Podręcznik weryfikacyjny

Autodesk[®] Październik 2008 Copyright© 2008 Autodesk, Inc. Wszelkie prawa zastrzeżone

Ta publikacja, ani żadna jej część, nie może być reprodukowana w żadnej formie, żadną metodą i w żadnym celu.

AUTODÉSK, INC. NIE UDZIELA GWARANCJI ANI RĘKOJMI, W TYM UMOWNYCH ORAZ WSZELKICH WYNIKAJĄCYCH Z OBOWIĄZUJĄCEGO PRAWA NA UDOSTĘPNIONE PRZEZ AUTODESK MATERIAŁY, ZARÓWNO W ODNIESIENIU DO WAD TYCH MATERIAŁÓW, JAK I PRZYDATNOŚCI DO PRZEZNACZONEGO UŻYTKU I UDOSTĘPNIA JE WYŁĄCZNIE W TAKIM STANIE, W JAKIM SIĘ ZNAJDUJĄ W CHWILI UDOSTĘPNIENIA.

W ŻADNYM WYPADKU AUTODEŚK, INC. NIE PONOŚI ODPOWIEDZIALNOŚCI WOBEC OSÓB TRZECICH ZA SZKODY POW STAŁE W ZWIĄZKU Z ZAKUPEM LUB UŻYWANIEM UDOSTĘPNIONYCH MATERIAŁÓW, W TYM ZA SZKODY WYNIKŁE POŚREDNIO, BĘDĄCE SKUTKIEM UBOCZNYM ORAZ SZKODY NIEBĘDĄCE ZWYKŁYM NASTĘPSTWEM TAKIEGO ZAKUPU LUB UŻYWANIA. WYŁĄCZNĄ ODPOWIEDZIALNOŚĆ, JAKĄ PRZYJMUJE AUTODESK, INC. NIEZALEŻNIE OD FORMY DZIAŁANIA OGRANICZA SIĘ DO WYSOKOŚCI CENY ZAKUPU MATERIAŁÓW. O KTÓRYCH MOWA POWYŻEJ.

Autodesk, Inc. zastrzega sobie prawo do wprowadzania poprawek i udoskonalania produktów stosownie do potrzeb. Publikacja ta opisuje stan produktu w momencie jego wydania i może odbiegać od późniejszych wersji produktu.

Znaki towarowe firmy Autodesk

Następujące znaki są zarejestrowanymi znakami towarowymi firmy Autodesk, Inc. w USA i/lub w innych krajach: Robot, CBS, Spreadsheet Calculator, AutoCAD, Autodesk, Autodesk Inventor, Autodesk (logo) i Revit

Znaki towarowe innych uprawnionych

Wszystkie pozostałe nazwy znaków firmowych, nazwy produktów lub znaki towarowe należą do ich prawnych właścicieli.

Współpraca programistyczna z innymi podmiotami

ACIS Copyright © 1989-2001 Spatial Corp. Częściowo Copyright © 2002 Autodesk, Inc. Copyright© 1997 Microsoft Corporation. Wszelkie prawa zastrzeżone.

International CorrectSpell™ Spelling Correction System© 1995 to własność Lernout & Hauspie Speech Products, N.V. Wszelkie prawa zastrzeżone. InstallShield™ 3.0. Copyright© 1997 InstallShield Software Corporation. Wszelkie prawa

zastrzeżone.

Należy szapoznać się z bieżącą dokumentacją PANTONE Color Publications w celu odszukania dokładnego koloru. PANTONE® oraz inne znaki towarowe Pantone, Inc. są wyłączną własnością

Pantone, Inc.© Pantone, Inc., 2002 Częściowo Copyright© 1991–1996 Arthur D. Applegate. Wszelkie prawa zastrzeżone. Częściowo oprogramowanie bazuje na współpracy z Independent JPEG Group.

Czcionki z biblioteki czcionek Bitstream® Copyright 1992.

Czcionki z Payne Loving Trust© 1996. Wszelkie prawa zastrzeżone. Wydrukowany podręcznik oraz system pomocy powstały przy użyciu programu Idiom WorldServer™.

INSTYTUCJE RZĄDOWE

Używanie, powielanie lub ujawnianie podlega ograniczeniom określonym przez Rząd Stanów Zjednoczonych odpowiednio w FAR 12.212 (Commercial Computer Software-Restricted Rights) i DFAR 227.7202 (Rights in Technical Data and Computer Software).

Autodesk Robot Structural Analysis

PODRĘCZNIK WERYFIKACYJNY DLA

POLSKIEJ NORMY WYMIAROWANIA

KONSTRUKCJI STALOWYCH PN-90/B-03200

SPIS TREŚCI

PRZYKŁAD WERYFIKACYJNY 1 - Ściskanie osiowe I	3
PRZYKŁAD WERYFIKACYJNY 2 - Ściskanie osiowe II	8
PRZYKŁAD WERYFIKACYJNY 3 - Ściskanie osiowe pasa kratownicy	11
PRZYKŁAD WERYFIKACYJNY 4 - Zginana belka zabezpieczona przed zwichrzeniem	14
PRZYKŁAD WERYFIKACYJNY 5 - Zginana belka niezabezpieczona przed zwichrzeniem	19
PRZYKŁAD WERYFIKACYJNY 6 - Ściskanie ze zginaniem słupa o przekroju dwuteowym	23

PRZYKŁAD WERYFIKACYJNY 1 - ŚCISKANIE OSIOWE I

Przykład zaczerpnięty z PODSTAWY PROJEKTOWANIA KONSTRUKCJI METALOWYCH

autorstwa Jana Żmudy

Plik: Podręcznik weryfikacyjny_PN90_przykład_1.rtd

TYTUŁ:

Ściskanie osiowe (Przykład 4.4)

OPIS PROBLEMU:

Zaprojektować trzon słupa obustronnie podpartego przegubowo nieprzesuwnie, o wysokości 6 m, z przekrojem poprzecznym spawanym z blach w kształcie H, ze stali ST3S. Słup obciążony będzie siłą P = 1150 kN.



ROZWIĄZANIE:

W celu zdefiniowania parametrów dla analizowanego pręta, wstępnie użyty zostanie gotowy zestaw parametrów, który następnie zostanie zmodyfikowany i zapisany pod nową nazwą. W tym celu należy w oknie DEFINICJE/PRĘTY wybrać z listy *Typ pręta* predefiniowany zestaw parametrów **SŁUP**. Aby go zmodyfikować kliknij w przycisk *Parametry*. Po otwarciu okna DEFINICJA PRĘTA – PARAMETRY wpisz nową nazwę SŁUP1 w polu *Typ pręta*. Zgodnie z przykładem należy przyjąć wartości 0.95 współczynników długości wyboczeniowej na obydwu kierunkach wyboczenia Y i Z. W tym celu przejdź do pola *Wsp. Długości wyboczeniowej miy* i wpisz wartość 0.95. W podobny sposób zdefiniuj współczynnik długości wyboczeniowej na kierunku Z. Zapamiętaj nowo zdefiniowany zestaw parametrów pręta 1 wciskając przycisk *Zapisz*.

5 Definicje - PN-90/B-03200	🎏 Definicja pręta - parametry - PN-90/B-03200	×
Pręty Grupy	Typ pręta: Słup1	Zapisz
Numer: 1 Nowy Dane podstawowe Lista prętów: Nazwa: Parametry: Source 1 Shun1	Wyboczenie względem osi Y Wyboczenie względem osi Z Długość pręta ly: Długość pręta lz: realna 1.000 mpoźnik 1.000 Wsp. długości wyboczeniowej Wsp. długości wyboczeniowej mj y: 0.950	Zamknij
OK Usuń Zapisz Pomoc	Parametr imperfekcji ny: Parametr imperfekcji nz: © automatyczny © automatyczny © użytkownika 1.200	<u>U</u> żytkowanie <u>W</u> ięcej
Dbliczenia - PN-90/B-03200	Wyboczenie giętno-skrętne profili monosymetrycznych Kgztałtowniki poddane wyżarzaniu Parametry zwichrzeniowe	Przekrój <u>z</u> łożony
C Weryfikacja prętów: 1 Lista C Weryfikacja grup: 1 Lista	Typ zwichrzenia: Wgpółczynnik dł. zwichrzeniowej Typ obciążenia: górna półka Ide lo Ide lo	
Wymiarowanie grup: 1 Lista Dptymalizacja Opcje	Poziom obciążenia: III Końce pręta przy Orgzegubowe Krzywa niestateczności: a0 ▼	
Ubciążenia Stan graniczny Lista przypadków obc.: 1 Vośność Selekcia przypadków obciażeniowych Użytkowanie	Belka o przekroju dwuteowym usztywniona bocznym stężeniem podłużnym wymuszającym położenie środka obrotu zglew Współrzędna płaszczyzny stężenia: zc 0.000 x h	
OK Konfiguracja Obliczenia Pomoc	Współczynniki do obliczeń Mcr (Tablica Z1-2): e automatyczne	Pomoc

W celu rozpoczęcia obliczeń należy przejść do okna OBLICZENIA. W polu Wymiarowanie grup wpisz numer analizowanego pręta 1. W polu *Lista przypadków obciążeniowych* wpisz numer przypadku 1. Ponieważ obliczenia stanu granicznego użytkowania nie będą prowadzone wyłącz opcje *Stan graniczny – Użytkowanie*. Uruchom obliczenia wciskając klawisz *Obliczenia*. Okno rezultatów skróconych zawiera zestaw najistotniejszych wyników dla analizowanych prętów (np. współczynnik wytężenia, decydujące przypadki obciążeniowe itp.).

🎏 PN-90/B-03200 - Wymiarowanie grup prętów (SGN) 1									_ 🗆 ×	
	Rezultaty Komuni	katy							<u>N</u> otka oblicz.	Zamknij
	Pręt	Profil	Materiał	Lay	Laz	Wytęż.	Przypadek		Zmień	Pomoc
	Grupa: 1 GRL	11								
	1	🔀 IS 1	STAL	63.462	71.494	1.160	1 TEST		Zmień <u>W</u> sz.	

Kliknięcie w linie z wynikami dla pręta 1 spowoduje otwarcie okna WYNIKI w którym użytkownik może znaleźć wszystkie szczegółowe informacje na temat przyjętych parametrów i przeprowadzonych obliczeń. Poniżej zamieszczono widok okna WYNIKI z aktywnymi zakładkami *Wyniki uproszczone* i *Wyniki szczegółowe*. Dodatkowo prezentowana jest notka obliczeniowa będąca dokładnym odzwierciedleniem rezultatów prezentowanych na zakładce *Wyniki uproszczone*.

WYNIKI:

W przykładzie przyjęto do obliczeń przekrój typu H o wymiarach H x B x tw x tf = 180 x 300 x 6 x 10 mm. Ponieważ profil jest klasy 4 obliczenia powinny być prowadzone z uwzględnieniem efektu niestateczności lokalnej ścianki (tutaj półki). Od wersji 13.5 Robot posiada możliwość przeprowadzania obliczeń dla profili znajdujących się w stanie **krytycznym** lub **nadkrytycznym**. Domyślnie przyjmowane są obliczenia w stanie krytycznym. Poniżej prezentowane są wyniki obliczeń w stanie krytycznym.



OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH

NORMA: <i>PN-90/B-03200</i> TYP ANALIZY: Wymiarowanie grup prętów							
GRUPA: 1 GRU 1 PRĘT: 1	PUNKT: 1	WSPÓŁRZĘDNA: $x = 0.00 L = 0.00 m$					
OBCIĄŻENIA: Decydujący przypadek o	bciążenia: 1 TEST						
MATERIAŁ: STAL fd = 215.00 MPa	E = 205000.00 MPa						



h=20.0 cm

PARAMETRY PRZEKROJU: IS 1

	-			
tf=1.0 cm	Wely=571.160 cm3	Welz=300.022 cm3		
tw=0.6 cm	Iy=5711.600 cm4	Iz=4500.324 cm4	Ix=20.849 cm4	
b=30.0 cm	Ay=60.000 cm2	Az=10.800 cm2	Ax=70.800 cm2	
II 20.0 CIII				

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI: N = 1150.00 kN Nrc = 1522.20 kN KLASA PRZEKROJU = 4



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:

względem osi Y:		względem osi Z:	
Ly = 6.00 m	$Lambda_y = 0.752$	Lz = 6.00 m	$Lambda_z = 0.848$
Lwy = 5.70 m	Ncr y = 3556.82 kN	Lwz = 5.70 m	Ncr z = 2802.51 kN
Lambda y = 63.462	fi y = 0.810	Lambda z = 71.494	fi z = 0.651

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

N/(fi*Nrc) = 1150.00/(0.651*1522.20) = 1.160 > 1.000 (39)

Profil niepoprawny !!!

Przekrój słupa należy przekonstruować i powtórzyć obliczenia. Gdyby założyć wykonanie wyżarzania odprężającego słupa, co jest rzadko praktykowane, wtedy współczynnik φ można przyjąć wg krzywej b. Nośność przekroju słupa będzie wtedy zapewniona. W celu weryfikacji pręta poddanego wstępnemu wyżarzaniu w oknie dialogowym DEFINICJA PRĘTA – PARAMETRY uaktywnij opcję *Kształtowniki poddane wyżarzaniu*. Następnie zapisz zmodyfikowany zestaw parametrów wciskając klawisz *Zapisz*. Uruchom ponownie obliczenia. Wyniki dla pręta poddanego wyżarzaniu pokazano poniżej.

ቻ Definicja pręta – parametry	r - PN-90/B-03200	×
Typ pręta: Słup1		Zapisz
Wyboczenie względem osi Y Długość pręta ly: © realna © mnożnik	Wyboczenie względem osi Z Długość pręta Iz: re <u>a</u> lna • mngżnik	Zamknij
Wsp. długości wyboczeniowej miy: 0.950	Wsp. długości wyboczeniowej mj z: 0,950	
Parametr imperfekcji ny:	Parametr imperfekcji nz:	<u>U</u> żytkowanie
automatyczny użytkownika 1 200	 automatyczny użytkownika 1 200 	Wiecei
Wyboczenie giętno-skrętne j Kształtowniki poddane wyża Parametry zwichrzeniowe	profili monosymetrycznych Irzaniu	Przekrój <u>z</u> łożony
Typ zwichrzenia: 🗙 V	Współczynnik dł.zwichrzeniowej	
Iyp obciążenia:	gorna połka dolna połka Id = lo Id = lo	
Poziom obciążenia:	Końce pręta przy 💿 grzegubowe skręcaniu: 🔿 sztywne	
Belka o przekroju dwuteowy podłużnym wymuszającym p Współrzędna płaszczyzr	m usztywniona bocznym stężeniem ołożenie środka obrotu ny stęż <u>e</u> nia: zc 0,000 x h	
Współczynniki do obliczeń Mcr (1	Tablica Z1-2):	
O użytkownika A1 1,000	A2 1,000 B 1,000	Pomoc

₩YNIKI - norma - PN-90/8-03200		1	WYNIKI - nor	ma - PN-90/B-0	3200			
H Auto Ginpa 1 GRU 1 Profil nepoprawny Profil nepoprawny	<u>(0K)</u>		IS 1	Auto	Grupa: 1 Pręt 1 Punkt / Ws Przypadek	GRU 1 Profil niepoprawny półrzędna: 1 / x = 0.00 L = 0.00 m bojozącznia: 1 TEST	• •	<u> 0K </u>
Wyniki uproszczone Wyniki szczegółowe	Zmiana		Wyniki uproszc:	zone Wyniki szc	zegółowe			Zmiana
SILY N = 1150.00 kN			Symbol	Wartość	Jednostka	Opis symbolu Paragraf		
Nrc = 1522.20 kN					c	narakterystyki przekroju: IS 1		
KLASA PRZEKROJU = 4	Situ		Ax	70.800	cm2	pole powierzchni przekroju		Situ
ZWICHRZENIE			Ay	60.000	cm2	pole powierzchni czynnej przy ścinaniu w kierunku Y		
	Szczegółowa		Az	10.800	cm2	pole powierzchni czynnej przy ścinaniu w kierunku Z		Szczegółowa
			İx	20.849	cm4	moment bezwładności przy skręcaniu		
			ly	5711.600	cm4	moment bezwładności względem osi Y		
WTBUCZENIE Z WTBUCZENIE Z WTBUCZENIE Z U JE 6 00 m Lambda z e 0.949			Iz	4500.324	cm4	moment bezwładności względem osi Z		
Lwv = 5.70 m Nor v = 3556.82 kN Lwz = 5.70 m Nor z = 2802.51 kN			Wely	571.160	cm3	elastyczny wskaźnik wytrzymałości przekroju wzgl. osi Y		
Lambda y = 63.462 fi y = 0.870 Lambda z = 71.494 fi z = 0.749	Ngtka oblicz.		Welz	300.022	cm3	elastyczny wskaźnik wytrzymałości przekroju wzgl. osi Z		NQIKa COIICZ.
PE2H TATY			h	20.0	cm	wysokość przekroju		
N/05/Nrcl = 1150.00/0.749*1522.20 = 1.009 > 1.000 (39)			b	30.0	cm	szerokość przekroju		
			tr	1.0	cm	grubość półki		
			tw	0.6	cm	grubość środnika		
			ry	9.0	cm	promień bezwładności przekroju wzgl. osi Y	•	
	Pomoc							Pomoc

OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH

NORMA: <i>PN-90/B-0</i> TYP ANALIZY: Wyn	3200 niarowanie grup prętów		
GRUPA: 1 GRU 1 PRĘT: 1	PUNKT: 1	WSPÓŁRZĘ	DNA: $x = 0.00 L = 0.00 m$
OBCIĄŻENIA: Decydujący przypadek (obciążenia: 1 TEST		
MATERIAŁ: STAL fd = 215.00 MPa	E = 205000.00 MPa		
h=20.0 cm	RY PRZEKROJU: IS 1		
b=30.0 cm	Ay=60.000 cm2	Az=10.800 cm2	Ax=70.800 cm2
tw=0.6 cm	Iy=5711.600 cm4	Iz=4500.324 cm4	Ix=20.849 cm4
tf=1.0 cm	Wely=571.160 cm3	Welz=300.022 cm3	
SIŁY WEWNĘTRZNE N = 1150.00 kN Nrc = 1522.20 kN KLASA PRZEKROJU =	E I NOŚNOŚCI: = 4		
	ZWICHRZENIOWE:		
PARAMETRY WYBO względem osi Y: Ly = 6.00 m Lwy = 5.70 m Lambda y = 63.462	DCZENIOWE: Lambda_y = 0.752 Ncr y = 3556.82 kN fi y = 0.870	względem osi Z: Lz = 6.00 m Lwz = 5.70 m Lambda $z = 71.494$	Lambda_z = 0.848 Ncr z = 2802.51 kN fi z = 0.749
FORMUŁY WERYFI N/(fi*Nrc) = 1150.00/(0	(ACYJNE:).749*1522.20) = 1.009 > 1.	000 (39)	
Profil niepoprawny	111		

PORÓWNANIE WYNIKÓW:

Nośności, warunki normowe	Robot	Książka
Pręt nie poddany wyżarzaniu:		
1.Nośność obliczeniowa pręta przy ściskaniu N _{Rc} [kN]	1522.2	1522.2
2.Współczynnik wyboczeniowy φ_z wzgl. osi z-z		0.65
3.Warunek sprawdzający [wzór (39) PN-90/B-32000]		1.16
<u>Pręt poddany wyżarzaniu:</u>		
1.Współczynnik wyboczeniowy φ _z wzgl. osi z-z	0.749	0.747
2.Warunek sprawdzający [wzór (39) PN-90/B-32000]	1.009	1.011

PODSUMOWANIE:

Bardzo dobra zgodność wyników obliczeń Robota z przykładem książkowym.

PRZYKŁAD WERYFIKACYJNY 2 - ŚCISKANIE OSIOWE II

Przykład zaczerpnięty z artykułu "Obliczenia prętów ściskanych osiowo według PN-90/B-3200" J. Augustyn, J. Bródka, J. Laguna . Artykuł zamieszczono w polskim czasopiśmie dla inżynierów budownictwa INZYNIERIA I BUDOWNICTWO No. 1'91 **Plik: Podręcznik weryfikacyjny_PN90_przykład_2.rtd**

TYTUŁ:

Ściskanie osiowe pręta o przekroju klasy 4 (Przykład 1).

OPIS PROBLEMU:

Przeprowadzić weryfikację słupa wykonanego ze stali 18G2AV poddanego obciążeniu siłą osiową o wartości obliczeniowej P = 450 kN. Przyjąć schemat słupa obustronnie przegubowo podpartego w obydwu kierunkach wyboczenia. Sugerowany przekrój analizowanego słupa IPE 300.



ROZWIĄZANIE:

W celu zdefiniowania parametrów dla analizowanego pręta można użyć gotowego zestawu parametrów o nazwie SŁUP. W tym celu w oknie dialogowym DEFINICJE/PRĘTY wybierz z listy Typ pręta predefiniowany zestaw parametrów SŁUP. Zapisz nową definicję pręta 1 wciskając klawisz Zapisz.

🗲 Definicje - PN-90/B-03200						
Pręty Grupy						
<u>N</u> umer: Dane podstawowe-	1	Nowy				
Lista prętów:	1					
Na <u>z</u> wa:		Parametry				
<u>G</u> rupa:	▼ <u>T</u> yp pręta: S	łup 💌				
OK)	Zapisz	Pomoc				

W celu rozpoczęcia obliczeń przejdź do okna dialogowego OBLICZENIA. W polu Weryfikacja prętów wpisz numer analizowanego pręta 1. W polu *Lista przypadków obciążeniowych* wpisz numer przypadku 1. Ponieważ obliczenia stanu granicznego użytkowania nie będą prowadzone wyłącz opcje *Stan graniczny – Użytkowanie*. Uruchom obliczenia wciskając klawisz *Obliczenia*.

🗲 Obliczenia - PN-90/B-03200	
C Opcje weryfikacyjne	
	<u>L</u> ista
O Wery <u>f</u> ikacja grup:	Lista
O Wymiarowanie grup:	Lis <u>t</u> a
🗌 Opty <u>m</u> alizacja Op<u>cj</u>e	
Obciążenia Stan gr	aniczny
Lista przypadków o <u>b</u> c.: 1	ność
Selekcja przypadków obciążeniowych	tkowanie
OK Konfiguracja	Pomoc

Okno rezultatów skróconych zawiera zestaw najistotniejszych wyników dla analizowanych prętów (np. współczynnik wytężenia, decydujące przypadki obciążeniowe itp.).

1	🗜 PN-90/B-03200 - Weryfikacja prętów (5GN) 1										
	Rezultaty Komunikaty										Zamknij
I	Pręt Profil		Profil	Materiał	Lay	Laz	Wytęż.	Przypadek			Pomoc
l	1	ОК	IPE 300	STAL 18G2-37	33.704	125.386	0.928	1 TEST			
										Analiza	

Kliknięcie w linie z wynikami dla pręta 1 spowoduje otwarcie okna WYNIKI w którym użytkownik może znaleźć wszystkie szczegółowe informacje na temat przyjętych parametrów i przeprowadzonych obliczeń. Poniżej zamieszczono widok okna WYNIKI z aktywnymi zakładkami *Wyniki uproszczone* i *Wyniki szczegółowe*. Dodatkowo prezentowana jest notka obliczeniowa będąca dokładnym odzwierciedleniem rezultatów prezentowanych na zakładce *Wyniki uproszczone*.

WYNIKI:

₩YNIKI - norma - PN-90/8-03200		عا	VYNIKI - nori	ma - PN-90/B-0	3200			
▲uto Ptel 1 PFE 300 ▼ Ptypic 1/x = 0.00 tr 0.00 m	<u> </u>	μ	PE 300		Pręt: 1 Punkt / Ws Przypadek	Profil poprawny półrzędna: 1 / x = 0.00 L = 0.00 m obciążenia: 1 TEST) • •	<u> </u>
Wyniki uproszczone Wyniki szczegółowe	Zgriana		Vyniki uproszca	tone Wyniki szc	zegółowe			Zgiana
SIŁY- N = 450.00 kN			Symbol	Wartość	Jednostka	Opis symbolu Paragraf		
Nrc = 1866.47 kN					Cha	rakterystyki przekroju: IPE 300		
KLASA PRZEKROJU = 4	Sitv		Ax	53.812	cm2	pole powierzchni przekroju		Situ
ZWICHRZENIE			Ay	32.100	cm2	pole powierzchni czynnej przy ścinaniu w kierunku Y	1	
	Szczegółowa		Az	21.300	cm2	pole powierzchni czynnej przy ścinaniu w kierunku Z	1	Szczegółowa
			lx.	19.470	cm4	moment bezwładności przy skręcaniu		
NATION NATIONAL AND NATIONAL			ly	8356.110	cm4	moment bezwładności względem osi Y		
WTBULZENIE 2 wTBULZENIE 2 wTBULZENIE 2 wTBULZENIE 2 wTBULZENIE 2 wTBULZENIE 2 wTBULZENIE 2			lz	603.779	cm4	moment bezwładności względem osi Z		
11 Lwv = 4.20 m Ncr v = 9594.27 kN 11 Lwz = 4.20 m Ncr z = 692.52 kN	Not a street		Wely	557.074	cm3	elastyczny wskaźnik wytrzymałości przekroju wzgl. osi Y		Alata altar
Lambda y = 33.704 fi y = 0.968 Lambda z = 125.386 fi z = 0.260	Notka oblicz.		Welz	80.504	cm3	elastyczny wskaźnik wytrzymałości przekroju wzgl. osi Z		Notka oblicz.
BEZILI TATY			h	30.0	cm	wysokość przekroju		
N/(fi*Nrc) = 450.00/(0.260*1866.47) = 0.928 < 1.000 (39)			b	15.0	cm	szerokość przekroju		
			tf	1.1	cm	grubość półki		
			tw	0.7	cm	grubošć środnika		
			ry	12.5	cm	promień bezwładności przekroju wzgl. osi Y	-	
	Pomoc							Pomoc

OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH

NORMA: <i>PN-90/B-032</i> TYP ANALIZY: Weryf	00 ikacja prętów		
GRUPA: PRĘT: 1	PUNKT: 1	w	/SPÓŁRZĘDNA: x=0.00 L
OBCIĄŻENIA: Decydujący przypadek ob	ociążenia: 1 TEST		
MATERIAŁ: STAL 18 fd = 370.00 MPa	8G2-370 E = 205000.00	MPa	
PARAMETRY h=30.0 cm	PRZEKROJU: IPE 300		
b=15.0 cm tw=0.7 cm tf=1.1 cm	Ay=32.100 cm2 Iy=8356.110 cm4 Wely=557.074 cm3	Az=21.300 cm2 Iz=603.779 cm4 Welz=80.504 cm3	Ax=53.812 cm2 Ix=19.470 cm4
SIŁY WEWNĘTRZNE I N = 450.00 kN Nrc = 1866.47 kN KLASA PRZEKROJU = 4	NOŚNOŚCI: 4		
PARAMETRY WYBOC y względem osi Y: Ly = 4.20 m Lwy = 4.20 m Lambda y = 33.704	ZENIOWE: Lambda_y = 0.507 Ncr y = 9584.27 kN fi y = 0.968	$\begin{array}{c} \overbrace{10}^{} \\ Lz = 4.20 \text{ m} \\ Lwz = 4.20 \text{ m} \\ Lwz = 4.20 \text{ m} \\ Lambda z = 125.386 \end{array}$	Z: Lambda_z = 1.888 Ncr z = 692.52 kN fi z = 0.260
FORMUŁY WERYFIKA N/(fi*Nrc) = 450.00/(0.26	CYJNE: 50*1866.47) = 0.928 < 1.00	0 (39)	

Profil poprawny !!!

PORÓWNANIE WYNIKÓW:

Nośności, warunki normowe	Robot	Artykuł
1. Nośność obliczeniowa pręta przy ściskaniu N _{Rc} [kN]	1866.47	1867
2. Współczynnik wyboczeniowy φ_z wzgl. osi z-z	0.260	0.257
3. Warunek sprawdzający [wzór (39) PN-90/B-32000]	0.928	0.938

PODSUMOWANIE:

Bardzo dobra zgodność wyników obliczeń Robota z przykładem książkowym.

PRZYKŁAD WERYFIKACYJNY 3 - ŚCISKANIE OSIOWE PASA KRATOWNICY

Przykład zaczerpnięty z artykułu "Obliczenia prętów ściskanych osiowo według PN-90/B-3200" J. Augustyn, J. Bródka, J. Laguna. Artykuł zamieszczono w polskim czasopiśmie dla inżynierów budownictwa INZYNIERIA I BUDOWNICTWO No. 1'91 **Plik: Podręcznik weryfikacyjny_PN90_przykład_3.rtd**

TYTUŁ:

Ściskanie osiowe pasa kratownicy wykonanego z teownika spawanego (Przykład 2).

OPIS PROBLEMU:

Przeprowadzić weryfikację górnego pasa kratownicy wykonanego ze stali 18G2A – 305 MPa poddanego obciążeniu siłą osiową o wartości obliczeniowej P = 120 kN. Przyjąć schemat pręta obustronnie przegubowo podpartego w obydwu kierunkach wyboczenia. Sugerowany przekrój analizowanego słupa to spawany przekrój teowy o wymiarach h x b x tw x tf = 100 x 100 x 10 x10 mm.



ROZWIĄZANIE:

W celu zdefiniowania parametrów dla analizowanego pręta, wstępnie użyty zostanie gotowy zestaw parametrów, który następnie zostanie zmodyfikowany i zapisany pod nową nazwą. W tym celu należy na zakładce DEFINICJE/PRĘTY wybrać z listy *Typ pręta* predefiniowany zestaw parametrów **SŁUP**. Aby go zmodyfikować kliknij w przycisk *Parametry*. Po otwarciu okna DEFINICJA PRĘTA – PARAMETRY wpisz nową nazwę SŁUP1 w polu *Typ pręta* oraz wyłącz opcję *Wyboczenie giętno-skrętne profili monosymetrycznych*. Zapisz nową definicję pręta 1 wciskając klawisz Zapisz.

🗜 Definicje - PN-90/B-03200								
Pręty Grupy								
<u>N</u> umer: Dane podstawowe-	1 💌	N <u>o</u> wy						
Lista prętów:	1							
Na <u>z</u> wa:		Parametry						
<u>G</u> rupa: 1	▼ <u>T</u> yp pręta:	Słup1 💌						
ОК	Usuń Zapisz	Pomoc						

W celu rozpoczęcia obliczeń przejdź do okna dialogowego OBLICZENIA. W polu Weryfikacja prętów wpisz numer analizowanego pręta 1. W polu *Lista przypadków obciążeniowych* wpisz numer przypadku 1. Ponieważ obliczenia stanu granicznego użytkowania nie będą prowadzone wyłącz opcje *Stan graniczny – Użytkowanie*. Uruchom obliczenia wciskając klawisz *Obliczenia*.

💋 Obliczenia - PN-90/B-03200	
Opcje weryfikacyjne	
● <u>W</u> eryfikacja prętów: 1	Lista
O Weryfikacja grup:	Lista
🔿 Wymiarowanie grup:	Lista
🗌 Opty <u>m</u> alizacja 🛛 Op <u>o</u> je	
Obciążenia – S	Stan graniczny
Lista przypadków o <u>b</u> c.: 1	Nośność
Selekcja przypadków obciążeniowych	<u>U</u> żytkowanie
OK Konfiguracja	a Pomoc

Okno rezultatów skróconych zawiera zestaw najistotniejszych wyników dla analizowanych prętów (np. współczynnik wytężenia, decydujące przypadki obciążeniowe itp.).

🗜 PN-90/B-03200 - Weryfikacja prętów (SGN) 1										
Rezultaty Komunikaty									(<u>N</u> otka oblicz.)	Zamknij
Pręt	Pręt Profil		Materiał	Lay	Laz	Wytęż.	Przypadek			Pomoc
1	ок	TEOW_1	STAL 18G2-30	87.879	146.971	0.968	1 STA1		And Andrewin	
									Analiza	

Kliknięcie w linie z wynikami dla pręta 1 spowoduje otwarcie okna WYNIKI w którym użytkownik może znaleźć wszystkie szczegółowe informacje na temat przyjętych parametrów i przeprowadzonych obliczeń. Poniżej zamieszczono widok okna WYNIKI z aktywnymi zakładkami *Wyniki uproszczone* i *Wyniki szczegółowe*. Dodatkowo prezentowana jest notka obliczeniowa będąca dokładnym odzwierciedleniem rezultatów prezentowanych na zakładce *Wyniki uproszczone*.

WYNIKI:

🖅 WYNIKI - norma - PN-90/B-03200		WYNIKI - nor	ma - PN-90/B-0	3200			_ 🗆 🗙
Back Pet 1 Pet 000 postermy Image: Constraint of the second se	<u>ОК</u>	IPE 300	Auto	Pręt: 1 Punkt / Ws Przypadek o	Pholit poprawny pótrzędna: 1 / x = 0.00 L = 0.00 m obciężenia: 1 TEST	• •	<u>(0K</u>
Wyniki uproszczone Wyniki szczegółowe	Zmiene	Wyniki uproszc	zone Wyniki sza	zegółowe			Zmiana
SIŁY N – 450 00 kN		Symbol	Vvartość	Jednostka	Opis symbolu Paragraf		
Nrc = 1866.47 kN				Cha	rakterystyki przekroju: IPE 300		
KLASA PRZEKROJU = 4	Sity	Ax	53.812	cm2	pole powierzchni przekroju	1	Sity
ZWICHRZENIE	Sananikawa	Ay	32.100	cm2	pole powierzchni czynnej przy ścinaniu w kierunku Y		Caracathaura
	Szczegorowa	Az	21.300	cm2	pole powierzchni czynnej przy ścinaniu w kierunku Z		Szczegorowa
		bx	19.470	cm4	moment bezwładności przy skręcaniu		
		ły	8356.110	cm4	moment bezwładności względem osi Y		
Final Ly = 4.20 m Lambda y = 0.507 Final Ly = 4.20 m Lambda y = 1.888		Iz	603.779	cm4	moment bezwładności względem osi Z		
T Lwv = 4.20 m Nor v = 9584.27 kN T Lwz = 4.20 m Nor z = 692.52 kN	Martin abden	Wely	557.074	cm3	elastyczny wskaźnik wytrzymałości przekroju wzgl. osi Y		
Lambda y = 33.704 fi y = 0.968 Lambda z = 125.386 fi z = 0.260	NOKA ODICZ.	VVelz	80.504	cm3	elastyczny wskaźnik wytrzymałości przekroju wzgl. osi Z		Ngtka oblicz.
DE211 TATY		h	30.0	cm	wysokość przekroju	1	
N/If/Nrcl = 450.00/0.260*1865.471 = 0.328 < 1.000.(39)		b	15.0	cm	szerokość przekraju	1	
		tf	1.1	cm	grubość półki	1	
		tw	0.7	cm	grubość środnika		
		ry	12.5	cm	promień bezwładności przekroju wzgl. osi Y	-	
	Pomoc						Pomoc

OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH

NORMA: PN-90/B-032	200 žkacia pretów		
GRUPA: PRET: 1	PUNKT: 1	 W:	SPÓŁRZEDNA: x=0.00 L
 OBCIĄŻENIA:			
Decydujący przypadek oł	bciążenia: 1 STA1		
MATERIAŁ: STAL 1 fd = 305.00 MPa	8G2-305 E = 205000.0	00 MPa	
PARAMETRY	PRZEKROJU: TEOW	_1	
b=10.0 cm	Ay=10.000 cm2	Az=10.000 cm2	Ax=20.000 cm2
tw=1.0 cm tf=1.0 cm	Iy=235.417 cm4 Wely=30.376 cm3	Iz=84.167 cm4 Welz=16.833 cm3	Ix=6.247 cm4
SIŁY WEWNĘTRZNE N = 120.00 kN Nrc = 610.00 kN KLASA PRZEKROJU =	1 NOSNOSCI: 3	Vz : Vrz	= 0.23 kN _n = 173.44 kN
	ZWICHRZENIOWE:		
PARAMETRY WYBOC I_{10} względem osi Y: Ly = 3.015 m Lwy = 3.015 m Lambda y = 87.879	EXENIOWE: Lambda_y = 1.241 Ncr y = 523.98 kN fi y = 0.440	względem osi Z Lz = 3.015 m Lwz = 3.015 m Lambda $z = 146.971$: Lambda_z = 2.075 Ncr z = 187.34 kN fi z = 0.203
FORMUŁY WERYFIK N/(fi*Nrc) = 120.00/(0.20 Vz/Vrz = 0.001 < 1.000	ACYJNE: 03*610.00) = 0.968 < 1.00 (53)	00 (39)	
Profil poprawny !!!			
	KÓW:		
	Nosności, warunki norm	owe	Robot Artvkuł

Nośności, warunki normowe	Robot	Artykuł
1. Nośność obliczeniowa pręta przy ściskaniu N _{Rc} [kN]	610.00	610
2. Współczynnik wyboczeniowy ϕ_z wzgl. osi z-z	0.203	0.202
3. Warunek sprawdzający [wzór (39) PN-90/B-32000]	0.968	0.974

PODSUMOWANIE:

Bardzo dobra zgodność wyników obliczeń Robota z przykładem książkowym.

PRZYKŁAD WERYFIKACYJNY 4 - ZGINANA BELKA ZABEZPIECZONA PRZED ZWICHRZENIEM

Przykład zaczerpnięty z PODSTAWY PROJEKTOWANIA KONSTRUKCJI METALOWYCH autorstwa Jana Żmudy

Plik: Podręcznik weryfikacyjny_PN90_przykład_4.rtd

TYTUŁ:

Zginana belka wolno podparta w pełni zabezpieczona przed zwichrzeniem (Przykład 5.5).

OPIS PROBLEMU:

Zaprojektować ze stali ST3S swobodnie podpartą belkę środkową rusztu stropu kondygnacji powtarzalnej budynku wielokondygnacyjnego. Przyjąć obciążenie obliczeniowe belki w postaci obciążenia równomiernie rozłożonego o wartości 24.21 kN/mb belki. Długość teoretyczna belki I = 6.0 m (przekrój IPE 300).



ROZWIĄZANIE:

W celu zdefiniowania parametrów dla analizowanego pręta, wstępnie zostanie użyty gotowy zestaw parametrów, który następnie zostanie zmodyfikowany i zapisany pod nową nazwą. W tym celu należy w oknie DEFINICJE/PRĘTY wybrać z listy *Typ pręta* predefiniowany zestaw parametrów **BELKA**.

🗲 Definicje - PN-90/B	-03200	
Pręty Grupy		
<u>N</u> umer: Dane podstawowe-	1	Nowy
Lista prętów:	1	
Na <u>z</u> wa:		Parametry
<u>G</u> rupa:	▼ <u>T</u> yp pręta:	Belka 💌
OK	Zapisz	Pomoc

W celu modyfikacji parametrów należy kliknąć w przycisk *Parametry*. Po otwarciu okna DEFINICJA PRĘTA – PARAMETRY wpisz nową nazwę BELKA1 w polu *Typ pręta*. Zgodnie z przykładem belka jest zabezpieczona przed zwichrzeniem. Aby program pomijał w obliczeniach wpływ zwichrzenia kliknij buton *Typ zwichrzenia*. W dialogu TYP ZWICHRZENIA wybierz ostatnią ikonę (*bez zwichrzenia*) a następnie wciśnij OK. Następnie otwórz okno DEFINICJA PRĘTA – PARAMETRY DODATKOWE klikając w buton *Więcej*. Zdefiniuj wartość współczynnika rezerwy plastycznej αpy =

1.07. Zamknij dialog a następnie zapamiętaj nowo zdefiniowany zestaw parametrów pręta 1 wciskając przycisk *Zapisz*.

	yp zwiemzema		
	element obciążony symetrycznie wspornik bez zwichrzenia	OK Anuluj Pomoc	
Definicja pręta - parametry - PN-90/B-03200	X	🗲 Definicja pręta - parametry dodatkowe	Þ
<u>Ivp</u> pręta: Belka1	Zapisz	Parametry obciążeniowe	OK
Wyboczenie względem osi Y Wyboczenie względem osi Z	Zamknij	Wsp. Beta: kierY: ≦mmax kier∠: ≦mmax	Anuluj
Długość pręta ly: Długość pręta lz:		Uwzględniaj wpływ	
mnoźnik 1,00 mnoźnik 1,00 mnoźnik 1,00		skręcania skręcania	
Wsp. długości wyboczeniowej Wsp. długości wyboczeniowej		Osłabienie elementu otworami na łączniki	
miy: 1.00 🗙 miz: 1.00 🗙		Pole otworów w półkach: Aoy = $0,000$ cm ²	
		Pole otworow w srodniku: Aoz = 0,000 cm2	
Parametr imperfekcji ny: Parametr imperfekcji nz:	Użytkowanie	Pręty pojedyncze zamocowane mimośrodowo	
automatyczny automatyczny		Pole części przylgowej: A1 0.000 cm2	
	<u>Więcej</u>	Poł <u>a</u> czenie na jeden łącznik.	
Wyboczenie giętno-skrętne profili monosymetrycznych	Przekrój	Współczynnik rezerwy plastycznej	
Nezatartowniki poddane wyzarzaniu	zrozony	automatygzny alia py 1.07 użytkownika; alfa pz 1.00	
Tup zwichrzenia: Vsnółczupnik dł. zwichrzeniowej		Stateczność lokalna przekrojów klasy 4	
górna półka dolna półka		 automatyczna 	
Iyp obciążenia:		O użytk <u>o</u> wnika	
Poziom obciążenia:		Wsp. niestateczności fi pyu 1.00	
Krzywa skręcaniu: C sztywne		Wsp. niestatecznoś <u>c</u> i fi pvz 1.00	
niestateczności: alu 🔟		Wytrzymałość obliczeniowa środnika falistego	
 <u>Beika o przekroju dwuteowym usztywniona bocznym stężeniem</u> podłużnym wymuszającym położenie środka obrotu 		Zmodyfikowana wartość: fdw 215,0 MPa	
zo Współrzędna płaszczyzny stęż <u>e</u> nia: zc 0,00 x h		Profile ażurowe	
współczynniki do obliczeń Mcr (Tablica Z1-2):		Zasięg strefy przypodporowej lp = 0,00 m	
• automatyczne		Dodatkowe warunki dla rur okrągłych	Damas
	Pomoc	goanokierankowe zginanie rai	Pomod

W celu rozpoczęcia obliczeń należy przejść do okna OBLICZENIA. W polu Weryfikacja prętów wpisz numer analizowanego pręta 1. W polu *Lista przypadków obciążeniowych* wpisz numer przypadku 1. Ponieważ obliczenia stanu granicznego użytkowania nie będą prowadzone wyłącz opcje *Stan graniczny – Użytkowanie*. Uruchom obliczenia wciskając klawisz *Obliczenia*. Okno rezultatów skróconych zawiera zestaw najistotniejszych wyników dla analizowanych prętów (np. współczynnik wytężenia, decydujące przypadki obciążeniowe itp.).

1	🗲 PN-90/B-03200 - Weryfikacja prętów (SGN) 1										
	Rezultaty Komunikaty									<u>N</u> otka oblicz.	Zamknij
	Pręt		Profil	Materiał	Lay	Laz	Wytęż.	Przypadek			Pomoc
	1	ок	IPE 300	STAL St3S-21	48.15	179.12	0.85	1 TEST		- Mutatania	
										Analiza	

Kliknięcie w linie z wynikami dla pręta 1 spowoduje otwarcie okna WYNIKI w którym użytkownik może znaleźć wszystkie szczegółowe informacje na temat przyjętych parametrów i przeprowadzonych obliczeń. Poniżej zamieszczono widok okna WYNIKI z aktywnymi zakładkami *Wyniki uproszczone* i *Wyniki szczegółowe*. Dodatkowo prezentowana jest notka obliczeniowa będąca dokładnym odzwierciedleniem rezultatów prezentowanych na zakładce *Wyniki uproszczone*.

WYNIKI:

1.Program wykonuje standardowo sprawdzenie pręta w 3 punktach obliczeniowych tzn. na początku, w środku oraz na końcu pręta. Dla tak zdefiniowanych warunków obliczeniowych największy stopień wytężenia osiągany jest w środku belki gdzie moment zginający osiąga swoją wartość maksymalną. Poniżej zaprezentowano rezultaty tych obliczeń.

🚰 WYNIKI - norma - PN-90/8-03200							
Auto Profi poprawny PF 500 Profi / Vrspółnąchna 2 / x = 0.50 L = 3.00 m	0K	Auto Prot. 1 Prot. 1 IFE 300 Y Post. 1 / Vicpótrzęóna: 2 / x = 0 50 L = 3.00 m IEST	0K				
Wyniki uproszczone Wyniki szczegółowe	Zmiana	Wyniki uproszczone Wyniki szczegółowe	Zmiana				
SHY My = 108.94 kN/m My = 128.15 kN/m		Symbol Wartość Jednostka Opis symbolu Paragraf 🔺					
Mıy_v = 128.15 kN'm KLASA PRZEKROJU = 1	Sity	Ax 53.812 cm2 pole powierzchni przekroju	<u>S</u> iły				
	Szczegółowa	Ay 32:100 cm2 pole powierzchni czymnej przy ścinaniu w kierunku Y Szc Az 21:300 cm2 pole powierzchni czymnej przy ścinaniu w kierunku Z Szc	czegółowa				
		Ix 19.470 cm4 moment bezwładności przy skręcaniu Iy 8356.110 cm4 moment bezwładności względem osi Y					
	Netter f	Iz 603.779 cm4 moment bezwładności względem osi Z Wely \$57.074 cm3 elastyczny wskaźnik wytrzymałości przekroju wzgl. osi Y					
	Ngika obicz.	Weiz 80.504 cm3 elastyczny wskaźnik wytrzymałości przekroju wzgl. osi Z Mu h 30.0 cm wysokość przekroju					
My/(RL*My) = 108.94/(1.00*128.15) = 0.85 < 1.00 (52)		b 15.0 cm szerekkéé przekroju tr 1.1 cm grubcéć półki					
	Bunna	tw 0.7 cm grubość środnika ry 12.5 cm promień bezwiadności przekroju wzgl. osi Y	Dense (
	Pomoc		Momoc				

OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH

NORMA: <i>PN-90/B-032</i> TYP ANALIZY: Weryt	200 fikacja prętów		
PRĘT: 1	PUNKT: 2	WSPÓŁRZ	ZĘDNA: $x = 0.50 L = 3.00 m$
OBCIĄŻENIA: Decydujący przypadek ol	bciążenia: 1 TEST		
MATERIAŁ: STAL S fd = 215.00 MPa	E = 205000.0	00 MPa	
PARAMETRY	PRZEKROJU: IPE 300)	
b=15.0 cm tw=0.7 cm tf=1.1 cm	Ay=32.100 cm2 Iy=8356.110 cm4 Wely=557.074 cm3	Az=21.300 cm2 Iz=603.779 cm4 Welz=80.504 cm3	Ax=53.812 cm2 Ix=19.470 cm4
SIŁY WEWNĘTRZNE KLASA PRZEKROJU =	I NOŚNOŚCI: My = 108.94 Mry = 128.15 Mryv = 128.1 1	kN*m kN*m 5 kN*m	
	ZWICHRZENIOWE:		
	ZENIOWE:		
względem osi Y:		🔀 względem osi	Z:
FORMUŁY WERYFIK My/(fiL*Mry) = 108.94/(ACYJNE: 1.00*128.15) = 0.85 < 1.0	0 (52)	
Profil poprawny !!!			

2. W celu sprawdzenia wytężenia pręta na podporach gdzie siły ścinające osiągają swoje wartości maksymalne należy zażądać, aby program sprawdził belkę tylko w dwóch punktach. Wystarczy w oknie OBLICZENIA wybrać przycisk KONFIGURACJA a następnie w pojawiającym się oknie dialogowym wpisać liczbę 2 w polu *Liczba punktów*. Wyniki obliczeń pokazano poniżej.

🖅 WYNIKI - norma - PN-90/B-03200	_ 🗆 X	🖅 WYNIKI - nori	ma - PN-90/B-0	3200			_ 🗆 ×
Auto Pet 1 IPE 300 Park / Vripdinzedna: 1 / x = 0.00 L = 0.00 m Prodi popraviny Image: Constraint of the second seco	ОК	IPE 300		Pret 1 Punkt / Ws Przypadek	Profil poprawny Profil poprawny obciązenia: 1 / x = 0.00 L = 0.00 m obciązenia: 1 TEST	•	<u> </u>
Wyniki uproszczone Wyniki szczegółowe	Z <u>m</u> iana	Wyniki uproszca	zone Wyniki szc	zegółowe			Z <u>m</u> iana
SILY		Symbol	Wartość	Jednostka	Opis symbolu Paragraf		
Vz = 72.63 kN				Cha	nakterystyki przekroju: IPE 300		
KLASA PRZEKROJU = 1 Viz = 265.61 kN	Sity	Ax	53.812	cm2	pole powierzchni przekroju		Sity
ZWICHRZENIE		Ay	32.100	cm2	pole powierzchni czynnej przy ścinaniu w kierunku Y	_	
	Szczegołowa	Az	21.300	cm2	pole powierzchni czynnej przy ścinaniu w kierunku Z		Szczegołowa
		lx.	19.470	cm4	moment bezwładności przy skręcaniu		
WARDCZENIE V WARDCZENIE Z		ly	8356.110	cm4	moment bezwładności względem osi Y		
WIBULZENIE I WIBULZENIE 2		IZ	603.779	cm4	moment bezwładności względem osi Z		
		Wely	557.074	cm3	elastyczny wskaźnik wytrzymałości przekroju wzgl. osi Y		
	NQIKa ODICZ.	Welz	80.504	cm3	elastyczny wskaźnik wytrzymałości przekroju wzgl. osi Z		NQIKa ODICZ.
PE7III TATY		h	30.0	cm	wysokość przekroju		
Theorem 1		b	15.0	cm	szerokość przekroju		
		tf	1.1	cm	grubość półki		
		tw	0.7	cm	grubość środnika		
Vz/Vtz = 0.27 < 1.00 (53)		ry	12.5	cm	promień bezwładności przekroju wzgl. osi Y	•	
	Pomoc						Pomoc

OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH

NORMA: <i>PN-90/B-03200</i> TYP ANALIZY: Weryfikacja prętów								
GRUPA: PRĘT: 1	PUNKT: 1	WSPÓŁRZĘ	DNA: $x = 0.00 L = 0.00 m$					
OBCIĄŻENIA: Decydujący przypadek ob	ciążenia: 1 TEST							
MATERIAŁ: STAL St fd = 215.00 MPa	3S-215 E = 205000.00	0 MPa						
PARAMETRY h=30.0 cm	PRZEKROJU: IPE 300							
b=15.0 cm	Ay=32.100 cm2	Az=21.300 cm2	Ax=53.812 cm2					
tw=0.7 cm	Iy=8356.110 cm4	Iz=603.779 cm4	Ix=19.470 cm4					
tf=1.1 cm	Wely=557.074 cm3	Welz=80.504 cm3						
SIŁY WEWNETRZNE I								
•		Vz	= 72.63 kN					
KLASA PRZEKROJU = 1	l	Vrz	z = 265.61 kN					
PARAMETRY WYBOC	ZENIOWE:							
względem osi Y:		względem osi Z	:					
FORMULY WERYFIKA $Vz/Vrz = 0.27 < 1.00$ (52)	CYJNE: 3)							
Profil poprawny !!!								

PORÓWNANIE WYNIKÓW:

Nośności, warunki normowe	Robot	Książka
Analiza pręta w 3 punktach:		
Nośność belki jednokierunkowo zginanej Mry [kNm]	128.15	128.1
Warunek sprawdzający [wzór (52) PN-90/B-32000]	0.85	0.85
Analiza pręta w 2 punktach:		
Nośność obliczeniowa przekroju ścinanego Vrz [kN]	265.61	265.6
Warunek sprawdzający [wzór (53) PN-90/B-32000]	1.030	1.011

PODSUMOWANIE:

Pełna zgodność wyników obliczeń Robota z przykładem książkowym.

PRZYKŁAD WERYFIKACYJNY 5 - ZGINANA BELKA NIEZABEZPIECZONA PRZED ZWICHRZENIEM

Przykład zaczerpnięty z książki PRZYKŁADY OBLICZEŃ KONSTRUKCJI STALOWYCH Z.Boretti, W.Bogucki, S.Gajowniczek, W.Hryniewiecka **Plik: Podręcznik weryfikacyjny_PN90_przykład_5.rtd**

TYTUŁ:

Zginana belka wolno podparta nie zabezpieczona przed zwichrzeniem (Przykład 3-16).

OPIS PROBLEMU:

Przeprowadzić obliczenia belki dwuteowej wykonanej z profilu IP 260 stanowiącej część toru jezdnego elektrowciągu. Belka ma rozpiętość 8.0 m i jest obciążona na poziomie pasa dolnego siłą P = 26.1 kN. Siła jest przyłożona w środku belki. Belka wykonano ze stali ST3S.



ROZWIĄZANIE:

W celu zdefiniowania parametrów dla analizowanego pręta, wstępnie użyty zostanie gotowy zestaw parametrów, który następnie zostanie zmodyfikowany i zapisany pod nową nazwą. W tym celu należy w oknie DEFINICJE/PRĘTY wybrać z listy *Typ pręta* predefiniowany zestaw parametrów **BELKA**.

ቻ Definicje - PN-90/B	-03200	
Pręty Grupy		
<u>N</u> umer: _ Dane_podstawowe-	1	Nowy
Lista prętów:	1	
Na <u>z</u> wa:		Parametry
<u>G</u> rupa:	▼ <u>T</u> yp pręta:	Belka 💌
ОК	Zapisz	Pomoc

W celu modyfikacji parametrów należy kliknąć w przycisk *Parametry*. Po otwarciu okna DEFINICJA PRĘTA – PARAMETRY wpisz nową nazwę BELKA1 w polu *Typ pręta*. W celu zdefiniowania punktu przyłożenia obciążenia na półce dolnej wybierz ikonę *Poziom obciążenia* a następnie w oknie dialogowym POZIOM OBCIĄŻENIA zaznacz ikonę ostatnią (5). Zamknij okno naciskając OK. Następnie otwórz okno TYP OBCIĄŻENIA klikając w ikonę o tej samej nazwie. Zaznacz 3 ikonę od góry (*siła skupiona w środku*) i kliknij OK. Następnie otwórz okno DEFINICJA PRĘTA – PARAMETRY DODATKOWE klikając w buton *Więcej*. Zdefiniuj wartość współczynnika rezerwy plastycznej na αpy = 1.07. Zamknij dialog a następnie zapamiętaj nowo zdefiniowany zestaw parametrów pręta 1 wciskając przycisk *Zapisz*.

	OK Anuluj 'omoc	Image: State
Definicja pręta - parametry - PN-90/8-03200 Lyp pręta: Belka1 Wyboczenie względem osi Y Długość pręta ly: realna towagźnik mogźnik Myboczenie względem osi Y Długość pręta lz: realna towagźnik mogźnik Myboczenie względem osi Y Długość pręta lz: realna towagźnik mogźnik Myboczenie względem osi Y Długość pręta lz: realna towagźnik mogźnik Myboczenie względem osi Y Długość pręta lz: realna towagźnik Myboczenie względem osi Y Długość pręta lz: realna towagźnik Myboczenie względem osi Y No Myboczenie względem osi Y Nyboczenie względem osi Y Nyboczenie względem osi Z Długość pręta lz: Tragłna towagźnik Myboczenie względem osi Z Długość pręta lz: Tragłna towagźnik Myboczenie względem osi Z Długość pręta lz: Tragłna towagźnik Myboczenie względem osi Z Długość pręta lz: Tragłna towagźnik Myboczenie względem osi Z Długość pręta lz: Tragłna Tupość pręta lz: Tragłna Tupości pręta lz: Tupości pręta lz: Tragłna Tupości pręta lz: Tupości pręta lz: Tupości pręta lz: Tupości pręta lz: Tragłna Tupości pręta lz: Tupości	X Zapisz Zamknij	
Wsp. drugosci wyboczeniowej mi y: 1.000 wsp. drugosci wyboczeniowej mi z: 1.000 Parametr imperfekcji ny: • • • • automatyczny • • • użytkownika 1.200 •	Uzytkowanie Więcej.	Pole otworów w półkach: Aoy = 0.000 cm2 Pole otworów w środniku: Aoz = 0.000 cm2 Otwory powiejszone w strefie ściskanej Pręty pojedyncze zamocowane mimośrodowo Połe części przyłgowej: A1 I otworzy powiejszone w strefie ściskanej Pręty pojedyncze zamocowane mimośrodowo Połe części przyłgowej: A1 I otworze jada w strefie ściskanej Połe części przyłgowej: W spółczynnik rezerwy plastycznej Mispółczynnik rezerwy plastycznej
Kşztałtowniki poddane wyżarzaniu Parametry zwichrzeniowe Typ zwichrzenia: Usp obciążenia: Ivp obciążenia: Ivp obciążenia:	rizekloj <u>z</u> hożony	automatygzny alija py 1.070 użytkownika: alija pz 1.000 Stateczność lokalna przekrojów klasy 4 automatyczna użytkownika Wsp. niegtateczności lokalnej fi p = 1.000
<u> <u> <u> </u> /u></u>		Wsg. niestateczności fi pvy 1.000 Wsp. niestateczności fi pvz 1.000 Wytrzymałość obliczeniowa środnika falistego Zgodyfikowana wartość: fdw Zmodyfikowana wartość: fdw 215.0 Profile ażurowe Zasięg strefy przypodporowej lp =
automatyczne A1 1.000 A2 1.000 B 1.000	Pomoc	Dodatkowe warunki dla rur okrągłych Jednokierunkowe zginanie rur Pomoc

W celu rozpoczęcia obliczeń należy przejść do okna dialogowego OBLICZENIA. W polu Weryfikacja prętów wpisz numer analizowanego pręta 1. W polu *Lista przypadków obciążeniowych* wpisz numer przypadku 1. Ponieważ obliczenia stanu granicznego użytkowania nie będą prowadzone wyłącz opcje *Stan graniczny – Użytkowanie*. Uruchom obliczenia wciskając klawisz *Obliczenia*.

💋 Obliczenia - PN-90/B-03200	
Opcje weryfikacyjne	
Weryfikacja prętów: 1	Lista
O Wery <u>f</u> ikacja grup:	Lista
O Wymiarowanie grup:	Lista
🗖 Opty <u>m</u> alizacja	Op <u>cj</u> e
Obciążenia	Stan graniczny
Lista przypadków o <u>b</u> c.: 1	✓ Nośność
Selekcja przypadków obciążenio	wych
OK Konfiguracja	Obliczenia Pomoc

Okno rezultatów skróconych zawiera zestaw najistotniejszych wyników dla analizowanych prętów (np. współczynnik wytężenia, decydujące przypadki obciążeniowe itp.). Kliknięcie w linie z wynikami dla pręta 1 spowoduje otwarcie okna WYNIKI w którym użytkownik może znaleźć wszystkie szczegółowe informacje na temat przyjętych parametrów i przeprowadzonych obliczeń.

🕼 PN-90/B-03200 - Weryfikacja prętów (SGN) 1									
Rezultaty Komuni	<u>[N</u> otka oblicz] <u>Z</u> amknij							
Pręt	Profil	Materiał	Lay	Laz	Wytęż.	Przypadek		Pomoc	
1	📧 IP 260	STAL	74.570	326.143	0.996	1 STA1			
							Analiza		

Poniżej zamieszczono widok okna WYNIKI z aktywnymi zakładkami *Wyniki uproszczone* i *Wyniki szczegółowe*. Dodatkowo prezentowana jest notka obliczeniowa będąca dokładnym odzwierciedleniem rezultatów prezentowanych na zakładce *Wyniki uproszczone*.

WYNIKI:

WYNKL Remove PH-9000-B2200 Image: State of the sta	Piell popeerry 57A1 Vz = 13.05 IN Vz = 23.27 IA1 Nz = 60.73 Nh Mor = 76.32 kN/m N= - 200.95 Ni B.L = 0.540	Symbol Writig Towns the Sub Bucklow 0K Image: Sub	Poli popravny OSU L = 4 00 m Ogla syntholu Peregraf Peregraf Paregraf Paregraf
OBL	ICZENIA KON	STRUKCJI STAL	OWYCH
NORMA: <i>PN-90/B-032</i> TYP ANALIZY: Weryf	200 ĭkacja prętów		
GRUPA: PRĘT: 1	PUNKT: 2	WSPÓŁRZĘD	NA: $x = 0.50 L = 4.00 m$
OBCIĄŻENIA: Decydujący przypadek oł	ociążenia: 1 STA1		
MATERIAŁ: STAL fd = 215.00 MPa	E = 205000.00 MPa		
PARAMETRY h=26.0 cm b=11.3 cm tw=0.7 cm tf=1.4 cm	Y PRZEKROJU: IP 2 Ay=31.866 cm2 Iy=5490.000 cm4 Wely=422.308 cm3	260 Az=17.940 cm2 Iz=287.000 cm4 Welz=50.796 cm3	Ax=47.700 cm2 Ix=31.000 cm4
	I NOŚNOŚCI:		
KLASA PRZEKROJU =	My = 52.20 kN*m Mry = 97.15 kN*m Mry_v = 97.15 kN*m 1		Vz = -13.05 kN Vrz = 223.71 kN
PARAMET z = -1.000 Ld = 8.00 m	RY ZWICHRZENIOWE La_L = 1.297 Nz = 90.73 kN	: Nw = 2160.95 kN Mcr = 76.32 kN*m	fi L = 0.540



 $V_Z/V_{TZ} = 0.058 < 1.000$ (53)

Profil poprawny !!!

PORÓWNANIE WYNIKÓW:

Nośności, warunki normowe	Robot	Książka
Siła krytyczna przy wyboczeniu giętnym Nz [kN]	90.73	91
Siła krytyczna przy wyboczeniu skrętnym Nw [kN]	2160.95	2170
Moment krytyczny przy zwichrzeniu Mcr [kNm] wg wzoru (Z1-9)	76.32	76.40
Współczynnik zwichrzeniowy φ _L wg paragrafu 4.5.4	0.540	0.538
Nośność belki jednokierunkowo zginanej Mry [kNm]	97.15	97.10
Warunek sprawdzający [wzór (52) PN-90/B-32000]	0.996	1.000

PODSUMOWANIE:

Bardzo dobra zgodność wyników obliczeń Robota z przykładem książkowym.

PRZYKŁAD WERYFIKACYJNY 6 - ŚCISKANIE ZE ZGINANIEM SŁUPA O PRZEKROJU DWUTEOWYM

Przykład zaczerpnięty z PODSTAWY PROJEKTOWANIA KONSTRUKCJI METALOWYCH autorstwa Jana Żmudy

Plik: Podręcznik weryfikacyjny_PN90_przykład_6.rtd

TYTUŁ:

Ściskanie ze zginaniem słupa o przekroju dwuteowym (Przykład 6.1).

OPIS PROBLEMU:

Słup o przekroju IPN 340 ma wysokość 3.6 m. Jego końce są podparte przegubowo nieprzesuwnie. W połowie wysokości słup dodatkowo usztywniono w kierunku prostopadłym do płaszczyzny zginania. Słup obciążono siłą osiową P = 800 kN i momentem M = 160 kNm działającym na górnym końcu słupa w płaszczyźnie większej sztywności słupa. Przyjmując stal St3SY, sprawdzić nośność przekroju.



ROZWIĄZANIE:

W celu zdefiniowania parametrów dla analizowanego pręta, wstępnie użyty zostanie gotowy zestaw parametrów, który następnie zostanie zmodyfikowany i zapisany pod nową nazwą. W tym celu należy w oknie DEFINICJE/PRĘTY wybrać z listy *Typ pręta* predefiniowany zestaw parametrów **SŁUP**.

🗲 Defini	cje - PN-90/B	-03200			
Pręty	Grupy				
<u>N</u> ume	er: • podstawowe-	1	•	N	
<u>L</u> ista	prętów:	1			
Na <u>z</u> w	ia:			<u>P</u> ar	ametry
<u>G</u> rupa	э:	т Тур	pręta:	Słup	•
Ok			Zapisz		Pomoc

W celu modyfikacji parametrów należy kliknąć w przycisk *Parametry*. Po otwarciu okna DEFINICJA PRĘTA – PARAMETRY wpisz nowa nazwę SŁUP1 w polu *Typ pręta*. W celu zdefiniowania dodatkowego stężenia na wyboczenie w kierunku Z kliknij w ikonę *Współczynnik długości wyboczeniowej – mi z*. W oknie SCHEMATY WYBOCZENIOWE dwukrotnie kliknij w ostatnią ikonę. Po otwarciu okna STĘŻENIA WEWNĘTRZNE wpisz w pole *Współrzędne istniejących usztywnień* relatywną współrzędną **0.5**. W polu *Współczynniki wyboczeniowe odcinków składowych* automatycznie zostaną wygenerowane dwa współczynniki dla nowo powstałych dwóch elementów słupa. Zamknij okno klikając OK. Następnie otwórz okno DEFINICJA PRĘTA – PARAMETRY DODATKOWE klikając w buton *Więcej*. Wybierz ikonę *Współczynnik Beta – kierunek* Y w celu zdefiniowania sposobu obliczeń współczynnika zależnego od rozkładu momentów zginających na belce. W oknie WSPÓŁCZYNNIK BETA wybierz ikonę pierwszą (*Węzły nieprzesuwne + momenty podporowe*) i zatwierdź naciskając OK.



Następnie w oknie DEFINICJA PRĘTA – PARAMETRY DODATKOWE zdefiniuj wartość współczynnika rezerwy plastycznej na αpy = 1.07. Zamknij dialog a następnie zapamiętaj nowo zdefiniowany zestaw parametrów pręta 1 wciskając przycisk *Zapisz*.

finicja pręta - parametry dodatkowe 🛛 🗙	🕖 Definicja pręta – parametry – PN-90/B-03200
Parametry obciążeniowe	Typ preta: Słup1
Wsp. Beta: kijer Y: ust kijer Z: Himax Obciążenie pojedynczych ceowników Anuluj	Wyboczenie względem osi Y Wyboczenie względem osi Z Długość preta ly: Długość preta lz:
Uwzględniaj wpływ drugorzędnego skręcania by 28= 0,000 y, b	O realna ⊙ mnoźnik 1,000 ⊙ realna 1,000
Osłabienie elementu otworami na łączniki	Wsp. długości wyboczeniowej Wsp. długości wyboczeniowej
Pole otworów w półkach: Aoy = 0,000 cm2	
Pole otworów w środniku: Aoz = 0,000 cm2	
Otwory powiększone w strefie ściskanej	
Pręty pojedyncze zamocowane mimośrodowo	Parametr impertekcji ny: Parametr impertekcji nz:
Pole części przylgowej: A1 0.000 cm2	automatyczny automatyczny Orat Hamalia 1200
Poł <u>a</u> czenie na jeden łącznik	
Współczynnik rezerwy plastycznej	Vyboczenie giętno-skrętne profili monosymetrycznych
automatyczny alfa py 1,070	Kształtowniki poddane wyżarzaniu
💿 użytkownika: alfa pz 1,000	Parametry zwichrzeniowe
Stateczność lokalna przekrojów klasy 4	Typ zwichrzenia: Współczynnik dł.zwichrzeniowej
automatyczna	górna półka dolna półka
🔿 użytkownika	Ivp obciążenia:
Wsp. nie <u>s</u> tateczności lokalnej fi p = 1,000	
Wsp. niestateczności fi pvy	Poziom obciążenia: 🏤 Końce pręta przy 💿 przegubowe
Wsp. niestatecznoś <u>c</u> i fi pvz 1,000	Krzywa skręcaniu: O sztywne
Wytrzymałość obliczeniowa środnika falistego	Della construit de terrene de ter
Zmodyfikowana wartość: fdw 215.0 MPa	<u>Beika o przekroju dwuteowym uszywniona bocznym stężeniem</u> podłużnym wymuszającym położenie środka obrotu
Profile ażurowe	20) V (apékrastra phasagarumu statania) - ap (0.000) u k
Zasięg strefy przypodporowej lp = 0,00 m	
Dodatkowa wawaki dla ny okraduch	Współczynniki do obliczeń Mcr (Tablica Z1-2):
Jednokierunkowe zninanie rur Pomoc	At 1,000 A2 1,000 B 1,000
T OHIOC	U uzytkownika

W celu rozpoczęcia obliczeń przejdź na zakładkę OBLICZENIA. W polu Weryfikacja prętów wpisz numer analizowanego pręta 1. W polu *Lista przypadków obciążeniowych* wpisz numer przypadku 1. Ponieważ obliczenia stanu granicznego użytkowania nie będą prowadzone wyłącz opcje *Stan graniczny – Użytkowanie*. Uruchom obliczenia wciskając klawisz *Obliczenia*.

🗲 Obliczenia - PN-90/B-03	200	
– Opcje weryfikacyjne		
Weryfikacja prętów:	1	Lista
🔿 Weryfikacja grup:		Lista
O Wymiarowanie grup:		Lis <u>t</u> a
🗖 Opty <u>m</u> alizacja	Op <u>c</u> je	
- Obciążenia	Stan	graniczny
Lista przypadków o <u>b</u> c.: 1	<u> </u>	ośność
Selekcja przypadków obc	iążeniowych 🗌 🗆 🛛	żytkowanie
OK Konfig	uracja Obliczenia	Pomoc

Okno rezultatów skróconych zawiera zestaw najistotniejszych wyników dla analizowanych prętów (np. współczynnik wytężenia, decydujące przypadki obciążeniowe itp.). Kliknięcie w linie z wynikami dla pręta 1 spowoduje otwarcie okna WYNIKI w którym użytkownik może znaleźć wszystkie szczegółowe informacje na temat przyjętych parametrów i przeprowadzonych obliczeń.

1	🗊 PN-90/B-03200 - Weryfikacja prętów (SGN) 1										
	Rezultaty Komunikaty								<u>N</u> otka oblicz.	Zamknij	
	Pręt		Profil	Materiał	Lay	Laz	Wytęż.	Przypadek			Pomoc
	1	8	IPN 340	STAL St3S-20	26.774	64.600	1.242	1 TEST) (utotomio	
										Analiza	

Poniżej zamieszczono widok okna WYNIKI z aktywnymi zakładkami *Wyniki uproszczone* i *Wyniki szczegółowe*. Dodatkowo prezentowana jest notka obliczeniowa będąca dokładnym odzwierciedleniem rezultatów prezentowanych na zakładce *Wyniki uproszczone*.

WYNIKI:

🖅 WYNIKI - norma - PN-90/B-03200	💶 🖂 🔀 WYNIKI - norma - PN-90/8-03200						_ [] ×	
Auto Pref. 1 Prof. niepopravmy Image: Contract of the popravm in th	<u> </u>	IPN 3		uto	Pręt: 1 Punkt / Wsj Przypadek o	Proti niepoprawny Sółrzędna: 3 / x = 100 L = 360 m docążenia: 1 TEST		<u> </u>
Wyniki uproszczone Wyniki szczegółowe	Z <u>m</u> iana	Zgriana Wyniki uproszczone Wyniki szczegółowe						
- SLV N = 000 0 kN My = -150.00 kN m Nrc = 1776.02 kN My = -202.03 kN m Nrc = 1776.02 kN My = -202.04 kV m			ymbol W	Vartość	Jednostka	Opis symbolu Paragraf Arakterystyki przekroju: IPN 340		
KLASA PRZEKROJU = 1 By*Mymax = -88.00 kN*m Viz_n = 440.33 kN	Siły	Ax		86.635	cm2	pole powierzchni przekroju		Sity
ZWICHRZENIE		Ay		50.142	cm2	pole powierzchni czynnej przy ścinaniu w kierunku Y		Szczegółowa
	Szczegorowa	Az		41.480	cm2	pole powierzchni czynnej przy ścinaniu w kierunku Z		Szczegorowa
		lx		92.900	cm4	moment bezwładności przy skręcaniu		
WYBOCZENIE Y WYBOCZENIE Z		ly I	1	15552.500	cm4	moment bezwiednosci względem osi Y		
T Lz = 3.60 m Lambda_y = 0.310 T Lz = 3.60 m Lambda_z = 0.748		1Z		672.632	Cff14	moment bezwittanosci względem osi z		
11 10 Lwy = 3.60 m Nor y = 24451.74 kN Lwz = 1.80 m Nor z = 4200.36 kN	Ngtka oblicz.	VVe VVe		921.324	cm3	elastyczny wskaznik wytrzymełości przekroju wzgl. osi v		Ngtka oblicz.
Lambda y = 26.774 h y = 0.995 Lambda z = 64.600 h z = 0.812		010	<u> </u>	30.134	Units	enastyczny wskaznik wytrzymakości przekruju wzgl. osi z		
REZULTATY		11 10		12.7	om	enterchość przekroju		
N/(frNrc) = 0.555 < 1.000 (39); N/(fy*Nrc)+By*Mymax/(fiL*Mry) = 0.453 + 0.435 = 0.888 < 1.000 · Delta y = 0.977 (58) N/N/V// 10/10/10/10/10/10/10/10/10/10/10/10/10/1		11		1.8	cm	szerekese przekroju		
N7NRC+M(y/(IIC:MI(y) = 0.450 + 0.752 = 1.242 > 1.000 (54)		tuez		1.0	cm	gruhość śradnika		
Vz/Viz_n = 0.101 < 1.000 (56)		ry		13.4	cm	promień bezwładności przekroju wzgl. osi Y		
	Pomoc						_	Pomoc

OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH

NORMA: <i>PN-90/B-0320</i> TYP ANALIZY: Weryfik	00 cacja prętów		
GRUPA: PRĘT: 1	PUNKT: 3	WSPÓŁRZĘDN	A: $x = 1.00 L = 3.60 m$
OBCIĄŻENIA: Decydujący przypadek obc	iążenia: 1 TEST		
MATERIAŁ: STAL St3 fd = 205.00 MPa	3S-205 E = 205000.00 MPa		
PARAMETRY h=34.0 cm b=13.7 cm tw=1.2 cm tf=1.8 cm	PRZEKROJU: IPN 34 Ay=50.142 cm2 Iy=15662.500 cm4 Wely=921.324 cm3	0 Az=41.480 cm2 Iz=672.632 cm4 Welz=98.194 cm3	Ax=86.635 cm2 Ix=92.900 cm4
SIŁY WEWNĘTRZNE I N = 800.00 kN Nrc = 1776.02 kN KLASA PRZEKROJU = 1	NOŚNOŚCI: My = -160.00 kN*m Mry = 202.09 kN*m Mry_v = 202.09 kN*m By*Mymax = -88.00 kN*n	m	Vz = -44.44 kN Vrz_n = 440.33 kN
	WICHRZENIOWE:		
PARAMETRY WYBOCZ względem osi Y: Ly = 3.60 m Lwy = 3.60 m Lambda $y = 26.774$	Lambda _y = 0.310 Ner y = 24451.74 kN fi y = 0.995	względem osi Z: Lz = 3.60 m Lwz = 1.80 m Lambda z = 64.600	Lambda_z = 0.748 Ncr z = 4200.36 kN fi z = 0.812
FORMUŁY WERYFIKAC N/(fi*Nrc) = 0.555 < 1.000 N/Nrc+My/(fiL*Mry) = 0.4 Vz/Vrz_n = 0.101 < 1.000	CYJNE: D(39); N/(fiy*Nrc)+By*Myr 450 + 0.792 = 1.242 > 1.00 (56)	max/(fiL*Mry) = 0.888 < 1.0 0 (54)	000 - Delta y = 0.977 (58)
T (11 1			

Profil niepoprawny !!!

Konieczne jest ponowne przeliczenie belki np. z nowym mocniejszym profilem.

PORÓWNANIE WYNIKÓW:

Nośności, warunki normowe	Robot	Książka
1. Nośność obliczeniowa pręta przy ściskaniu N _{Rc} [kN]	1776.02	1775
2. Współczynnik wyboczeniowy φ _v wzgl. osi y-y	0.995	0.996
 Nośność obliczeniowa pręta przy zginaniu M_{Ry} [kN] 	202.09	202.5
4. Warunek sprawdzający [wzór (58) PN-90/B-32000]	0.888	0.88
5. Warunek sprawdzający [wzór (54) PN-90/B-32000]	1.242	1.24

PODSUMOWANIE:

Bardzo dobra zgodność wyników obliczeń Robota z przykładem książkowym.