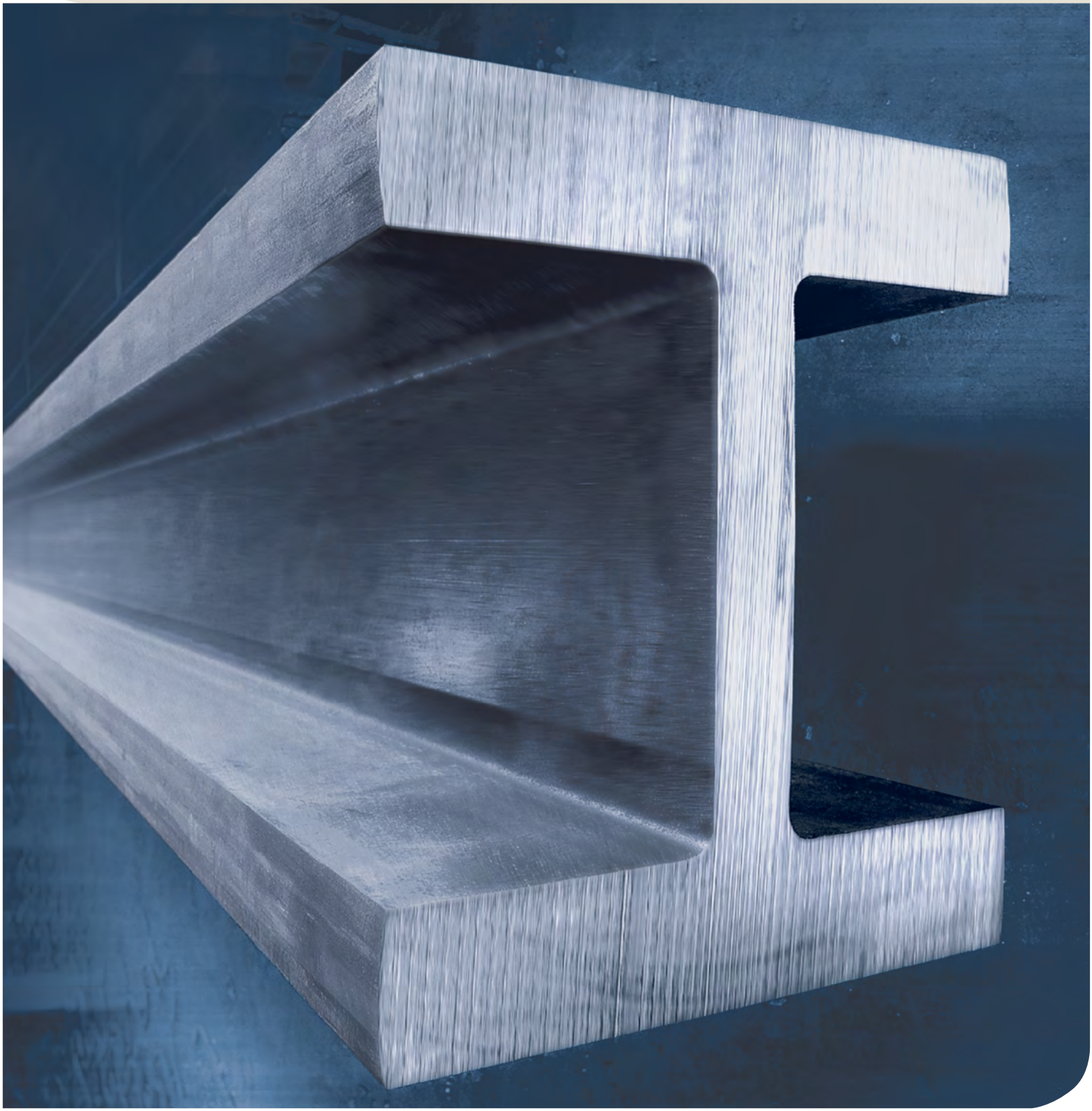
ArcelorMittal Europe – Wyroby długie
Kształtowniki i pręty zbrojeniowe

ArcelorMittal

HISTAR®

Nowatorska stal o wysokiej wytrzymałości przeznaczona do ekonomicznych konstrukcji stalowych



Nowatorskie stale o wysokiej wytrzymałości przeznaczone na ekonomiczne konstrukcje stalowe

Spis treści

1. Wprowadzenie 5
2. Właściwości stali HISTAR® 6
3. Redukcja ciężaru konstrukcji stalowych przez zastosowanie stali HISTAR® 10
4. Tabele do projektowania słupów 13
5. Wytyczne dotyczące fabrykacji 20
6. Warunki techniczne dostawy 24
7. Projekty referencyjne 26
8. Kształtowniki gorącowalcowane w ekobudownictwie 28
9. Często zadawane pytania 30
10. Doradztwo techniczne i prefabrykacja 33

Zdjęcia: Biblioteka ArcelorMittal Photo Library; copyright 2020 ArcelorMittal..

Podjęto starania, aby informacje w tej publikacji były dokładne, ale te informacje nie mają charakteru kontraktowego.
Z tego powodu ArcelorMittal ani żadna inna firma w Grupie ArcelorMittal nie ponosi odpowiedzialności za błędy lub pominięcia lub jakiekolwiek informacje, które mogą wprowadzać w błąd.

Hearst Tower, New York
Stany Zjednoczone

© Chuck Choi - Architect: Foster + Partners

1. Wprowadzenie

Wraz z rozwojem stali HISTAR®, ArcelorMittal utworzył stale konstrukcyjne łączące w sobie wysoką granicę plastyczności z doskonałą odpornością w niskich temperaturach oraz znakomitą spawalnością. Połączenie tych właściwości do tej pory uważane było za niemożliwe do uzyskania.

Ten rozwój stał się możliwy w efekcie innowacyjnego, prowadzonego na bieżąco, procesu hartowania i samoodpuszczania, opracowanego przez ArcelorMittal Europe - Long Products we współpracy z Centre de Recherches Métallurgiques w Liège.

Proces QST umożliwia opłacalną produkcję stali o dużej wytrzymałości. Stale HISTAR® są dostarczane zgodnie z Europejską aprobatą techniczną European Technical Approval ETA-10/156. Są one w pełni zgodne z europejskimi i innymi krajowymi normami.

Gorącowalcowane belki dwuteowe szerokostopowe (H) w gatunkach HISTAR® pozwalają na budowanie innowacyjnych i konkurencyjnych konstrukcji. Inżynierowie w pełni wykorzystują doskonałe właściwości HISTAR® podczas projektowania słupów nośnych budynków wysokościowych, kratownic o dużych rozpiętościach i konstrukcji przybrzeżnomorskich (offshore). Ponadto, nowe stale zalecane są w przypadku projektów, w których występują naprężenia i zjawiska sejsmiczne.

Stale HISTAR® produkowane są w sposób nowoczesny trasa pieca łukowego (EAF), wykorzystująca 100% złom jako surowiec (upcykling). EAF pozwala na to technologia produkcji stali znaczące redukcje hałasu, cząstek i Emisje CO_2 oraz wody i gazu pierwotnego zużycie energii w procesie produkcyjnym.

Oferując HISTAR®, ArcelorMittal spełnia potrzeby projektantów w zakresie lekkich i oszczędnnych konstrukcji, które spełniają równocześnie kryteria bezpieczeństwa i trwałości.

Warsztaty architektoniczne: Anthony Béchu - Tom Sheehan; Zdjęcia: Pierre-Élie de Pibrac

D2 Tower Paryż, Francja

2. Właściwości stali HISTAR®

1. Opis produktu

Stale HISTAR® są gatunkami konstrukcyjnymi o niskiej zawartości stopów, łączące wysoką wytrzymałość, dobrą odporność i doskonałą spawalność. Dostępne są gatunki HISTAR® o minimalnej granicy plastyczności 355 lub 460 MPa.

W porównaniu do standardowych stali konstrukcyjnych, gatunki HISTAR® posiadają ulepszoną gwarantowaną charakterystykę mechaniczną w całym zakresie grubości wyrobów (Rysunek 1). Aby jak najlepiej dobrać gatunek do różnych zastosowań, dostępne są gatunki HISTAR® o gwarantowanej odporności do -20°C i do -50° C. Stale HISTAR® dostarczane są w stanie walcowanym termomechanicznie, zgodnie z Europejską aprobatą techniczną European Technical Approval ETA-10/0156. Są one zgodne z wymaganiami norm europejskich EN 10025-4:2019 dla stali konstrukcyjnych drobnoziarnistych spawalnych i EN 10225-2:2019 dla stali konstrukcyjnych spawalnych dla stałych konstrukcji przybrzeżnomorskich. Są one także zgodne z innymi krajowymi normami, takimi jak ASTM A 913/A 913 M i JIS G 3106.Tabela 1 pokazuje porównanie, oparte na granicy plastyczności, pomiędzy HISTAR® i innymi gatunkami stali konstrukcyjnej znormalizowanej. Gatunki HISTAR® są zgodne z wymaganiami Eurokodów dotyczących projektowania konstrukcji stalowych i konstrukcji kompozytowych stalowo-betonowych.

Gatunki HISTAR® dla zastosowań przybrzeżnomorskich posiadają następujące dodatkowe cechy:

- ulepszone własności odkształceniowe w kierunku poprzez całą grubość, w odniesieniu do odporności na rozwłóknianie lamelowe (jakość Z).
- udarność z karbem w kierunku poprzecznym
- maksymalny stosunek pomiędzy granicą plastyczności a wytrzymałością na rozciąganie.

Różne gatunki HISTAR® są dostępne na rynku:

dla ogólnych konstrukcji:

HISTAR® 355
spełnia wymagania
1) ETA-10/0156 (t ≤ 140 mm)
2) EN 10025-4:2019 dla S355M

HISTAR® 355 L
spełnia wymagania
1) ETA-10/0156 (t ≤ 125 mm)
2) EN 10025-4:2019 dla S355ML

HISTAR® 460
spełnia wymagania
1) ETA-10/0156 (t ≤ 140 mm)
2) EN 10025-4:2019 dla S460M

HISTAR® 460 L
spełnia wymagania
1) ETA-10/0156 (t ≤ 125 mm)
2) EN 10025-4:2019 dla S460ML

dla zastosowań przybrzeżnomorskich:

HISTAR® 355 TZ OS
spełnia wymagania
EN 10225-2:2019 dla S355 MLO

HISTAR® 355 TZK OS
spełnia wymagania
EN 10225-2:2019 dla S355 MLO

HISTAR® 460 TZ OS
spełnia wymagania
EN 10225-2:2019 dla S460 MLO

HISTAR® 460 TZK OS
spełnia wymagania
EN 10225-2:2019 dla S460 ML1O

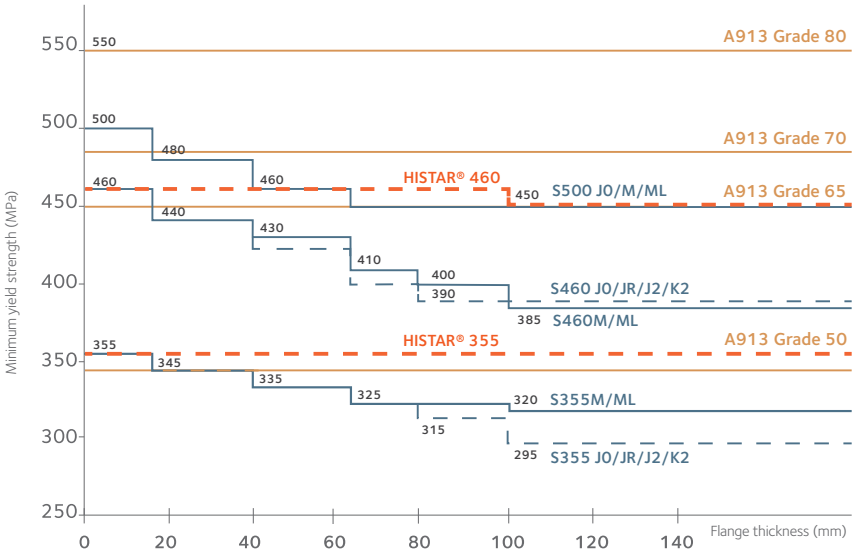


Figure 1 : Minimalna granica plastyczności w zależności od grubości materiału dla stali HISTAR® i gatunków europejskich

Tabela 1: Tabela porównawcza dla norm gatunków HISTAR®

Granica plastyczności HISTAR® (MPa)	Normy europejskie i normy krajowe					Poprzednie normy				
	EN 10025-2: 2019	EN 10025-4: 2019	EN 10225-2: 2019	ASTM A 913	JIS G 3106:	NF A 35-504 NF A 36-201	NF A 35-501	DIN 17102	DIN 17100	BS 4360
355 460	S 355 S 460	S 355 S 460	S 355 S 460	Gr 50 Gr 65 Gr 70 Gr 80	SM 490 B/C/YB SM 570	E 355 E 460	E 36	St E 355 St E 460	St 52-3	50 D 55 C

2. Skład chemiczny i własności mechaniczne

Skład chemiczny i własności mechaniczne gatunków HISTAR® podano w Tabelach 3 i 4 dla konstrukcji ogólnych i w Tabelach 5 i 6 dla zastosowań przybrzeżnomorskich. (strony 8-9).

3. Typy kształtowników

Gatunki HISTAR® są dostępne w następujących wymiarach:

Tabela 2: Dostępne kształtowniki (EN 10365)

Dwuteowniki równoległościenne	IPE 550 on request IPE 600 - IPE 750 UB 610 x 229 -> UB 1100 x 400
Dwuteowniki szerokostopowe	HE 260 - HE 280 on request HE 300 - HE 1000
Dwuteowniki szerokostopowe o bardzo szerokich stopach	HL 920 - HL 1100
Słupy szerokostopowe	HD 260 - HD 400 UC 254 x 254 -> UC 356 x 406
Pale nośne szerokostopowe	HP 305 - HP 400 UBP 305 x 305 -> UBP 356 x 368

Odpowiedniki kształtowników według ASTM A6 lub innych dostępnych serii kształtowników. Patrz Program sprzedaży Sales Programme of ArcelorMittal Europe - Long Products, Kształtowniki i pręty walcowane zwykłej jakości, aby zapoznać się z pełną listą i dodatkowymi informacjami.

Maksymalna grubość stopki wynosi:
- 140mm dla HISTAR® 355 / 460
- 125mm dla HISTAR® 355 L / 460 L
- 40mm dla gatunków przybrzeżnomorskich HISTAR® (kształtowniki o grubości stopki > 40mm do uzgodnienia).

Tabela 3: Skład chemiczny stali w gatunkach HISTAR® dla zastosowań ogólnych

Gatunki	Skład chemiczny														
	Analiza kadzi (4) [%]														
	C max.	Mn max.	Si (3) max.	P max.	S max.	Al (2) min.	Cr ≤	Ni ≤	Mo ≤	Nb max.	Ti max.	V max.	CEV(1) max. Grubość nominalna (mm)		
													t ≤ 63	63 < t ≤ 125	125 < t ≤ 140
HISTAR 355	0.12	1.60	0.50	0.030	0.030	0.02	0.30	0.30	0.20	0.05	0.05	0.10	0.39	0.39	0.39
HISTAR 355 L	0.12	1.60	0.50	0.030	0.025	0.02	0.30	0.30	0.20	0.05	0.05	0.10	0.39	0.39	-
HISTAR 460	0.12	1.70	0.60	0.030	0.030	0.02	0.30	0.70	0.20	0.05	0.05	0.12	0.41	0.43	0.43
HISTAR 460 L	0.12	1.70	0.60	0.030	0.025	0.02	0.30	0.70	0.20	0.05	0.05	0.12	0.41	0.43	-

(1) CEV = C + Mn/6 + (Cr + Mo + V)/5 + (Cu + Ni)/15
(2) W przypadku wystarczającej obecności pierwiastków wiążących azot, wymagania dotyczące minimalnej ilości glinu nie mają zastosowania.
(3) Po uzgodnieniu: Si = 0.14 - 0.25 % i P ≤ 0.035% maks. dla mozliwośći formowania powłoki cynkowej podczas cynkowania ogniowego.
(4) Pierwiastki chemiczne nie wykazane w obecnej tabeli są ograniczone zgodnie z przepisami ETA-10/0156.

Tabela 4: Własności mechaniczne stali w gatunkach HISTAR® dla zastosowań ogólnych

Gatunki	Własności mechaniczne						
	Próba rozciągania					Udarność z karbem trójkątnym wg Charpy'ego (1)	
	Min. granica plastyczności R_e [MPa]			Wytrzymałość na rozciąganie R_m	Wydłużenie minimalne A $L_o=5.65\sqrt{S_o}$	Temperatura	Min. energia pochłonięta
	Grubość nominalna (mm)						
	t ≤ 100	100 < t ≤ 125	125 < t ≤ 140	[MPa]	[%]	[°C]	[J]
HISTAR 355	355	355	355	470 -630	22	-20	40
HISTAR 355 L	355	355	-	470-630	22	-20	47
						-50	27
HISTAR 460	460	450	450	540-720	17	-20	40
HISTAR 460 L	460	450	-	540-720	17	-20	47
						-50	27

(1) Średnia wartość z trzech prób dla próbek pełnowymiarowych o pojedynczej wartości nie mniejszej niż 70 % gwarantowanej średniej wartości. Zastosowanie mają przepisy zgodnie z EN 10025:2004.

Tabela 5: Skład chemiczny stali w gatunkach HISTAR® dla zastosowań przybrzeżnomorskich

Gatunki	Skład chemiczny									
	Ladle analysis (4) [%]									
	C max.	Mn max.	Si (3) max.	P max.	S max.	Al (2) min.	Nb max.	Ti max.	V max.	CEV(1) max.
HISTAR 355 TZ OFFSHORE	0.12	1.60	0.30	0.025	0.010	0.02	0.04	0.025	0.06	0.38
HISTAR 355 TZK OFFSHORE	0.12	1.60	0.30	0.020	0.007	0.02	0.04	0.025	0.06	0.38
HISTAR 460 TZ OFFSHORE	0.12	1.70	0.30	0.025	0.010	0.02	0.05	0.025	0.06	0.39
HISTAR 460 TZK OFFSHORE	0.12	1.70	0.30	0.020	0.007	0.02	0.05	0.025	0.06	0.39

(1) CEV = C + Mn/6 + (Cr + Mo + V)/5 + (Cu + Ni)/15
(2) Kiedy używane są inne pierwiastki wiążące azot, minimalna wartość Al nie ma zastosowania.
(3) Po uzgodnieniu: Si = 0.14 - 0.25 % i P ≤ 0.035% maks. dla zdolności formowania powłoki cynkowej podczas cynkowania ogniowego.

Tabela 6: Własności mechaniczne stali w gatunkach HISTAR® dla zastosowań przybrzeżnomorskich

Gatunki	Własności mechaniczne							
	Próba rozciągania					Próba rozciągania na wskroś (1)	Udarność z karbem trójkątnym wg Charpy'ego(1)	
	Min. granica plastyczności R_e [MPa]		Wytrzymałość na rozciąganie R_m	Max. ratio	Wydłużenie minimalne A $L_o=5.65\sqrt{S_o}$	Min. redukcja powierzchni Z_z	Kierunek podłużny	Kierunek poprzeczny
	Nominal thickness (mm)		[MPa]	R_e/R_m	[%]	[%]		
	≤ 16	> 16 ≤ 40						
HISTAR 355 TZ OFFSHORE	355	355	460-620	0,87	22	25	-40° C KV ≥50 J	-
HISTAR 355 TZK OFFSHORE	355	355	460-620	0,87	22	35	-	-40° C KV ≥50 J
HISTAR 460 TZ OFFSHORE	460	460	530-720	0,90	17	25	-40° C KV ≥60 J	-
HISTAR 460 TZK OFFSHORE	460	460	530-720	0,90	17	35	-	-40° C KV ≥50 J

(1) Test upon agreement.

3. Redukcja ciężaru konstrukcji stalowych przez zastosowanie stali HISTAR®

1. Ogólne

Ze względu na proces produkcyjny hartowania i samo-odpuszczania (QST) stale HISTAR® odbiegają od EN 10025-4:2019 o bardziej surowych wymaganiach. Następujące reguły i wymagania są zdefiniowane w Europejskiej Aprobacie Technicznej ETA-10/0156 dla stali w gatunkach HISTAR®. Gorącowalcowane wyroby długie produkowane ze stali HISTAR® są przeznaczone do stosowania w konstrukcjach spawanych, skręcanych i nitowanych. O ile nie określono inaczej, fabrykacja i instalacja przeprowadzane są zgodnie z EN1090-2.

2. Zalety projektowe

Dla grubości powyżej 16mm, minimalna granica plastyczności ReH i granica wytrzymałości Rm stali HISTAR® są większe niż określone w EN 10025-4 (Rysunek 1). Mniejsza ilość wad w stalach S460 o dużej wytrzymałości znajduje odzwierciedlenie w EN 1993-1-1 w niższych współczynnikach braków i korzystniejszych krzywych wyboczenia. To samo odnosi się do HISTAR® 460 (Przykładowy projekt i tabele podano w Rozdziale 4. Tabele projektowania słupów).

3. Zalety fabrykacji

Analiza chemiczna (Tabela 3) stali HISTAR® różni się od analizy określonej w EN 10025-4. Daje to w efekcie niższą wartość równoważnika węgla (CEV) a zatem lepszą spawalność stali HISTAR® w porównaniu z konwencjonalnymi gatunkami stali (Rysunek 8).

Brak lub mniejsze podgrzewanie wstępne przed spawaniem jest wymagane dla niższych gatunków stali HISTAR® (Szczegóły podano w Rozdziale 5).

Wytyczne dotyczące fabrykacji). Dodatkowe reguły dla projektowania połączeń ze spoinami pachwinowymi pozwalają na użycie korzystniejszych współczynników korelacji β_w dla stali HISTAR® odbiegających od EN 1993-1-8:

Tabela 7: Współczynnik korelacji β_w

Gatunek stali	współczynnik korelacji β_w dla spoin pachwinowych
HISTAR® 355/355L	0.85
HISTAR® 460/460L	0.80

4. Wybór podgatunków stali

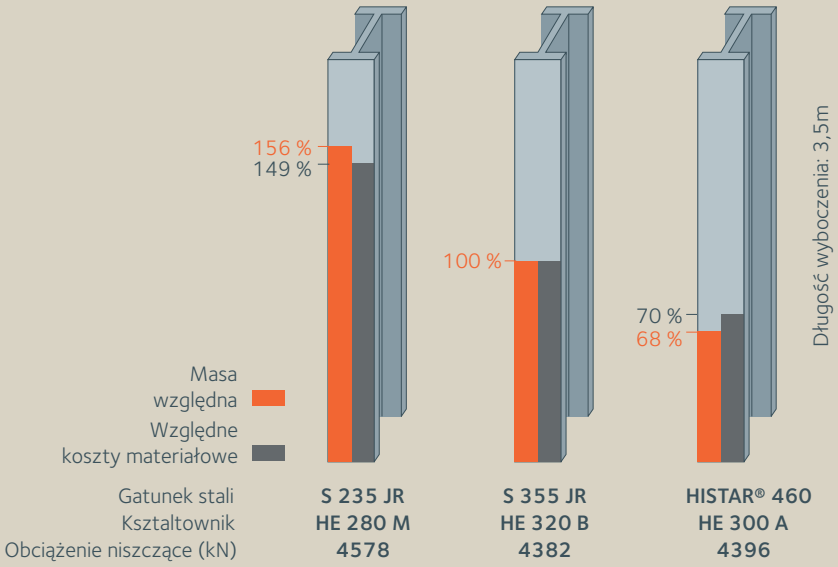
Jak dla każdej stali, obowiązuje EN 1993-1-10. Stale HISTAR® mają taki sam dobry poziom odporności na obciążenia dynamiczne, jak stale walcowane termomechanicznie według EN10025-4. W konsekwencji, następujące gatunki stali mają taką samą dopuszczalną maksymalną grubość stopki według EN1993-1-10, Tabela 2.1, w stosownych przypadkach.
HISTAR® 355 and S355M (idem S355K2)
HISTAR® 355L and S355ML
HISTAR® 460 and S460M
HISTAR® 460L and S460ML

Dla elementów nie podlegających rozciąganiu, spawaniu lub zmęczeniu, reguły w EN1993-1-10 mogą być ostrożne. W takich przypadkach, ocena z zastosowaniem mechaniki powstawania pęknięć może być odpowiednia. Według EN 1993-1-10, jak dla każdej stali, odporność na kruche pękanie nie musi być określana dla elementów podlegających tylko ściskaniu.

5. Przykłady zastosowań

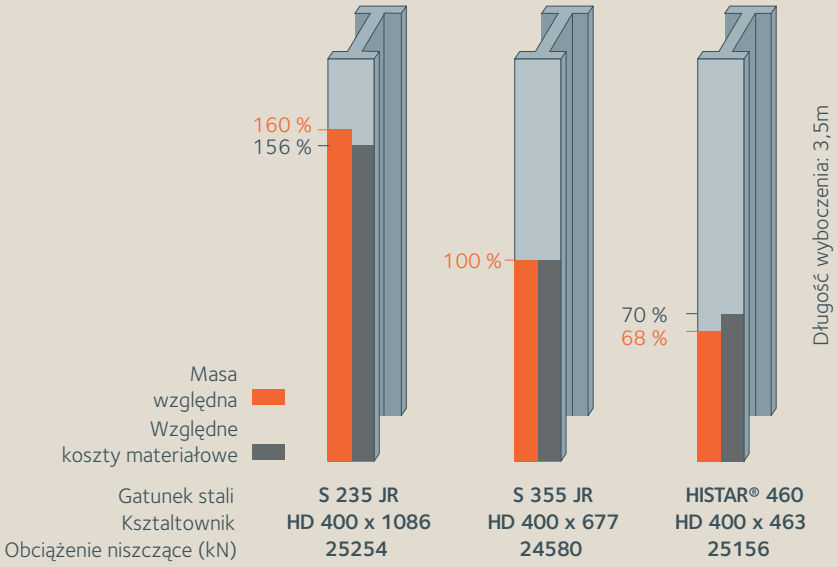
Kształtowniki ze stali w gatunkach HISTAR® mają przewagę ekonomiczną w stosunku do kształtowników ze stali w gatunkach konwencjonalnych podlegających ściskaniu, rozciąganiu i zginaniu. Skomplikowane i kosztowne kształtowniki składane mogą być zastąpione przez gorącowalcowane oszczędnościowe belki.

Zmniejszona masa osiągnięta w stalach HISTAR® w porównaniu do stali konwencjonalnych prowadzi do redukcji kosztów materiału, prefabrykacji i montażu.

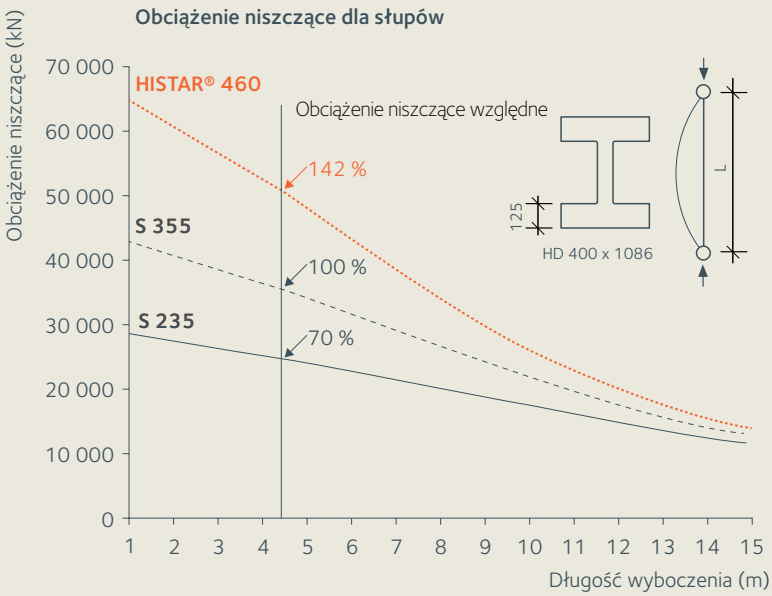


Gatunki HISTAR® o dużej wytrzymałości pozwalają, w porównaniu z konwencjonalnymi stalami konstrukcyjnymi, zredukować ciężar i koszty materiałowe konstrukcji stalowych i skrócić czas spawania i montażu (patrz Rysunki 2, 3 i 4).

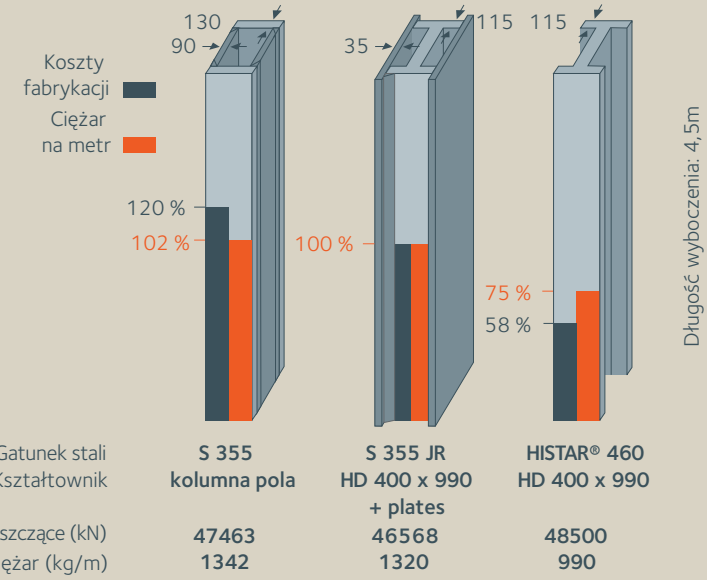
Rysunek 2: Ekonomiczne zastosowanie stali HISTAR® w słupach



Rysunek 3: Ekonomiczne użycie stali HISTAR® w słupach ciężkich



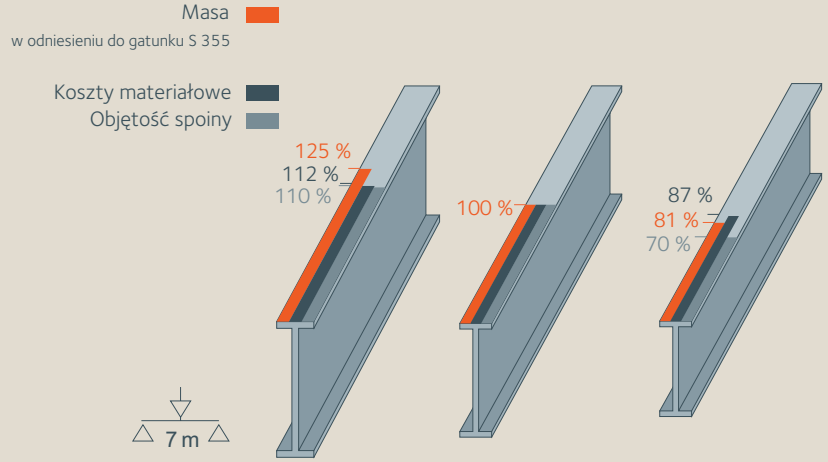
Rysunek 4: Wpływ smukłości na udźwig słupów w stalach HISTAR® i konwencjonalnych gatunków



Gatunek stali	S 355	S 355 JR	HISTAR® 460
Kształtownik	kolumna pola	HD 400 x 990 + plates	HD 400 x 990
Obciążenie niszczące (kN)	47463	46568	48500
Ciężar (kg/m)	1342	1320	990

Ze względu na wysoką granicę plastyczności belek HISTAR®, możliwe jest zastąpienie skomplikowanych i kosztownych kształtowników składanych przez gorącowalcowane ekonomiczne belki (patrz Rysunek 5).

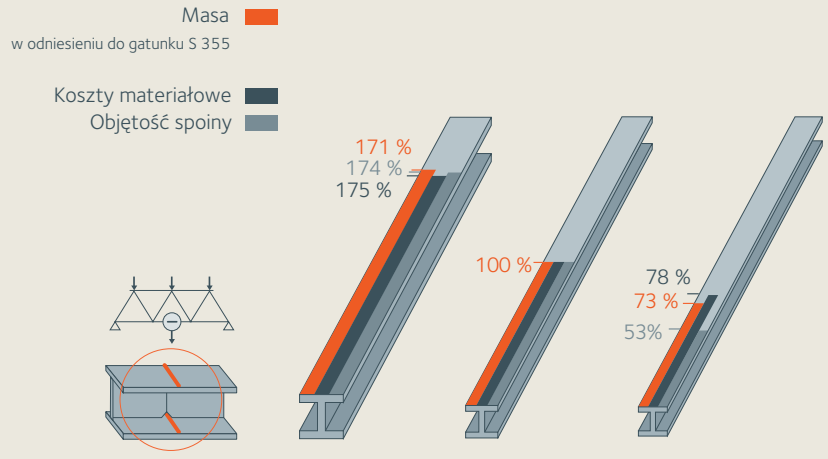
Rysunek 5: Ekonomiczne zastosowanie słupów HISTAR® w porównaniu z kształtownikami zabudowanymi



Gatunek stali	S 235 JR	S 355 JR	HISTAR® 460
Kształtownik	HE 1000 B	HE 900 A	HE 700 A
Obciążenie niszczące (kN)	1657	1870	1640

W przypadku gięcia, wymagany przekrój i koszt fabrykacji można zredukować używając belek w gatunkach HISTAR® (patrz Rysunek 6).

Rysunek 6: Ekonomiczne użycie belek HISTAR® jako dźwigarów



Gatunek stali	S 235 JR	S 355 JR	HISTAR® 460
Kształtownik	HD 400 x 1086	HD 400 x 634	HD 400 x 463
Obciążenie niszczące (kN)	27027	26260	27117

Gatunki HISTAR® rozwijają swój pełny potencjał w projektowaniu cięgien w konstrukcjach kratowych. Tutaj, pozwalają one nie tylko zaoszczędzić na kosztach materiałowych przez pełne wykorzystanie wysokiej granicy plastyczności ale redukcja ciężaru własnego kratownicy prowadzi także do projektowania jeszcze cieńszych kształtowników, dając w efekcie dodatkowe oszczędności na kosztach fabrykacji (patrz Rysunek 7).

Rysunek 7: Ekonomiczne użycie belek HISTAR® w kratownicy

4. Tabele do projektowania słupów

Tabela 8: **Eurokod (EN 1993-1-1: 2005)** projektowa odporność na wyboczenia [kN] osi głownej i kształtowników słupów HD ze stali HISTAR® 355.

Oznaczenie kształtowników	Osi	Odporność na ściskanie $N_{b,y,Rd}$ $N_{b,z,Rd}$ (kN) dla długości wyboczeń (m)												
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
HD 400 x 1299	$N_{b,y,Rd}$	58700	58700	57800	56500	55100	53700	52200	50600	48800	46900	44800	42700	40400
	$N_{b,z,Rd}$	58400	55300	52000	48600	45000	41100	37300	33400	29900	26600	23700	21100	18900
HD 400 x 1202	$N_{b,y,Rd}$	54300	54300	53300	52100	50800	49400	48000	46400	44700	42800	40900	38800	36600
	$N_{b,z,Rd}$	53900	51000	47900	44700	41300	37700	34000	30500	27200	24100	21500	19100	17100
HD 400 x 1086	$N_{b,y,Rd}$	49200	49200	48300	47100	46000	44700	43400	41900	40400	38700	36900	35000	33000
	$N_{b,z,Rd}$	48700	45900	43100	40100	36900	33500	30100	26900	23800	21100	18700	16600	14900
HD 400 x 990	$N_{b,y,Rd}$	44800	44800	43900	42800	41700	40600	39300	37900	36500	34900	33200	31400	29500
	$N_{b,z,Rd}$	44300	41700	39100	36300	33300	30200	27100	24100	21300	18800	16700	14800	13200
HD 400 x 900	$N_{b,y,Rd}$	40800	40800	39900	38900	37800	36700	35500	34200	32800	31300	29700	28000	26300
	$N_{b,z,Rd}$	40200	37900	35400	32800	30100	27200	24300	21600	19000	16800	14900	13200	11800
HD 400 x 818	$N_{b,y,Rd}$	37000	37000	36100	35200	34200	33200	32100	30900	29500	28100	26600	25000	23400
	$N_{b,z,Rd}$	36500	34300	32100	29700	27100	24400	21800	19300	17000	15000	13200	11700	10400
HD 400 x 744	$N_{b,y,Rd}$	33700	33600	32700	31900	31000	30000	29000	27800	26600	25200	23800	22300	20900
	$N_{b,z,Rd}$	33100	31100	29000	26800	24400	22000	19600	17300	15200	13400	11800	10500	9300
HD 400 x 677	$N_{b,y,Rd}$	30700	30500	29800	29000	28100	27200	26200	25100	24000	22700	21400	20000	18600
	$N_{b,z,Rd}$	30100	28300	26300	24300	22100	19800	17600	15500	13700	12000	10600	9360	8320
HD 400 x 634	$N_{b,y,Rd}$	28700	28600	27800	27100	26300	25400	24500	23400	22300	21100	19800	18500	17200
	$N_{b,z,Rd}$	28100	26400	24600	22600	20600	18400	16300	14400	12600	11100	9770	8640	7670
HD 400 x 592	$N_{b,y,Rd}$	26800	26600	26000	25200	24500	23700	22800	21800	20700	19600	18400	17100	15900
	$N_{b,z,Rd}$	26300	24600	22900	21100	19100	17100	15100	13300	11700	10200	9000	7950	7060
HD 400 x 551	$N_{b,y,Rd}$	24900	24700	24100	23400	22700	21900	21000	20100	19100	18000	16900	15700	14500
	$N_{b,z,Rd}$	24400	22800	21200	19500	17700	15800	14000	12200	10700	9400	8270	7300	6490
HD 400 x 509	$N_{b,y,Rd}$	23000	22900	22300	21600	20900	20200	19400	18500	17600	16500	15500	14400	13300
	$N_{b,z,Rd}$	22500	21100	19600	18000	16300	14500	12800	11200	9840	8620	7580	6690	5940
HD 400 x 463	$N_{b,y,Rd}$	20900	20700	20200	19600	19000	18300	17500	16700	15800	14900	13900	12800	11900
	$N_{b,z,Rd}$	20400	19100	17700	16300	14700	13100	11500	10100	8800	7700	6770	5970	5300
HD 400 x 421	$N_{b,y,Rd}$	19100	18900	18400	17800	17200	16600	15900	15100	14300	13400	12500	11500	10600
	$N_{b,z,Rd}$	18600	17400	16100	14800	13300	11800	10400	9100	7940	6940	6090	5380	4770
HD 400 x 382	$N_{b,y,Rd}$	17300	17100	16600	16100	15600	15000	14300	13600	12900	12000	11200	10300	9500
	$N_{b,z,Rd}$	16900	15800	14600	13300	12000	10700	9350	8160	7120	6220	5450	4810	4260
HD 400 x 347	$N_{b,y,Rd}$	15700	15500	15100	14600	14100	13600	13000	12300	11600	10800	10000	9250	8490
	$N_{b,z,Rd}$	15300	14300	13200	12100	10900	9620	8440	7360	6410	5600	4900	4320	3830
HD 320 x 300	$N_{b,y,Rd}$	13600	13300	12800	12400	11900	11300	10700	9980	9250	8490	7740	7030	6380
	$N_{b,z,Rd}$	12700	11500	10200	8840	7490	6270	5240	4410	3740	3200	2760	2400	2110
HD 260 x 299	$N_{b,y,Rd}$	13500	13000	12500	11900	11300	10500	9740	8870	8000	7160	6390	5700	5100
	$N_{b,z,Rd}$	12400	11000	9570	8040	6620	5420	4460	3710	3120	2660	2280	1980	1740
HD 260 x 225	$N_{b,y,Rd}$	10100	9740	9330	8860	8330	7730	7070	6380	5700	5060	4490	3980	3550
	$N_{b,z,Rd}$	9260	8210	7060	5870	4790	3900	3200	2650	2230	1890	1620	1410	1230

Więcej oznaczeń kształtowników dostępe jest na stronie orangebook.arcelormittal.com

Tabela 9: **Eurokod (EN 1993-1-1: 2005)** projektowa odporność na wyboczenia [kN] wielkiej i małej osi kształtowników słupów HC ze stali HISTAR® 355.

Oznaczenie kształtowników	Osi	Odporność na ściskanie $N_{b,y,Rd}$ $N_{b,z,Rd}$ (kN) dla długości wyboczeń (m)												
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
UC 356 x 406 x 1299	$N_{b,y,Rd}$	58700	58700	57800	56500	55100	53700	52200	50600	48800	46900	44800	42700	40400
	$N_{b,z,Rd}$	58400	55300	52000	48600	45000	41200	37300	33500	29900	26600	23700	21100	18900
UC 356 x 406 x 1202	$N_{b,y,Rd}$	54300	54300	53300	52100	50800	49400	48000	46400	44700	42800	40900	38800	36600
	$N_{b,z,Rd}$	53900	51000	47900	44700	41300	37700	34000	30500	27200	24100	21500	19100	17100
UC 356 x 406 x 1086	$N_{b,y,Rd}$	49200	49200	48300	47100	46000	44700	43400	41900	40400	38700	36900	35000	33000
	$N_{b,z,Rd}$	48700	45900	43100	40100	36900	33500	30100	26900	23800	21100	18700	16600	14900
UC 356 x 406 x 990	$N_{b,y,Rd}$	44800	44800	43900	42800	41700	40600	39300	37900	36500	34900	33200	31400	29500
	$N_{b,z,Rd}$	44300	41700	39100	36300	33300	30200	27100	24100	21300	18800	16700	14800	13200
UC 356 x 406 x 900	$N_{b,y,Rd}$	40800	40800	39900	38900	37800	36700	35500	34200	32800	31300	29700	28000	26300
	$N_{b,z,Rd}$	40200	37900	35400	32800	30100	27200	24300	21600	19000	16800	14900	13200	11800
UC 356 x 406 x 818	$N_{b,y,Rd}$	37000	37000	36100	35200	34200	33200	32100	30900	29500	28100	26600	25000	23400
	$N_{b,z,Rd}$	36500	34300	32100	29700	27100	24400	21800	19300	17000	15000	13200	11700	10400
UC 356 x 406 x 744	$N_{b,y,Rd}$	33700	33600	32700	31900	31000	30000	29000	27800	26600	25200	23800	22300	20900
	$N_{b,z,Rd}$	33100	31100	29000	26800	24400	22000	19600	17300	15200	13400	11800	10500	9300
UC 356 x 406 x 677	$N_{b,y,Rd}$	30700	30500	29800	29000	28100	27200	26200	25100	24000	22700	21400	20000	18600
	$N_{b,z,Rd}$	30100	28300	26300	24300	22100	19800	17600	15500	13700	12000	10600	9360	8320
UC 356 x 406 x 634	$N_{b,y,Rd}$	28700	28500	27800	27100	26300	25400	24500	23400	22300	21100	19800	18500	17200
	$N_{b,z,Rd}$	28100	26400	24600	22600	20500	18400	16300	14400	12600	11100	9750	8620	7660
UC 356 x 406 x 592	$N_{b,y,Rd}$	26800	26600	26000	25200	24500	23700	22800	21800	20700	19600	18400	17100	15900
	$N_{b,z,Rd}$	26300	24600	22900	21100	19100	17100	15100	13300	11700	10200	9000	7950	7060
UC 356 x 406 x 551	$N_{b,y,Rd}$	24900	24800	24100	23400	22700	21900	21100	20100	19100	18000	16900	15700	14600
	$N_{b,z,Rd}$	24400	22900	21200	19500	17700	15800	14000	12300	10700	9410	8280	7310	6490
UC 356 x 406 x 509	$N_{b,y,Rd}$	23000	22900	22300	21600	20900	20200	19400	18500	17600	16500	15500	14400	13300
	$N_{b,z,Rd}$	22500	21100	19600	18000	16300	14500	12800	11200	9840	8620	7580	6690	5940
UC 356 x 406 x 467	$N_{b,y,Rd}$	21100	20900	20400	19800	19100	18500	17700	16900	16000	15000	14000	13000	12000
	$N_{b,z,Rd}$	20600	19300	17900	16400	14800	13200	11600	10200	8910	7800	6850	6040	5360
UC 356 x 406 x 393	$N_{b,y,Rd}$	17800	17600	17100	16600	16000	15400	14800	14000	13300	12400	11500	10700	9820
	$N_{b,z,Rd}$	17300	16200	15000	13700	12400	11000	9640	8420	7340	6420	5630	4960	4400
UC 356 x 406 x 340	$N_{b,y,Rd}$	15400	15200	14800	14300	13800	13300	12700	12000	11300	10600	9830	9060	8320
	$N_{b,z,Rd}$	15000	14000	12900	11800	10600	9400	8240	7180	6250	5460	4780	4220	3740
UC 305 x 305 x 342	$N_{b,y,Rd}$	15500	15200	14700	14200	13600	13000	12200	11500	10600	9770	8920	8100	7350
	$N_{b,z,Rd}$	14600	13400	12000	10500	9010	7620	6420	5430	4620	3970	3430	2990	2630
UC 305 x 305 x 313	$N_{b,y,Rd}$	14200	13900	13400	12900	12400	11800	11100	10400	9610	8810	8030	7290	6600
	$N_{b,z,Rd}$	13300	12200	10900	9510	8130	6860	5780	4880	4150	3560	3080	2680	2360
UC 305 x 305 x 283	$N_{b,y,Rd}$	12800	12500	12100	11600	11100	10600	9970	9300	8580	7860	7140	6470	5850
	$N_{b,z,Rd}$	12000	11000	9800	8540	7290	6140	5160	4350	3700	3170	2740	2390	2100

Więcej oznaczeń kształtowników dostępe jest na stronie orangebook.arcelormittal.com

Obliczanie projektowej odporności na wyboczenie dla elementu ściskowego według EN 1993-1-1: 2005 (Projektowanie regulowane przez wyboczenie wokół małej osi z-z)

Słup stalowy; długość wyboczenia L_b = 4.00 m
HD 400 x 634, HISTAR 460 (f_y = 460 MPa, t_f ≤ 100 mm)
A = 808 cm^2 I_z = 98250 cm^4 E = 210000 MPa

Współczynnik częściowego bezpieczeństwa (EN 1993-1-1: 2005, 6.1): $\gamma_{M1} = 1.00$

Naprężenie krytyczne: $N_{cr} = \frac{\pi^2 * E * I_z}{L_b^2}$

Bezwymiarowa smukłość dla kształtowników klas 1, 2 i 3 (EN 1993-1-1: 2005 (6.49)):

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A * f_y}{N_{cr}}} = \frac{L_b}{\pi}\sqrt{\frac{A * f_y}{I_z * E}} = \frac{400cm}{\pi}\sqrt{\frac{808cm^2 * 460MPa}{98250cm^4 * 210000MPa}} = 0.5404$$

Wyznaczanie krzywej wyboczeniowej (EN 1993-1-1: 2005, Tabela 6.1, Tabela 6.2):
Walcowany dwuteownik, wyboczenie małej osi z-z, h/b ≤ 1.20, t_f ≤ 100 mm, S460:
- Tabela 6.2: Krzywa wyboczenia a
- Tabela 6.1: Współczynnik korygujący $\alpha = 0.21$

Współczynnik redukcji wyboczenia χ (EN 1993-1-1: 2005 (6.49)):

$$\phi = 0.50 * \left[1 + \alpha * (\bar{\lambda} - 0.20) + \bar{\lambda}^2\right] = 0.50 * \left[1 + 0.21 * (0.5404 - 0.20) + 0.5404^2\right] = 0.6818$$

$$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \bar{\lambda}^2}} \le 1.00 \qquad \chi = \frac{1}{0.6818 + \sqrt{0.6818^2 - 0.5404^2}} = 0.911$$

Projektowa odporność na wyboczenia elementu ściskanego dla kształtowników klas 1, 2 i 3 (EN 1993-1-1: 2005 (6.47)):

$$N_{b,z,Rd} = \frac{\chi * A * f_y}{\gamma_{M1}} \qquad N_{b,z,Rd} = \frac{0.911 * 808cm^2 * 46kN/cm^2}{1.00} = 33900kN$$

Redukcja masy i kosztów dzięki projektowaniu ze stali HISTAR 460:

HISTAR 460	S 355
HD 400 x 634 G = 634 kg/m h x b = 474 x 424 mm t_f = 77.1 mm; t_w = 47.6 mm A = 808.0 cm^2 f_y = 460 MPa (ETA-10/0156) Długość wyboczenia L_b = 4.00 m λ = 0.5404 Krzywa wyboczenia **a** χ = 0.911 **$N_{b,Rd}$ = 33900 kN**	HD 400 x 990 G = 990 kg/m h x b = 550 x 448 mm t_f = 115 mm; t_w = 71.9 mm A = 1262 cm^2 f_y = 295 Mpa Długość wyboczenia = 4.0 m λ = 0.4073 Krzywa wyboczenia c χ = 0.893 **$N_{b,Rd}$ = 33200 kN**

Tabela 10: **Eurokod (EN 1993-1-1: 2005)** projektowa odporność na wyboczenia [kN] głównej i małej osi kształtowników słupów HD ze stali HISTAR® 460.

Oznaczenie kształtowników	Osi	Odporność na ściskanie $N_{b,y,Rd}$ $N_{b,z,Rd}$ (kN) dla długości wyboczeń (m)												
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
HD 400 x 1299	$N_{b,y,Rd}$	74300	74100	73000	71800	70500	69000	67400	65500	63300	60800	57900	54700	51200
	$N_{b,z,Rd}$	73300	70000	66500	62400	57700	52400	46700	41200	36000	31500	27600	24300	21500
HD 400 x 1202	$N_{b,y,Rd}$	68900	68700	67600	66400	65100	63700	62100	60300	58100	55600	52800	49600	46300
	$N_{b,z,Rd}$	67800	64800	61400	57500	53000	48000	42700	37500	32700	28600	25000	21900	19400
HD 400 x 1086	$N_{b,y,Rd}$	62400	62200	61200	60100	59000	57700	56200	54500	52600	50300	47700	44800	41700
	$N_{b,z,Rd}$	61300	58500	55300	51600	47300	42600	37600	32800	28500	24800	21700	19000	16800
HD 400 x 990	$N_{b,y,Rd}$	56800	56600	55600	54600	53600	52300	50900	49300	47400	45200	42700	40000	37100
	$N_{b,z,Rd}$	55800	53100	50100	46700	42700	38300	33700	29300	25500	22100	19300	16900	14900
HD 400 x 900	$N_{b,y,Rd}$	51700	51400	50600	49600	48600	47400	46100	44500	42700	40600	38200	35600	32900
	$N_{b,z,Rd}$	50700	48200	45500	42300	38500	34400	30200	26200	22700	19700	17100	15000	13200
HD 400 x 818	$N_{b,y,Rd}$	48000	47700	46800	45900	44900	43800	42400	40900	39000	36900	34500	32000	29400
	$N_{b,z,Rd}$	47300	45800	44000	41700	38600	34700	30400	26200	22400	19200	16600	14400	12600
HD 400 x 744	$N_{b,y,Rd}$	43600	43300	42500	41600	40700	39600	38300	36900	35100	33100	30800	28400	26100
	$N_{b,z,Rd}$	43000	41600	39900	37700	34800	31200	27200	23300	19900	17100	14700	12800	11200
HD 400 x 677	$N_{b,y,Rd}$	39700	39400	38600	37800	37000	35900	34700	33300	31600	29700	27500	25300	23100
	$N_{b,z,Rd}$	39100	37800	36300	34200	31500	28200	24500	20900	17800	15300	13100	11400	9970
HD 400 x 634	$N_{b,y,Rd}$	37200	36800	36100	35400	34500	33500	32400	31000	29400	27500	25500	23400	21300
	$N_{b,z,Rd}$	36600	35400	33900	31900	29300	26100	22600	19300	16500	14100	12100	10500	9180
HD 400 x 592	$N_{b,y,Rd}$	34700	34400	33700	33000	32200	31300	30100	28800	27300	25500	23500	21600	19600
	$N_{b,z,Rd}$	34200	33000	31600	29700	27300	24200	20900	17800	15200	12900	11100	9650	8440
HD 400 x 551	$N_{b,y,Rd}$	32300	31900	31300	30600	29800	28900	27900	26600	25100	23400	21600	19700	17900
	$N_{b,z,Rd}$	31700	30600	29300	27500	25200	22300	19300	16400	13900	11900	10200	8840	7730
HD 400 x 509	$N_{b,y,Rd}$	29900	29500	28900	28300	27600	26700	25700	24500	23100	21500	19700	18000	16300
	$N_{b,z,Rd}$	29300	28300	27100	25400	23200	20500	17700	15000	12700	10900	9340	8090	7070
HD 400 x 463	$N_{b,y,Rd}$	27100	26800	26200	25600	25000	24200	23200	22100	20700	19200	17600	16000	14500
	$N_{b,z,Rd}$	26600	25700	24500	23000	21000	18500	15800	13400	11400	9690	8320	7210	6300
HD 400 x 421	$N_{b,y,Rd}$	24700	24400	23900	23300	22700	21900	21000	20000	18700	17300	15800	14300	12900
	$N_{b,z,Rd}$	24300	23400	22300	20900	19000	16700	14300	12100	10200	8700	7470	6470	5650
HD 400 x 382	$N_{b,y,Rd}$	22400	22100	21600	21100	20500	19800	19000	18000	16800	15500	14100	12800	11500
	$N_{b,z,Rd}$	22000	21200	20200	18900	17100	15000	12800	10800	9150	7790	6680	5780	5050
HD 400 x 347	$N_{b,y,Rd}$	20300	20000	19600	19100	18600	17900	17100	16200	15100	13900	12600	11400	10300
	$N_{b,z,Rd}$	19900	19200	18300	17100	15500	13500	11500	9730	8220	6990	6000	5190	4530
HD 400 x 314	$N_{b,y,Rd}$	18400	18100	17700	17300	16700	16100	15400	14500	13500	12400	11200	10100	9110
	$N_{b,z,Rd}$	18000	17300	16500	15400	13900	12100	10300	8660	7310	6210	5330	4610	4020
HD 400 x 287	$N_{b,y,Rd}$	16800	16600	16200	15800	15300	14800	14100	13300	12300	11300	10200	9210	8270
	$N_{b,z,Rd}$	16500	15900	15100	14100	12700	11100	9380	7900	6660	5660	4850	4200	3660
HD 400 x 262	$N_{b,y,Rd}$	15400	15100	14800	14400	14000	13500	12800	12100	11200	10200	9240	8310	7450
	$N_{b,z,Rd}$	15100	14500	13800	12800	11600	10000	8500	7150	6030	5120	4390	3800	3310
HD 400 x 237	$N_{b,y,Rd}$	13800	13600	13300	13000	12600	12100	11500	10800	9970	9090	8200	7360	6600
	$N_{b,z,Rd}$	13600	13000	12400	11500	10300	8950	7570	6360	5350	4550	3890	3370	2940
HD 400 x 216	$N_{b,y,Rd}$	12700	12500	12200	11900	11500	11000	10500	9830	9070	8260	7450	6680	5980
	$N_{b,z,Rd}$	12400	11900	11300	10500	9440	8170	6900	5790	4880	4140	3550	3070	2680

Tabela 10 (c.d.): **Eurokod (EN 1993-1-1: 2005)** projektowa odporność na wyboczenia [kN] głónej i małej osi kształtowników słupów HD ze stali HISTAR® 460.

Oznaczenie kształtowników	Osi	Odporność na ściskanie $N_{b,y,Rd}$ $N_{b,z,Rd}$ (kN) dla długości wyboczeń (m)												
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
HD 400 x 187	$N_{b,y,Rd}$	10900	10700	10500	10200	9880	9480	9000	8420	7760	7050	6340	5680	5080
	$N_{b,z,Rd}$	10700	10300	9750	9040	8090	6970	5880	4920	4140	3510	3010	2600	2270
HD 360 x 196	$N_{b,y,Rd}$	11500	11300	11000	10800	10400	10000	9490	8880	8190	7440	6700	6000	5360
	$N_{b,z,Rd}$	11200	10800	10100	9290	8180	6930	5770	4790	4010	3390	2900	2500	2180
HD 360 x 179	$N_{b,y,Rd}$	10500	10300	10100	9800	9490	9100	8640	8070	7430	6750	6070	5430	4850
	$N_{b,z,Rd}$	10200	9800	9240	8460	7430	6290	5230	4340	3640	3070	2630	2270	1970
HD 360 x 162	$N_{b,y,Rd}$	9490	9310	9100	8850	8570	8220	7790	7280	6690	6070	5460	4880	4360
	$N_{b,z,Rd}$	9240	8850	8340	7630	6690	5660	4700	3900	3270	2760	2360	2040	1770
HD 360 x 147	$N_{b,y,Rd}$	8640	8480	8280	8060	7790	7470	7070	6600	6060	5490	4920	4400	3930
	$N_{b,z,Rd}$	8420	8060	7590	6930	6070	5120	4250	3520	2950	2490	2130	1840	1600
HD 360 x 134	$N_{b,y,Rd}$	7850	7700	7510	7310	7060	6760	6400	5960	5470	4950	4430	3960	3530
	$N_{b,z,Rd}$	7640	7310	6880	6280	5490	4630	3840	3180	2660	2250	1920	1660	1440
HD 320 x 300	$N_{b,y,Rd}$	17600	17200	16800	16300	15700	15000	14100	13000	11800	10600	9480	8420	7490
	$N_{b,z,Rd}$	16900	15900	14500	12600	10300	8270	6660	5430	4490	3770	3200	2760	2390
HD 320 x 245	$N_{b,y,Rd}$	14300	14000	13700	13200	12700	12100	11400	10500	9470	8470	7520	6670	5920
	$N_{b,z,Rd}$	13800	13000	11800	10200	8310	6650	5350	4360	3600	3020	2570	2210	1920
HD 320 x 198	$N_{b,y,Rd}$	11600	11300	11000	10700	10200	9690	9020	8250	7410	6580	5820	5140	4550
	$N_{b,z,Rd}$	11100	10400	9460	8080	6550	5210	4180	3400	2810	2360	2000	1720	1490
HD 320 x 158	$N_{b,y,Rd}$	9230	9010	8760	8460	8100	7650	7090	6450	5760	5100	4490	3960	3500
	$N_{b,z,Rd}$	8850	8300	7480	6350	5110	4060	3250	2640	2180	1830	1550	1330	1160
HD 320 x 127	$N_{b,y,Rd}$	7390	7210	7010	6770	6470	6090	5630	5090	4540	4000	3520	3100	2740
	$N_{b,z,Rd}$	7080	6630	5960	5020	4020	3180	2540	2060	1700	1430	1210	1040	904
HD 320 x 97,6	$N_{b,y,Rd}$	5700	5550	5390	5200	4960	4650	4280	3860	3420	3010	2640	2320	2050
	$N_{b,z,Rd}$	5460	5100	4570	3830	3060	2410	1930	1560	1290	1080	917	788	684
HD 260 x 299	$N_{b,y,Rd}$	17400	16900	16400	15700	14900	13900	12600	11300	9880	8620	7520	6590	5800
	$N_{b,z,Rd}$	16600	15400	13700	11200	8840	6930	5510	4460	3670	3070	2610	2240	1940
HD 260 x 225	$N_{b,y,Rd}$	13100	12700	12300	11700	11000	10100	9100	7990	6940	6010	5220	4550	4000
	$N_{b,z,Rd}$	12500	11500	10100	8160	6350	4950	3920	3170	2610	2180	1850	1590	1380
HD 260 x 172	$N_{b,y,Rd}$	9990	9690	9340	8900	8320	7590	6740	5860	5060	4360	3770	3290	2880
	$N_{b,z,Rd}$	9540	8800	7650	6160	4780	3710	2940	2370	1950	1630	1380	1190	1030
HD 260 x 142	$N_{b,y,Rd}$	8190	7940	7630	7250	6740	6100	5370	4640	3980	3420	2960	2570	2250
	$N_{b,z,Rd}$	7810	7180	6190	4930	3800	2940	2330	1880	1540	1290	1090	938	814
HD 260 x 114	$N_{b,y,Rd}$	6610	6400	6150	5820	5390	4850	4240	3650	3120	2680	2310	2010	1760
	$N_{b,z,Rd}$	6300	5770	4940	3910	3000	2320	1830	1470	1210	1010	858	736	638

Więcej oznaczeń kształtowników dostępe jest na stronie orangebook.arcelormittal.com

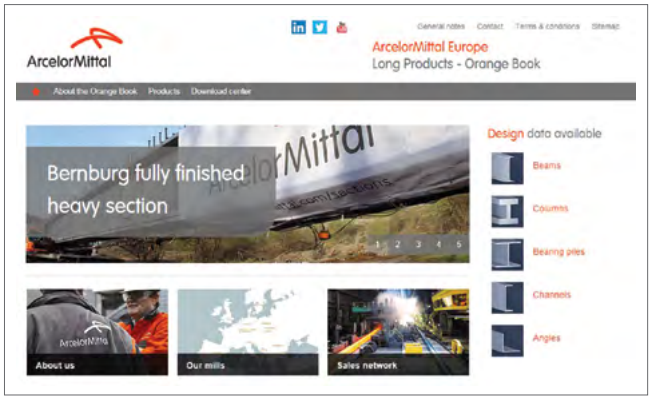


Tabela 11: **Eurokod (EN 1993-1-1: 2005)** projektowa odporność na wyboczenia [kN] głównej i małej osi kształtowników słupów HC ze stali HISTAR® 460.

Oznaczenie kształtowników	Osi	Odporność na ściskanie $N_{b,y,Rd}$ $N_{b,z,Rd}$ (kN) dla długości wyboczeń (m)												
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
UC 356 x 406 x 1299	$N_{b,y,Rd}$	74500	74400	73200	72000	70700	69200	67600	65700	63500	60900	58000	54800	51300
	$N_{b,z,Rd}$	73500	70200	66600	62500	57800	52500	46800	41200	36100	31500	27600	24300	21500
UC 356 x 406 x 1202	$N_{b,y,Rd}$	68900	68700	67600	66400	65200	63800	62200	60300	58100	55600	52800	49600	46300
	$N_{b,z,Rd}$	67900	64800	61400	57600	53100	48000	42700	37500	32700	28500	25000	21900	19400
UC 356 x 406 x 1086	$N_{b,y,Rd}$	62400	62200	61200	60100	59000	57700	56200	54500	52500	50300	47600	44800	41700
	$N_{b,z,Rd}$	61300	58400	55300	51600	47300	42600	37600	32800	28500	24800	21700	19000	16800
UC 356 x 406 x 990	$N_{b,y,Rd}$	56800	56600	55700	54700	53600	52300	50900	49300	47400	45200	42700	40000	37100
	$N_{b,z,Rd}$	55800	53100	50200	46700	42700	38300	33700	29300	25400	22100	19300	16900	14900
UC 356 x 406 x 900	$N_{b,y,Rd}$	51700	51400	50600	49600	48600	47400	46100	44500	42700	40600	38200	35600	32900
	$N_{b,z,Rd}$	50700	48200	45500	42300	38600	34400	30200	26200	22700	19700	17100	15000	13200
UC 356 x 406 x 818	$N_{b,y,Rd}$	48000	47700	46800	45900	44900	43800	42400	40900	39000	36900	34500	32000	29400
	$N_{b,z,Rd}$	47300	45800	44000	41700	38600	34700	30400	26200	22400	19200	16600	14400	12600
UC 356 x 406 x 744	$N_{b,y,Rd}$	43600	43300	42500	41600	40700	39600	38300	36900	35100	33100	30800	28400	26100
	$N_{b,z,Rd}$	43000	41600	39900	37700	34800	31200	27200	23300	19900	17100	14700	12800	11200
UC 356 x 406 x 677	$N_{b,y,Rd}$	39700	39400	38600	37800	36900	35900	34700	33300	31600	29700	27500	25300	23100
	$N_{b,z,Rd}$	39100	37800	36300	34200	31500	28200	24500	20900	17800	15300	13100	11400	9970
UC 356 x 406 x 634	$N_{b,y,Rd}$	37100	36800	36100	35400	34500	33500	32400	31000	29400	27500	25500	23400	21400
	$N_{b,z,Rd}$	36600	35300	33800	31900	29300	26100	22600	19300	16400	14000	12100	10500	9160
UC 356 x 406 x 592	$N_{b,y,Rd}$	34700	34400	33700	33000	32200	31200	30100	28800	27300	25500	23500	21600	19600
	$N_{b,z,Rd}$	34200	33000	31600	29700	27300	24200	20900	17800	15200	12900	11100	9650	8440
UC 356 x 406 x 551	$N_{b,y,Rd}$	32300	31900	31300	30600	29900	29000	27900	26600	25100	23400	21600	19700	17900
	$N_{b,z,Rd}$	31800	30700	29300	27600	25200	22400	19300	16400	13900	11900	10200	8860	7740
UC 356 x 406 x 509	$N_{b,y,Rd}$	29900	29500	28900	28300	27600	26700	25700	24500	23100	21400	19700	18000	16300
	$N_{b,z,Rd}$	29300	28300	27100	25400	23200	20500	17700	15000	12700	10900	9340	8090	7070
UC 356 x 406 x 467	$N_{b,y,Rd}$	27400	27000	26500	25900	25200	24400	23500	22300	21000	19500	17800	16200	14700
	$N_{b,z,Rd}$	26900	25900	24800	23200	21200	18700	16000	13600	11500	9800	8420	7300	6370
UC 356 x 406 x 393	$N_{b,y,Rd}$	23000	22700	22200	21700	21100	20400	19600	18500	17300	16000	14600	13200	11900
	$N_{b,z,Rd}$	22600	21800	20800	19400	17600	15500	13200	11200	9440	8040	6900	5970	5220
UC 356 x 406 x 340	$N_{b,y,Rd}$	19900	19600	19200	18700	18200	17600	16800	15900	14800	13600	12400	11200	10100
	$N_{b,z,Rd}$	19500	18800	17900	16700	15100	13200	11300	9490	8010	6820	5850	5060	4420
UC 356 x 406 x 287	$N_{b,y,Rd}$	16100	15900	15500	15200	14700	14200	13600	12900	12000	11000	10100	9090	8190
	$N_{b,z,Rd}$	15800	15200	14500	13600	12300	10800	9220	7790	6590	5610	4810	4170	3640
UC 356 x 406 x 235	$N_{b,y,Rd}$	13200	13000	12700	12400	12000	11600	11000	10400	9680	8880	8060	7260	6530
	$N_{b,z,Rd}$	12900	12400	11800	11100	10000	8760	7460	6290	5320	4520	3880	3360	2930

Więcej oznaczeń kształtowników dostępe jest na stronie orangebook.arcelormittal.com

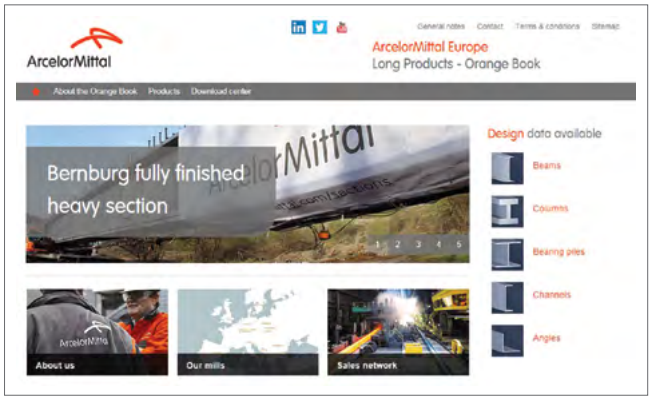


Tabela 11 (c.d.): **Eurokod (EN 1993-1-1: 2005)** projektowa odporność na wyboczenia [kN] głównej i małej osi kształtowników słupów HC ze stali HISTAR® 460.

Oznaczenie kształtowników	Osi	Odporność na ściskanie $N_{b,y,Rd}$ $N_{b,z,Rd}$ (kN) dla długości wyboczeń (m)												
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
UC 356 x 368 x 202	$N_{b,y,Rd}$	11300	11100	10900	10600	10300	9910	9450	8890	8250	7540	6830	6140	5510
	$N_{b,z,Rd}$	11100	10600	10000	9260	8220	7040	5900	4920	4130	3500	2990	2590	2250
UC 356 x 368 x 177	$N_{b,y,Rd}$	9920	9760	9540	9300	9010	8670	8250	7750	7180	6550	5920	5320	4770
	$N_{b,z,Rd}$	9690	9300	8790	8090	7170	6120	5120	4270	3580	3030	2600	2240	1950
UC 356 x 368 x 153	$N_{b,y,Rd}$	8570	8420	8240	8020	7770	7470	7110	6670	6160	5610	5060	4540	4070
	$N_{b,z,Rd}$	8360	8020	7580	6970	6170	5260	4390	3660	3070	2600	2220	1920	1670
UC 356 x 368 x 129	$N_{b,y,Rd}$	7230	7100	6940	6760	6540	6280	5970	5590	5160	4690	4220	3780	3390
	$N_{b,z,Rd}$	7050	6760	6380	5860	5180	4400	3670	3050	2560	2160	1850	1600	1390
UC 305 x 305 x 342	$N_{b,y,Rd}$	20100	19700	19200	18600	18000	17200	16200	15000	13600	12300	10900	9720	8650
	$N_{b,z,Rd}$	19400	18400	17000	15000	12500	10200	8260	6760	5610	4720	4020	3460	3010
UC 305 x 305 x 313	$N_{b,y,Rd}$	18400	18000	17500	17000	16400	15600	14700	13500	12300	11000	9810	8710	7740
	$N_{b,z,Rd}$	17700	16800	15400	13500	11300	9150	7410	6060	5020	4220	3590	3090	2690
UC 305 x 305 x 283	$N_{b,y,Rd}$	16600	16200	15800	15300	14700	14000	13100	12100	10900	9790	8690	7710	6840
	$N_{b,z,Rd}$	16000	15100	13900	12200	10100	8170	6600	5400	4470	3760	3200	2750	2390
UC 305 x 305 x 240	$N_{b,y,Rd}$	13500	13100	12800	12400	12000	11400	10700	9830	8900	7960	7070	6270	5570
	$N_{b,z,Rd}$	13000	12300	11300	9930	8270	6700	5430	4440	3680	3090	2630	2260	1970
UC 305 x 305 x 198	$N_{b,y,Rd}$	11100	10800	10600	10200	9820	9320	8700	7980	7190	6400	5670	5020	4450
	$N_{b,z,Rd}$	10700	10100	9280	8100	6720	5420	4380	3580	2960	2490	2120	1820	1580
UC 305 x 305 x 158	$N_{b,y,Rd}$	8840	8630	8400	8120	7780	7360	6840	6230	5580	4950	4370	3860	3410
	$N_{b,z,Rd}$	8510	8040	7350	6370	5240	4210	3390	2770	2290	1920	1640	1410	1220
UC 305 x 305 x 137	$N_{b,y,Rd}$	7650	7470	7260	7020	6720	6340	5880	5340	4770	4220	3720	3280	2900
	$N_{b,z,Rd}$	7370	6950	6340	5480	4490	3600	2890	2360	1950	1640	1390	1200	1040
UC 305 x 305 x 118	$N_{b,y,Rd}$	6590	6420	6240	6030	5760	5430	5020	4550	4060	3580	3150	2780	2450
	$N_{b,z,Rd}$	6340	5970	5440	4680	3820	3060	2460	2000	1660	1390	1180	1020	883
UC 305 x 305 x 97	$N_{b,y,Rd}$	5650	5500	5340	5140	4900	4590	4210	3780	3340	2930	2570	2260	1990
	$N_{b,z,Rd}$	5430	5090	4600	3900	3140	2500	2000	1620	1340	1120	955	821	713
UC 254 x 254 x 167	$N_{b,y,Rd}$	9270	9000	8680	8290	7770	7120	6350	5550	4800	4150	3600	3140	2750
	$N_{b,z,Rd}$	8860	8180	7140	5780	4490	3500	2770	2240	1840	1540	1310	1120	973
UC 254 x 254 x 132	$N_{b,y,Rd}$	7310	7090	6830	6500	6070	5520	4890	4240	3660	3150	2720	2370	2080
	$N_{b,z,Rd}$	6980	6420	5570	4460	3450	2680	2120	1710	1410	1180	997	856	742
UC 254 x 254 x 107	$N_{b,y,Rd}$	5920	5740	5520	5240	4870	4400	3870	3340	2870	2460	2130	1850	1620
	$N_{b,z,Rd}$	5650	5190	4470	3550	2730	2120	1670	1350	1110	927	786	675	585

Więcej oznaczeń kształtowników dostępe jest na stronie orangebook.arcelormittal.com

Tabela 12: **Eurokod (EN 1993-1-1: 2005)** projektowa odporność na wyboczenia [kN] głównej i małej osi przekrojów skrzynkowych słupów HD ze stali HISTAR® 460.

	Osi	Odporność na ściskanie $N_{b,y,Rd}$ $N_{b,z,Rd}$ (kN) dla długości wyboczeń (m)												
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Pole HD 400 x 634	$N_{b,y,Rd}$	74 204	70653	66891	62958	58793	54402	49863	45315	40913	36791	33029	29661	26680
	$N_{b,z,Rd}$	74 204	72557	69487	66346	63079	59652	56064	52348	48568	44813	41170	37715	34499
Pole HD 400 x 677	$N_{b,y,Rd}$	79 291	77676	71647	67498	63109	58480	53688	48873	44196	39799	35773	32157	28948
	$N_{b,z,Rd}$	79 291	75620	74446	71145	67720	64129	60370	56471	52497	48533	44671	40993	37554
Pole HD 400 x 744	$N_{b,y,Rd}$	85178	81587	77451	73146	68603	63811	58832	53793	48855	44165	39829	35902	32393
	$N_{b,z,Rd}$	85178	83767	80409	76990	73450	69748	65875	61851	57729	53584	49521	45609	41920
Pole HD 400 x 818	$N_{b,y,Rd}$	93706	90006	85548	80920	76043	70900	65545	60105	54740	49613	44844	40499	36598
	$N_{b,z,Rd}$	93706	92414	88808	85146	81363	77415	73287	68992	64581	60130	55729	51469	47424
Pole HD 400 x 900	$N_{b,y,Rd}$	103232	99424	94614	89629	84385	78857	73093	67213	61384	55779	50532	45724	41386
	$N_{b,z,Rd}$	103232	102099	98225	94300	90255	86042	81641	77059	72341	67558	62803	58169	53738
Pole HD 400 x 990	$N_{b,y,Rd}$	113385	109542	104380	99046	93446	87546	81384	75074	68783	62690	56945	51645	46836
	$N_{b,z,Rd}$	113385	112462	108314	104121	99810	95331	90656	85788	80764	75652	70541	65527	60700
Pole HD 400 x 1086	$N_{b,y,Rd}$	124529	120647	115100	109381	103390	97082	90487	83712	76923	70305	64023	58193	52872
	$N_{b,z,Rd}$	124529	123878	119443	114970	110384	105629	100673	95513	90178	84729	79253	73847	68605
Pole HD 400 x 1202	$N_{b,y,Rd}$	137443	133346	127291	121056	114530	107663	100480	93090	85665	78408	71494	65056	59165
	$N_{b,z,Rd}$	137443	137162	132412	127633	122746	117693	112435	106963	101297	95491	89624	83795	78099
Pole HD 400 x 1299	$N_{b,y,Rd}$	148230	144267	137898	131358	124528	117350	109837	102084	94254	86547	79151	72214	65824
	$N_{b,z,Rd}$	148230	148230	143333	138320	133207	127930	122449	116749	110842	104775	98620	92471	86427

Tabela 13: **Eurokod (EN 1993-1-1: 2005)** projektowa odporność na wyboczenia [kN] głównej i małej osi kształtowników krzyżowych ze stali HISTAR® 460.

	Osi	Odporność na ściskanie $N_{b,y,Rd}$ $N_{b,z,Rd}$ (kN) dla długości wyboczeń (m)												
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Krzyża HL 1100 x 607	$N_{b,y,Rd}$	71039	71039	71039	70020	68374	66721	65046	63342	61598	59807	57967	56077	54139
	$N_{b,z,Rd}$	71039	71039	71039	70221	68615	67004	65375	63719	62027	60292	58511	56682	54806
Krzyża HL 1000 x 642	$N_{b,y,Rd}$	75125	75125	75125	73441	71578	69699	67788	65835	63828	61762	59635	57450	55214
	$N_{b,z,Rd}$	75125	75125	75125	73708	71899	70078	68229	66343	64408	62419	60373	58270	56116
Krzyża HL 920 x 656	$N_{b,y,Rd}$	76752	76752	76752	74586	72590	70571	68513	66402	64227	61986	59677	57306	54887
	$N_{b,z,Rd}$	76752	76752	76752	74891	72958	71008	69022	66991	64901	62750	60534	58258	55931
Krzyża HL 920 x 725	$N_{b,y,Rd}$	84801	84801	84801	82472	80280	78064	75805	73489	71105	68647	66116	63517	60863
	$N_{b,z,Rd}$	84801	84801	84801	82846	80731	78598	76429	74210	71929	69581	67164	64681	62141
Krzyża HL 1000 x 748	$N_{b,y,Rd}$	87605	87605	87605	85771	83624	81461	79264	77019	74713	72342	69901	67393	64826
	$N_{b,z,Rd}$	87605	87605	87605	86129	84054	81969	79854	77698	75489	73220	70886	68488	66031
Krzyża HL 920 x 787	$N_{b,y,Rd}$	92071	92071	92071	89638	87278	84893	82464	79975	77413	74773	72054	69262	66410
	$N_{b,z,Rd}$	92071	92071	92071	90069	87798	85508	83181	80803	78360	75846	73258	70600	67878
Krzyża HL 1000 x 883	$N_{b,y,Rd}$	103402	103402	103402	101400	98899	96381	93826	91216	88540	85787	82955	80045	77065
	$N_{b,z,Rd}$	103402	103402	103402	101891	99489	97076	94634	92146	89599	86986	84299	81540	78711
Krzyża HL 920 x 970	$N_{b,y,Rd}$	111159	111159	111159	108615	105847	103055	100215	97311	94327	91255	88092	84843	81519
	$N_{b,z,Rd}$	111159	111159	111159	109238	106597	103940	101246	98498	95683	92790	89814	86757	83625
Krzyża HL 1000 x 976	$N_{b,y,Rd}$	111735	111735	111735	109818	107165	104498	101793	99035	96208	93304	90317	87248	84104
	$N_{b,z,Rd}$	111735	111735	111735	110389	107851	105305	102730	100111	97434	94689	91870	88975	86007
Cruciform HL 920 x 1077	$N_{b,y,Rd}$	123331	123331	123331	120665	117625	114562	111448	108266	104997	101634	98172	94616	90975
	$N_{b,z,Rd}$	123331	123331	123331	121410	118522	115618	112677	109681	106612	103461	100222	96894	93483
Krzyża HL 920 x 1194	$N_{b,y,Rd}$	136816	136816	136816	134043	130710	127351	123940	120457	116881	113204	109419	105531	101549
	$N_{b,z,Rd}$	136816	136816	136816	134941	131789	128622	125418	122156	118819	115395	111878	108264	104559
Krzyża HL 920 x 1269	$N_{b,y,Rd}$	145357	145357	145357	142531	139014	135471	131876	128205	124438	120566	116581	112487	108294
	$N_{b,z,Rd}$	145357	145357	145357	143525	140208	136878	133510	130084	126580	122987	119297	115506	111620
Krzyża HL 920 x 1377	$N_{b,y,Rd}$	157652	157652	157652	154264	150383	146471	142495	138432	134260	129966	125547	121007	116359
	$N_{b,z,Rd}$	157652	157652	157652	155601	151990	148364	144697	140965	137148	133233	129211	125080	120845

Więcej oznaczeń kształtowników dostępe jest na stronie orangebook.arcelormittal.com

5. Wytyczne dotyczące fabrykacji

1. Ogólne

Zalecenia ogólne podane w niniejszym rozdziale muszą być przestrzegane w celu zapewnienia prawidłowej fabrykacji, spawania i obróbki cieplnej drobnoziarnistych stali o dużej wytrzymałości HISTAR® 355 i HISTAR® 460 do zastosowań konstrukcyjnych i przybrzeżnomorskich.

W uzupełnieniu do tych wytycznych, należy wziąć pod uwagę wymagania lokalnych przepisów. W szczególności, fabrykacja powinna być przeprowadzona zgodnie z EN 1090-2 i EN1011-2.

Te zalecenia nie zwalniają ze stosowania ogólnie przyjętych zasad sztuki inżynierskiej.

W przypadku aspektów nie objętych niniejszymi wytycznymi, zalecamy zwrócić się o poradę do Doradców technicznych ArcelorMittal Europe Long Products.

2. Obróbka mechaniczna

Belki HISTAR® 355/460 mogą być obrabiane mechanicznie na takich samych zasadach jak stale konstrukcyjne mające taki sam poziom wytrzymałości na rozciąganie. Zużycie narzędzi w procesie wiercenia i skrawania belek w gatunkach HISTAR® jest podobne do jednej z belek z gatunków konstrukcyjnych o takim samym poziomie wytrzymałości.

3. Cięcie termiczne

Belki HISTAR® 355/460 mogą być cięte przy użyciu procesów termicznych normalnie stosowanych dla stali konstrukcyjnych mających taki sam poziom wytrzymałości na rozciąganie. Typowo nie jest wymagane podgrzewanie wstępne, kiedy cięcie palnikiem jest wykonywane przy temperaturze otoczenia > 0° C.

Jak dla każdej stali, zaleca się wstępnie ogrzać obszar, na którym wykonywane będzie przecinanie płomieniem, do 50°C, jeżeli wyrób jest wilgotny, lub gdy temperatura wynosi poniżej 0°C.

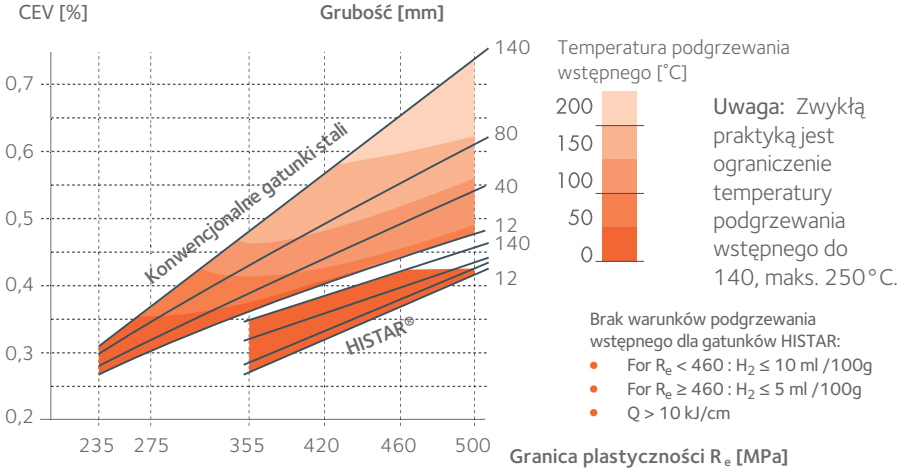
Jak dla każdej stali, dodatkowo zaleca się, by termicznie przecinane wycięcia w belkach i otwory dostępu dla spawania kształtowników gorącowalcowanych o grubości stopki przekraczającej 50mm były podgrzewane wstępnie do temperatury nie niższej niż 65°C. Jeżeli określono, termicznie przecinane powierzchnie wycięć w belkach i otworów dostępu do spawania należy szlifować do błyszczącego metalu i sprawdzać badaniem magnetycznym proszkowym lub metodami penetracyjnymi.

4. Spawanie

Stale HISTAR® oferują dobrą spawalność dla procesów ręcznych i automatycznych, pod warunkiem przestrzegania ogólnych zasad dotyczących spawania. Spawanie metalu łukiem osłoniętym (SMAW) lub spawanie łukowe ręczne (MMA), Spawanie łukowe metalu w osłonie gazu (MIG/MAG), spawanie łukowe drutem rdzeniowym proszkowym (FCAW), i spawanie łukiem krytym (SAW) są procesami stosowanymi z powodzeniem do spawania stali HISTAR® w gatunkach 355 i 460.

Powierzchnie rowkowe cięte gazowo należy przed spawaniem oczyścić ze zgorzeliny przez szlifowanie. Stale HISTAR® 355 / 460 i konwencjonalne gatunki konstrukcyjne należy łączyć przez spawanie. Dla tych przypadków, warunki spawania gatunku konwencjonalnego należy włączyć do procedury spawalniczej.

Rysunek 8: Temperatury podgrzewania wstępnego dla gatunków konwencjonalnych stali konstrukcyjnych i gatunków HISTAR (wg. EN 1011-2:2001/metoda A)



Uwaga: Zwykłą praktyką jest ograniczenie temperatury podgrzewania wstępnego do 140, maks. 250°C.

Brak warunków podgrzewania wstępnego dla gatunków HISTAR:

- For $R_e < 460 : H_2 \leq 10$ ml /100g
- For $R_e \geq 460 : H_2 \leq 5$ ml /100g
- Q > 10 kJ/cm

$$CEV\ (\%) = C + \frac{Mn}{6} + \frac{(Cr+Mo+V)}{5} + \frac{(Cu+Ni)}{15}$$

Diandong Powerplant, P.R China (ChRL)

4.1 Temperatury podgrzewania wstępnego

Temperatura podgrzewania wstępnego w celu zapobieżenia pękaniu na zimno odpowiada najniższej temperaturze przed rozpoczęciem pierwszego przebiegu, poniżej którego rejon spoiny nie obrywa się podczas spawania.

Dzięki niskim wartościom równoważnika węgla gatunków HISTAR® (patrz rysunek 8), na ogół nie ma potrzeby podgrzewania wstępnego , o ile:

- ciepło doprowadzone mieści się w zakresie Q (według EN 1011-1) pomiędzy 10 i 60 kJ/cm
- temperatura wyrobu wynosi > 0 °C
- używane są elektrody o niskiej zawartości wodoru i niskim równoważniku węgla

Shanghai World Finance Center, P.R. China (ChRL)

Tabela 14: Wymagania podgrzewania wstępnego dla stali HISTAR 460 wg. EN 1011-2/metoda A

Grubość łączna [mm]	Zawartość wodoru w materiałach spawalniczych [ml/100 g]			
	5-10		≤ 5	
	Ciepło doprowadzone [kJ/cm]		Ciepło doprowadzone [kJ/cm]	
	10-15	15-60	10-15	15-60
≤50 > 50	Bez ogrzewania wstępnego 100°C	Bez ogrzewania wstępnego	Bez ogrzewania wstępnego	Bez ogrzewania wstępnego

Stal HISTAR® 460 może być także spawana materiałami eksploatacyjnymi zawierającymi wodór na poziomie pomiędzy 5 i 10 ml/100g. W tym przypadku zalecane jest nieznaczne podgrzewanie, kiedy łączymy grube przekroje przy niskim zakresie ciepła doprowadzonego.

Tabela 14 pokazuje wymagania podgrzewania mające zastosowanie dla stali w gatunku HISTAR® 460 w funkcji grubości, ciepła doprowadzonego i zawartości wodoru materiałów spawalniczych.

Podgrzewanie może być wymagane przy temperaturach otoczenia < 0° C, elektrodach o dużej zawartości wodoru, wysokich warunkach ograniczających lub spoinach o niskim doprowadzeniu ciepła (takich jak spoiny naprawcze, spoiny sczepne lub pojedyncze przejścia spoin na grubym materiale). W przypadku zastosowań specjalnych, fabrykator może stosować bardziej konserwatywne procedury podgrzewania wstępnego. W żadnym wypadku, podgrzewanie wstępne nie jest szkodliwe dla jakości gatunków HISTAR®, jeżeli czas schładzania od 800°C do 500°C jest krótszy niż 25s. Ten warunek jest spełniony przy zwykłej energii spawania i temperaturze podgrzewania wstępnego. W przeciwnym razie, należy zapytać producenta stali HISTAR® o radę.

Jak dla każdej stali, EN 1090-2 7.5.3 określa, że powierzchnie do spawania muszą być suche i wolne od kondensacji. Jeżeli temperatura materiału do spawania wynosi poniżej 5°C, może być konieczne odpowiednie podgrzanie.

4.2 materiały pomocnicze do spawania

Należy wybrać metal dodatkowy w celu zapewnienia przewidzianych własności mechanicznych połączenia spawanego. Materiały spawalnicze należy wybierać według następujących kryteriów:

Własności mechaniczne metalu spoiny muszą odpowiadać wymaganiom gatunku HISTAR®, w szczególności energii udarowej, pasujące lub nieco "wyższe (overmatching)" własności mechaniczne przy rozciąganiu, w porównaniu z metalem rodzimym są powszechną praktyką spawalniczą,

- Aby używać procedury "bez podgrzewania wstępnego", zawartość rozproszonego wodoru w nałożonym metalu spoiny musi być niska, t.j. H2 ≤ 10ml/100g dla HISTAR® 355 i H2 ≤ 5ml/100g dla HISTAR® 460,
- podstawowe elektrody otulone i topniki należy przed użyciem suszyć przez 2 godziny w temperaturze 300° C i przechowywać w temperaturze 150°C w piecu suszarniczym i/lub w stanie lekkiego drżenia. Kiedy używamy elektrod suchych, wymagane jest tylko składowanie w temperaturze 150°C. Nadmierną chropowatość należy usuwać przez obróbkę mechaniczną lub szlifowanie. Należy przestrzegać zaleceń producenta,
- Zastosowanie mają warunki producenta materiałów spawalniczych,
- jeżeli chodzi o spawanie konwencjonalnych stali konstrukcyjnych, elektrody zawierające nikiel są zalecane w przypadku wymagań dużej odporności na obciążenia dynamiczne przy niskich temperaturach (np. mosty, urządzenia przybrzeżnomorskie).

Tabela 15 podsumowuje informacje pozwalające na wybór odpowiednich materiałów spawalniczych: właściwości mechaniczne przy rozciąganiu i właściwości udarnościowe gatunków HISTAR® oraz normy dotyczące klasyfikacji materiałów spawalniczych dla różnych procesów spawalniczych. Typowe przykłady dla wybierania materiałów spawalniczych są ujęte w tabeli. Inne rodzaje mogą także być odpowiednie. Porady dla zastosowań komercyjnych dostępne są na żądanie i mogą być udzielone przez producentów materiałów spawalniczych.

Zawartość wodoru w materiałach spawalniczych wskazana jest w oznaczeniu normatywnym jako H5 lub H10, odpowiednio dla zawartości niższej niż 5 lub 10 ml/100g. Brak jest wodoru w materiałach spawalniczych dla procesów spawania bez topnika (GMAW, MAG).

4.3 Przygotowanie ukosowania spoiny

Wykonanie ukosowania można wykonać przez cięcie tlenowe, frezowanie, cięcie plazmowe lub cięcie strumieniem wody. Ukosowanie dla spoin V i pół-V możliwe jest bez ograniczeń. Dla innych rodzajów ukosowania (spoiny K lub X) w materiale o grubości większej niż 63 mm, zaleca się umieszczenie grani spoiny na wysokości około jednej trzeciej do jednej czwartej grubości materiału.

Jak w przypadku każdej stali, przed spawaniem, ukosowana powierzchnia powinna być wolna od smaru, wilgoci, rdzy, powłok, itp. Nadmierną chropowatość należy usunąć przez obróbkę mechaniczną lub szlifowanie.

5. Odprężanie

Obróbka cieplna odprężająca po spawaniu (PWHT) może być konieczna, kiedy rozplanowanie konstrukcji i/lub spodziewany stan naprężeń po spawaniu

wymaga redukcji naprężeń szczątkowych. Odprężanie stali w gatunkach HISTAR® wykonywane jest w temperaturach pomiędzy 530° C i 580° C. Czas utrzymywania powinien wynosić 2 minuty na mm grubości wyrobu, ale nie mniej niż 30 minut i nie więcej niż 90 minut.

6. Prostowanie poprzez obróbkę cieplną

Prostowanie przez obróbkę cieplną definiowane jest jako szybkie i miejscowe ogrzewanie w celu eliminacji odkształceń lub w celu nadania wymaganego kształtu elementowi konstrukcyjnemu. Gatunki HISTAR® 355/460 mogą być prostowane zgodnie z następującymi procedurami zwykle stosowanymi dla stali drobnoziarnistych. Temperatura prostowania może wzrosnąć do 650°C w przypadku miejscowego ogrzania pełnego przekroju. W przypadku miejscowego ogrzewania powierzchniowego, temperatura prostowania płomieniowego może wzrosnąć do 900°C. Dalsze wytyczne dotyczące prostowania płomieniowego podane są w CEN/TR 10347:2006. Aby poprawić skuteczność procesu prostowania przez wprowadzenie ciepła, dla elementu konstrukcyjnego, należy zastosować siły ograniczające poprzez kalibrowane siłowniki lub inne odpowiednie urządzenia. Na obszarach podlegających prostowaniu płomieniowemu, naprężenia pochodzące od sił ograniczających muszą być mniejsze niż granica plastyczności stali w podwyższonej temperaturze.

7. Kształtowanie na gorąco

Operacje kształtowania na gorąco i normalizowania w temperaturach wyższych niż temperatury wyżarzania odprężającego nie są odpowiednie dla stali HISTAR®.

8. Kształtowanie na zimno

Zachowanie stali HISTAR® podczas kształtowania na zimno jest porównywalne z jedną z konwencjonalnych stali konstrukcyjnych z tego samego zakresu wytrzymałości na rozciąganie. Zastosowanie mają zwykłe reguły dotyczące odkształceń na zimno. W szczególności, zaleca się kontrolowanie i ograniczanie stopnia odkształcenia na zimno. Kształtowanie na zimno zmienia właściwości mechaniczne stali; powinny one pozostać kompatybilne z przeznaczeniem konstrukcji.

9. Cynkowanie

Gatunki HISTAR® dostarczane są z zawartością krzemu w zakresie pomiędzy 0,14 % i 0,25 % i jako takie mają zdolność tworzenia warstwy cynku podczas cynkowania ogniowego. Zalecenia dotyczące fabrykacji dla elementów stalowych przeznaczonych do cynkowania muszą być przestrzegane. Bardziej szczegółowe informacje na ten temat podane są w broszurze "Ochrona przed korozją walcowanych kształtowników stalowych poprzez cynkowanie ogniowe" (dostępne na życzenie).

10. Prefabrykacja belek

Aby zaoszczędzić czas i koszty dla klienta, kształtowniki stalowe konstrukcyjne z ArcelorMittal mogą być dostarczane z obróbką, taką jak cięcie na zimno, wiercenie, obróbka, prostowanie, wyginanie, ukosowanie krawędzi spoin, spawanie i obróbka powierzchniowa.

Tabela 15: Wybór metali materiałów spawalniczych zgodnie z klasyfikacją europejską

Gatunek	Próba rozciągania			Próba udarności z karbem		Proces spawania (EN ISO 4063:2010)			
						SMAW (111)	MAG (135) GMAW (13)	FCAW (136)	SAW (121)
HISTAR	R_e min [MPa]	R_m [MPa]	A_{5d} min [%]	Temperatura [°C]	Min. energia [J]	Standard (oznaczenie)	Standard (oznaczenie)	Standard (oznaczenie)	Standard (oznaczenie)
355	355	470-630	22	-20	40	EN ISO 2560-A (E 42 3 *** H5)	EN ISO 14341-A (G 42 3 ***)	EN ISO 17632-A (T 42 3 *** H10)	EN ISO 14174 EN ISO 14171
355 L	355	470-630	22	-50	27	EN ISO 2560-A (E 42 5 *** H5)	EN ISO 14341-A (G 42 5 ***)	EN ISO 17632-A (T 42 5 *** H5)	EN ISO 14174 EN ISO 14171
355 TZK- OS	355	460-620	22	-40	50				
460	460	540-720	17	-20	40	EN ISO 2560-A (E 46 3 *** H5)	EN ISO 14341-A (G 46 3 ***)	EN ISO 17632-A (T 46 3 *** H5)	EN ISO 14174 EN ISO 14171
460 L	460	540-720	17	-50	27	EN ISO 2560-A (E 46 5 *** H5)	EN ISO 14341-A (G 46 5 ***)	EN ISO 17632-A (T 46 5 *** H5)	EN ISO 14174 EN ISO 14171
460 TZK- OS	460	540-720	17	-40	60				

6. Warunki techniczne dostawy

1. Tolerancje walcownicze

Tolerancje wymiarów i masy belek w gatunkach HISTAR® i w stalach konstrukcyjnych są identyczne. Są one podane w katalogu sprzedaży “Belki, ceowniki i pręty walcowane zwykłej jakości”.

2. Próby mechaniczne

Dla gatunków konstrukcyjnych HISTAR® wykonywana jest próba rozciągania i próba udarnościowa Charpy'ego z karbem trójkątnym V zgodnie z EN 10025-1:2004. Próby uzupełniające są możliwe po uzgodnieniu dodatku.

Liczba prób wytrzymałościowych dla gatunków przybrzeżnomorskich HISTAR® Offshore jest zgodna z EN 10225-2:2019, t.j. raz na 40 t ich części. Wykonywane są następujące próby: jedna próba rozciągania i jeden zestaw trzech prób udarnościowych Charpy'ego z karbem trójkątnym V. Położenie i orientacja próbek dla tych prób są zgodne z EN 10225-2:2019. Próby uzupełniające, takie jak przez grubość, próby rozciągania według EN 10164:2018 i próby udarnościowe w kierunku poprzecznym można wykonywać po uzgodnieniu dodatku.

Jeżeli żądane są inne próby, takie jak próba oceny spawalności, należy je uzgodnić.

3. Badania ultradźwiękowe

Badanie ultradźwiękowe jest wykonywana po uzgodnieniu dodatku. Procedura testu musi być uzgodniona pomiędzy kupującym i producentem.

W przypadku zamówienia zgodnego z EN 10164:2018, wykonuje się badanie ultradźwiękowe zgodnie z EN 10306:2014 klasa 2.3.

4. Certyfikacja

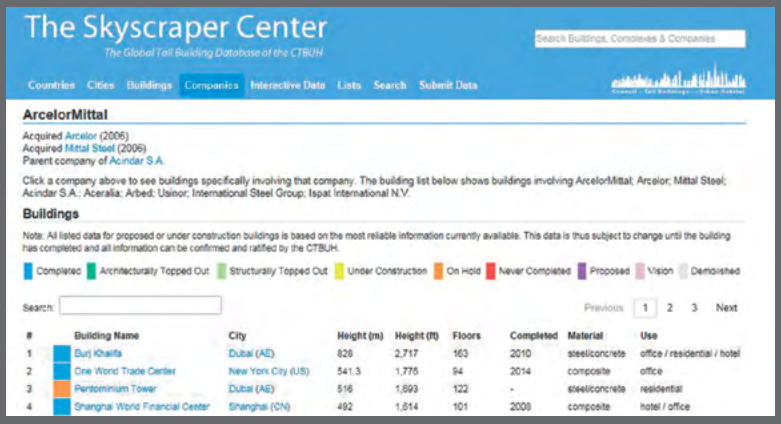
Rodzaj certyfikacji należy określić w chwili zamówienia.

5. Usuwanie wad powierzchniowych

Belki HISTAR® są dostarczane standardowo z zakładu (ex-mill) o jakości powierzchni zgodnej z EN 10163-3:2004, Klasa C, Podklasa 1. Inne warunki są możliwe po uzgodnieniu.

Materiał może być dostarczony po śrutowaniu z powłoką lub bez powłoki po uzgodnieniu dodatku. Procedury muszą być uzgodnione pomiędzy kupującym i producentem. Materiał śrutowany z powłoką lub bez powłoki może być dostarczony ze stanem powierzchni zgodnie z EN 10163-3:2004, Klasa D, po uzgodnieniu dodatku.

7. Projekty referencyjne



Więcej na temat fi rmy ArcelorMittal można znaleźć w centrum wieżowca: http://www.skyscrapercenter.com/company/7007

Projekty w Europie	Lokalizacja
REMBRANDT TOWER	AMSTERDAM, NL
SPORTPALEIS	ANTWERPEN, BE
HAVENHUIS	ANTWERPEN, BE
TORRE MAPFRE	BARCELONA, ES
HAUPTBAHNHOF	BERLIN, DE
VELODROM	BERLIN, DE
COLMORE ROW	BIRMINGHAM, GB
POSTTOWER	BONN, DE
MESSEHALLEN	BREMEN, DE
BELGACOM TOWER	BRUSSELS, BE
ESPACE LEOPOLD	BRUSSELS, BE
SALLE MULTISPORT	DUNKERQUE, FR
ST. JAMES	EDINBURGH, GB
VARIOUS BEARING PILE PROJECTS	EUROPE
VARIOUS PARKING PROJECTS	EUROPE
THE SQUAIRE	FRANKFURT, DE
VOIRON	GRENOBLE, FR
CENTRE DE RETRAITEMENTS DES DECHETS	ISSY LES MOULINEAUX, FR
DIAMOND OF ISTANBUL	ISTANBUL, TR
FENERBAHCE BASKETBALL ARENA	ISTANBUL, TR
HILTON DOUBLETREE HOTEL	ISTANBUL, TR
SABIHA GOKCEN HANGARS	ISTANBUL, TR
TARABYA HOTEL	ISTANBUL, TR
ZORLU TOWER	ISTANBUL, TR
RHEINENERGIE STADION	KÖLN, DE
1 BANK STREET	LONDON, GB
THE PINNACLE	LONDON, GB
100 BISHOPSGATE	LONDON, GB
25 CHURCHILL PLACE	LONDON, GB
EDWARDIAN HOTEL	LONDON, GB
THAMES TOWER / NINE ELMS	LONDON, GB
THE 22 BISHOPSGATE	LONDON, GB
CAR PARK AT FOOTBALL STADIUM	LUXEMBOURG, LU
TORRE BANKIA	MADRID, ES
PUERTE EUROPA	MADRID, ES
TORRE CRISTAL	MADRID, ES
TORRE REPSOL	MADRID, ES
THE FACTORY	MANCHESTER, GB
MANCHESTER CITY MINI STADIUM	MANCHESTER, GB
DESIO TOWER	MILANO, IT

Projekty w Europie	Lokalizacja
DIAMOND TOWER LE VARESINE	MILANO, IT
GIAX TOWER	MILANO, IT
HOTEL DE VILLE	MONTPELLIER, FR
SALLE DE SPECTACLE	MONTPELLIER, FR
NABEREZHNAYA TOWER	MOSCOW, RU
EMBANKMENT TOWER	MOSCOW, RU
EURASIA TOWER	MOSCOW, RU
FEDERATION COMPLEX	MOSCOW, RU
AKRO PLASTIC	NIEDERZISSEN, DE
VARIOUS OFF-SHORE PLATFORMS	NORTH SEA, UK+N
ARENA 92	PARIS, FR
IMMEUBLE BASALTE	PARIS, FR
TOUR D2	PARIS, FR
STADE DE LA ROUTE DE LORIENT	RENNES, FR
EUROPEAN PATENT OFFICE	RIJSWIJK, NL
NEW ORLEANS TOWER	ROTTERDAM, NL
LAKHTA CENTER	ST. PETERSBURG, RU
STADSKANTOOR	UTRECHT, NL
DAEWOO TOWER	WARSAW, PL

Mosty	Lokalizacja
OA1-OA2-OA3 RING ROAD	ARLES, FR
LIAISON MICHEVILLE	BELVAL, LU
OA5 - OA6 / RAILWAY LINE	BETTEMBOURG, LU
PUENTE CAMÚ - LA VEGA BRIDGE	DOM.REP., DR
A16 MOTORWAY 20 OVERPASSES	FRANCE, FR
DANNERALLEE	HAMBURG, DE
ISTANBUL LRT BRIDGES	ISTANBUL, TR
S-16/S-51 EXPRESS ROAD	OLSZTYN, PL
A-1 HIGHWAY TASK D	RADOMSKO PL
DP-1256R	RZUCHOW PL
SAN DIEGO AIRPORT PEDESTRIAN BRIDGE	SAN DIEGO, CA
VIA RAPIDA BRIDGE	TEGUCIGALPA, HN
TENAY BRIDGE	TENAY, FR
E-4 / CENTRALNA MAGISTRALA KOLEJOWA (CMK)	ZAWIERCIE, PL

Projekty w Azji	Lokalizacja
ASTANA ARENA	ASTANA, KZ
NEW POLY PLAZA	BEIJING, CN
J57 MINI SKY CITY	CHANGSHA, CN
QUATAR INTERNATIONAL AIRPORT	DOHA, QA
ROYAL ATLANTIS	DUBAI, AE
EMIRATES ENGINEERING CENTRE & MAINTENANCE HALLS	DUBAI, AE
EMIRATES TOWERS	DUBAI, AE
PENTOMINIUM TOWER	DUBAI, AE
VIETIN BANK BUSINESS CENTRE	HANOI, VN
LANDMARK 81	HO CHI MINH CITY, VN
EXHIBITION STATION & WESTERN APPROACH TUNNEL	HONG KONG, CN
VARIOUS BEARING PILES	HONG KONG, CN
IMPERIUM TOWER	MANILA, PH
DAIEC CONVENTION CENTRE	MUMBAI, IN
TRUMP TOWER	MUMBAI, IN
CMA TOWER	RIYADH, SA
SHANGHAI WORLD FINANCIAL CENTER	SHANGHAI, CN
CHANGI AIRPORT	SINGAPORE, SG
DUO RESIDENCES	SINGAPORE, SG
SINGAPORE STATE COURT	SINGAPORE, SG
BLAST DOOR FOR NEW HIGH COURT	SINGAPORE, SG
EREN PAPER FACTORY	TEKIRDAG, TR
DIANDONG POWER PLANT	YUNNAN, CN
LANXI POWER PLANT	ZHEJIANG, CN

Projekty w Australii	Lokalizacja
ILUKA	GOLD COAST, AU
SOUTHERN CROSS	MELBOURNE, AU
SOUTHERN CROSS II	MELBOURNE, AU

Projekty w Ameryce Południowej	Lokalizacja
ATRIO TOWER	BOGOTA, CO
BOILER STRUCTURE	MEXICO, MX
POWER PLANT EMPALME II	SONORA, MX
TRINIDAD MANSION	TRINIDAD, TT

Projekty w USA i Kanadzie	Lokalizacja
BROWARD COUNTY CIVIC	ARENA MIAMI, FL
AT&T STADIUM	ARLINGTON, TX
AUSTIN CONVENTION CENTER	AUSTIN, TX
BALTIMORE CONVENTION CENTER	BALTIMORE, MD
US CENSUS BUILDING	BIRMINGHAM, AL
111 HUNTINGTON AVENUE	BOSTON, MA
1-7 DALTON HOTEL & RESIDENCES	BOSTON, MA
33 ARCH STREET	BOSTON, MA
BOSTON ARTERY	BOSTON, MA
TD GARDEN	BOSTON, MA
HARVARD UNIVERSITY	BOSTON, MA
MANULIFE TOWER	BOSTON, MA
ONE GATEWAY	BOSTON, MA
PIER 4 OFFICE BUILDING	BOSTON, MA
ST. JAMES PROJECT	BOSTON, MA
WESTIN HQ HOTEL AT THE BCEC	BOSTON, MA
THE BOW	CALGARY, AB
EIGHTH AVENUE PLACE	CALGARY, AB
BROOKFIELD PLACE	CALGARY, AB
MANULIFE TOWER	CALGARY, AB
PENNY LANE	CALGARY, AB
525 UNIVERSITY AVENUE	TORONTO, ON
TIME WARNER CABLE ARENA	CHARLOTTE, NC
300 NORTH LASALLE	CHICAGO, IL
111 SOUTH WACKER	CHICAGO, IL
150 NORTH RIVERSIDE	CHICAGO, IL
151 NORTH FRANKLIN	CHICAGO, IL
155 NORTH WACKER	CHICAGO, IL
ANN & ROBERT H. LURIE CHILDREN'S HOSPITAL	CHICAGO, IL
MOMO	CHICAGO, IL
LOUIS A. SIMPSON AND KIMBERLY K. QUERREY BIOMEDICAL RESEARCH CENTER	CHICAGO, IL
ONE SOUTH DEARBORN	CHICAGO, IL
PRENTICE WOMEN'S HOSPITAL	CHICAGO, IL
CENTER FOR CARE AND DISCOVERY, UNIVERSITY OF CHICAGO MEDICINE	CHICAGO, IL
PROSPERA CENTRE	CHILLIWACK, BC
KREMCO - OFFSHORE PLATFORMS	CLEARFIELD, UT
CORONA CITY HALL	CORONA, CA
SOUTH PLACER JUSTICE CENTER	ROSEVILLE, CA
CIVIC CENTER PLAZA	WALNUT CREEK, CA
APPLE PARK	CUPERTINO, CA
MALKER HALL, U OF CALIFORNIA	DAVIS, CA
TRICO STEEL MILL	DECATUR, AL
FREDERIC C. HAMILTON BUILDING	DENVER, CO
COLORADO CONVENTION CENTER	DENVER, CO
KRAUSE GATEWAY CENTRE	DES MOINES, IA
NORTHWEST AIRLINE HANGAR	DETROIT, MI
PRESSAGE FACTORY	EDMONTON, AB
CHIRON LIFE SCIENCES BUILDING	EMERYVILLE, CA
MCCORMICK PLACE EXP.	EMERYVILLE, CA
BOIENG 777 ASSEMBLY BULDING	EVERETT, WA
ALERUS CENTER	GRAND FORKS, ND
TOWER AT CCCC	FRESNO, CA
CARDINALS STADIUM	GLENDALE, AZ
GLENDALE PLAZE	GLENDALE, AZ
DEVOS PLACE	GRAND RAPIDS, MI
GLIDER OFFSHORE	GULF OF MEXICO
URSA OFFSHORE	GULF OF MEXICO
HARTFORD 21/ TOWN SQUARE	HARTFORD, CT
INGLEWOOD STADIUM	HOUSTON, TX
NRG STADIUM (HOUSTON TEXANS)	HOUSTON, TX

Projekty w USA i Kanadzie	Lokalizacja
LUCAS OIL STADIUM (INDIANAPOLIS COLTS)	INDIANAPOLIS, IN
COSMOPOLITAN	LAS VEGAS, NV
FOUNTAINBLEAU CASINO	LAS VEGAS, NV
LAS VEGAS CLUB TOWER	LAS VEGAS, NV
MGM CASINO HOTEL	LAS VEGAS, NV
THE PALAZZO	LAS VEGAS, NV
RED ROCK CASINO	LAS VEGAS, NV
LIVERMORE CIVIC CENTER LIBRARY	LIVERMORE, CA
ONE LONDON PLACE	LONDON, ON
1220 FOUNDATION TOWER HOSPITAL	LOS ANGELES, CA
2000 AVENUE OF THE STARS	LOS ANGELES, CA
CALTRANS DISTRICT 7 HQ	LOS ANGELES, CA
CHASE CENTER BASKETBALL ARENA FOR THE GOLDEN STATE WARRIORS	LOS ANGELES, CA
LOMA LINDA HOSPITAL / MEDICAL CENTER	LOS ANGELES, CA
MENLO GATEWAY OG.	LOS ANGELES, CA
NETHERCUTT CAR MUSEUM	LOS ANGELES, CA
UCLA, CNSI COURT OF SCIENCES BUILDING	LOS ANGELES, CA
WEST ANGELES CATHEDRAL	LOS ANGELES, CA
JEWISH HOSPITAL (SMARTBEAM)	LOUISVILLE, KY
ST. FRANCIS HOSPITAL	LYNWOOD, CA
TORRE REFORMA 509	MEXICO, ME
BRICKELL CITY CENTER	MIAMI, FL
MARLINS PARK	MIAMI, FL
ADRIENNE ARSHT CENTER FOR THE PERFORMING ARTS	MIAMI, FL
MILLER PARK	MILWAUKEE, WI
WISCONSIN ENTERTAINMENT AND SPORTS CENTER	MILWAUKEE, WI
NORTHWESTERN MUTUAL TOWER AND COMMONS	MILWAUKEE, WI
GUTHRIE THEATER	MINNEAPOLIS, MN
MINNEAPOLIS CONVENTION CENTER	MINNEAPOLIS, MN
U.S. BANK STADIUM (MINNEAPOLIS VIKINGS)	MINNEAPOLIS, MN
AIOC BUILDING	MONTREAL, QC
EL CAMINO HOSPITAL	MOUNTAIN VIEW, CA
HUDSON YARDS	NEW YORK, NY
217 WEST 57TH STREET*	NEW YORK, NY
ONE WORLD TRADE CENTER	NEW YORK, NY
THREE WORLD TRADE CENTER	NEW YORK, NY
FOUR WORLD TRADE CENTER	NEW YORK, NY
250 WEST 55TH STREET	NEW YORK, NY
300 MADISON AVENUE	NEW YORK, NY
425 PARK AVENUE	NEW YORK, NY
BARUCH COLOGE	NEW YORK, NY
BROOKLYN RENAISSANCE	NEW YORK, NY
4 TIMES SQUARE	NEW YORK, NY
5 TIMES SQUARE	NEW YORK, NY
HEARST TOWER	NEW YORK, NY
JAVITS CENTRE	NEW YORK, NY
MORGAN STANLEY DEAN WITTER PLAZA	NEW YORK, NY
PALLADIUM ATHLETIC FACILITY	NEW YORK, NY
ONE MANHATTAN WEST	NEW YORK, NY
RANDOM HOUSE TOWER	NEW YORK, NY
RIVER AIR	NEW YORK, NY
SLOAN-KETTERING HOSPITAL	NEW YORK, NY
STANDARD HOTEL	NEW YORK, NY
WORLD TRADE CENTER TRANSPORTATION HUB	NEW YORK, NY
FOUR WORLD TRADE CENTER	NEW YORK, NY
KAISER HOSPITAL	OAKLAND, CA

Projekty w USA i Kanadzie	Lokalizacja
POTLACH	NEW ORLEANS, LA
CANADIAN TIRE CENTRE (OTTAWA SENATORS)	OTTAWA, ON
CIRA CENTRE	PHILADELPHIA, PA
CHASE FIELD (ARIZONA DIAMONDBACKS)	PHOENIX, AZ
PHOENIX CONVENTION CENTER	PHOENIX, AZ
ARIZONA CARDINALS NFL STADIUM	PHOENIX, AZ
PHELPS DODGE TOWER	PHOENIX, AZ
POMONA SCIENCE BUILDING	POMONA, CA
PROVIDENCE NORTH PAVILION	PORTLAND, OR
MODA CENTER (PORTLAND TRAILBLAZERS)	PORTLAND, OR
PROVIDENCE PLACE	PROVIDENCE, RI
RALEIGH CONVENTION CENTER	RALEIGH, NC
TEXAS STATION (TRUSS)	RENO, NV
VIRGINIA BEACH CONVENTION CENTER	RICHMOND, VA
MAYO CLINIC	ROCHESTER, MN
SHERATON GRAND BALLROOM	SACRAMENTO, CA
INTERMOUNTAIN MEDICAL CENTER (IMC)	SALT LAKE CITY, UT
LDS ASSEMBLY BUILDING	SALT LAKE CITY, UT
850 CHERRY AVENUE	SAN BRUNO,CA
ADVANCED EQUITIES PLAZA	SAN DIEGO, CA
BROADWAY 655	SAN DIEGO, CA
CALTRANS BUILDING	SAN DIEGO, CA
181 FREEMONT	SAN FRANCISCO, CA
555 MISSION STREET	SAN FRANCISCO, CA
199 FREEMONT STREET	SAN FRANCISCO, CA
MOSCONE CENTER	SAN FRANCISCO, CA
SALESFORCE TOWER	SAN FRANCISCO, CA
ADOBE SYSTEMS HD - PHASE II	SAN JOSE, CA
MAYAGUEZ SHOPPING CENTER	SAN JUAN, PR
VISA BUILDING	SAN MATEO, CA
KAISER HOSPITAL	SANTA CLARA, CA
WATER TOWER	SANTA MONICA, CA
ST. JOHNS HOSPITAL	SANTA MONICA, CA
RUSSEL INVESTMENTS CENTER	SEATTLE, WA
5TH AND COLUMBIA	SEATTLE, WA
HYATT REGENCY SEATTLE	SEATTLE, WA
MARINERS STADIUM PRACTICE FIELD	SEATTLE, WA
NEW PACIFIC NW BASEBALL PARK	SEATTLE, WA
WASHINGTON MUTUAL HQ - SEATTLE ART MUSEUM	SEATTLE, WA
TESLA GIGAFACTORY	SPARKS, NV
TRANS WORLD DOME	ST. LOUIS, MO
NATIONWIDE ARENA	ST. PAUL, MN
LUCILE PACKERD CHILDREN'S HOSPITAL / STANFORD UNIVERSITY MEDICAL CENTRE	STANFORD, CA
BROOKFIELD PLACE*	TORONTO, ON
AIR CANADA CENTRE	TORONTO, ON
BAY ADELAIDE CENTER TOWERS EAST & WEST	TORONTO, ON
THE BRITT	TORONTO, ON
TORONTO CONVENTION CENTER	TORONTO, ON
GM PLACE (GRIZZLIES & CANUCKS)	VANCOUVER, BC
BUENA VENTURA MALL	VENTURE, CA
SAVE-ON-FOODS MEMORIAL CENTRE	VICTORIA, BC
WASHINGTON CONVENTION CENTER WASHINGTON, DC	WASHINGTON, DC
PRESBYTERIAN HOSPITAL FOUNDATION TOWER	WHITTIER, CA
HART CENTER EXP. & REN.- COLLEGE OF THE HOLY CROSS	WORCESTER, MA

8. Kształtowniki gorącowalcowane w ekobudownictwie

Ochrona zasobów naturalnych w naszych przemysłowych społeczeństwach stała się priorytetem w tworzeniu budowanego środowiska. W konsekwencji, koncepcje budownictwa przemysłowego muszą być zgodne ze zmieniającymi się parametrami ekonomicznymi, takimi jak wprowadzenie analiz cyklu życia w projektowaniu budynków, a także z technologicznymi zmianami, w celu uwzględnienia celów dotyczących trwałości na równym poziomie w odniesieniu do środowiska i społeczeństwa.

Te cele zrównoważonego rozwoju mają charakter:
- ekologiczny
- ekonomiczny
- kulturowo-społeczny
- techniczny
- procesowy

Są one wzajemnie zależne oraz ambiwalentne, zapewniają spójną reakcję na złożone pytania i gwarantują przyszłym pokoleniom przyjaźnie zbudowane środowisko.

Wytrzymała konstrukcja wykorzystująca kształtowniki ze stali gorącowalcowanej jest całkowicie spójna z różnymi aspektami celów dotyczących zrównoważenia.

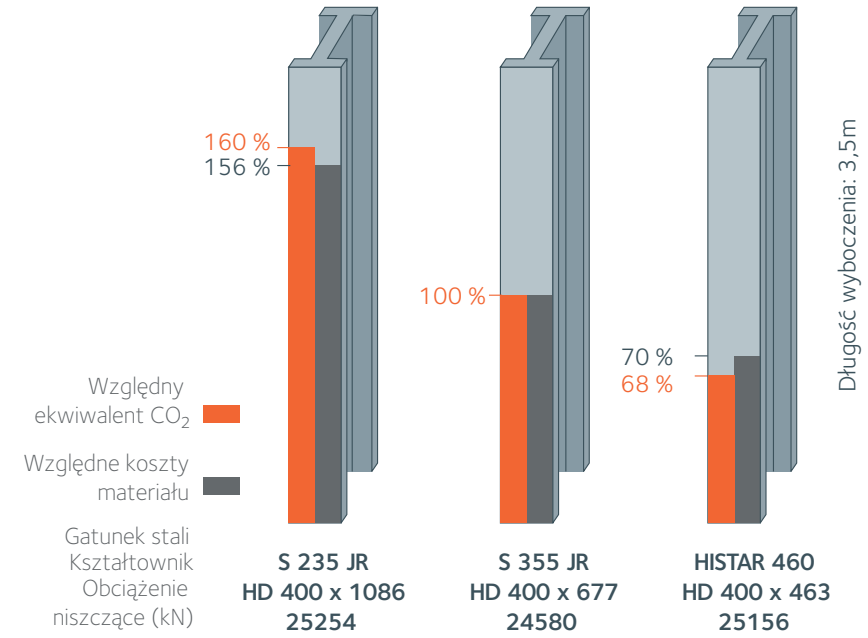
• Aspekty ekologiczne zrównoważenia

Główne cele ekologiczne skierowane są na wykorzystywanie materiałów konstrukcyjnych, które są bezpieczne z punktu widzenia ochrony zdrowia i środowiska, na redukowanie odpadów konstrukcyjnych podczas demontażu budynków na koniec ich okresu użytkowania, oraz na zachowanie jak najlepszej zawartości energii w materiałach konstrukcyjnych, utrzymując w ten sposób ich idealną skuteczność, Tutaj, stale konstrukcyjne oferują wysoką sprawność materiału a kształtowniki walcowane stanowią najlepszy na świecie materiał nadający się do recyklingu. W linii nowoczesnych elektrycznych pieców łukowych (EAF), stal jest produkowana w 100% ze złomu jako surowca (upcykling). Również używane elementy stalowe mogą być wykorzystane do dalszego użytkowania przy renowacji i odnawianiu istniejących budynków. Dodatkowo, technologia EAF produkcji stali pozwala na znaczną redukcję hałasu, emisji cząstek i CO_2 - a także zużycia wody i energii pierwotnej w przemysłowych zakładach produkcyjnych.

• Aspekty ekonomiczne zrównoważenia

Obok zainteresowania redukcją kosztów inwestycji, inwestorzy troszczą się także o optymalizację kosztów operacyjnych i uzyskanie możliwie jak najdłuższego okresu użytkowania w połączeniu z wysoką elastycznością użytkową budynku. Walcowane kształtowniki ze stali konstrukcyjnej pozwalają architektom i projektantom z łatwością spełniać wymagania inwestorów przez łączenie wysokiej jakości, funkcjonalności, estetyki, niskiej masy i krótkiego czasu budowy. Smukłe nadziemne części konstrukcji budynków można projektować przy zmniejszeniu wysokości konstrukcji i robót fundamentowych prowadzących do dalszego zmniejszenia kosztów materiałów, fabrykacji, transportu i budowy. Krótkie czasy budowy i stąd zredukowane zakłócenia ruchu oszczędzają koszty użytkownika podczas budowy. Przetargi uwzględniające koszty okresu użytkowania zapewniają konkurencyjność i trwałość konstrukcji

Rysunek 9: Redukcja CO_2 w stalach HISTAR® w słupach ciężkich



stalowych i kompozytowych. Stal z odzysku może być poddawana recyklingowi w nieskończoność.

Zakładając odpowiedni projekt, całe konstrukcje lub ich poszczególne elementy stalowe mogą być ponownie użyte po zdemontowaniu pierwotnego budynku i oferują w ten sposób znaczny ekonomiczny potencjał okresu użytkowania.

• Społeczno-kulturowe asoekty zrównoważenia

Ten aspekt pozwala architektowi uzgodnić swoje własne wymagania co do estetyki dla budownictwa z oczekiwaniami społecznymi otaczającego je środowiska. Jeszcze raz, dzięki układowi konstrukcji prefabrykacji, walcowane kształtowniki stalowe zapewniają użytkownikowi przejrzyste i szczupłe konstrukcje połączone z solidnością i bezpieczeństwem. Miejscowi lokatorzy i ich środowisko socjalne pozostają czyste w niezanieczyszczonym otoczeniu ponieważ stal w konstrukcjach nie uwalnia żadnych szkodliwych substancji do środowiska.

• Aspekty techniczne zrównoważenia

Konstrukcje wykonane z walcowanych belek mają przewagę, ponieważ są zdolne stawiać opór utylizacji wysokiego szczebla i można je dostosować do zmian w użytkowaniu. Te solidne rozwiązania konstrukcyjne mają zdolność dopasowania i dobrego radzenia sobie ze zmianami w stosowaniu w okresie użytkowania bez uszkodzeń czy utraty funkcjonalności.

• Aspekty procesowe zrównoważenia

Konstrukcje stalowe oferują wiele korzyści ze względu na swoją elastyczność, lekkość i efektywność ekonomiczną. Belki walcowane są używane jako pierwotne elementy nośne. Są one produkowane przemysłowo, o wysokiej jakości, są powszechnie dostępne w pełnym zakresie wymiarów i gatunków stali, włącznie z HISTAR®.

Fabrykowany w specjalistycznych warsztatach produkt końcowy jest dostarczany na miejsce w stanie gotowym do montażu. Kontrola jakości została już przeprowadzona podczas produkcji. Potrzebne są zatem mniejsze miejsca budowy i urządzenia przemysłowe podczas gdy minimalny hałas i zapylenie są charakterystyczne dla konstrukcji stalowych.
Konstrukcje wykorzystujące kształtowniki gorącowalcowane redukują czas montażu. Stąd koszty transportu i zanieczyszczenie a także wypadkowość ulegają zmniejszeniu. Wybór stali HISTAR® i wykorzystanie ich pełnego potencjału, prowadzi do tworzenia najlepszych warunków dla współczesnych ekonomicznych, ekologicznych i spójnych trwałych konstrukcji.

W projektowaniu i okresie użytkowania, smukłość zarówno słupów jak i belek jest główną zaletą konstrukcji stalowych.

• Ekologiczny produkt HISTAR®

Deklaracja EPD-ARM-20170033 IBD1-EN Deklaracja środowiskowa produktu jest niezależnie weryfikowanym i rejestrowanym dokumentem, który komunikuje transparentne i porównywalne informacje o wpływie produktów w okresie ich cyklu życia na środowisko.

Deklaracje EPD są coraz częściej wymagane przez firmy pracujące w przemyśle budowlanym i dostarczające dla tego przemysłu, ponieważ zapewniają przejrzystość dla społeczeństwa w odniesieniu do oddziaływania na środowisko wyrobów konstrukcyjnych i są używane w programach certyfikacji dla budownictwa, takich jak BREEAM i LEED, i krajowych regulacjach dotyczących trwałych konstrukcji.

HISTAR® EPD-ARM-20170033 IBD1-EN oparta jest na ocenie cyklu życia (LCA) “od wydobycia surowców po wyjście z organizacji, z opcjami" (cradle-to-gate with options), wykonanej zgodnie z ISO 14040/44 i EN15804. EPD oparte jest na zbieraniu danych w miejscu produkcji, i obejmuje wszystkie używane i rejestrowane materiały i energię, oraz mierzone na miejscu emisje. EPD obejmuje następujące etapy cyklu życia:
- Produkcję stali konstrukcyjnej (Moduł A1-A3 zgodnie z EN15804);
- Sortowanie i rozdrabnianie stali po użyciu, nieodzyskiwany złom z uwagi na skuteczność sortowania (Moduł C3);
- Scenariusze Końca życia, w tym powtórne użycie i recykling (Moduł D).

Stale HISTAR® steels przyczyniają się do znacznej redukcji gazów cieplarnianych, przez umożliwienie używania lżejszych konstrukcji o zmniejszonym śladzie węglowym. Zastępowanie stalami HISTAR® stali zwykłych pozwala na redukcję CO_2 o około 30% w słupach stalowych i około 20% w belkach.

9. Często zadawane pytania

Co to jest HISTAR®?
HISTAR® jest znakiem handlowym kształtowników ze stali niskostopowej o dużej wytrzymałości z ArcelorMittal, produkowanej przez termomechaniczne walcowanie w połączeniu z procesem hartowania i samoodpuszczania. Europejska ocena techniczna European Technical Assessment ETA 10/0156 jest specyfikacją europejskiej normy wyrobu, z którą stal HISTAR® jest zgodna.

Jaka jest dostępność gatunków HISTAR®?
Wyrób jest dostępny w gatunkach HISTAR® 355, HISTAR® 355L, HISTAR® 460, HISTAR® 460L. Przewidywany termin dostawy (w Europie kontynentalnej) wynosi 2-3 tygodnie po walcowaniu.

Jakie kształty są dostępne w gatunkach HISTAR®? Proszę zapoznać się z tabelą 2 (strona 7).

Jeżeli zamówię wg specyfikacji HISTAR®, czy proces produkcji wydłuży się poza czas realizacji?
Nie. Kształtowniki produkowane ze stali HISTAR® są tak samo dostępne jak wszystkie inne gatunki stali. Proces hartowania i samo-odpuszczania używany w produkcji kształtowników HISTAR® jest procesem przetwarzania na bieżąco, co oznacza, że stal nie opuści linii produkcyjnej, aby otrzymać obróbkę. W efekcie, jest to naturalnie skuteczna metoda przetwarzania, poprawiająca własności eksploatacyjne i nie wpływa na termin dostawy dla materiału.

Czy na stal HISTAR® obowiązuje dopłata?
Nie ma dopłaty. Nasze stale HISTAR® wyceniane są tak samo, jak inne stale konstrukcyjne o porównywalnej granicy plastyczności i odporności na obciążenia dynamiczne, S355 lub S460. W rzeczywistości, zredukowana masa i koszt spawania osiągnięty
w stali HISTAR® prowadzi do redukcji kosztów
materiału, prefabrykacji i montażu.

Jakie długości są dostępne w gatunkach HISTAR®?
Standardowe długości dostaw w zakresie od 9 do 18 m. Inne długości dostępne są po uzgodnieniu. Osiągalne są specjalne długości do 40 metrów dla dźwigarów mostowych.

Jakie są reguły projektowe dla słupów, belek i łączników w HISTAR®?
Proszę zapoznać się z rozdziałami 3 i 4.

Jak wygląda porównanie odporności na obciążenia dynamiczne gatunków HISTAR® z innymi gatunkami stali gorącowalcowanych?
Proszę zapoznać się z rozdziałem 3.4.

Jakie wymagania dotyczące udarności z karbem trójkątnym wg Charpy'ego spełnia HISTAR®?
Proszę zapoznać się z tabelami 4 i 6.

Jaka jest ciągliwość stali HISTAR®?
Proszę zapoznać się z tabelami 4 i 6.

Jak wyglądają naprężenia szczątkowe w stali HISTAR® w porównaniu do innych materiałów po walcowaniu?
Różnica będzie niewielka lub żadna pomiędzy naprężeniami szczątkowymi konkretnego kształtownika w HISTAR® i w takim samym kształtowniku w gatunku stali o porównywalnej granicy plastyczności.

Jak wygląda porównanie zachowania zmęczeniowego stali HISTAR® z innymi gatunkami stali?
Jak w przypadku innych stali konstrukcyjnych, kształtowniki HISTAR® można projektować według EN 1993-1-9.

Jak wygląda porównanie ognioodporności stali HISTAR® z innymi gatunkami stali?
Odporność ogniowa stali HISTAR® jest taka sama jak dla każdej innej stali konstrukcyjnej. Kształtowniki HISTAR® można projektować według norm EN 1993-1-2 i EN 1994-1-2.

Jak wygląda porównanie odporności na korozję stali HISTAR® z innymi gatunkami stali?
Odporność na korozję kształtowników HISTAR® jest taka sama jak dla innych gatunków stali konstrukcyjnej.

Czy stale HISTAR® można cynkować?
Proszę zapoznać się z rozdziałem 5.9.

W jaki sposób stale HISTAR® mogą być używane do zastosowań na obszarach sejsmicznych?
Jak w przypadku innych stali konstrukcyjnych dla zastosowań sejsmicznych, kształtowniki wyrobów HISTAR® należy projektować według EN 1998-1. Budynki wysokościowe na terenach sejsmicznych na całym świecie zostały z powodzeniem zaprojektowane i zbudowane z wykorzystaniem stali HISTAR®.

W jaki sposób spawać materiały HISTAR®?
Proszę zapoznać się z rozdziałem 5.4.

Jakie elektrody należy stosować do spawania kształtowników HISTAR®?
Proszę zapoznać się z rozdziałem 5.4.2 i tabelą 15.

Czy stal HISTAR® może być spawana z innymi gatunkami?
Tak. Kiedy spawamy HISTAR® z innymi gatunkami konstrukcyjnymi, inne gatunki konstrukcyjne mogą wymagać podgrzewania. Zwykłe podgrzewanie, jeżeli jest wymagane, nie oddziałuje negatywnie na HISTAR®.

Czy dozwolone jest cięcie termiczne kształtowników HISTAR®?
Proszę zapoznać się z rozdziałem 5.3.

Czy obróbka odprężająca może być wykonywana na stali HISTAR®?
Proszę zapoznać się z rozdziałem 5.5.

Czego można spodziewać się podczas obróbki mechanicznej i przecinania kształtowników ze stali HISTAR®?
Proszę zapoznać się z rozdziałami 5.2 i 5.3.

Jakie właściwości środowiskowe ma HISTAR®?
Proszę zapoznać się z rozdziałem 8. Deklaracja środowiskowa produktu (EPD) HISTAR® jest dostępna pod adresem **sections.arcelormittal.com**

Kształtowniki ze stali HISTAR® są w 100% produkowane ze złomu stalowego. Po użyciu lub powtórnym użyciu, jak w przypadku każdych innych kształtowników, kształtowniki ze stali HISTAR® mają wysoki wskaźnik regeneracji wynoszący około 98% - według Komisji Europejskiej, Technical Steel Research (Badania techniczne stali) – z uwzględnieniem recyklingu i ponownego wykorzystania materiału.

Gdzie można znaleźć dodatkowe informacje techniczne na temat wyrobów HISTAR®?
Nasi specjaliści są gotowi wspierać Państwa projekty na całym świecie. Prosimy bez wahania kontaktować się z naszymi doradcami technicznymi lub najbliższym punktem sprzedaży.

E: **sections.sales@arcelormittal.com**
T: +352 5313 - 3010
sections.arcelormittal.com

Emirates Tower One, Dubai
Zjednoczone Emiraty Arabskie

© (CC BY-SA) Stefano Brivio

13. Nasze wsparcie dla twojego projektu

- Free technical advice

ArcelorMittal provide you with technical advice to optimise the use of our products and solutions in your projects for free. The technical advice covers basic and elaborated concepts, counterproposals, structural elements *predesigns*, construction details, assistance in value engineering, surface protection advisory, metallurgy, welding procedure and fire protection. Our specialists are ready to support your initiatives all over the world. To facilitate the design of your projects, we also offer software and technical documentation that you can download and consult.

- Technical capacities available

As a complement to the technical capacities of its partners, ArcelorMittal is equipped with high-performance finishing tools and can provide a wide range of fabrication services, including drilling of materials up to 140mm in thickness, flame cutting, T cut-outs, notching, cambering, curving, straightening, cold sawing to exact length, welding and fitting of studs, shot blasting, surface treatment.

- Our expertise

ArcelorMittal, *the world's leading steel and mining company*, has *continuously brought*, with the support of its R&D teams, innovation to the construction business. In that matter, ArcelorMittal has decided to look at the construction in a different way, by considering the building as part of its urban environment and through its entire lifecycle. This new approach is called **Steligence®**.

In Europe, to help project stakeholders (architects, real estate companies, engineer), ArcelorMittal has developed a network of Steligence® Construction Engineers applying a science-based methodology, which considers buildings holistically and demonstrate the benefits of best-in-class products in terms of economics, flexibility, sustainability and creativity.

Resources:
software and technical documentation :
sections.arcelormittal.com

examples of our full range of products for the construction market (structures, façades, roofing, etc.):
constructalia.arcelormittal.com

Contact us for technical support:
steligence.engineering@arcelormittal.com
For other markets:
sections.sales@arcelormittal.com

More info about Steligence® :
steligence.arcelormittal.com

Shanghai World Financial Center, Shanghai
China

© Terri Meyer Boake / CTBUH

ArcelorMittal International

Centrala przedsiębiorstwa

LUXEMBOURG
ArcelorMittal International Luxembourg
24-26, Boulevard d'Avranches
LU-1660 Luxembourg
T : +352 4792 4800

Agencje sprzedaży

AFRICA
ArcelorMittal International Africa
Casanearshore park
Shore 18- N° 302-2
1100, Bd Al Qods - Sidi Maarouf
MA-Casablanca
T : +212 522 74 96 00

BRAZIL
ArcelorMittal International Brasil
Alameda Santos 700, 12° andar, Cerqueira Cesar
CEP 01418-100 SP-São Paulo
T : +55 11 36 38 69 04

CHILE
ArcelorMittal International Chile
Av. Providencia, 1208 - Oficina 1805
Ed. Pamplona/Providencia/Santiago
T : +56 2 2248 3391

CHINA (People's Republic of)
ArcelorMittal International Shanghai
Unit A2-13F Time Square, 500 Zhangyang Road
Pudong, CN-Shanghai 200122
T : +86-21 58 36 82 00

ArcelorMittal International Beijing
Beijing Vantone Center, Tower A, Room 1702 No. 6
Chaowai Street, Chaoyang District 100020 Beijing
CN-100020 Beijing
T : +86-10 59 07 05 03

ArcelorMittal International Hong Kong
Room 2301, 88 Hing Fat Street,
Causeway Bay, Hong Kong
T : +852 2522 4123

COLOMBIA
ArcelorMittal International Colombia
Calle 90 N° 12 # 45 Of. 605 - Bogotá
T : +57 1 623 40 22

ECUADOR
ArcelorMittal International Ecuador
Calle del Establo y Av. De los Conquistadores
Edif. Cemacol, Ofic. F - Cumbayá
CP 170902 - Quito
T : +593 2 289 2161 / 2162

EGYPT
ArcelorMittal International Fze Representative Office
Unit No F19, Floor No 1,
Katameya Heights Business Center,
5th Settlment, New Cairo 11835 – Egypt
T : +20 2 20200084

INDIA
ArcelorMittal International India
Unit 202 A, Dosti Pinnacle,
Wagle Industrial Estate,
IN-400604 Thane (West)
T +91 22 4248 9518

ArcelorMittal International India
6th Floor, M6 , Uppal Plaza (Near Apollo Hospital)
Jasola Community Center, Jasola
IN-110044 New-Delhi
T : +91 11 46759492

KOREA
ArcelorMittal International Korea
6F Jinnex Lakeview, 99 Ogeum-Ro
Songpa-Gu, Seoul, Korea
Postal code 05548
T : 82-2-6200-6571

MEXICO
ArcelorMittal International Mexico
Calle Privada de los Industriales 110 A
Desp. 802
Col. Industrial Benito Juarez
Queretaro, Qro.
MX-76100 MEXICO
T : +52 442 218 6872

NIGERIA
ArcelorMittal Projects Nigeria
22B Olori Muyibatu Oyefusi Street
Off Omorinre Johnson
Lekki Phase 1, Lagos, Nigeria
T : +234 1 277 0802

PERU
ArcelorMittal International Peru
Calle Tomas Ramsey N° 930
Oficina 1105 - Magdalena del Mar - Lima 17
T : +51 1 26 13 131

RUSSIA
ArcelorMittal International Moscow
Bolshaya Ordynka Street 44, building 4
RU-119 017 Moscow
T : +7 495 721 15 51
F : +7 495 721 15 55

SENEGAL
ArcelorMittal International Africa
Immeuble Lot 43
Ambassade du Luxembourg
Cité des jeunes cadres Lébous
Route de l'Aéroport Léopold
Sédar Senghor – Yoff BP 11750 Dakar, Senegal
M +221 775 696 354/ +221 785 897 232

SINGAPORE
ArcelorMittal International Singapore
11 Keppel Road
#11-02, ABI Plaza
SG-089057 Singapore
T +65 67339 033

SOUTH AFRICA
ArcelorMittal South Africa
PO Box 2 PP 10109
Vanderbiljpark 1900
Republic of South Africa
T : +27 (0)16 889 4440
T: +27 (0) 889 3661

TAIWAN
ArcelorMittal International Taiwan
8F A3; n° 502 Jiou Ru 1st Rd.
San Min Dist., Kaohsiung - Taiwan Roc
T : +886 7 390 04 25

TURKEY
ArcelorMittal CL Çelik Deş Ticaret A.Ş.
Esentepe Mah. Büyükdere Cad.
Metrocity A Blok 171/A Kat:23 Şişli
TR-34394 Istanbul
T : +90 212 317 49 24

UNITED ARAB EMIRATES
ArcelorMittal International FZE
P.O.Box no. 262098, JAFZA, Dubai, U.A.E
T +971 4 8035900

UNITED STATES OF AMERICA
ArcelorMittal International North America
1 South Dearborn, 18th floor
US-Chicago, IL, 60603
T : +1 312 899 3500

UKRAINE
ArcelorMittal International Ukraine
20 Velyka Zhytomyrska str.
01025 Kyiv, Ukraine 01601
T : +38 044 321 0 321

VIETNAM
ArcelorMittal International Vietnam
D35, 40 Ba Huyen Thanh Quan, Ward 6
Dist. 3, Ho Chi Minh City, VN
T : + 84 28 39307248

sections.sales@arcelormittal.com

Oddziały handlowe ArcelorMittal

Centrala przedsiębiorstwa

LUXEMBOURG
ArcelorMittal Commercial Sections
66, rue de Luxembourg
LU-4221 Esch sur Alzette
T : +352 5313 3010

SPAIN
ArcelorMittal Comercial Perfiles España S.L.
Ctr. Toledo. Km. 9,200
ES-28021 Madrid
T : +34 91 797 23 00

Agencje sprzedaży

AUSTRIA
ArcelorMittal Commercial Sections Austria GmbH
Vogelweiderstraße 66
AT-5020 Salzburg
T : +43 662 88 67 44

BELGIUM + THE NETHERLANDS
ArcelorMittal Commercial Netherlands B.V.
Eemhavenweg 70
NL-3089 KH Rotterdam
T : +31 (0)10 487 09 22

BOSNIA HERZEGOWINA
ArcelorMittal Zenica
Bulevar kralja Tvrtka, no. 17
BA-72000 Zenica
T : +384 32 467 268

BULGARIA
ArcelorMittal Commercial Long Bulgaria
26 Antim I str, office 6
BG-1303 Sofia
T : +359 287 09 028

CZECH REPUBLIC
ArcelorMittal Europe CZ s.r.o.
Francouzská 6167
CZ-708 00 Ostrava Poruba
T : +420 553 401 005

DENMARK
ArcelorMittal Commercial Long Denmark A/S
Artillerivej 90, stuen
DK-2300 Copenhagen S
T : +45 33 74 17 11

ESTONIA
ArcelorMittal Commercial Baltics OÜ
Roosikrantsi 2
EE-10119 Tallinn, Estonia
T : +372 51979170

FINLAND
ArcelorMittal Commercial Long Finland OY
Topeliuksenkatu 15
FI-00250 Helsinki
T : +358 9 74 222 460

FRANCE
ArcelorMittal Commercial Long France S.A.S.
Domaine de Pelus
16, Avenue de Pythagore
FR-33700 Merignac
T : +33 5 57 92 09 10

GERMANY
ArcelorMittal Commercial Long Deutschland GmbH
Gereonstraße 58
50670 Köln
T : +49 221 572 90

Augustenstraße 7
DE-70178 Stuttgart
T: +49 711 489 80 0

GREECE AND CYPRUS
ArcelorMittal Europe - Long Products
9, Karagiorga Saki Str
GR-16675 Glyfada Athens
T : +30 210 960 42 79

ICELAND
Gudmundur Arason EHF
Skútuvogur 4
IS-104 Reykjavik
T : +354 568 6844

ITALY
ArcelorMittal Commercial Italy
Strada Torino 43
IT -10043 Orbassano (Torino)
T : +39 011 906 3931

NORWAY
ArcelorMittal Commercial Long Norway A/S
Holmenveien 20,
NO-0374 Oslo
T : +47 22 83 78 20

POLAND
ArcelorMittal Commercial Long Poland
Al. Pilsudskiego 92
PL-41 308 Dabrowa Gornicza
T : +48 32 776 92 45

ROMANIA
ArcelorMittal Commercial Long Romania S.R.L.
7 9 Intrarea Tudor Stefan
2nd Floor, AP. 4
Sector 1, 011 655 Bucharest
T : +40 31 405 47 93

SWEDEN
ArcelorMittal Commercial Sweden AB
Västmannagatan 6
S-11124 Stockholm
T : +46 8 534 80 94 0

SWITZERLAND
ArcelorMittal Commercial Schweiz AG
Industriestrasse 19
CH-8112 Otelfingen
T : +41 56 437 16 70

TURKEY
ArcelorMittal CL Çelik Deş Ticaret A.Ş.
Esentepe Mah. Büyükdere Cad.
Metrocity A Blok 171/A Kat:16 - Şişli
TR-34394 Istanbul
T : +90 212 317 4980

UNITED KINGDOM
ArcelorMittal Commercial UK Ltd
3rd Floor, Fore 2
Huskisson Way, Shirley
Solihull B90 4SS - Great Britain
T : +44 121 713 6600

Usługi

Steligence® Centrum prefabrykacji
Z.I. Gadderscheier
L-4984 Sanem
Tel.: +352 5313 3057
cs.eurostructures@arcelormittal.com

Znajdź swoją lokalną agencję pod adresem
sections.arcelormittal.com/About us.

sections.sales@arcelormittal.com