{M_{Rx,v}} + \frac{M_y}{M_{Ry,v}} = 1.528 > 1$$

Warunek przekroczony!!!

Maksymalne ścinanie:

$$\frac{V_y}{V_{Ry,N}} = 0.456 \leq 1$$

$$\frac{V_x}{V_{Rx,N}} = 0.459 \leq 1$$