

Prezentacja dla wykładowców architektury i budownictwa

Rozdział 04

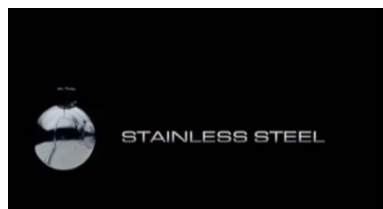
Co to jest stal nierdzewna?

Źródła wideo



100 lat stali nierdzewnej

<http://www.stainlesssteelcentenary.info/Home/Video>

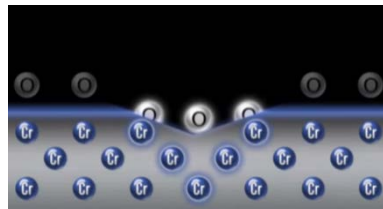


Stopowane dla uzyskania trwałej wartości

Alloyed for Lasting Value

http://www.worldstainless.org/files/issf/mov_video_files/Alloyed%20for%20lasting%20value/Alloyed%20for%20lasting%20value%20English.mov lub

<http://youtu.be/l4Z1UVWm3DE>



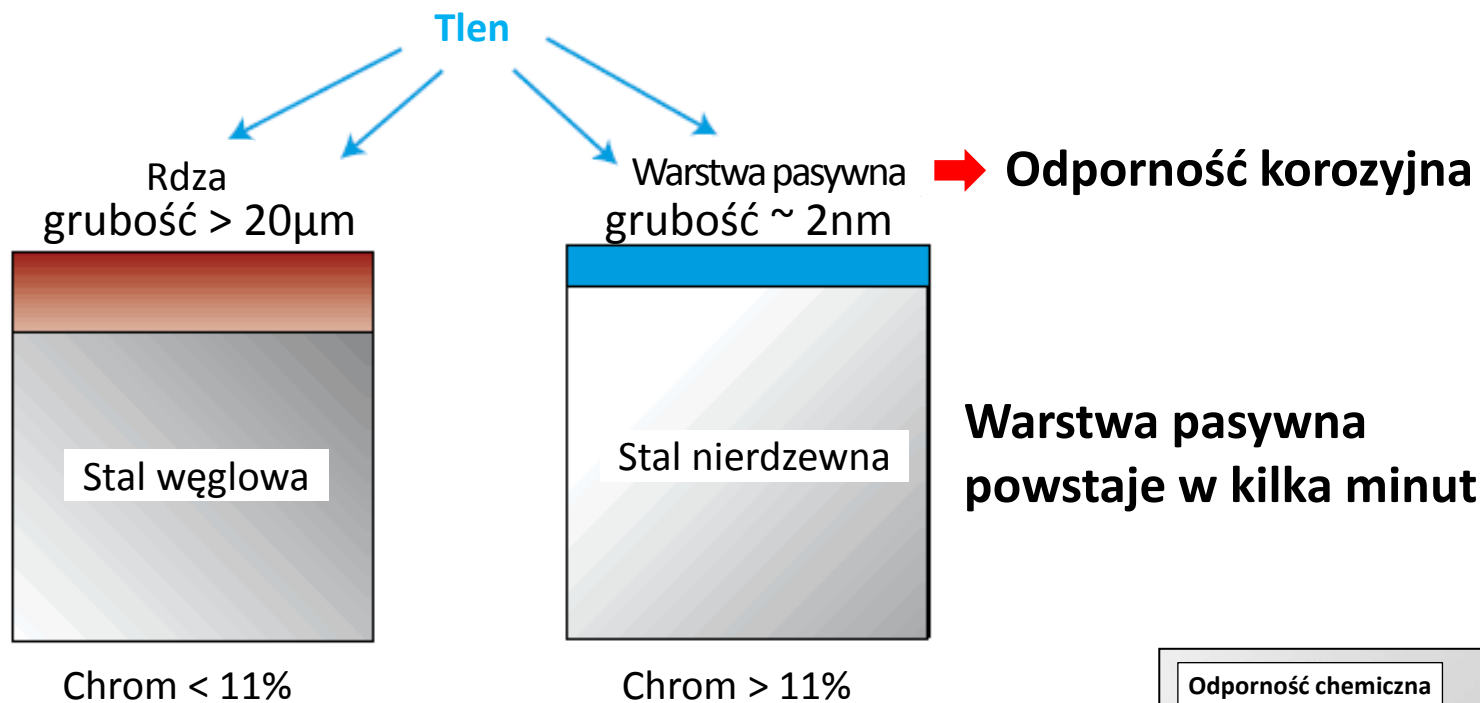
Mechanizm samonaprawczy utrzymujący trwałą wartość

Self-repairing for Lasting Value

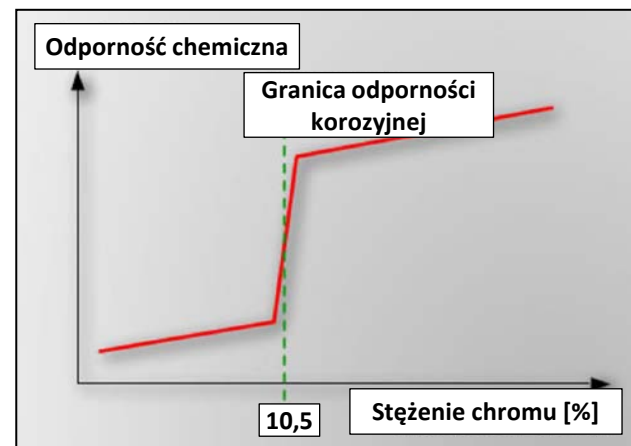
http://www.worldstainless.org/files/issf/mov_video_files/Selfrepairing%20for%20lasting%20value/Selfrepairing%20for%20lasting%20value%20English.mov lub

<http://youtu.be/ngnT6dYo-M0>

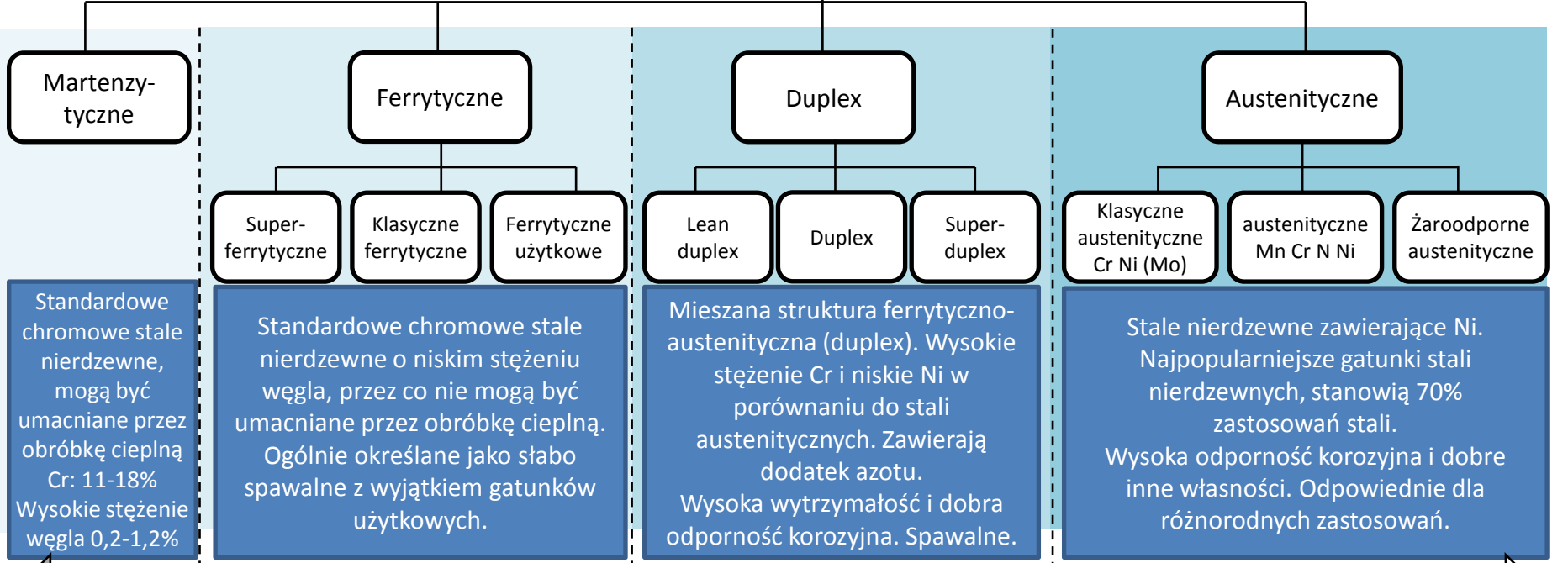
Stale nierdzewne to stopy żelaza zawierające co najmniej 10,5% chromu



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



Stale nierdzewne

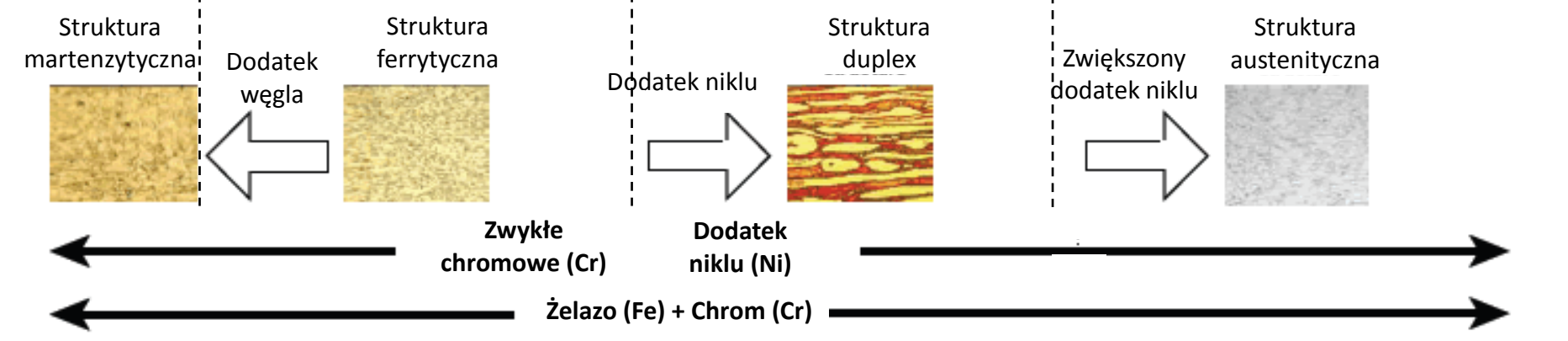
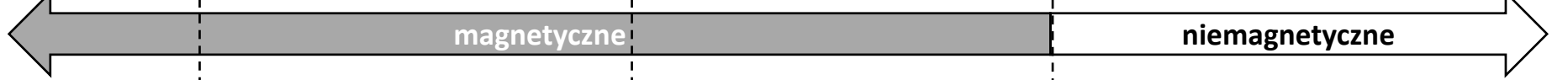


Standardowe chromowe stale nierdzewne, mogą być umacniane przez obróbkę cieplną
Cr: 11-18%
Wysokie stężenie węgla 0,2-1,2%

Standardowe chromowe stale nierdzewne o niskim stężeniu węgla, przez co nie mogą być umacniane przez obróbkę cieplną. Ogólnie określane jako słabo spawalne z wyjątkiem gatunków użytkowych.

Mieszana struktura ferrytyczno-austenityczna (duplex). Wysokie stężenie Cr i niskie Ni w porównaniu do stali austenitycznych. Zawierają dodatek azotu. Wysoka wytrzymałość i dobra odporność korozyjna. Spawalne.

Stale nierdzewne zawierające Ni. Najpopularniejsze gatunki stali nierdzewnych, stanowią 70% zastosowań stali. Wysoka odporność korozyjna i dobre inne własności. Odpowiednie dla różnorodnych zastosowań.



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)

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

Kod kolorów:

▪ Odporność
korozyjna

▪ Własności
mechaniczne

▪ Podatność
na przetwarzanie

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 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^{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	3,9
Szkło	65	9	1,7	Nie	2,5
Beton	48	10	1	Nie	2,5

Normy dla stali nierdzewnych

Główne organizacje normalizacyjne:

ISO



EN



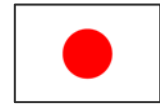
ASTM/AISI



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):

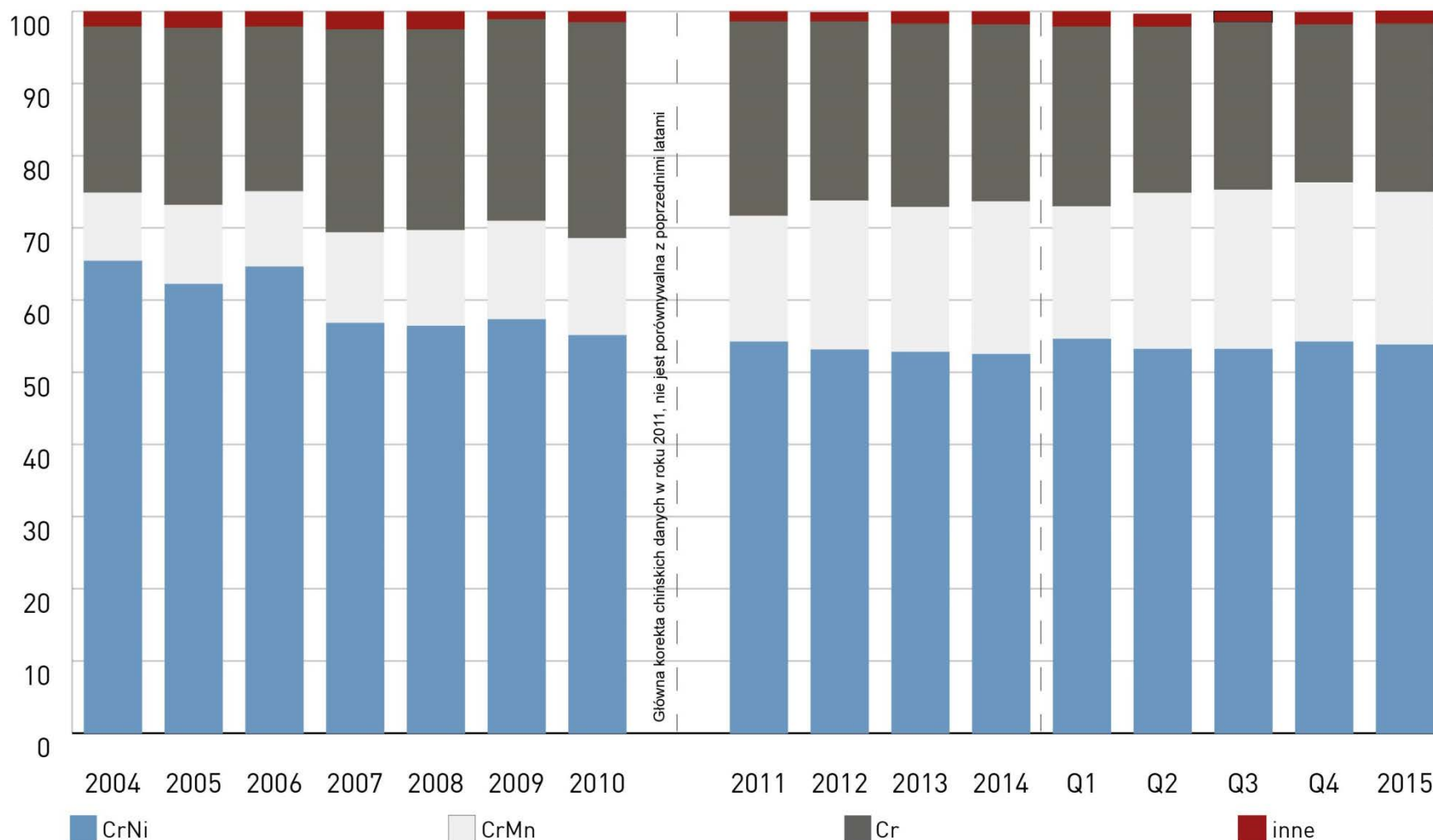
EN 10088-5 (pręty, druty, kształtowniki)¹⁸

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. <http://ocw.mit.edu/courses/materials-science-and-engineering/3-11-mechanics-of-materials-fall-1999/modules/props.pdf>
10. http://www.euro-inox.org/pdf/map/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.euro-inox.org/pdf/build/EN10088-4_EN.pdf
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 2014.pdf](http://www.worldstainless.org/Files/ISSF/non-image-files/PDF/ISSF%20Stainless%20Steel%20in%20Figures%202014.pdf)

Dziękuję za uwagę!