

# Prezentacja dla wykładowców architektury i budownictwa

## Rozdział 04

### Co to jest stal nierdzewna?

# Źródła wideo



100 lat stali nierdzewnej

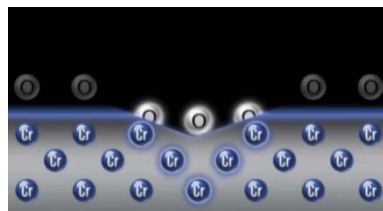
<http://worldstainless.org/publications/videos>



Stopowane dla uzyskania trwałej wartości

*Alloyed for Lasting Value*

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

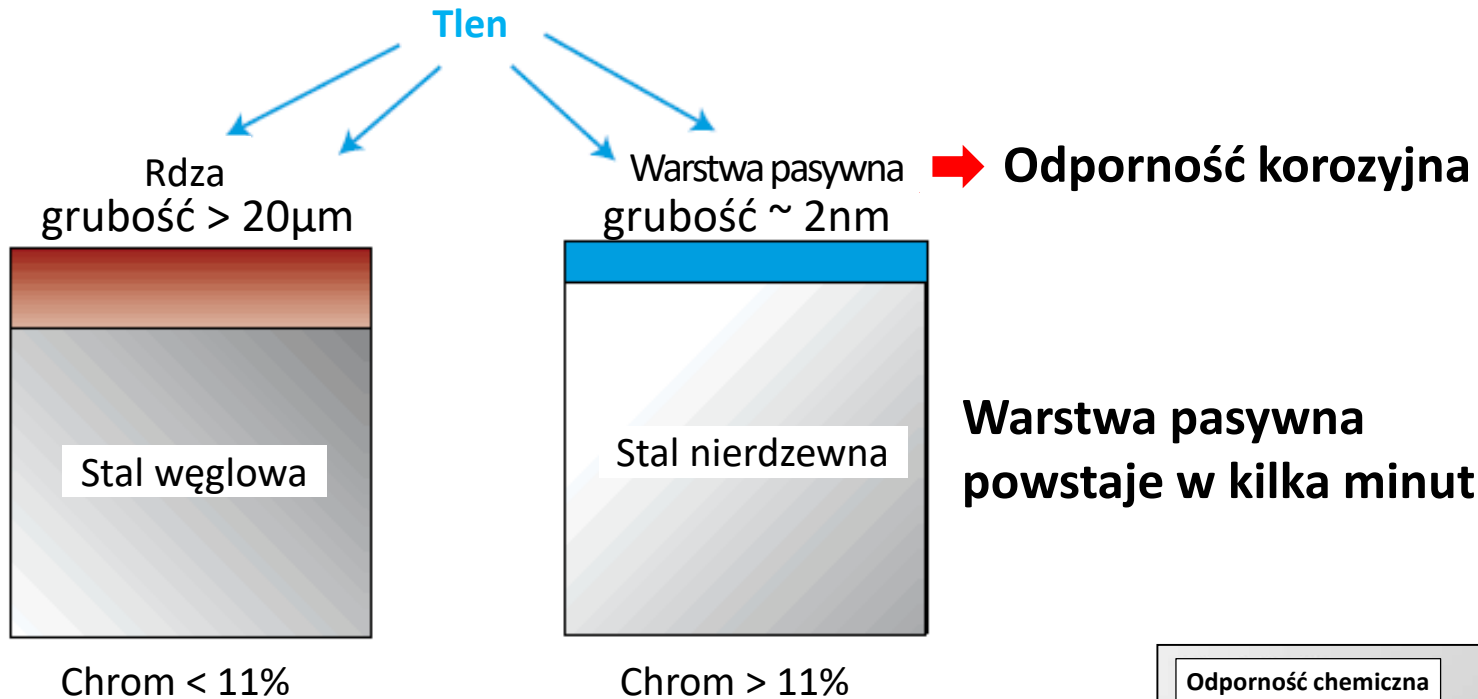


Mechanizm samonaprawczy utrzymujący trwałą wartość

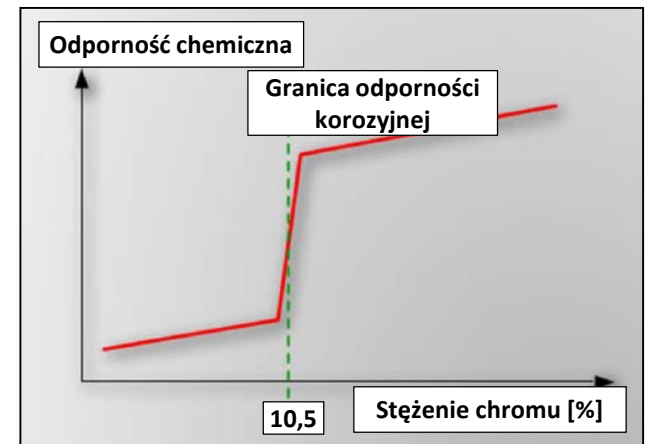
*Self-repairing for Lasting Value*

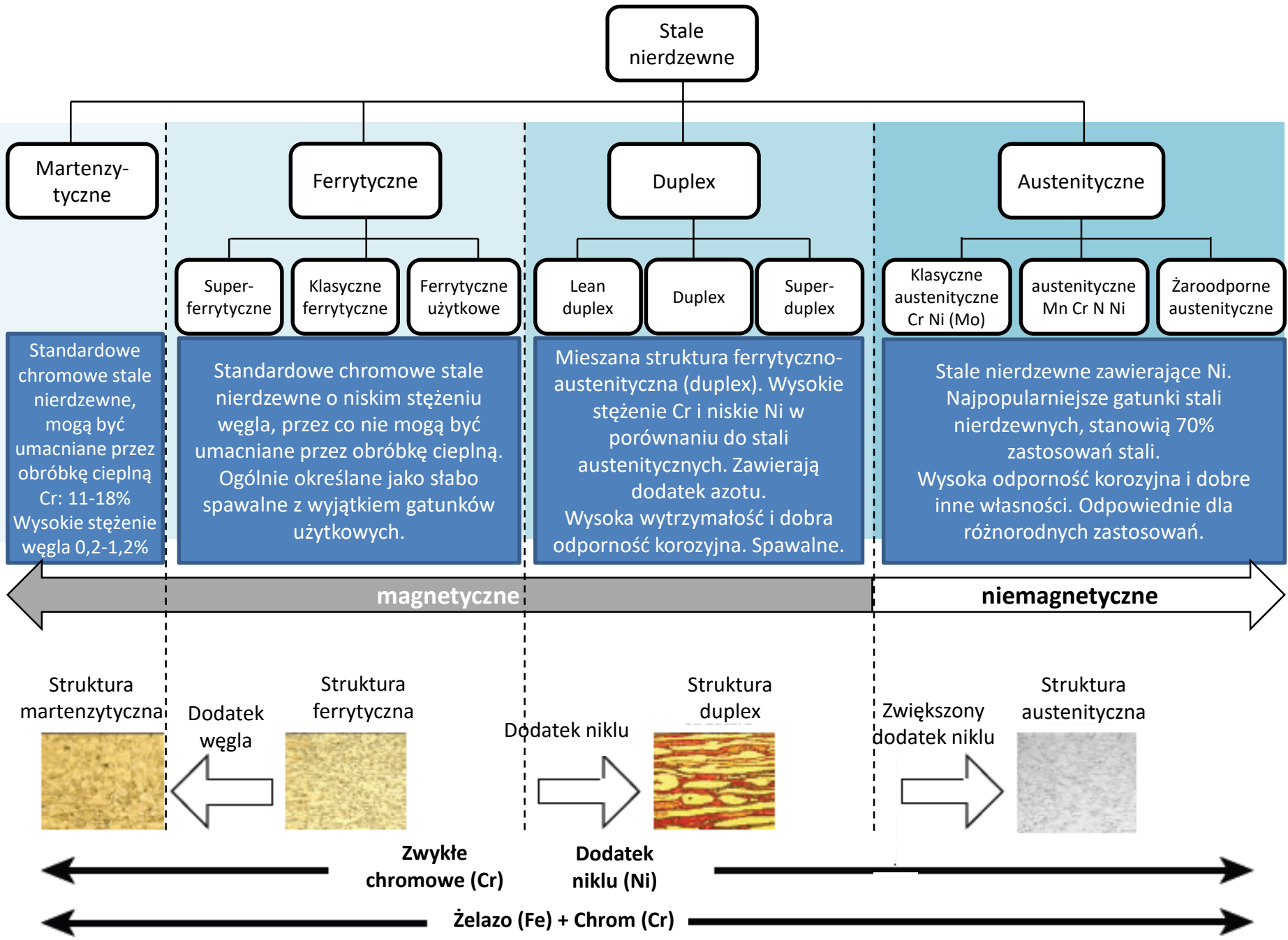
<http://worldstainless.org/publications/videos>

# 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)<sup>4</sup>

## 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)<sup>5</sup>

## 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)<sup>6</sup>

## 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)

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

Kod kolorów:

▪ Odporność  
korozyjna

▪ Własności  
mechaniczne

▪ Podatność  
na przetwarzanie

# Gatunki Cr (Martenzytyczne)<sup>7</sup>

## 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)<sup>8</sup>

## 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 korozję 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<sup>9, 10</sup>

Materiał	Moduł Younga MPa	Współczynnik rozszerzalności cieplnej $10^{-6} \text{K}^{-1}$	Przewodność cieplna $\text{W m}^{-1} \text{K}^{-1}$	Ferromagne- tyczność	Gęstość $\text{Kg/dm}^3$
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)<sup>16,17</sup>

Gatunek	ASTM UNS	C Wt%	Cr Wt%	Ni Wt%	Mo Wt%	Inne Wt%	Typowe zastosowania <sup>3,4</sup>
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 drogową
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	

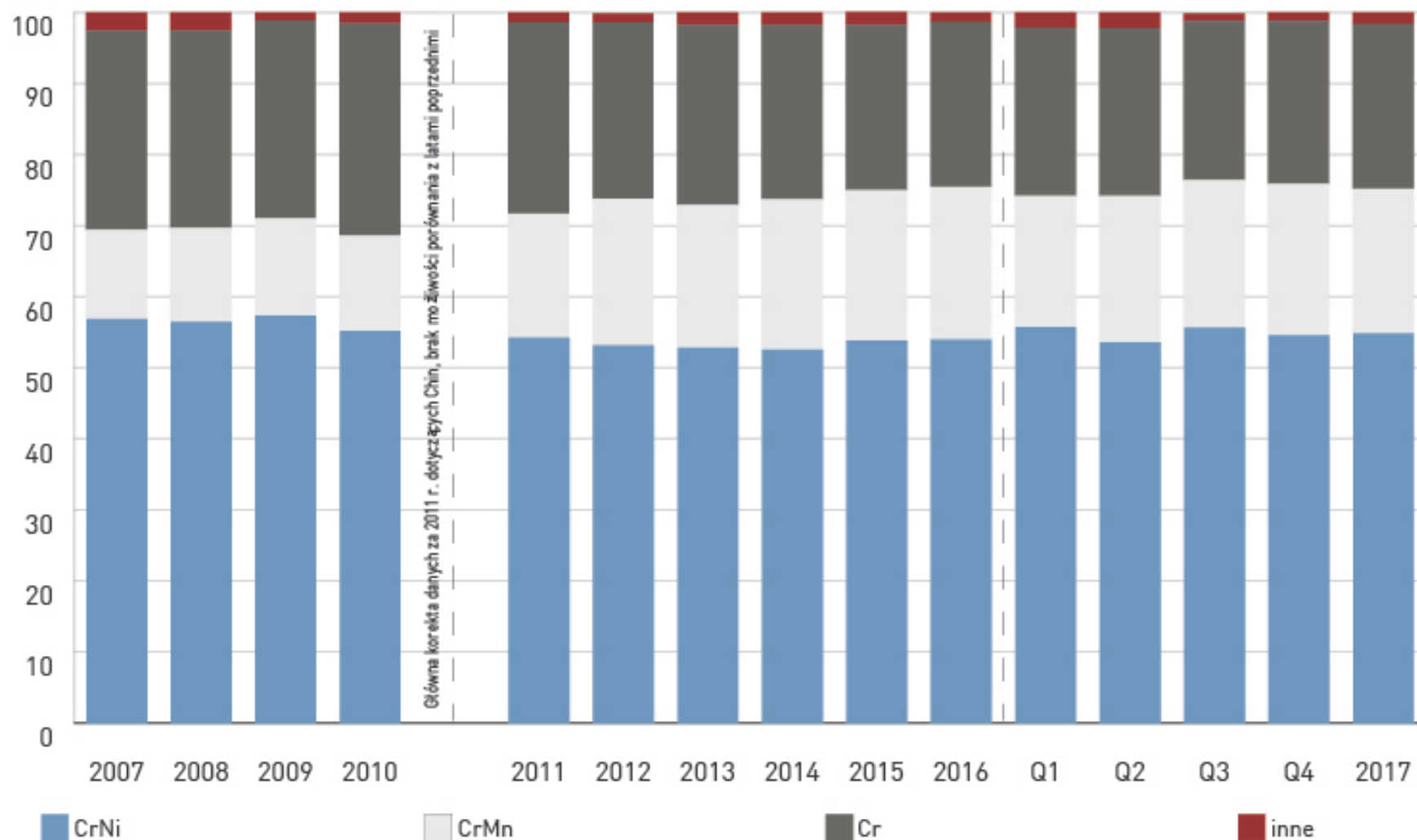
# Główne gatunki stosowane w architekturze, budownictwie i konstrukcjach (ABC): EN 10088-5 (pręty, druty, kształtowniki)<sup>18</sup>

Gatunek	ASTM UNS	C Wt%	Cr Wt%	Ni Wt%	Mo Wt%	Inne Wt%	Typowe zastosowania <sup>6</sup>
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 stali<sup>19</sup>

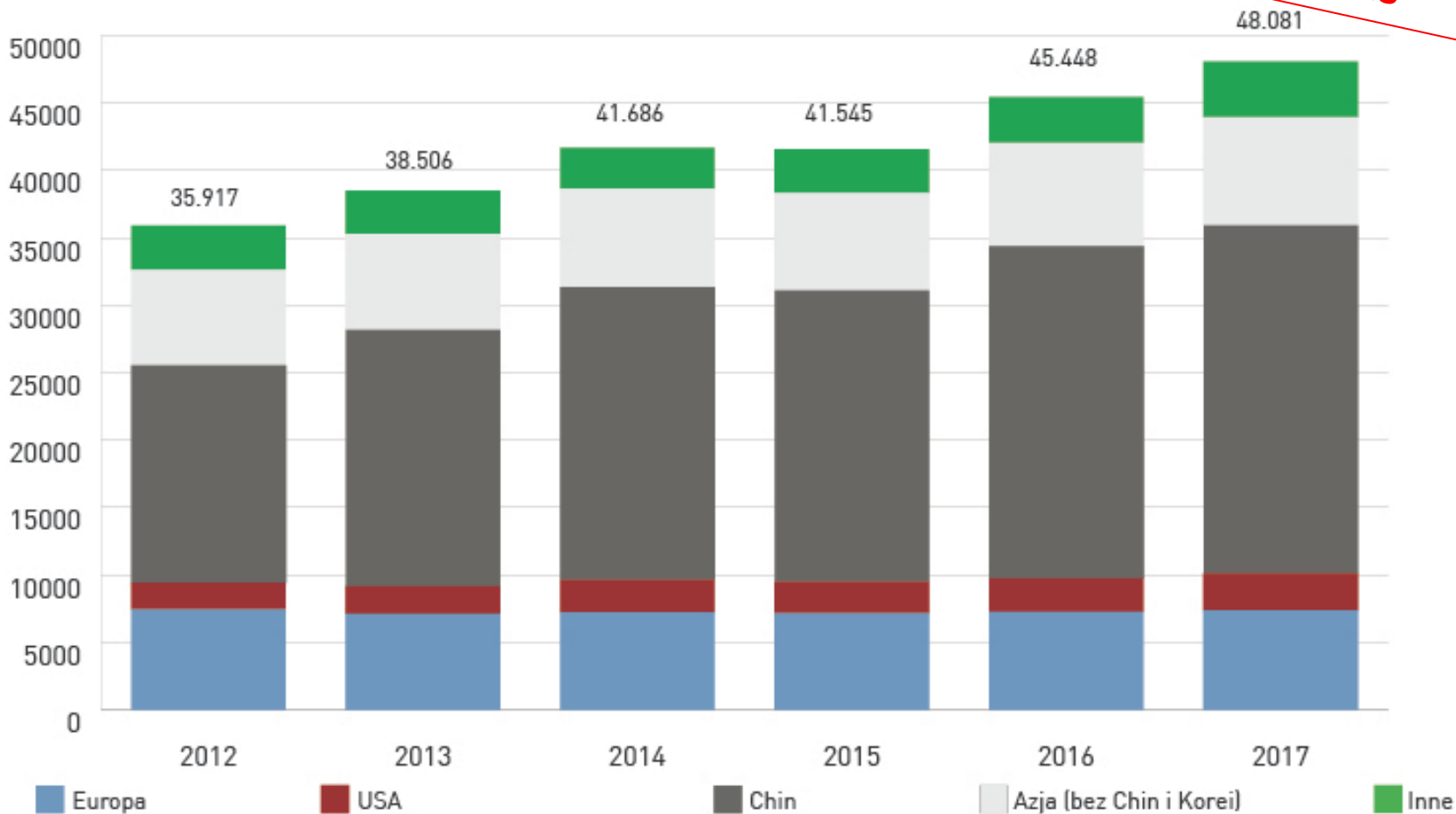


Wysokie ceny Ni sprzyjają zastępowaniu popularnych gatunków Cr-Ni przez gatunki Cr-Mn lub gatunki Cr. Udział w rynku gatunków duplex jest obecnie marginalny, ale przewiduje się, że będzie on wzrastać w przyszłości.

# Produkcja stali nierdzewnych (slaby/równowartość w sztabkach) w podziale na region w tys. ton.

Produkcja stali nierdzewnych (slaby/równowartość w sztabkach) w podziale na region w tys. ton.

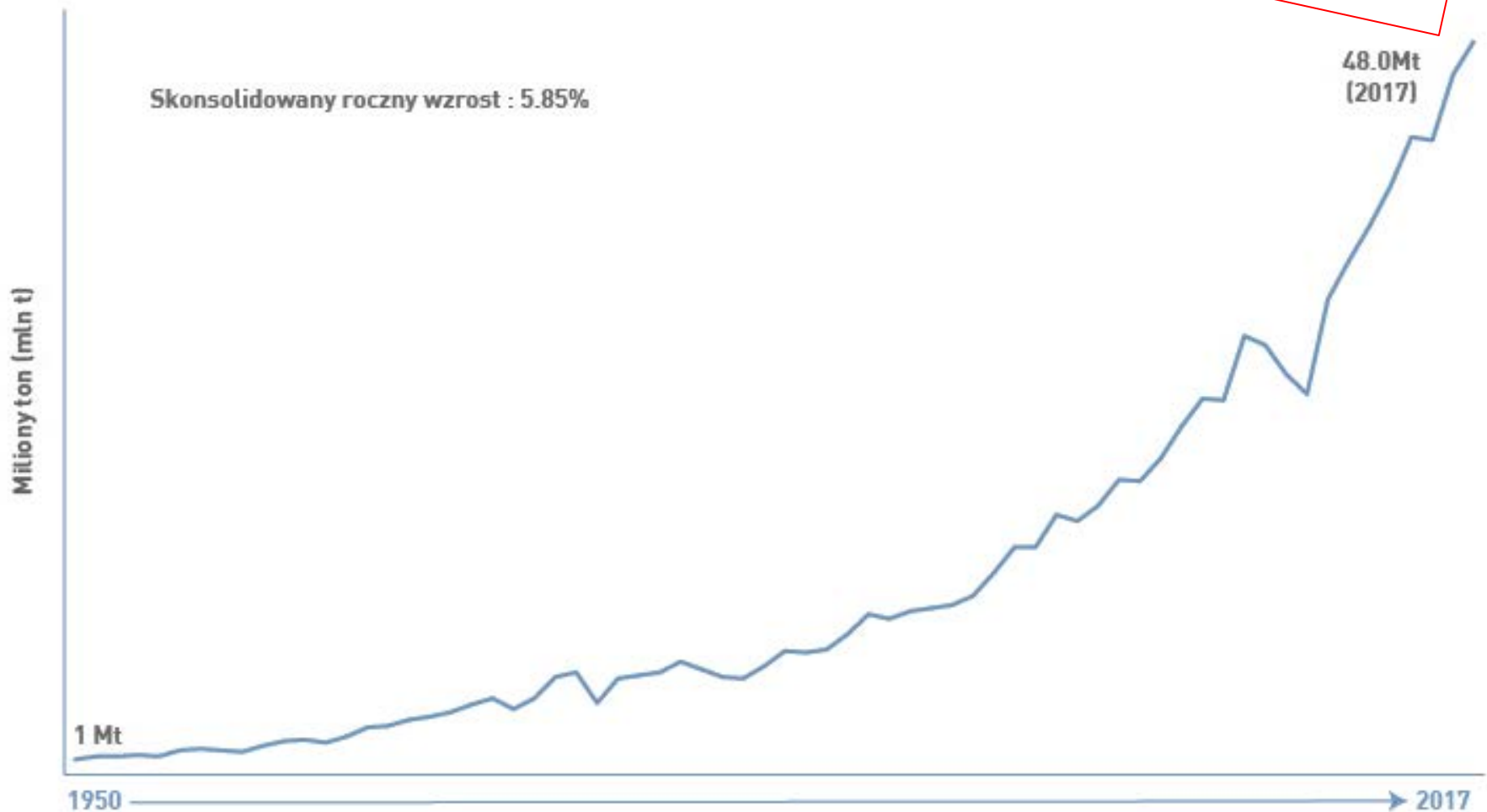
**UAKTUALNIONE  
2018**





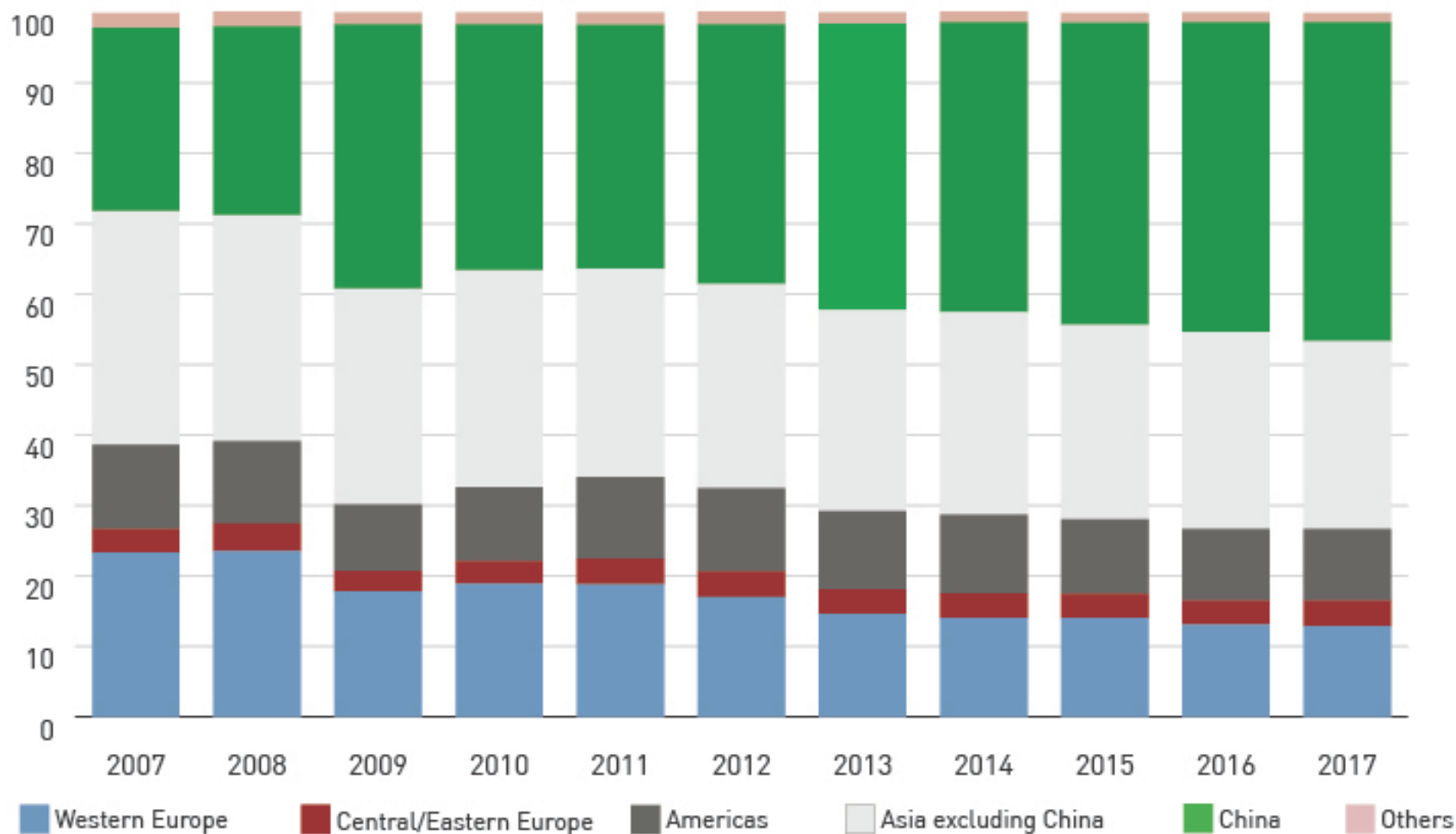
# World stainless meltshop production (slab/ingot equivalent)

**UAKTUALNIONE  
2018**



# Zużycie stali nierdzewnych w podziale na regiony

**UAKTUALNIONE**  
**2018**



# 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](http://www.imoa.info/download_files/stainless-steel/Austenitics.pdf)
5. New « 200 series steels »: An opportunity or a threat to the image of stainless steel? [http://worldstainless.org/publications/brochures\\_and\\_posters](http://worldstainless.org/publications/brochures_and_posters)
6. The ferritic solution [http://worldstainless.org/publications/brochures\\_and\\_posters](http://worldstainless.org/publications/brochures_and_posters)
7. Martensitic stainless steels [http://worldstainless.org/publications/brochures\\_and\\_posters](http://worldstainless.org/publications/brochures_and_posters)
8. Duplex stainless steels: <https://www.imoa.info/molybdenum-uses/molybdenum-grade-stainless-steels/architecture/structural-duplex-stainless.php?d=1>
9. [https://www.nickelinstitute.org/~Media/Files/TechnicalLiterature/CapabilitiesandLimitationsofArchitecturalMetalsandMetalsforCorrosionResistancel\\_14057a\\_.pdf](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](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](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](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  
[www.worldstainless.org/Files/issf/non-image-files/PDF/Euro\\_Inox/EN10088-4\\_EN.pdf](http://www.worldstainless.org/Files/issf/non-image-files/PDF/Euro_Inox/EN10088-4_EN.pdf)
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. ISSF publication « Stainless steel in Figures »:  
[http://www.worldstainless.org/statistics/publications\\_and\\_papers](http://www.worldstainless.org/statistics/publications_and_papers)

Dziękuję za uwagę!