

Prezentacja dla wykładowców architektury i budownictwa

Rozdział 04

Co to jest stal nierdzewna?

Źródła wideo



100 lat stali nierdzewnej

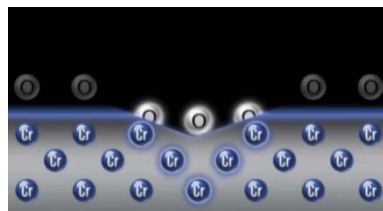
<http://worldstainless.org/publications/videos>



Stopowane dla uzyskania trwałej wartości

Alloyed for Lasting Value

<http://worldstainless.org/publications/videos>

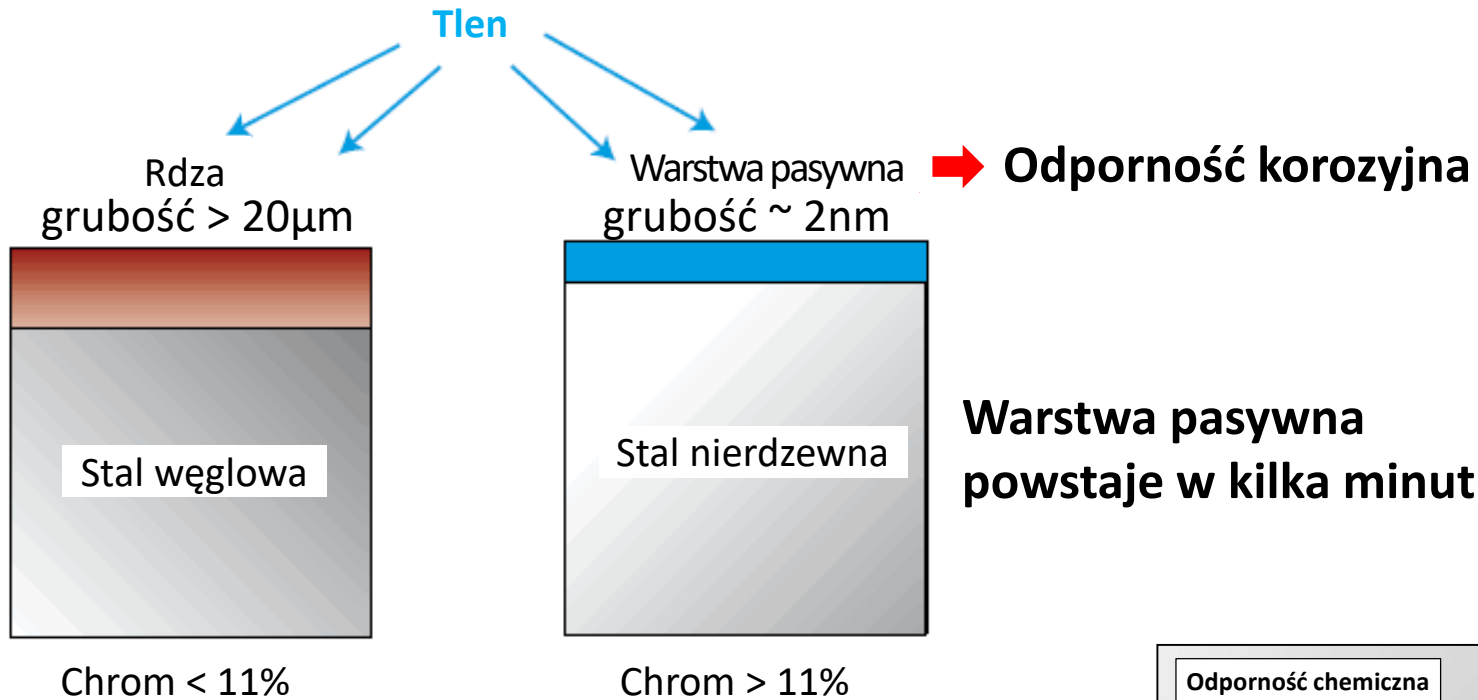


Mechanizm samonaprawczy utrzymujący trwałą wartość

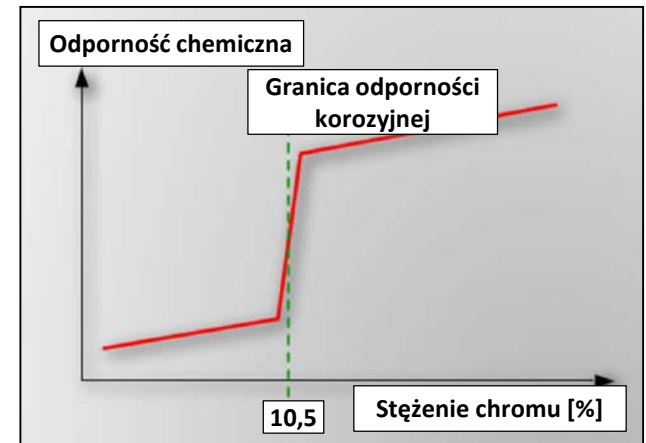
Self-repairing for Lasting Value

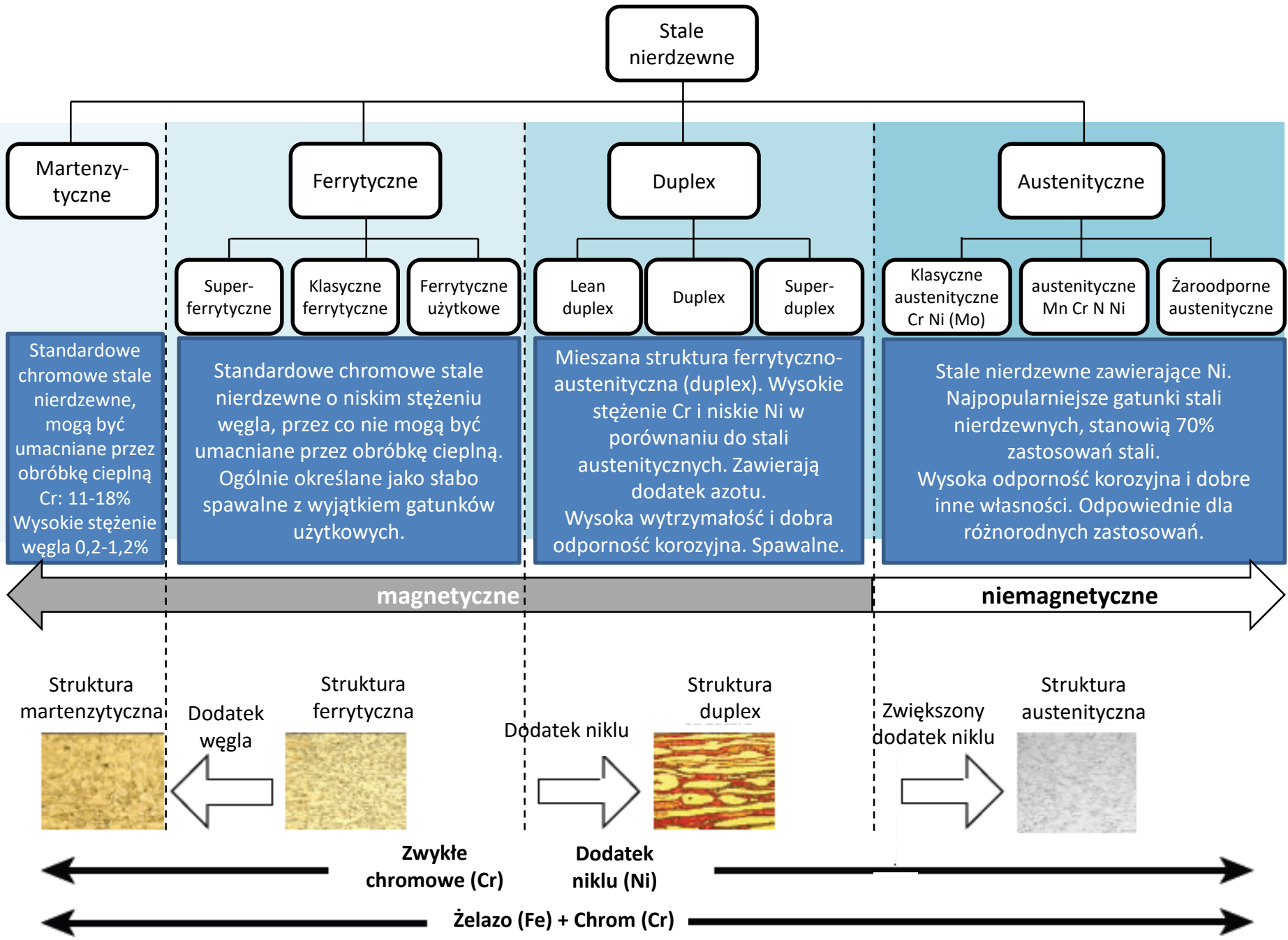
<http://worldstainless.org/publications/videos>

Stale nierdzewne to stopy żelaza zawierające co najmniej 10,5% chromu



Wzrost stężenia Cr zwiększa trwałość warstwy pasywnej. Należy jednak pamiętać, że istnieją także inne ważne czynniki wpływające na odporność korozyjną stali (Rozdział 5).





Gatunki Cr-Ni (Austenityczne)⁴

Podgrupy:

▪ Cr-Ni	Typowo EN 1.4301/AISI 304	Cr: 18	Ni: 9	Fe: reszta
▪ Cr-Ni-Mo	Typowo EN 1.4401/AISI 316	Cr: 18	Ni 10 Mo: 2.5	Fe: reszta

Typowe własności:

- Bardzo dobra odporność na korozję wzrastająca ze stężeniem pierwiastków stopowych
- Ale możliwa podatność na korozję naprężeniową (SCC) w gorących środowiskach chlorków (np. baseny pływackie)
- Wysoka plastyczność i uderność we wszystkich temperaturach (także bardzo niskich)
- Możliwość zwiększenia wytrzymałości przez obróbkę plastyczną na zimno (lecz nie przez obróbkę cieplną)
- Bardzo dobra odporność pożarowa
- Dobre własności podczas kształtowania na zimno i na gorąco (plastyczność, wydłużenie)
- Łatwa spawalność (TIG, MIG)

Najlepiej znane i
wciąż najczęściej
stosowane

Kod kolorów:

▪ Odporność
korozyjna

▪ Własności
mechaniczne

▪ Podatność
na przetwarzanie

Gatunki Cr-Mn (Austenityczne z dodatkiem manganu)⁵

Typowy gatunek:

▪ Cr-Mn-Ni-N	EN 1.4372/AISI 201	Cr: 17 Mn: 7 Ni: 4 N:0.15 Fe: reszta
--------------	--------------------	--------------------------------------

Typowe własności:

- Niższa odporność korozyjna
- I dużo wyższa podatność na korozję naprężeniową (SCC) i wżerową, szczególnie przy niskich stężeniach Ni i Cr
- Wyższa wytrzymałość
- Słabe własności podczas kształtowania na zimno z powodu wysokiego umocnienia przez zgniot
- Słaba podatność na obróbkę skrawaniem
- Większa trudność w spawaniu
- Cena niższa od stali austenitycznych Cr-Ni, ale wyższa od ferrytycznych Cr

Stosowane
głównie w Chinach
i Indiach

Kod kolorów: ▪ Odporność korozyjna ▪ Własności mechaniczne ▪ Podatność na przetwarzanie

Gatunki Cr (Ferrytyczne)⁶

Podgrupy:

▪ Cr	Typowo EN 1.4016/AISI 430	Cr: 17	Fe: reszta
▪ Cr-Mo	Typowo EN1.4521/AISI 444	Cr: 18 Mo: 2 Ti+Ni: 0.4	Fe: reszta

Typowe własności:

- Brak podatności na korozję naprężeniową (SCC)
- Dobra plastyczność (niższa niż gatunków austenitycznych)
- Nie nadają się do użytku w bardzo niskich temperaturach
- Możliwość pewnego zwiększenia wytrzymałości przez obróbkę plastyczną na zimno (ale nie przez obróbkę cieplną)
- Bardzo dobre własności podczas kształtowania na zimno: niskie sprężynowanie, niskie zużycie narzędzi, natomiast niższe wydłużenie stali, które wymaga innego procesu tłoczenia w porównaniu do stali austenitycznych
- Łatwa spawalność (TIG, MIG) gatunków stabilizowanych (np. z Nb i/lub Ti)

Kod kolorów:

▪ Odporność
korozyjna

▪ Własności
mechaniczne

▪ Podatność
na przetwarzanie

Zapewniają
optymalne
własności/koszt dla
wielu zastosowań i
są powszechnie
stosowane

Gatunki Cr (Martenzytyczne)⁷

Podgrupy:

▪ C-Cr	Typowo EN1.4021/AISI 420	Cr: 13	C:0.2	Fe: reszta
▪ C-Cr-Ni	Typowo EN1.4057/AISI431	Cr: 16	Ni: 2 C: 0.2	Fe: reszta
▪ Umacniane wydzieleniowo	Typowo EN1.4542/AISI630	Cr: 17	Ni: 4 Cu:4	Fe: reszta

Typowe własności:

- **Odporność korozyjna od dostatecznej do dobrej, wzrasta wraz ze stężeniem pierwiastków stopowych**
- **Wysoka wytrzymałość** uzyskiwana przez obróbkę cieplną (nie przez obróbkę plastyczną na zimno). Ograniczone wydłużenie
- **Nieodpowiedniość do użytku w bardzo niskich temperaturach**
- **Brak przydatności do kształtowania przez obróbkę plastyczną, możliwość obróbki skrawaniem**
- **Spawalność (TIG, MIG), zwykle wymaga obróbki cieplnej po spawaniu**

Stosowane jako
stałe konstrukcyjne
o podwyższonej
odporności
korozyjnej

Kod kolorów:

▪ **Odporność
korozyjna**

▪ **Własności
mechaniczne**

▪ **Podatność
na przetwarzanie**

Duplex (Austenityczno-ferrytyczne)⁸

Podgrupy:

▪ Cr-Ni	Typowo EN1.4362	Cr: 23 Ni: 4	Fe: reszta
▪ Cr-Ni-Mo	Typowo EN1.4462	Cr: 22 Ni: 5 Mo: 3	Fe: reszta

Typowe właściwości:

Bardzo wysoka odporność korozyjna, wzrastająca ze stężeniem pierwiastków stopowych

- Brak podatności na korozyję naprężeniową (SCC)
- Wysoka wytrzymałość, dobra ciągliwość
- Możliwość zwiększenia wytrzymałości przez obróbkę plastyczną na zimno (ale nie przez obróbkę cieplną)
- Dobre własności podczas kształtowania na zimno i na gorąco (plastyczność, wydłużenie)
- Spawalność (TIG, MIG)

Zapewniają najlepsze połączenie wysokiej odporności korozyjnej i własności mechanicznych

Kod kolorów:

▪ Odporność korozyjna

▪ Własności mechaniczne

▪ Podatność na przetwarzanie

Własności fizyczne^{9, 10}

Materiał	Moduł Younga MPa	Współczynnik rozszerzalności cieplnej 10^{-6}K^{-1}	Przewodność cieplna $\text{W m}^{-1} \text{K}^{-1}$	Ferromagne- tyczność	Gęstość Kg/dm^3
Austenityczne Cr-Ni	210	18	15	Nie	7.8
Austenityczne Cr-Mn	210	17	15	Nie	7.8
Ferrytyczne Cr	220	11	23	Tak	7.7
Duplex Cr-Ni (Mo)-N	210	14	15	Pośrednia	7.8
Martenzytyczne Cr-C	215	11	30	Tak	7.7
Stal węglowa	210	12	18	Tak	7.8
Miedź	135	17	380	Nie	8.3
Aluminium	70	22	230	Nie	2.7
Szkło	65	9	1,7	Nie	2.5
Beton	48	10	1	Nie	2.5

Normy dla stali nierdzewnych

Główne organizacje normalizacyjne:

ISO



EN



ASTM/AISI



UNS



JIS



Uwagi:

Większość krajów opiera się na normach wymienionych organizacji i są one powszechnie akceptowane. W powyższych normach występuje wiele gatunków o bardzo zbliżonych własnościach i składzie chemicznym.

Spis norm amerykańskich: lit. 11

Spis norm europejskich: lit. 12

Tablice z odpowiednikami w poszczególnych normach dostępne w: lit. 13 - 15

Główne gatunki stosowane

w architekturze, budownictwie i konstrukcjach (ABC):

EN 10088-4 (blachy grube i cienkie, taśmy)^{16,17}

Gatunek	ASTM UNS	C Wt%	Cr Wt%	Ni Wt%	Mo Wt%	Inne Wt%	Typowe zastosowania ^{3,4}
4003	S40977	0,02	11,5	0,5	-	-	Ogrzewane i nieogrzewane wnętrza
4016	430	0,04	16,5	-	-	-	Dekoracyjne okładziny wewnętrzne
4509	S43932	0,02	18	-	-	Nb Ti	Pokrycia dachowe i systemy rynnowe - często pokrywane cyną dla efektu patyny
4510	439	0,02	17	-	-	Ti	
4521	444	0,02	17,8	-	2,1	Ti	Domowe instalacje wodociągowe
4301	304	0,04	18,1	8,1	-	-	Elementy zewnętrzne i wewnętrzne budynków w zwykłych atmosferach przemysłowych z dala od wybrzeży morskich
4307	304L	0,02	18,1	8,1	-	-	
4306	304L	0,02	18,2	10,1	-	-	
4401	316	0,04	17,2	10,1	2,1	-	Elementy stale zwilżane przez wodę, lokalizacje z atmosferą przybrzeżną, zanieczyszczone atmosfery przemysłowe lub lokalizacje w sąsiedztwie dróg, gdzie stosowana jest sól drogowa
4404	316L	0,02	17,2	10,1	2,1	-	
4571	316Ti	0,04	16,8	10,9	2,1	Ti	
4529	N08926	0,01	20,5	24,8	6,5	N, Cu	Tunele drogowe i wnętrza basenów pływackich
4547	S31254	0,01	20,0	18,0	6,1	N, Cu	

Główne gatunki stosowane w architekturze, budownictwie i konstrukcjach (ABC): EN 10088-5 (pręty, druty, kształtowniki)¹⁸

Gatunek	ASTM UNS	C Wt%	Cr Wt%	Ni Wt%	Mo Wt%	Inne Wt%	Typowe zastosowania ⁶
4003	S40977	0,02	11,5	0,5	-	-	
4016	430	0,04	16,5	-	-	-	Haki płytek dachowych
4542	630	0,04	16,0	4,0		Cu, Nb	Cięgna
4301	304	0,04	18,1	8,1	-	-	Pręty zbrojeniowe Elementy złączne A2
4307	304L	0,02	18,1	8,1	-	-	
4311	304N	0,02	18,1	8,6	-	N	
4567	304Cu	0,02	17,1	8,6	-	Cu	
4401	316	0,05	16,6	10,1	2,1	-	Elementy zewnętrzne i wewnętrzne budynków w zwykłych atmosferach przemysłowych z dala od wybrzeży morskich, pręty zbrojeniowe
4404	316L	0,02	16,6	10,1	2,1	-	
4429	« 316LN »	0,02	16,6	11,1	2,6	N	
4529	« 926 »	0,01	20,5	24,8	6,5	N, Cu	Tunele drogowe i kryte baseny pływackie
4547	S31254	0,01	20,0	18,0	6,1	N, Cu	
4362	S32304	0,02	22,5	3,6	0,3	N, Cu	Pręty zbrojeniowe i elementy mechaniczne
4462	S32205	0,02	21,5	4,6	2,8	N	Pręty zbrojeniowe i elementy mechaniczne

Podział światowej produkcji stali nierdzewnej w zależności od grupy stali



Podział światowej produkcji stali nierdzewnej w zależności od grupy stali¹⁹



Wysokie ceny Ni sprzyjają zastępowaniu popularnych gatunków Cr-Ni przez gatunki Cr-Mn lub gatunki Cr. Udział w rynku gatunków duplex jest obecnie marginalny, ale przewiduje się, że będzie on wzrastać w przyszłości.

Źródła (1/2)

1. <http://www.worldstainless.org/Files/issf/non-image-files/PDF/TheStainlessSteelFamily.pdf>
2. <http://www.outokumpu.com/en/stainless-steel/about-stainless-steel/stainless-steel-types/pages/default.aspx>
3. [D. Peckner](#) Handbook of Stainless Steels Hardcover – June, 1977 ISBN-13: 978-0070491472 ISBN-10: 007049147X
4. http://www.imoa.info/download_files/stainless-steel/Austenitics.pdf
5. http://www.worldstainless.org/Files/issf/non-image-files/PDF/ISSFNew200seriessteelsAnopportunityorathreat_EN.pdf
6. http://www.worldstainless.org/Files/issf/non-image-files/PDF/ISSF_The_Ferritic_Solution_English.pdf
7. <http://www.bssa.org.uk/cms/File/Alans%20Angle%20February%202009%20-%20Martensitics.pdf>
8. [http://www.imoa.info/download_files/stainless-steel/Duplex Stainless Steel 3rd Edition.pdf](http://www.imoa.info/download_files/stainless-steel/Duplex_Stainless_Steel_3rd_Edition.pdf)
9. https://www.nickelinstitute.org/~Media/Files/TechnicalLiterature/CapabilitiesandLimitationsofArchitecturalMetalsandMetalsforCorrosionResistancel_14057a_.pdf
10. http://www.worldstainless.org/Files/issf/non-image-files/PDF/Euro_Inox/Tables_TechnicalProperties_EN.pdf
11. http://www.imoa.info/download_files/stainless-steel/2014-8-Specification-and-Guideline-list.pdf
12. <http://www.bssa.org.uk/topics.php?article=370&featured=1>
13. http://www.worldstainless.org/what_is_stainless_steel/standards

Źródła (2/2)

14. Chemical composition of stainless steel flat products for general purposes to EN 10088-2: <http://www.bssa.org.uk/topics.php?article=44>
15. Chemical composition of stainless steel long products for general purposes to EN 10088-3: <http://www.bssa.org.uk/topics.php?article=46>
16. EN 10088-4:2009 Stainless steels. Technical delivery conditions for sheet/plate and strip of corrosion resisting steels for construction purposes
17. Stainless steel flat products for building – the grades in EN 10088-4 explained: <http://www.worldstainless.org/news/show/1881>
18. EN 10088-5: 2009 Stainless steels. Technical delivery conditions for bars, rods, wire, sections and bright products of corrosion resisting steels for construction purposes.
19. [http://www.worldstainless.org/Files/issf/non-image-files/PDF/ISSF Stainless Steel in Figures 2017 English Public.pdf](http://www.worldstainless.org/Files/issf/non-image-files/PDF/ISSF%20Stainless%20Steel%20in%20Figures%202017%20English%20Public.pdf)

Dziękuję za uwagę!