

Program seminarium:

10.00-10.10 *Otwarcie seminarium*

Andrzej Ciepela

10.10-10.50 Stale Duplex - grupa wysoko wytrzymałych gatunków stali nierdzewnych

Mikael Willför

10.50-11.30 LDX 2101 i 2304 - wysoko opłacalne stale Duplex, jako alternatywa dla austenitycznych gatunków stali nierdzewnych

Fredrik Sjöholm

11.30-11.55 Osobliwości spawania ferrytycznych stali nierdzewnych oraz stali typu Duplex

Jerzy Niagaj

11.55-12.35 20 lat badań stali nierdzewnej na elementy konstrukcyjne: Aktualny stan rozwoju międzynarodowych prac badawczych, praktyczne zastosowania, obecne możliwości i nadchodzące wyzwania

Bassam Burgan

12.35-13.00 *Przerwa kawowa*

13.00-13.40 Pręty zbrojeniowe ze stali nierdzewnej w konstrukcjach **Juan José Fernández Fernández**

13.40-14.20 Promocja stali nierdzewnej we Włoszech – nowe obszary **Fausto Capelli**

14.20-15.00 Dlaczego gatunek stali 3CR12 jest tak wyjątkowy? Stal CS200 z 4% dodatkiem niklu - alternatywny wybór

John Nigel Tarboton

15.00-15.40 Zastosowania dla materiałów serii AL 201HP™

Olga Galitskaya, Mario Ruiz

Od 15.40 *Panel dyskusyjny*

PARTNERZY:



PATRONI MEDIALNI:





***LDX 2101 i 2304 – Wysoko opłacalne stale Duplex,
jako alternatywa dla austenitycznych gatunków stali
nierdzewnych***

www.outokumpu.com

Zagadnienia

- Omawiane gatunki stali
- Korozja
- Własności mechaniczne
- Zbiorniki ciśnieniowe
- Zbiorniki magazynowe
- Przykłady zastosowania
- Podsumowanie

Opłacalność stosowania stali LDX 2101 oraz 2304

Stal węglowa

- Brak potrzeby stosowania nadatku na korozję
- Brak potrzeby platerowania lub stosowania okładzin
- Brak konieczności malowania
- Brak potrzeby konserwacji
- Niższy Koszt Cyklu Życia (LCC)

Stal austenityczna Cr-Mn-Ni (200)

- Lepsza odporność korozyjna (Wyższa odporność na pękanie korozyjne naprężeniowe)
- Większa wytrzymałość – Mniejsza grubość
- Podobna stabilność ceny (LDX 2101 – Większa)

LDX 2101, 2304

- Większa wytrzymałość – Mniejsza grubość
- Stabilność ceny
- Podobna odporność korozyjna (Wyższa odporność na pękanie korozyjne naprężeniowe)

Stale austenityczne 304, 316

- Łatwiejsze spawanie
- Większa wytrzymałość – Mniejsza grubość
- Lepsza odporność korozyjna

Stale ferrytyczne

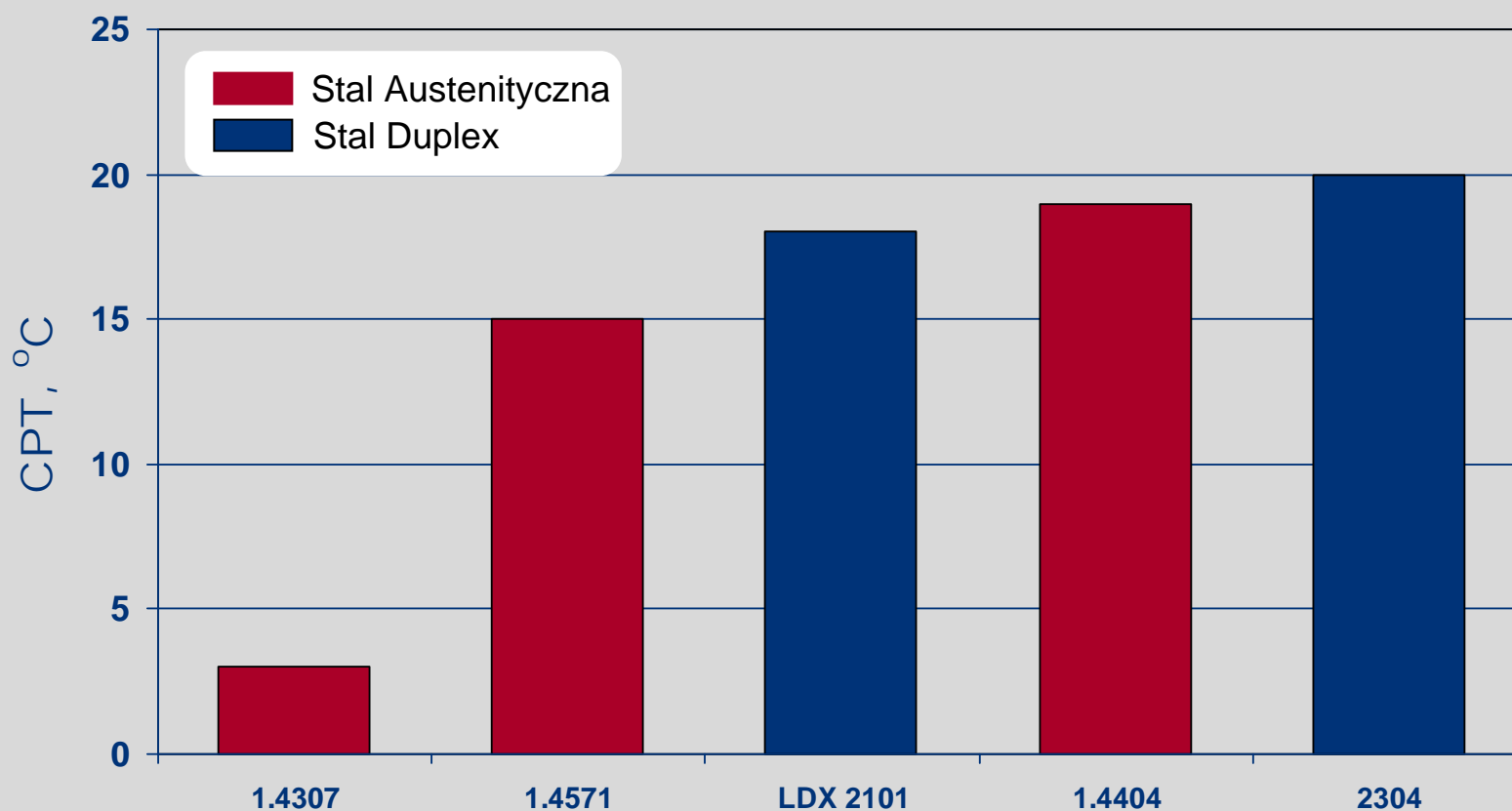
Porównywalne gatunki – LDX 2101 i 1.4307 oraz 2304 i 1.4404



EN	ASTM	Outo- kumpu	Typowy Skład Chemiczny, %					
			Cr	Ni	Mo	C	N	Inne
1.4162	S32101	LDX2101	21.5	1.5	0.3	0.03	0.22	5Mn
1.4307	304L	4307	18.1	8.3	-	0,02	-	
1.4362	S32304	2304	23	4.8	0.3	0,02	0,10	
1.4404	316L	4404	17.2	10.1	2.1	0,02	-	

gatunki Duplex

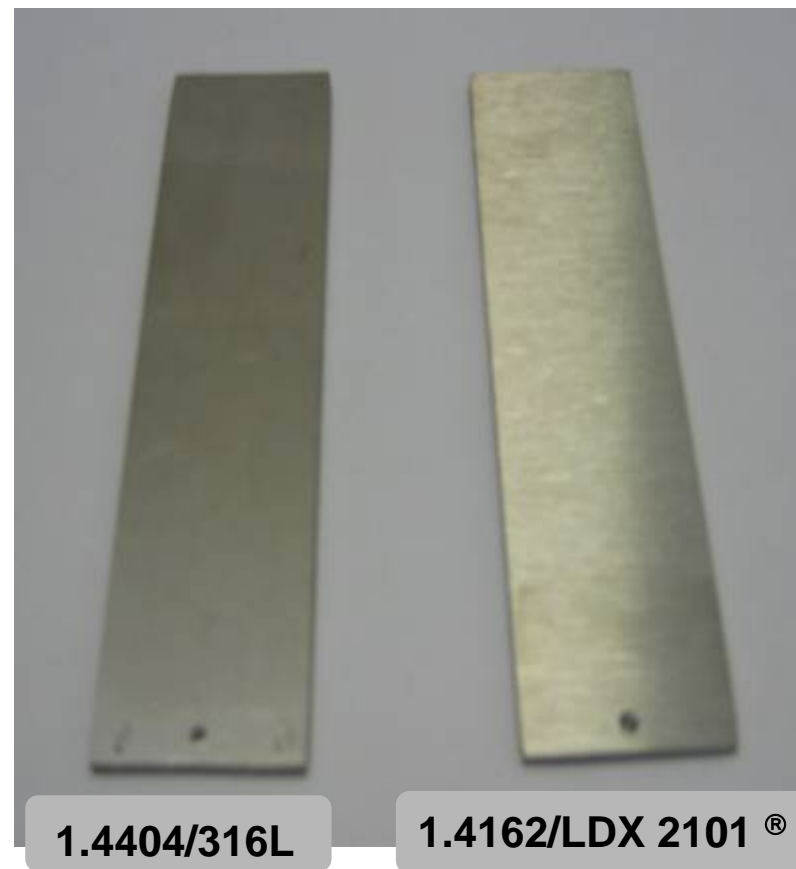
Odporność na Korozję – korozja wżerowa



Krytyczna Temperatura Powstawania Wżerów CPT zgodnie z ASTM G 150 (1M NaCl)

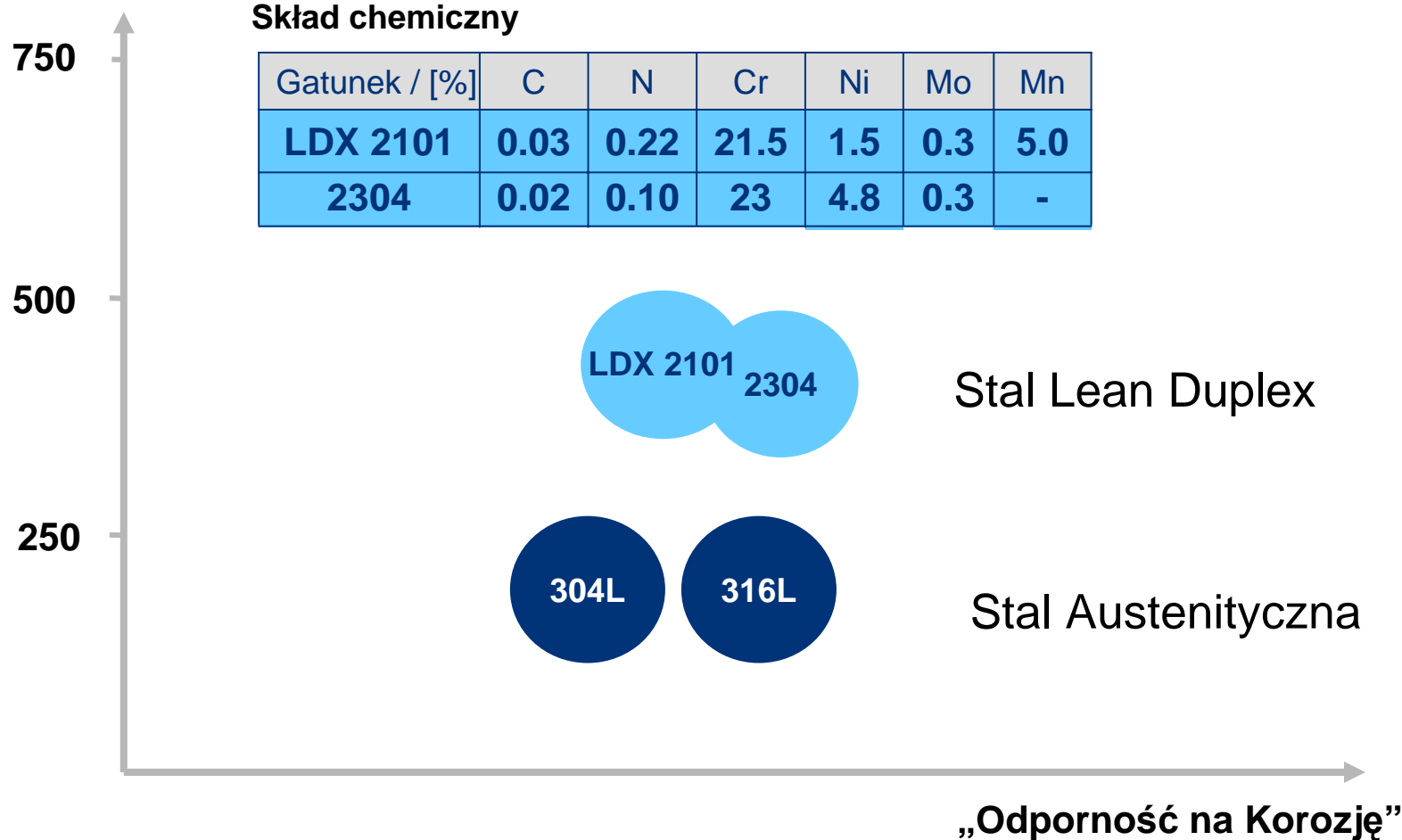
Porównanie 1.4404 i LDX 2101®

- Badania dla przemysłu górniczego
- Dwa różne gatunki stali
- Warunki badania
 - T= 50°C
 - 30 dni
 - 45g/L Cu²⁺
 - 200 g/L H₂SO₄
 - 600 ppm
- Brak ataków korozji w każdym z badanych materiałów



Porównanie - Wytrzymałość i korozja

$R_{p0.2}$ [MPa]



Własności mechaniczne

Gatunek	EN	ASTM	wartości minimalne, EN **		
			R _{p0,2} [MPa]	R _m [MPa]	A ₅ [%]
4301	1.4301	304	210	520	45
4401	1.4401	316	220	520	45
LDX 2101[®]	1.4162	S32101	450*	650*	30*
2304	1.4362	S32304	400	630	25

*) Gatunek LDX 2101 nie został jeszcze uwzględniony w normie EN 10088, dane zgodne z PMA oraz ASTM A 240.

***) Wartości dla blachy grubej walcowanej na gorąco. Wartości minimalne oraz typowe EN dla produktów walcowanych na zimno są wyższe

Przepisy projektowe – Zbiorniki ciśnieniowe

- Europejska norma zharmonizowana – EN 13445 Część 1-5
 - Stal LDX 2101 może być stosowana na zbiorniki ciśnieniowe poprzez odniesienie się do EN 13445 oraz PMA, EN 1.4162
- Norma amerykańska – ASME rozdział VIII
 - Stal LDX 2101 może być stosowana na zbiorniki ciśnieniowe poprzez odniesienie się do ASME oraz Przepisów 2418

Naprężenia projektowe zgodnie z przepisami dla zbiorników magazynowych i ciśnieniowych

	Dopuszczalne naprężenie projektowe, f_d [MPa]			
Przepis projektowy	LDX 2101	1.4307	2304	1.4404
EN 13445	271	167	267	173
ASME VIII-1	186	115	183	113
wartość ASME/ wartość EN	0.69	0.69	0.69	0.65

* Gatunek LDX 2101 nie został jeszcze uwzględniony w EN 10088-2 – $R_{p0,2}$ zgodnie z ASTM A240

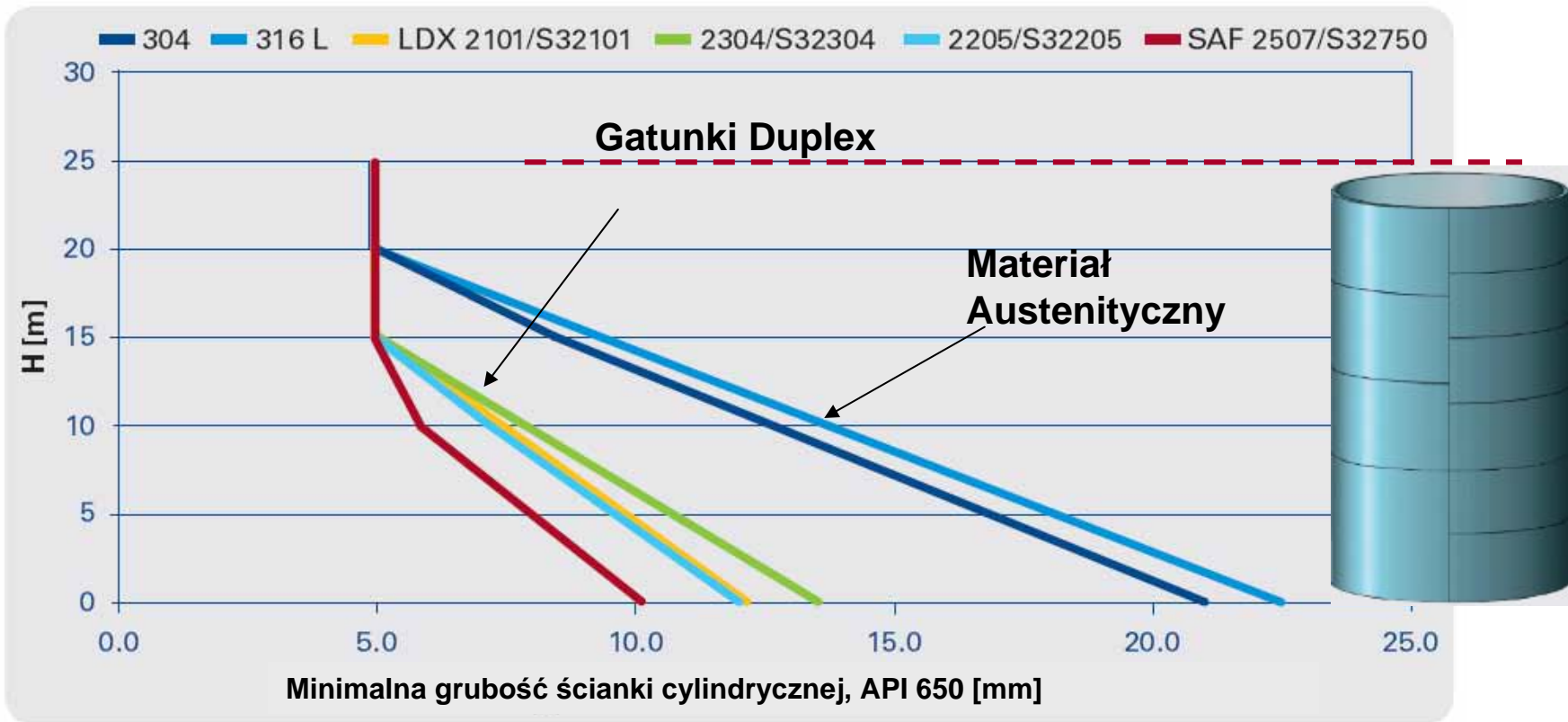
Przepisy projektowe – Zbiorniki magazynowe

- API 650
- Europejska norma zharmonizowana (1) - EN 14015:
„Wymagania dotyczące projektowania i wytwarzania stalowych naziemnych, pionowych, cylindrycznych, płaskodennych spawanych zbiorników do magazynowania cieczy w temperaturach otoczenia i powyżej”
 - Możliwe zastosowanie stali Duplex
- Europejska prenorma zharmonizowana (2) – Eurokod 3 Część 4-2:
„Silosy, zbiorniki i rurociągi”
 - Odnosi się do EN 10088 ⇒ Możliwe zastosowanie stali nierdzewnej typu Duplex

Naprężenia projektowe zgodnie z przepisami dla zbiorników magazynowych

		Dopuszczalne naprężenia projektowe, S_d [MPa]		
Gatunek stali		Przepis projektowy	API 650	EN 14015
Stal Duplex	LDX 2101		260	260
	2304		240	260
	2205		262	260
Stal Austenityczna	1.4301/304		154	139
	1.4404/316L		145	145

Minimalna grubość ścianki zbiornika o średnicy = 15m, zgodnie z API 650

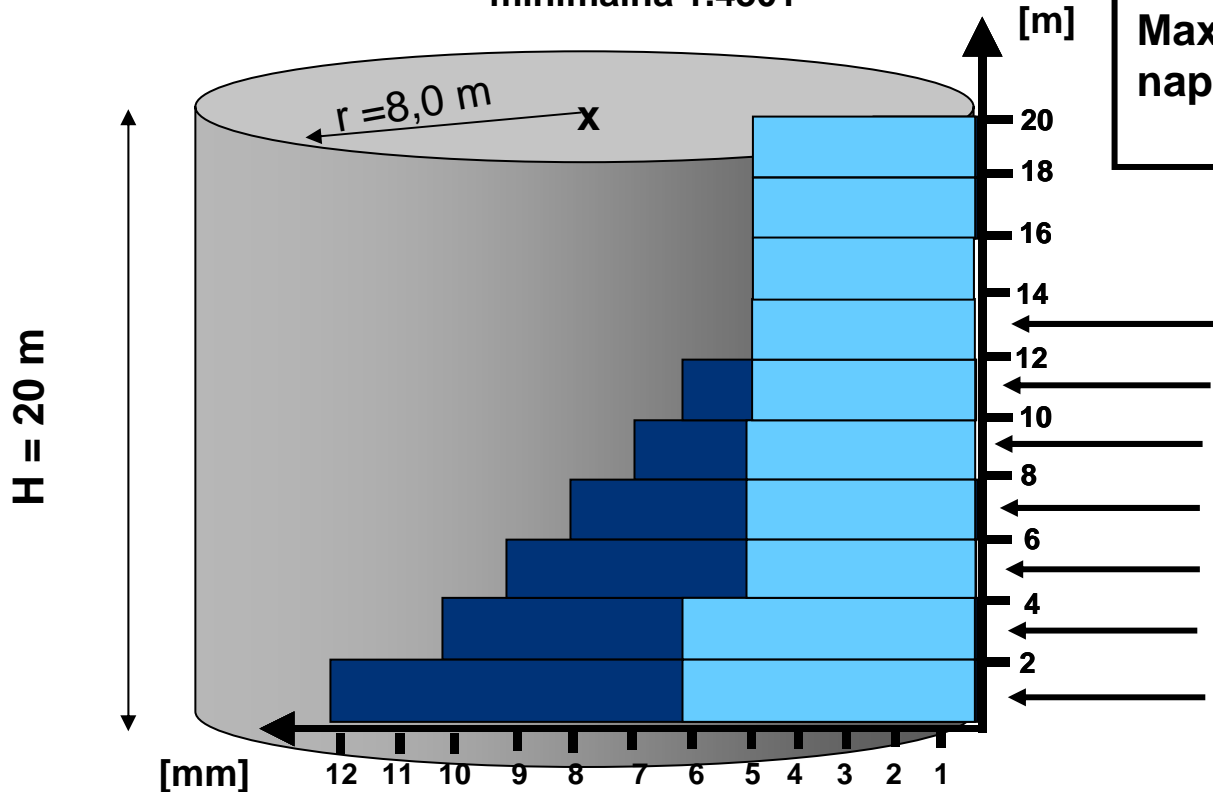


Wyłącznie ciśnienie hydrostatyczne, brak kontroli stabilności, gęstość = 1.
Obliczenia zgodnie z API 650

LDX 2101[®] kontra 1.4301

Stabilność
nie sprawdzona!

- Wymagana grubość minimalna LDX 2101
- Wymagana grubość minimalna 1.4301



EN 14015		
	1.4301	LDX 2101
Temp.	RT	RT
Rp _{0.2}	210	450
Rm	520	650
Max. dozwolone napężenie projektowe		
	140	260

Potencjalna redukcja grubości

0 %	(5.00 → 5.0 mm)
17 %	(6.00 → 5.0 mm)
29 %	(7.0 → 5.0 mm)
37 %	(8.0 → 5.0 mm)
44 %	(9.0 → 5.0 mm)
40 %	(10.0 → 6.0 mm)
50 %	(12.0 → 6.0 mm)

Darmowe porady i wsparcie oferowane są w dobrej wierze, z wykorzystaniem najlepszej dostępnej wiedzy, lecz z wyłączeniem jakiegokolwiek odpowiedzialności



LDX 2101[®], Przewaga cenowa - Zbiornik

Stabilność
nie sprawdzona!

1.4301

57,2 ton

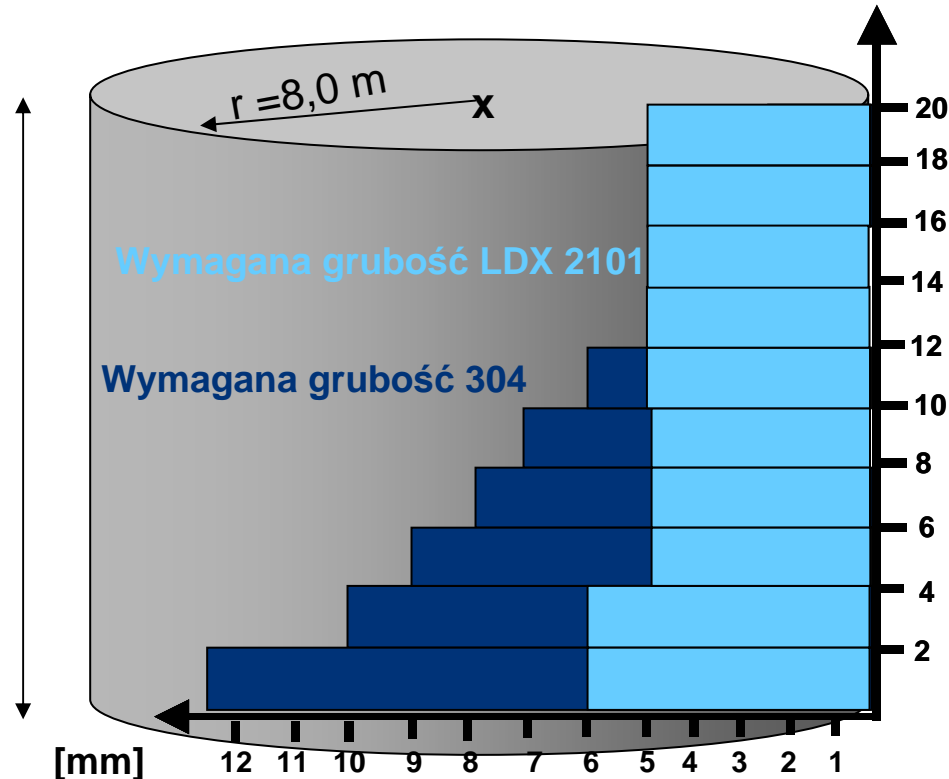
LDX 2101

40,8 ton

Oszczędność wagi: 29 %

Minimalna grubość
zgodnie z przepisami
projektowymi
EN 14015 = 5 mm
(zależna od geometrii)

H = 20 m



Przewaga cenowa stosowania stali Duplex

Zgodnie z:	API 650	Kryteria projektowe zbiornika:	
Reguły:	Carbon	Wysokość:	15 m
Współczynnik połączeń:	0.85	Średnica:	15 m
System pomiaru:	Metric	Objętość:	2650.7 m ³
		Gęstość:	1 g/ml

W: 1000 T: 5						W: 1000 T: 5
W: 2000 T: 5	Gatunek:	Gatunek:				W: 2000 T: 5
W: 2000 T: 5	EN	1.4301	OK	LDX 2101		W: 2000 T: 5
W: 2000 T: 5	Napężenie projektowe:	155 MPa	Napężenie projektowe:	260 MPa		W: 2000 T: 5
W: 2000 T: 5	Szerokość blachy:	2000 mm	Szerokość blachy:	2000 mm		W: 2000 T: 5
W: 2000 T: 5			Oblicz:			W: 2000 T: 5
W: 2000 T: 8						W: 2000 T: 5
W: 2000 T: 8						W: 2000 T: 5
W: 2000 T: 9						W: 2000 T: 5

Materiał:	34.3 MT	Materiał:	28.3 MT
Spawanie poziome:	329.9 m	Spawanie poziome:	329.9 m

Stal Duplex na Zbiorniki Magazynowe Hiszpania, 2006-2008



**Stal LDX 2101 wybrana
ze względu na opłacalność**

- Port w Barcelonie
- Zastosowanie:
Oleje jadalne/melasa
- LDX 2101
- 13+9 zbiorników
- Wymiary: $h = 25\text{m}$;
 $D = 10 - 17,1\text{ m}$
- $t = 5 - 16,5\text{ mm}$
- Ciężar: 1350 + 730 ton
- Oszczędność wagi:
 - ~ 200 ton (15%)
 - ~ 150 ton (20%)
- **Oszczędności całkowite: ~ 16%
na wadze w porównaniu z 304L**

Norwegia, 2005



- Elnesvågen, Norwegia
- LDX 2101®
- $h = 22,8 \text{ m}$ $D = 15,25 \text{ m}$
- 400 ton
- 5-13mm
- Szlam marmurowy
- Oszczędność wagi: 90 ton



Szwecja, 2007-2008



Lokalizacja: Norrköping
Gatunek: LDX 2101®
Wymiary: $h = 20 \text{ m}$
 $D = 14 \text{ m}$
Ciężar: 570 ton
Grubość: 4-8 mm
Zawartość: Etanol
Oszczędność wagi: 145 ton



Holandia, 2007-2008



Lokalizacja: Port w Amsterdamie

Materiał: LDX 2101[®] /2304

Ciężar: 1500 ton

Grubość: 3-8 mm

Zawartość: Biodiesel / oleje jadalne

Oszczędność wagi: ~250 ton

Pierwsze światowe zastosowanie stali nierdzewnych typu duplex na cysterny z biodieslem w produkcji RME miało miejsce w Szwecji



- Nowa firma chemiczna **Perstorp Oxo** w Stenungsund produkuje 200 000 ton RME rocznie; działa od 2007.
- **Zastosowanie wysoko wytrzymałej stali Duplex 2304** oznacza, w porównaniu do stali Austenitycznej 1.4301(304), redukcję grubości grubej blachy o ponad 30 % oraz lepszą odporność korozyjną.

Oczyszczanie Gazów Spalinowych 2205 i LDX 2101

- Instalacja wykonana ze stali Duplex 2205
- Zewnętrzne konstrukcyjne elementy usztywniające wykonane z LDX 2101
- Rozszerzalność cieplna podobna we wszystkich stalach Duplex



Połączenie stali Duplex wybrane ze względu na najlepsze właściwości oraz efektywność ekonomiczną.



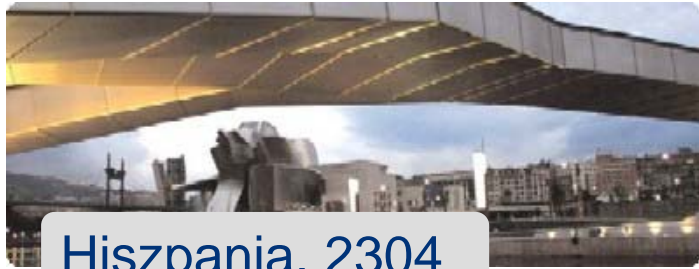
Chemikaliowiec ze zbiornikiem ładunkowym wykonanym ze stali Duplex

24 | 7 listopada 2008 | LDX 2101 i 2304 - Wysoko opłacalne stale Duplex, jako alternatywa dla austenitycznych gatunków stali

nierdzewnych

**OUTO
KUMPU**

Mosty ze Stali Nierdzewnej typu Duplex



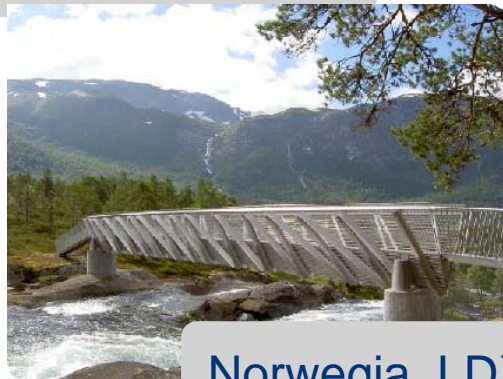
Hiszpania, 2304



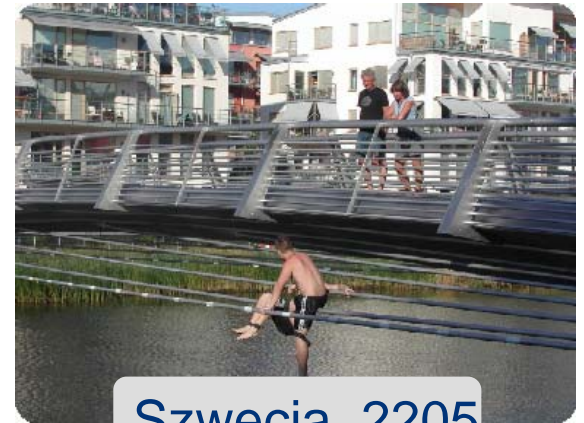
Hiszpania, 2205



Włochy, LDX 2101



Norwegia, LDX 2101



Szwecja, 2205

Podsumowanie

- **Wytrzymałość:** Stal Duplex posiada dwa razy większą wytrzymałość w porównaniu do stali Austenitycznych ⇒
Możliwość zmniejszenia grubości o 50%
- **Odporność korozyjna:** Stale Duplex są przynajmniej tak dobre jak stale austenityczne oraz bardziej odporne na korozję naprężeniową
- **Zastosowanie:** Stale Duplex stosowane są w wielu gałęziach przemysłu oraz różnorodnych zastosowaniach
- **Koszt materiału:** Stosowanie stali Duplex przynosi zwykle znaczne oszczędności
- **Stal Lean Duplex jest w bardzo wielu przypadkach opłacalną alternatywą dla standardowych gatunków austenitycznych**



***Stale Duplex
dodają
wytrzymałość
do
odporności
korozyjnej!***