

Informacje uzupełniające: Dobór rozmiaru kształownika na trzon słupa (dwuteowniki szerokostopowe)

Dokument ten zawiera diagramy służące do doboru kształownika walcowanego szerokostopowego na trzon słupa stalowego w budynkach wielokondygnacyjnych. Diagramy obejmują swym zakresem kształowniki europejskie typu HD oraz HE.

Zawartość

1.	Wprowadzenie	2
2.	Główne założenia	2
3.	Objaśnienie diagramów	2
4.	Przykłady obliczeniowe	6
5.	Przypadek 1: Słup poddany ściskaniu	8
6.	Przypadek 2: Słup poddany ściskaniu mimośrodowemu, 1 kondygnacja	11
7.	Przypadek 3: Słup poddany ściskaniu mimośrodowemu, 3 kondygnacje	14
8.	Przypadek 4: Słup poddany ściskaniu mimośrodowemu, 10 kondygnacji	17

1. Wprowadzenie

Dokument ten zawiera diagramy projektowe służące do doboru europejskich dwuteowników szerokostopowych na trzon słupa w prostych układach prętowych. Dokument umożliwia wstępny dobór rozmiaru kształtownika na słupy zewnętrzne i wewnętrzne, na całej wysokości budynku. Dobór oparty jest na oszacowaniu siły podłużnej w słupie, wysokości kondygnacji oraz na zastosowanym gatunku stali (S235, S275 lub S355).

2. Główne założenia

Przy sporządzaniu diagramów poczyniono następujące założenia:

- Słupy są częścią rami stężonej, jako układu „prostego”. Opis “prostego” typu szkieletu konstrukcyjnego, znajduje się w [SN020](#).
- Jako długość wybocheniową L_{cr} oraz rozstaw bocznych stężeń L_c wpływających na moment krytyczny zwichrzenia przyjęto wysokość kondygnacji.
- Belki są połączone do pasów słupów, a zatem moment zginający działa tylko względem osi głównej y-y przekroju słupa.
- Reakcje podporowe belek są zaczepione w odległości 100 mm od lica pasa słupa (patrz [SN005](#)).
- Wartości $\bar{\lambda}_{LT}$ zostały zaczerpnięte z Tablicy 1.1 podanej w [SN002](#)
- Krzywe zwichrzenia określono według przypadku ogólnego. Zastosowano metodę podaną w PN-EN 1993-1-1§6.3.2.2.
- Każde piętro (łącznie z dachem) przekazuje takie samo obciążenie na słup.
- Przyjęto współczynniki częściowe o wartościach: $\gamma_{M0} = 1,0$ oraz $\gamma_{M1} = 1,0$.

3. Objaśnienie diagramów

Przedstawiono cztery komplety diagramów do projektowania, pokazujących największą obliczeniową siłę podłużną w słupie N_{max} w stosunku do długości wybocheniowej L_{cr} , dla przyjętego zakresu kształtowników. Przez największą obliczeniową siłę rozumieć należy wartość siły, którą słup przy danej długości może przenieść, przy spełnieniu obliczeniowych warunków stanu granicznego nośności (SGN). Jeśli w słupie nie pojawiają się momenty zginające, N_{max} jest nośnością słupa na wybochenie $N_{b,Rd}$. Jeśli słup jest także obciążony momentem zginającym, N_{max} ma wartość mniejszą niż $N_{b,Rd}$.

Diagramy mogą być użyte do doboru rozmiaru kształtownika na całej wysokości budynku; obliczeniowa siła podłużna zmienia się wzdłuż wysokości budynku i stosownie do rozważanego poziomu mogą zostać dobrane różne rozmiary kształtowników. Powszechną praktyką jest stosowanie styków trzonu słupa co dwie, lub trzy kondygnacje i wówczas na każdym odcinku można zróżnicować rozmiary kształtowników.

Diagramy przedstawiają cztery różne przypadki, zależnie od tego czy słup jest ściskany osiowo, czy mimośrodowo, oraz gdzie pojawia się moment zginający i jaka jest jego wartość w stosunku siły podłużnej.

Diagramy przedstawiają krzywe służące do doboru głównie dwuteowników HEB, które są najbardziej odpowiednie do stosowania w budynkach wielokondygnacyjnych. Krzywe do dwuteowników HD oraz HEM są podane dla wypadku bardzo mocno obciążonych szkieletów budynków wielokondygnacyjnych. Pominięto dwuteowniki HEA; z uwagi na cieńszy środnik i stopki są one lżejsze w porównaniu do dwuteowników HEB, więc przy określonej nośności musiałyby być o wiele większe. Są one rzadko stosowane na szkielety budynków wielokondygnacyjnych.

3.1 Przypadek 1

Przypadek ten dotyczy słupów obciążonych reakcjami podporowymi belek usytuowanych z obu stron, dlatego moment zginający w słupie jest zerowy. Przypadek taki stosuje się do wewnętrznych słupów w budynkach, z równą rozpiętością belek z obu stron słupa, oraz do słupów pośrednich na ścianie budynku, która jest równoległa do kierunku usytuowania belek stropowych.

3.2 Przypadki 2, 3 i 4

Przypadki te dotyczą słupów obciążonych reakcjami podporowymi belek tylko z jednej strony słupa. Są one właściwe w przypadku słupów narożnych i skrajnych słupów na ścianach budynku, które są prostopadłe do kierunku usytuowania belek stropowych.

Obliczeniowa siła podłużna w słupie o danej wysokości zależy od liczby znajdujących się powyżej kondygnacji. Reakcja powodująca powstanie momentu zginającego w słupie pochodzi od obciążenia tylko jednym stropem. Stosunek siły podłużnej do momentu zginającego jest więc zmienny na wysokości budynku. Z tego powodu przedstawiono trzy zbiory diagramów, opisane jako przypadek 2, przypadek 3 i przypadek 4.

W przypadku 2, siła podłużna pochodzi od obciążenia przekazywanego od jednego stropu.

W przypadku 3, siła podłużna pochodzi od obciążenia przekazywanego od trzech stropów.

W przypadku 4, siła podłużna pochodzi od obciążenia od dziesięciu stropów.

Przy innej liczbie stropów należy użyć interpolacji - patrz rozdział 3.3.

Podobnie jak w przypadku 1, na wysokości budynku mogą być dobrane różne rozmiary kształowników, stosownie do wyteżenia danego fragmentu słupa.

3.3 Interpolacja pomiędzy przypadkami

W fazie projektowania wstępnego, gdy liczba kondygnacji jest różna od liczby pokazanej na diagramie, całkiem wystarczające jest zastosowanie interpolacji liniowej pomiędzy wartościami przedstawionymi dla przypadków 2, 3 i 4.

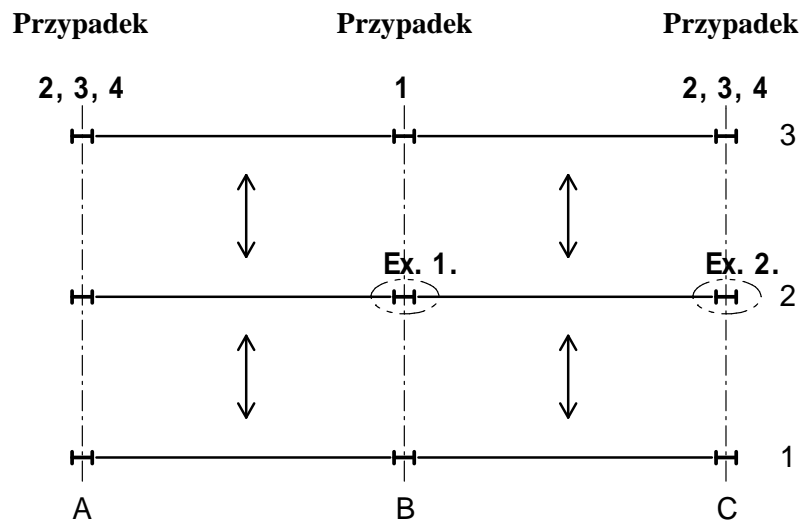
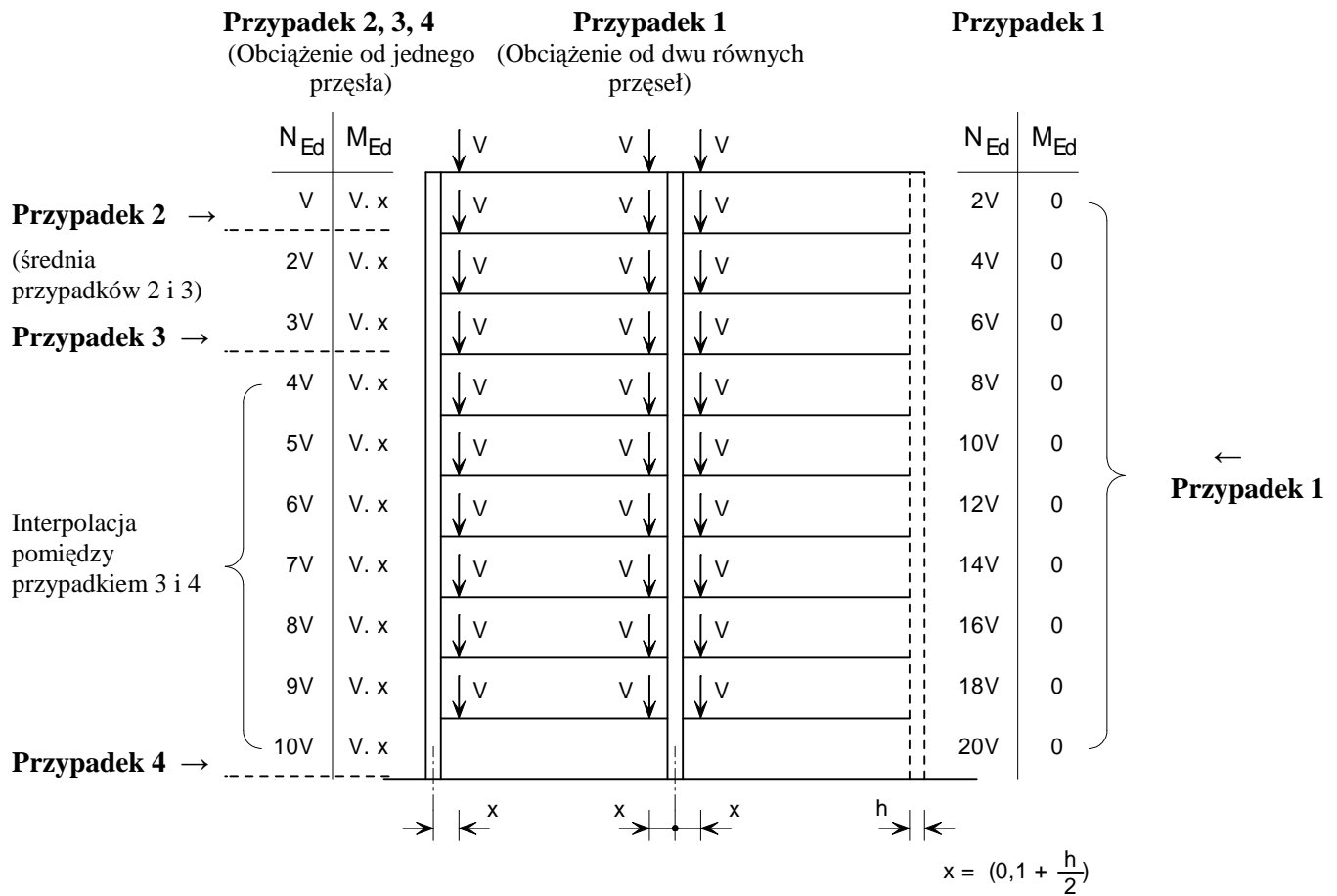
Tak więc, dla dwu kondygnacji, N_{\max} jest średnią opisywaną przypadkami 2 i 3. Gdy liczba kondygnacji waha się od czterech do dziewięciu, N_{\max} należy interpolować pomiędzy wynikami określonymi dla przypadku 3 i 4.

3.4 Spis diagramów do projektowania

Tablica 3.1 podaje zestawienie diagramów do projektowania dostępnych w tym dokumencie.

Tablica 3.1 Diagramy projektowe

	Gatunek stali		
	S235	S275	S355
Przypadek 1.	Rys. 5.1	Rys. 5.2	Rys. 5.3
Przypadek 2.	Rys. 6.1	Rys. 6.2	Rys. 6.3
Przypadek 3.	Rys. 7.1	Rys. 7.2	Rys. 7.3
Przypadek 4.	Rys. 8.1	Rys. 8.2	Rys. 8.3



Rys. 3.1 Zastosowanie diagramów obliczeniowych

4. Przykłady obliczeniowe

Następujący przykład ilustruje dobór rozmiaru dwuteownika na trzon słupa budynku wielokondygnacyjnego. Główne dane projektowe są następujące:

- Siedem kondygnacji ($s = 7$)
- Gatunek stali S 275
- Długość wybozeniowa L_{CR} = wysokości kondygnacji; $L = 3,5$ m
- Siatka słupów $6 \text{ m} \times 9 \text{ m}$ (rozpiętość belek 9 m)
- Obliczeniowe obciążenie stropu $(g\gamma_G + q\gamma_Q) = 4 \times 1,35 + 4 \times 1,5 = 11,4 \text{ kN/m}^2$

Dobór rozmiaru słupa B2 (patrz Rys. 3.1)

1. Obszar zbierania obciążenia na belkę główną $A = 6 \times 4,5 = 27 \text{ m}^2$
2. Reakcja podporowa belki $V = A \times (g\gamma_G + q\gamma_Q) = 27 \times 11,4 = 307,8 \text{ kN}$
3. Obciążenie słupa na każdej kondygnacji $= 2V = 2 \times 307,8 = 615,6 \text{ kN}$
4. Obliczeniowa siła podłużna na poziomie parteru $N_{Ed} = s \times 2V = 7 \times 615,6 = 4309 \text{ kN}$
5. Używając przypadku 1, z Rys. 5.2, przy $L_{CR} = 3,5$ m:

Wartość $N_{max} \approx 4700 \text{ kN}$ jest zapewniona przy dwuteowniku HE 400B - **OK**.

Dobór rozmiaru słupa C2 (patrz rys. 3.1)

1. Obszar zbierania obciążenia na belkę główną $A = 6 \times 4,5 = 27 \text{ m}^2$
2. Reakcja podporowa belki $V = A \times (g\gamma_G + q\gamma_Q) = 27 \times 11,4 = 307,8 \text{ kN}$
3. Obciążenie słupa na każdej kondygnacji $= V = 307,8 \text{ kN}$
4. Obliczeniowa siła podłużna na:
 - Poziom podtrzymujący 3 kondygnacje: $N_{E3d} = s \times V = 3 \times 307,8 = 923 \text{ kN}$
 - Poziom parteru: $N_{Ed} = s \times V = 7 \times 307,8 = 2155 \text{ kN}$
5. Dla pierwszych trzech kondygnacji licząc od góry, używając przypadku 3, z Rys. 7.2, przy $L_{CR} = 3,5$ m

Wartość $N_{max} \approx 1050 \text{ kN}$ jest zapewniona przy dwuteowniku HE 220B - **OK**.

6. Dla słupa na parterze uwzględniono liczbę 7 kondygnacji stosując interpolację pomiędzy przypadkiem 3 (3 kondygnacje) i przypadkiem 4 (10 kondygnacji), przy $L_{CR} = 3,5$ m.

a) Dobrano HE300B:

Przypadek 3 (Rys. 7.2): $N_{\max} \approx 2000$ kN jest zapewniona przy HE 300B

Przypadek 4 (Rys. 8.2): $N_{\max} \approx 2800$ kN jest zapewniona przy HE 300B

Interpolacja:

7 kondygnacji to 4 kondygnacje i dodatkowe 3 kondygnacje →
- w stosunku do N (3 kondygnacje) = $(1-4/7) = 3/7$

7 kondygnacji to 3 kondygnacje mniej od 10 kondygnacji →
- w stosunku do N (10 kondygnacji) = $(1-3/7) = 4/7$

N_{\max} dla HE 320B przy 7 kondygnacjach $\approx 4/7 \times 2800 + 3/7 \times 2000 = 2457$ kN - **OK**

b) Dobrano HE260B:

Przypadek 3 (Rys. 7.2): $N_{\max} \approx 1550$ kN jest zapewniona przy HE 260B

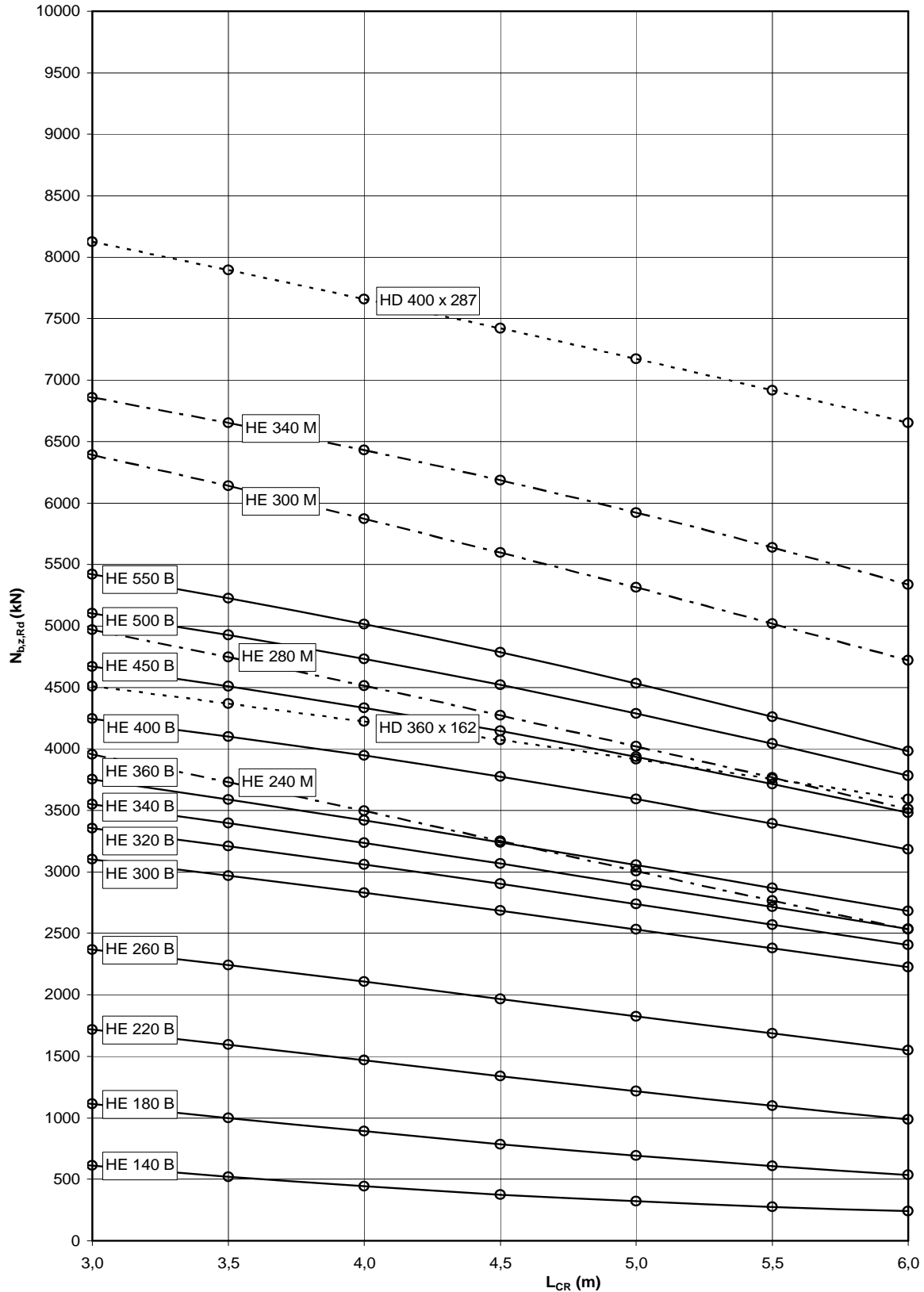
Przypadek 4 (Rys. 8.2): $N_{\max} \approx 2100$ kN jest zapewniona przy HE 260B

N_{\max} dla HE 300B przy 7 kondygnacjach $\approx 4/7 \times 2100 + 3/7 \times 1550 = 1864$ kN –

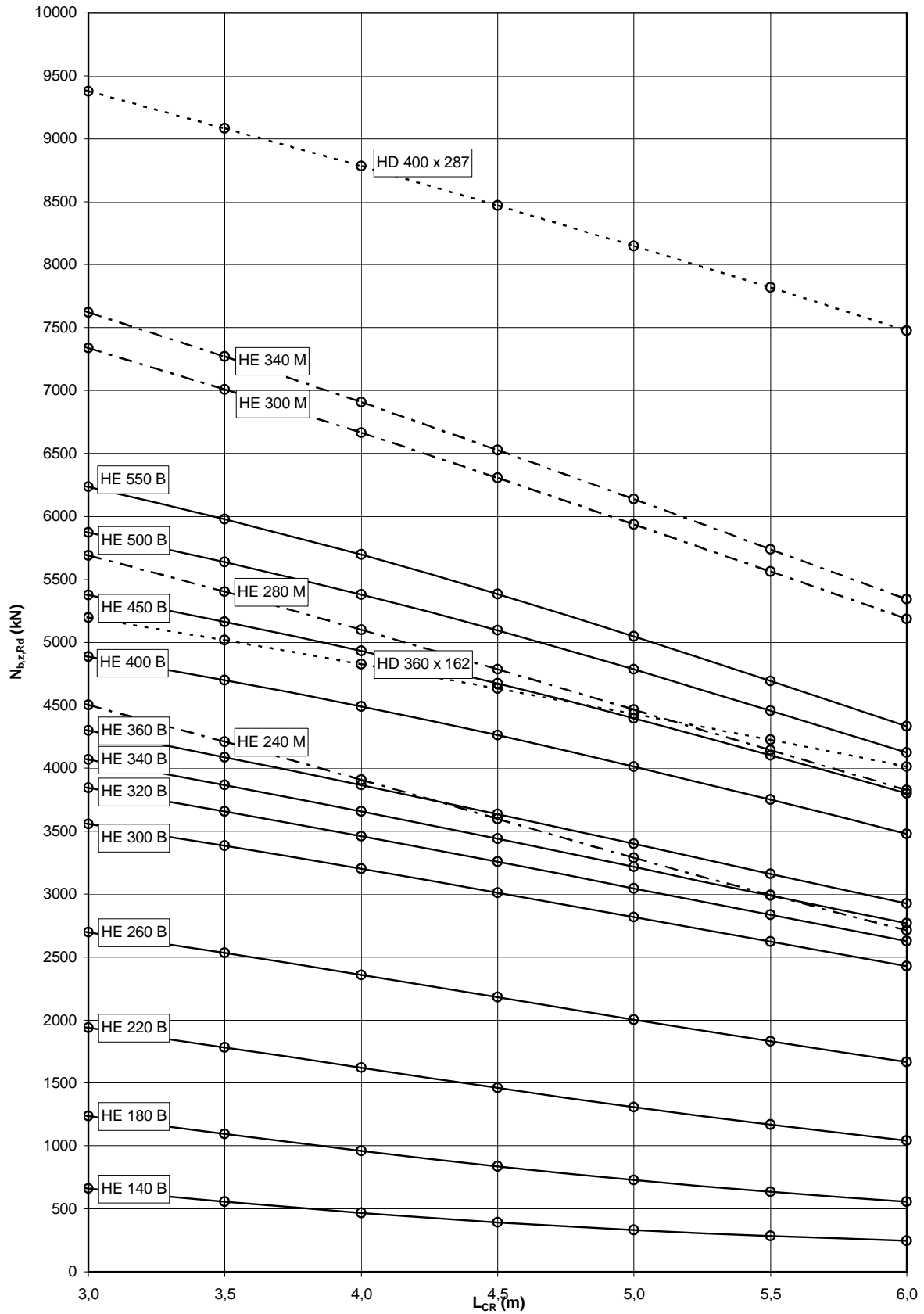
NIEWYSTARCZAJACY

7. Ostatecznie dobrano HE 300B

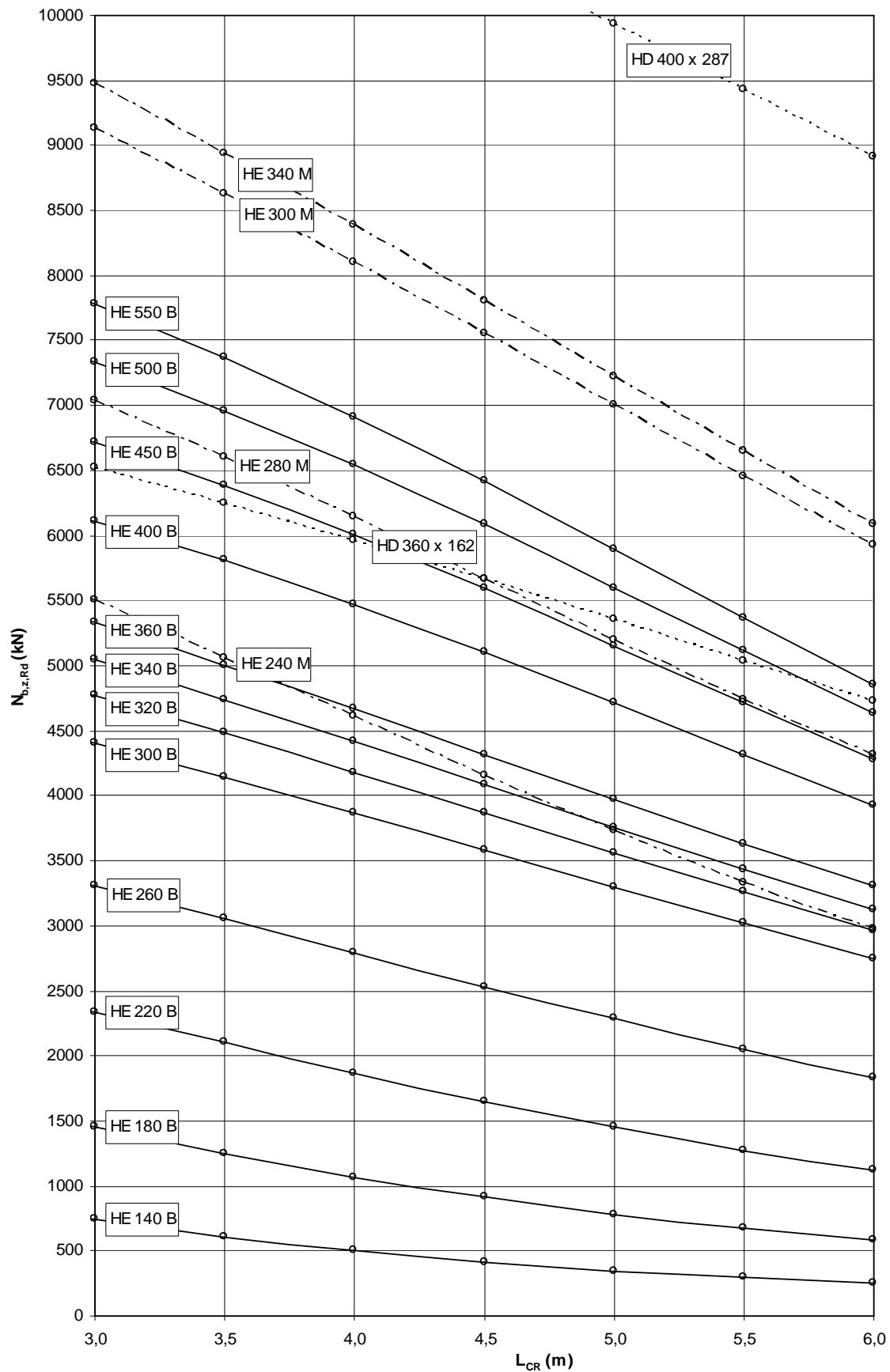
5. Przypadek 1: Słup poddany ścisnaniu



Rys. 5.1 Słup (ściskanie osiowe) – dwuteowniki dla gatunku stali S 235

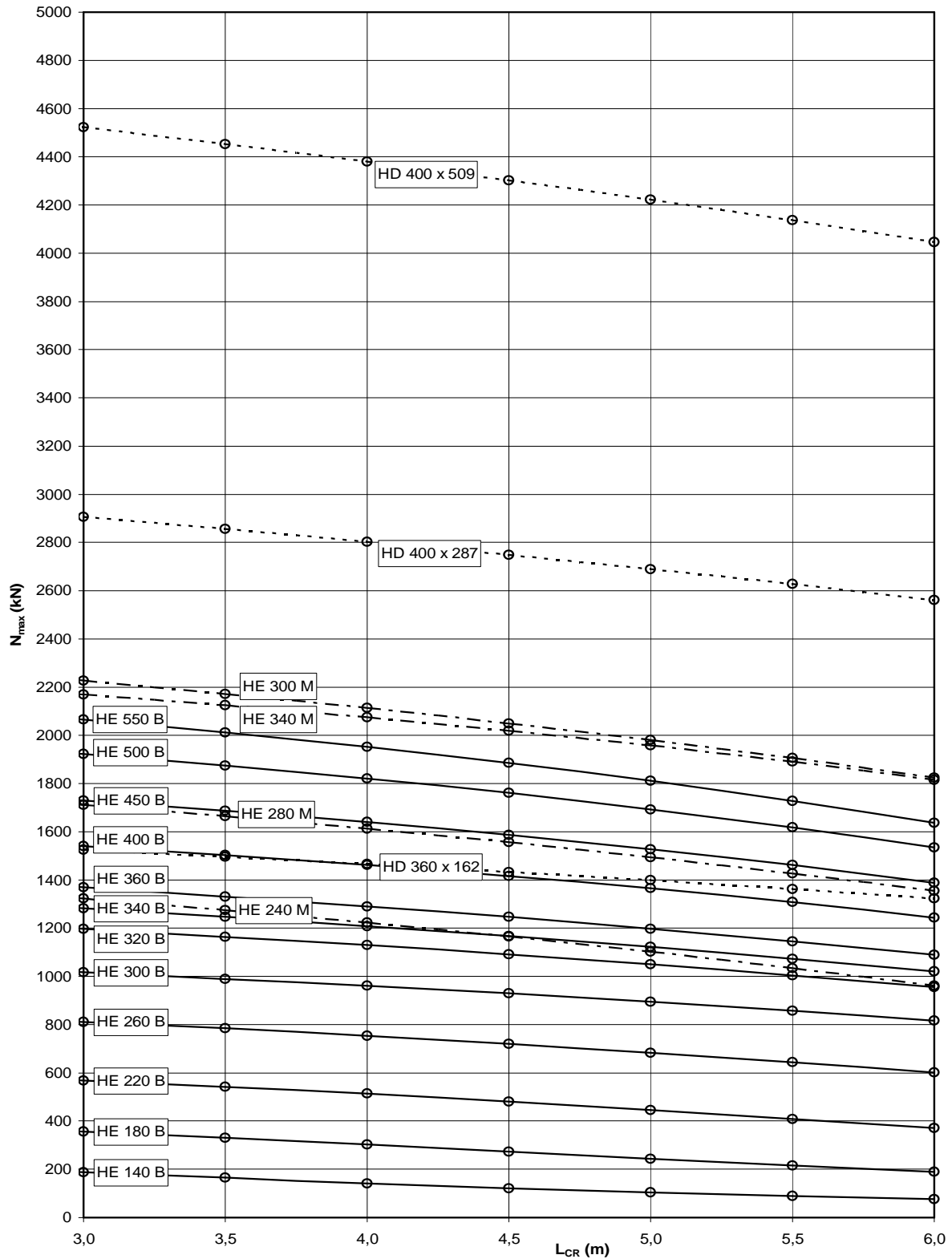


Rys. 5.2 Słup (ściskanie osiowe) – dwuteowniki dla gatunku stali S 275

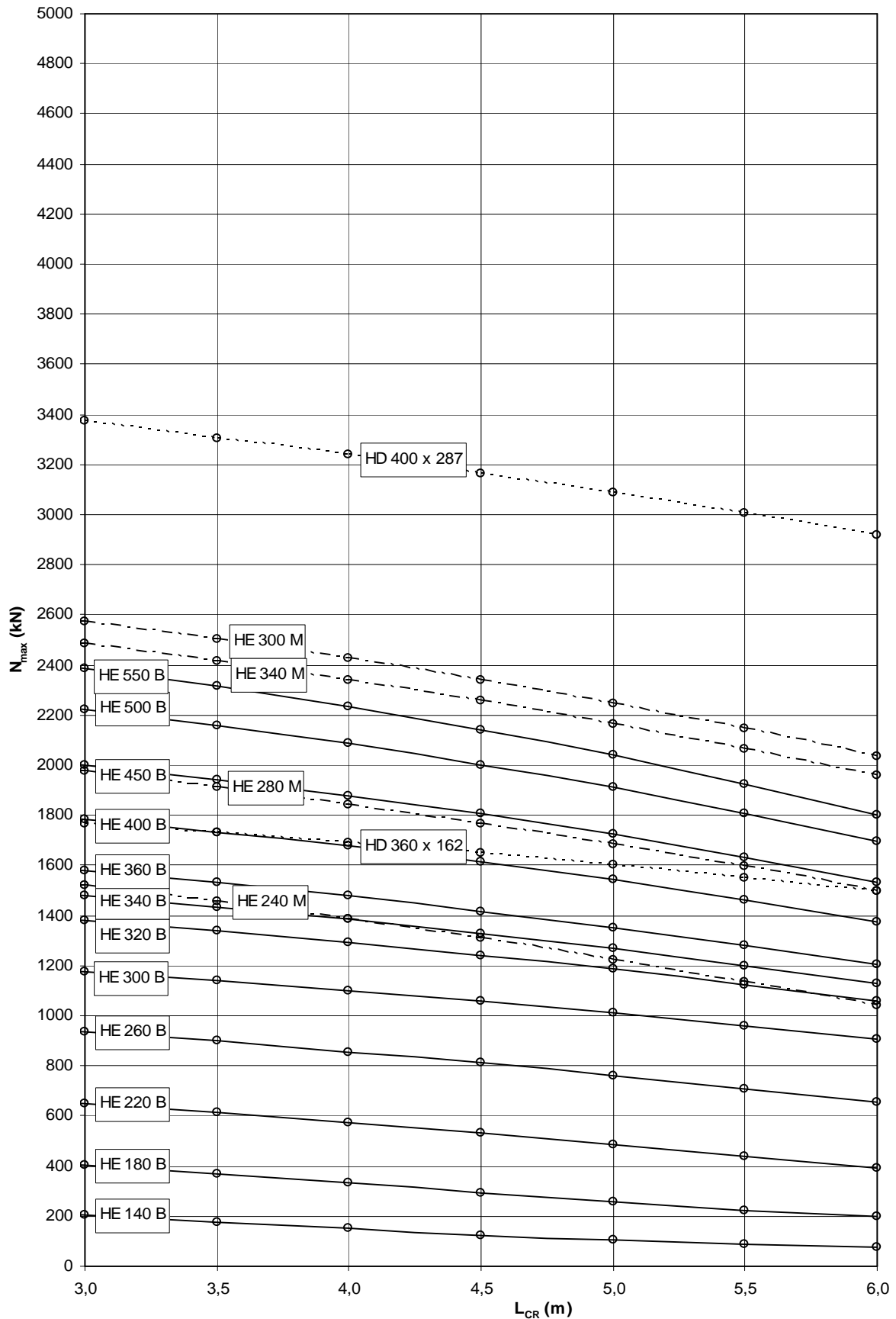


Rys. 5.3 Słup (ściskanie osiowe) – dwuteowniki dla gatunku stali S 355

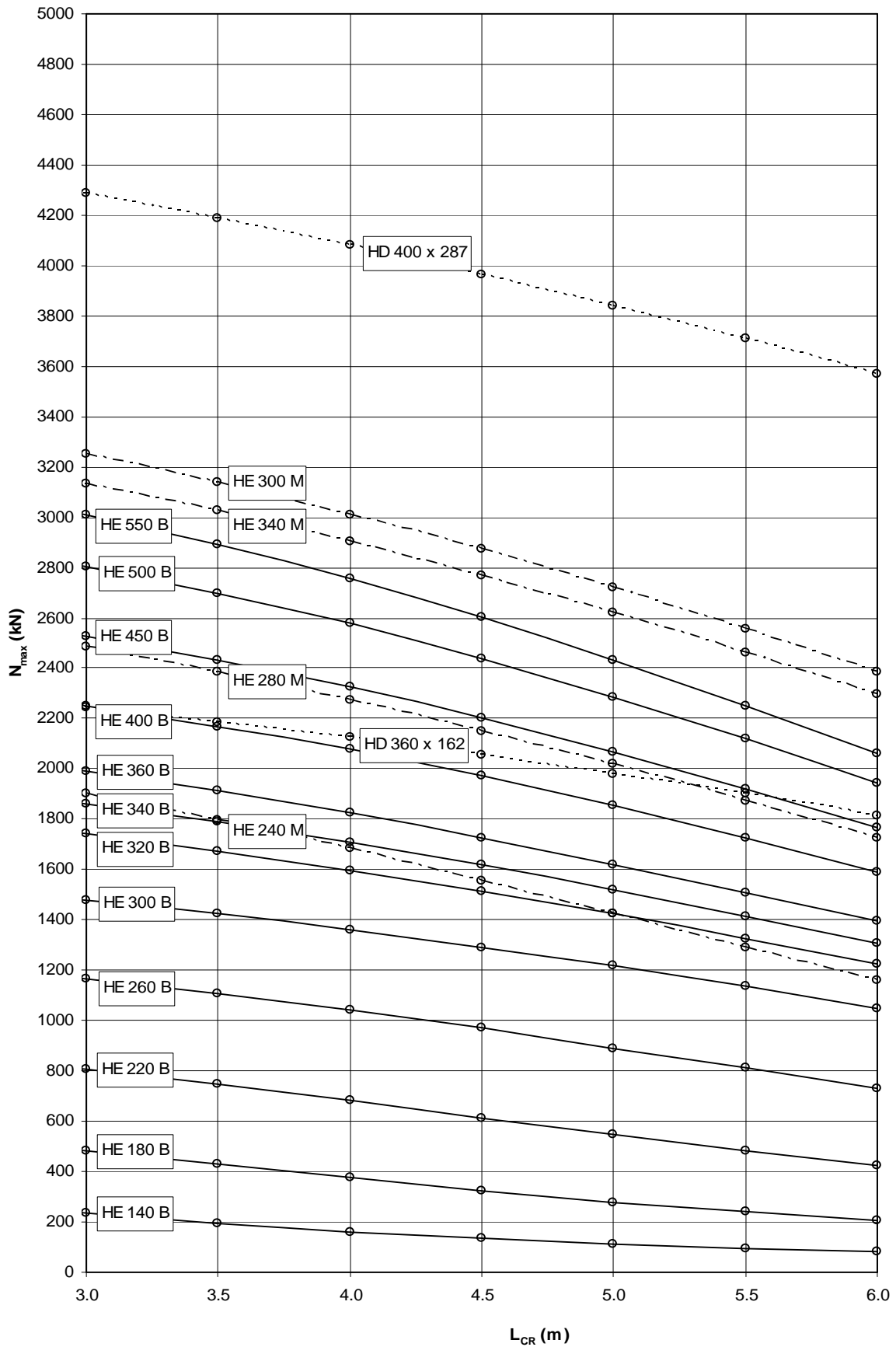
6. Przypadek 2: Słup poddany ścisnaniu mimośrodowemu, 1 kondygnacja



Rys. 6.1 Słupy (ściskanie mimośrodowe) – 1 kondygnacja, stal S 235

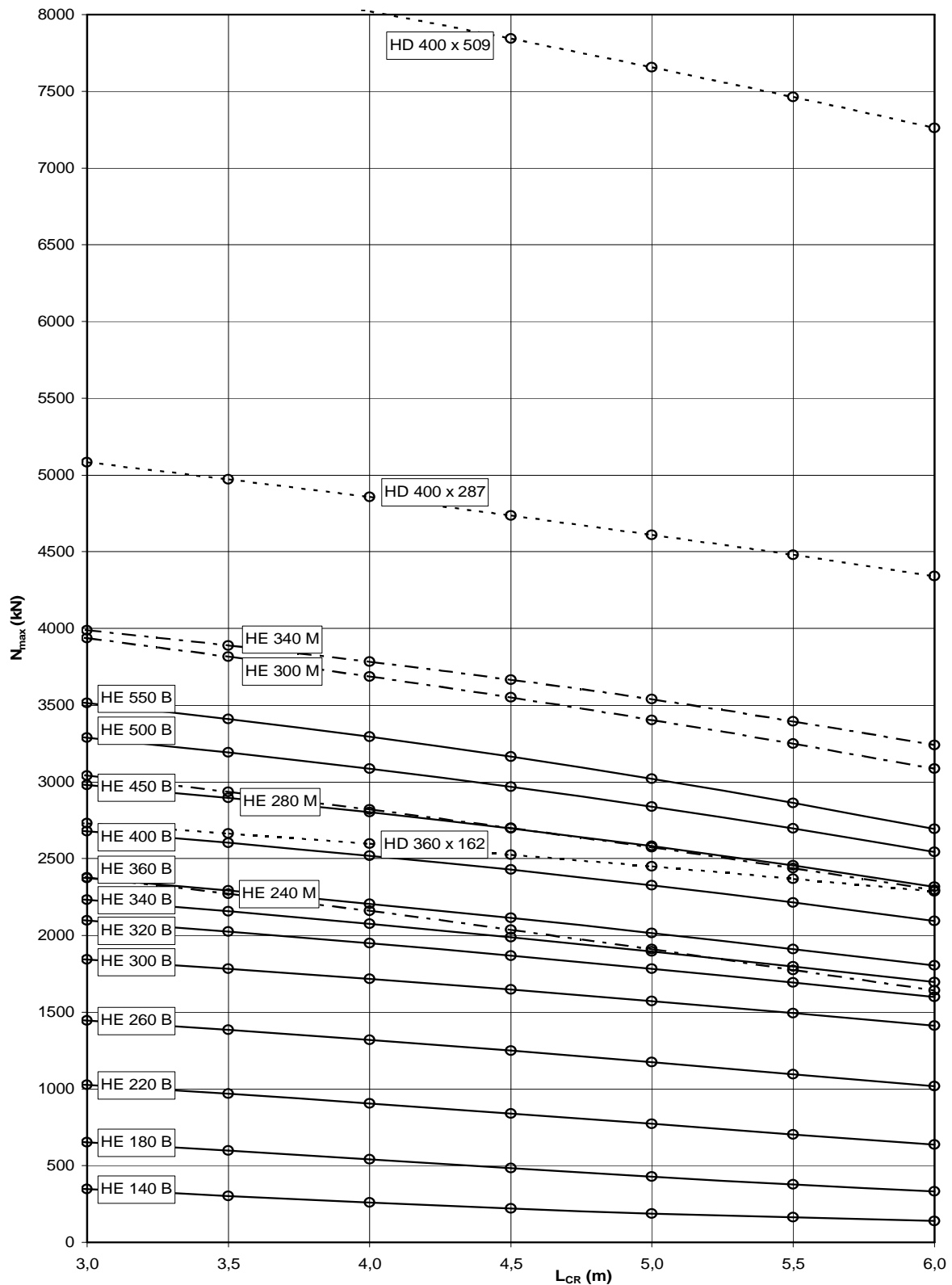


Rys. 6.2 Słupy (ściskanie mimośrodowe) – 1 kondygnacja, stal S 275

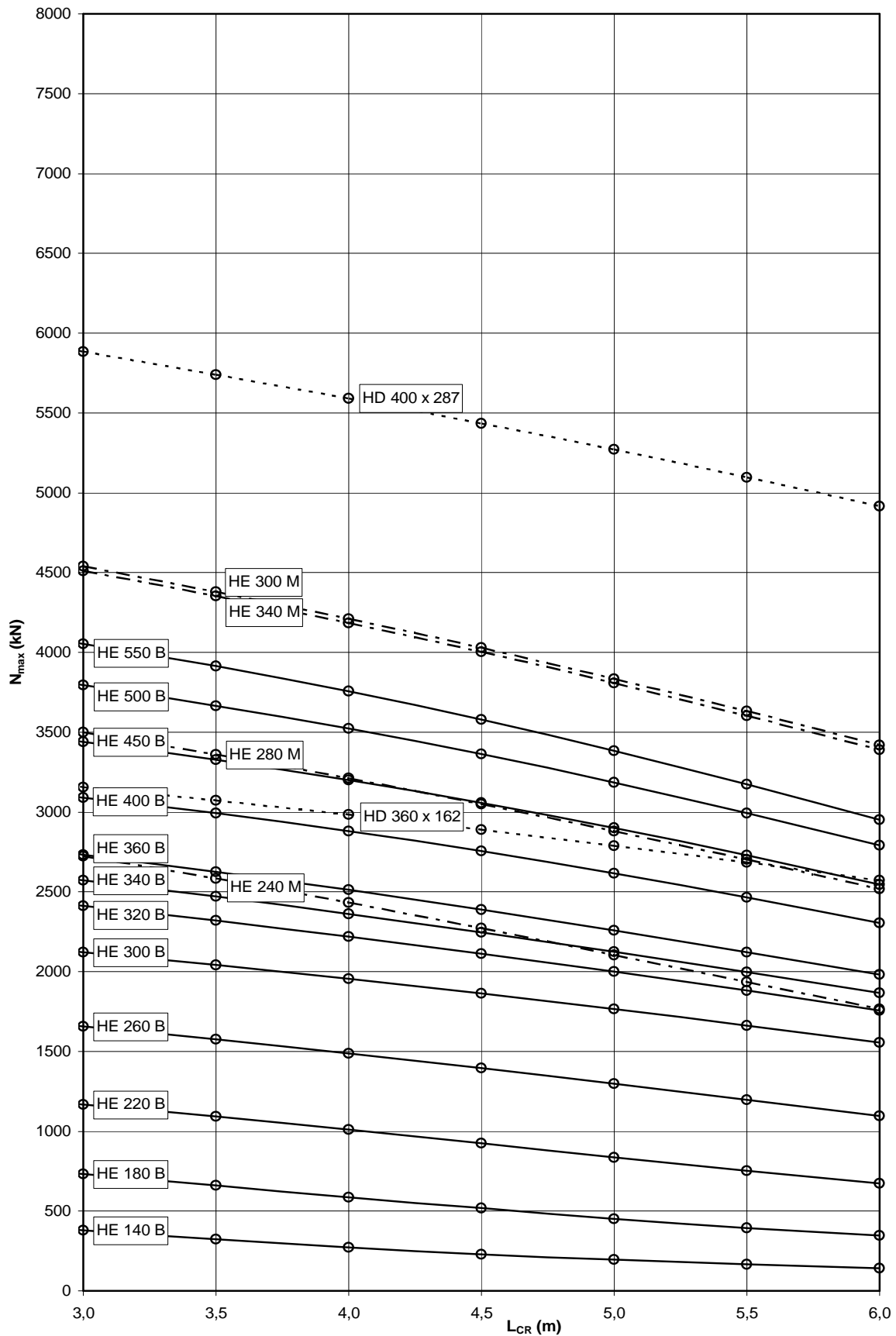


Rys. 6.3 Słupy (ściskanie mimośrodowe) – 1 kondygnacja, stal S 355

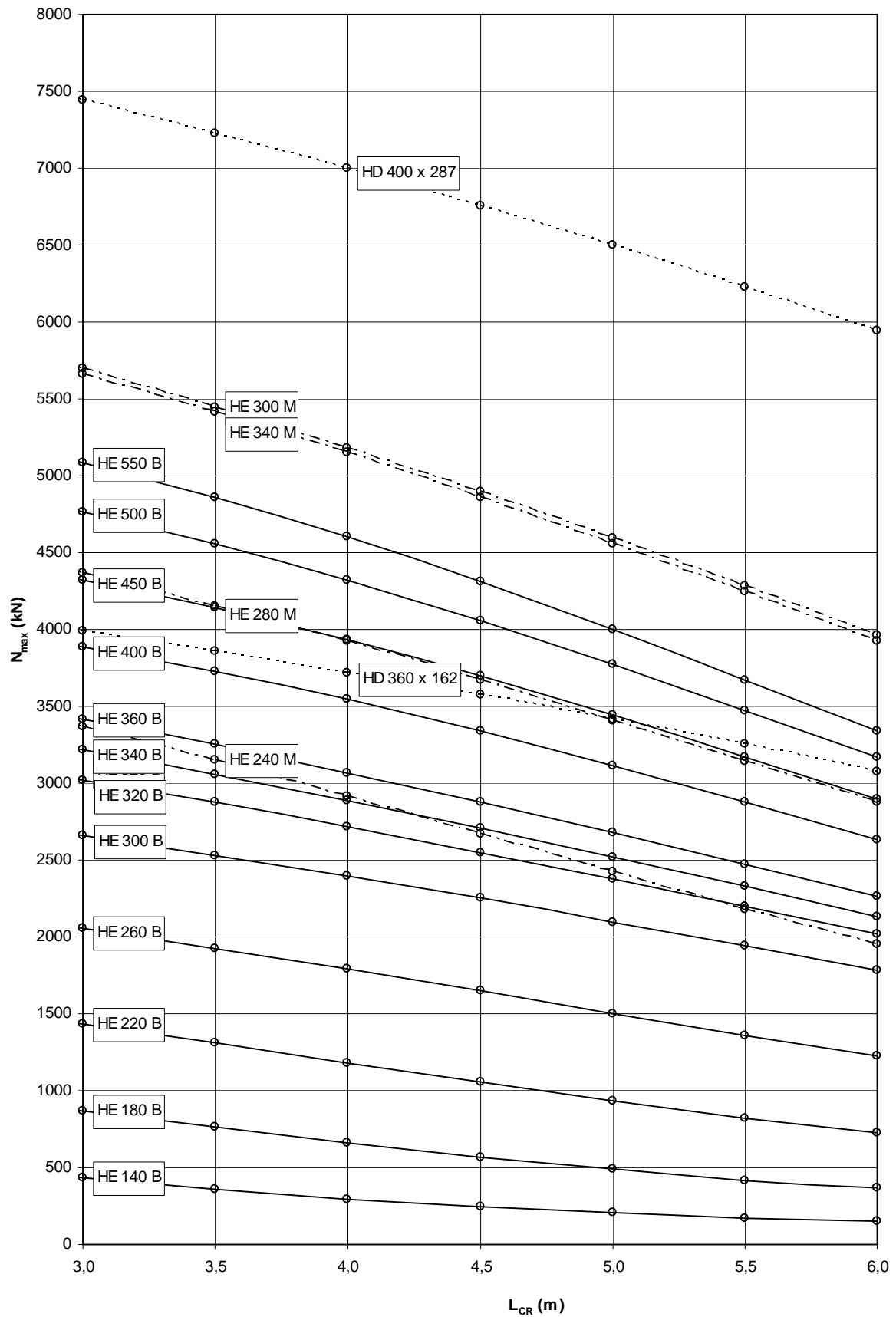
7. Przypadek 3: Słup poddany ścisnaniu mimośrodowemu, 3 kondygnacje



Rys. 7.1 Słupy (ściskanie mimośrodowe) – 3 kondygnacje, stal S 235

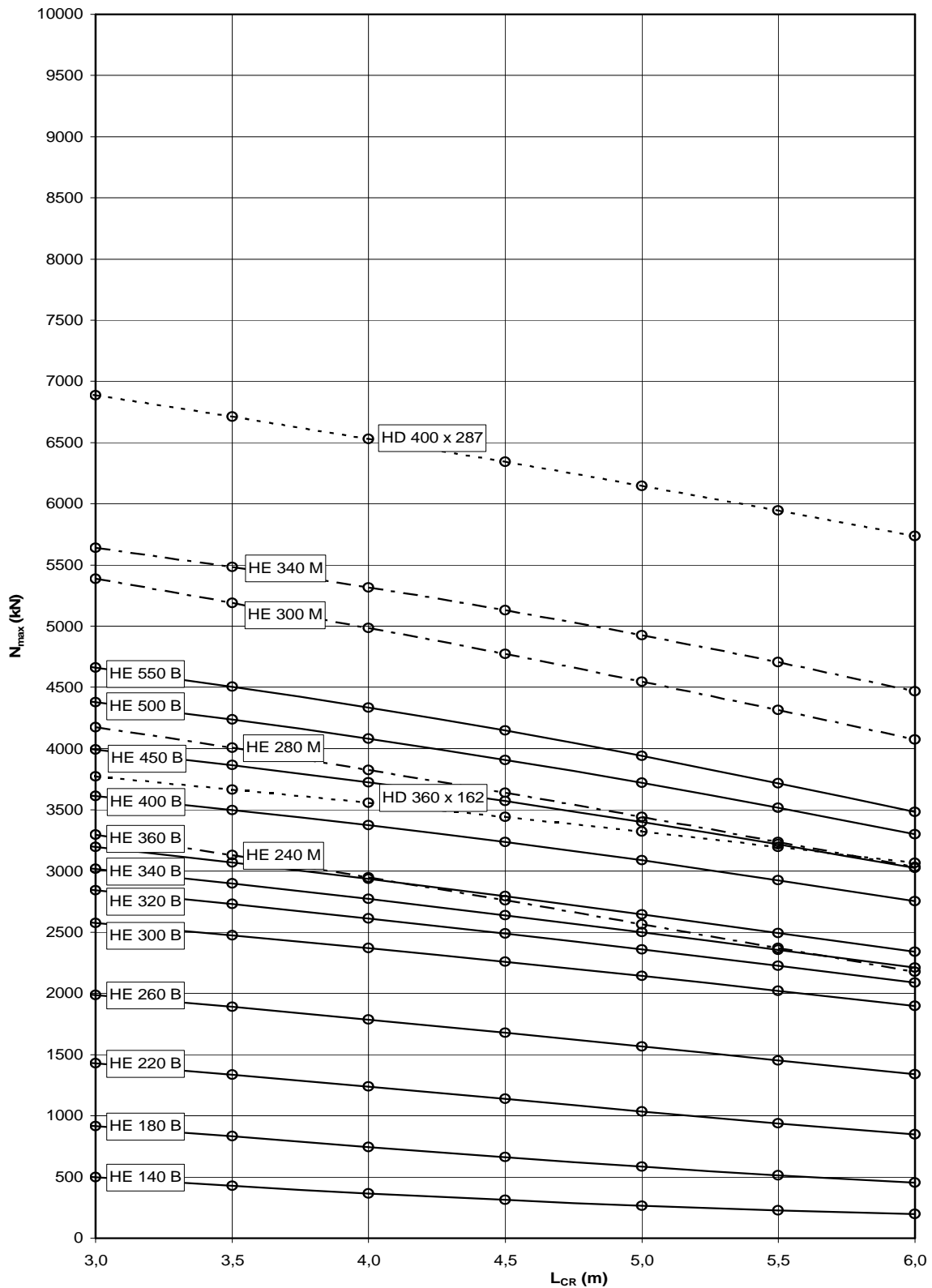


Rys. 7.2 Słupy (ściskanie mimośrodowe) – 3 kondygnacje, stal S 275

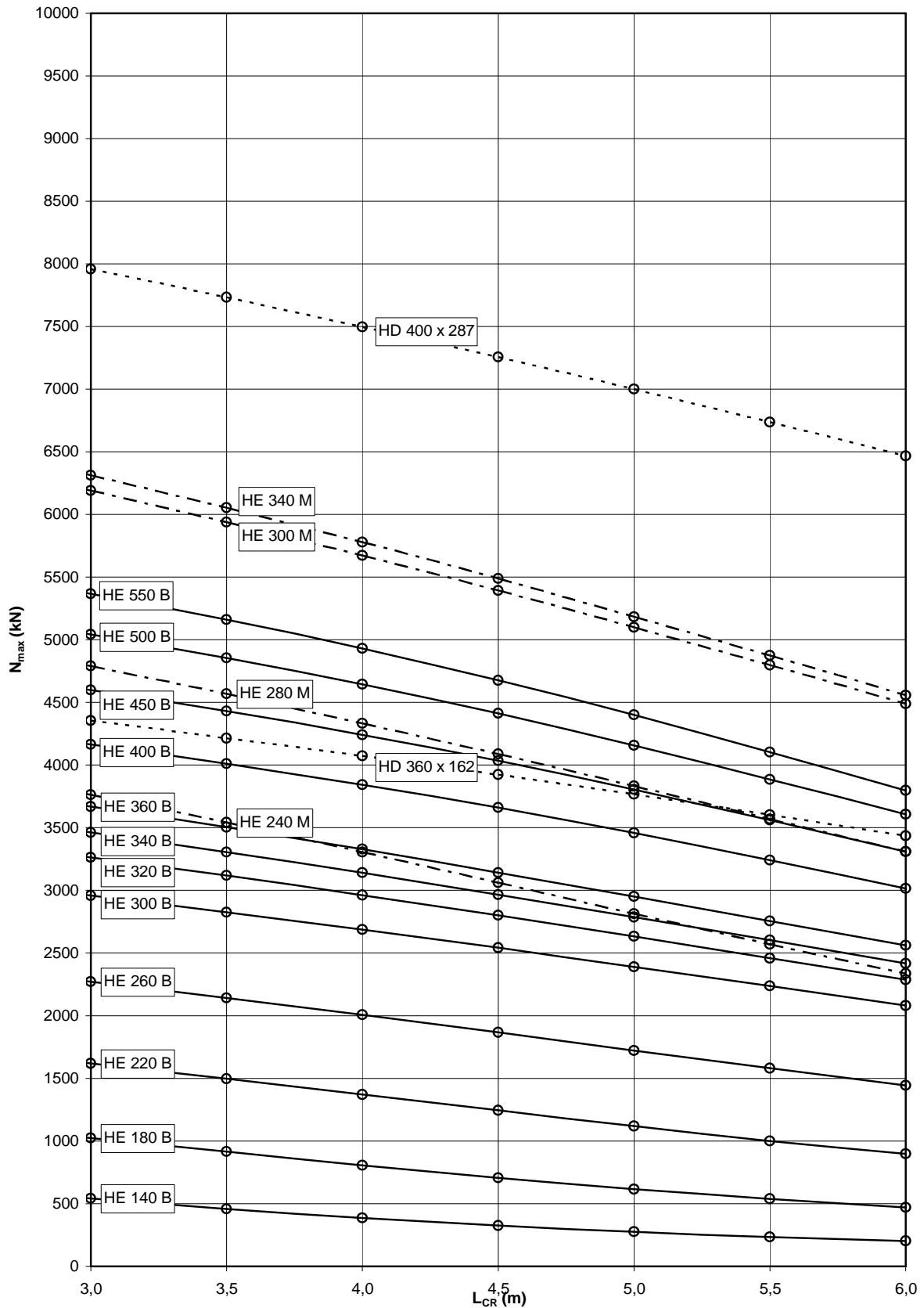


Rys. 7.3 Słupy (ściskanie mimośrodowe) – 3 kondygnacje, stal S 355

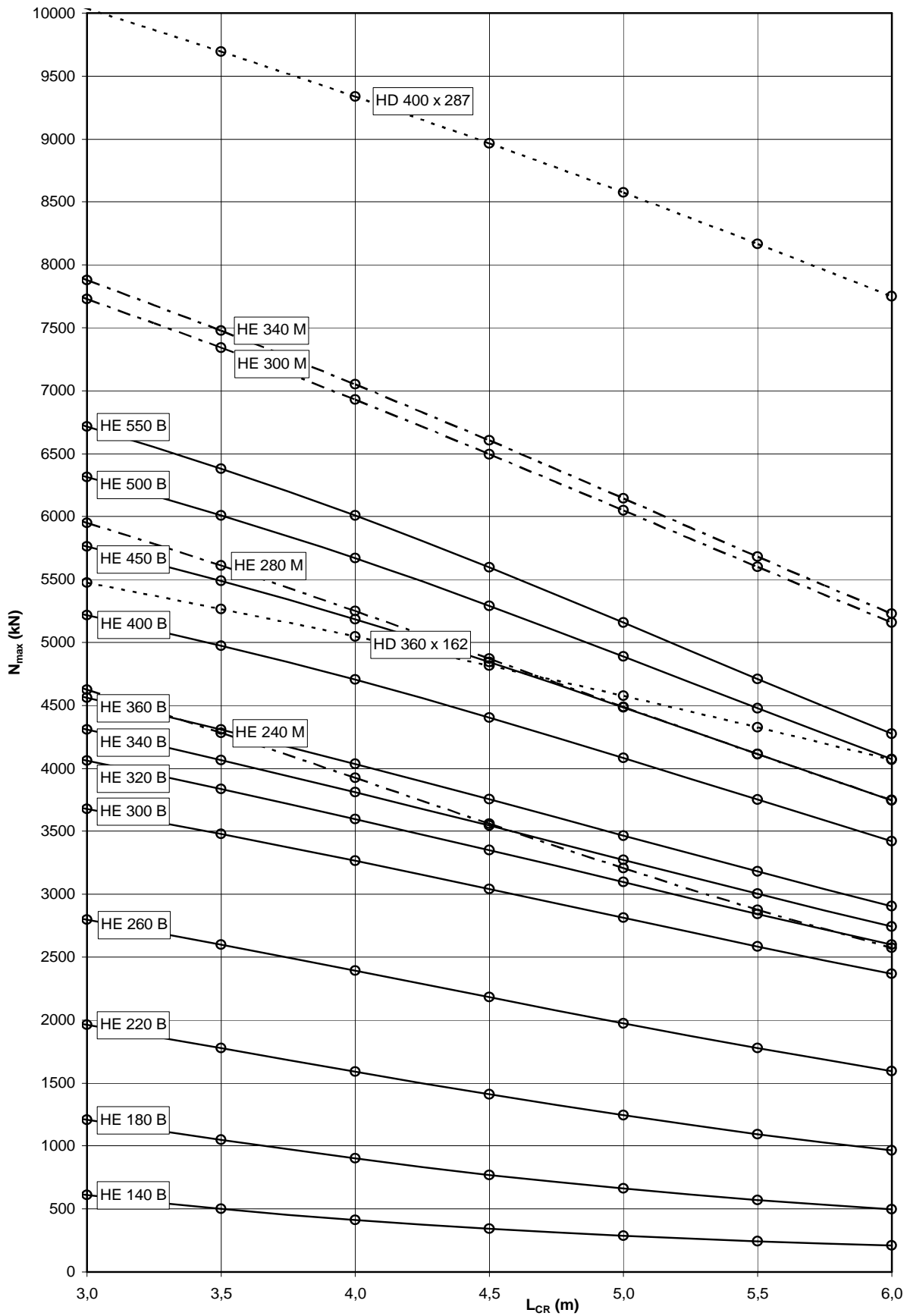
8. Przypadek 4: Słup poddany ścisnaniu mimośrodowemu, 10 kondygnacji



Rys. 8.1 Słupy (ściskanie mimośrodowe) – 10 kondygnacji, stal S 235



Rys. 8.2 Słupy (ściskanie mimośrodowe) – 10 kondygnacji, stal S 275



Rys. 8.3 Słupy (ściskanie mimośrodowe) – 10 kondygnacji, stal S 355

Protokół jakości

Tytuł zasobu	Informacje uzupełniające: Poradnik doboru rozmiaru kształownika na trzon słupa (dwuteowniki szerokostopowe)		
Odniesienie			
ORYGINAŁ DOKUMENTU			
	Imię i nazwisko	Instytucja	Data
Stworzony przez	Alena Ticha	SCI	
Zawartość techniczna sprawdzona przez	Charles King	SCI	
Zawartość redakcyjna sprawdzona przez			
Zawartość techniczna zaaprobowana przez:			
1. Wielka Brytania	G W Owens	SCI	2/3/06
2. Francja	A Bureau	CTICM	2/3/06
3. Szwecja	B Upfeldt	SBI	2/3/06
4. Niemcy	C Müller	RWTH	2/3/06
5. Hiszpania	J Chica	Labein	2/3/06
Zasób zatwierdzony przez Koordynatora Technicznego			
TŁUMACZENIE DOKUMENTU			
Tłumaczenie wykonał i sprawdził:		L. Ślęczka, PRz	
Tłumaczenie zatwierdzone przez:	B. Stankiewicz	PRz	

Informacje ramowe

Tytuł*	Informacje uzupełniające: Dobór rozmiaru kształtownika na trzon słupa (dwuteowniki szerokostopowe)	
Seria		
Opis*	Przedstawiono diagramy obliczeniowe do pomocy projektantom w wyborze rozmiaru dwuteownika na słup stalowy.	
Poziom dostępu*	Umiejętności specjalistyczne	Specjalista
Identyfikator*	Nazwa pliku	D:\ACCESS_STEEL_PL\SN\SN012a-PL-EU.doc
Format	Microsoft Word 9.0; 21 stron; 782kb;	
Kategoria*	Typ zasobu	Informacje uzupełniające
	Punkt widzenia	Inżynier
Temat*	Obszar stosowania	Budynki wielokondygnacyjne
Daty	Data utworzenia	10/04/2009
	Data ostatniej modyfikacji	
	Data sprawdzenia	
	Ważny od	
	Ważny do	
Język(i)*		Polski
Kontakt	Autor	Alena Ticha, SCI
	Sprawdził	Charles King, SCI
	Zatwierdził	
	Redaktor	
	Ostatnia modyfikacja	
Słowa kluczowe*	Słupy, projektowanie wstępne	
Zobacz też	Odniesienie do Eurokodu	
	Przykład(y) obliczeniowy	
	Komentarz	
	Dyskusja	
	Inne	
Sprawozdanie	Przydatność krajowa	EU
Instrukcje szczególne		