

# Rostfritt stål i lastbärande konstruktioner

Varför rostfritt?

Tobias Larsson  
2018-04-10

outokumpu 

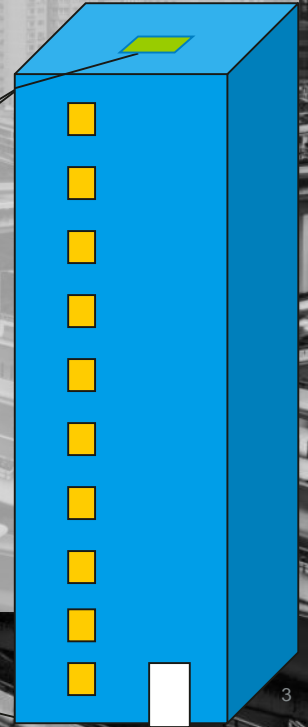
# Innehåll

- Vad är rostfritt stål?
- Duplexa rostfria stål och varför i lastbärande konstruktioner?
- Exempel: Broar och slussportar/dammluckor

# Vad är Rostfritt?

- Järn med tillsats av minst 10.5% krom
- Naturligt bildad passivfilm
- 20-30 Å = 0.000 002 - 0.000 003 mm
- Självläkande

Fe + >10.5% Cr





“Det finns Rostfritt.....  
.....och sen så finns det syrafast”



# Olika typer av rostfria stål

Kombinationen av legeringselement ger en mikrostruktur som ger vissa typiska egenskaper.

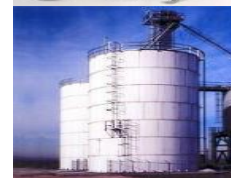
(Tillverkning Världen/Sverige)

**Austenitiska stål** Krom + Nickel (Mo, N).  
Formbarhet, svetsbarhet. Vanligast. (80/70%)

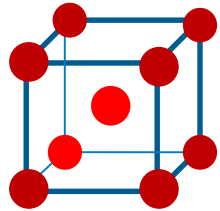
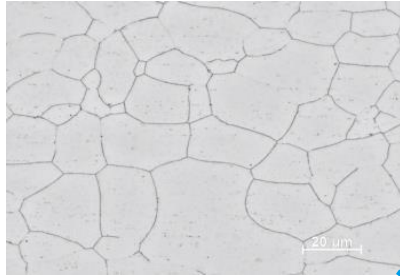
**Ferritiska stål** Krom  
Magnetiskt. Vanligt förekommande. (19/1%)

**Duplexa stål** Mycket Krom – lite Ni, Mo, N.  
50% ferrit-50% austenit  
Hög hållfasthet. Växer snabbast. (1/29%)

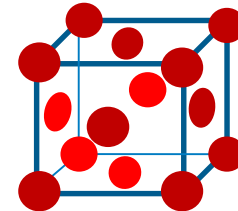
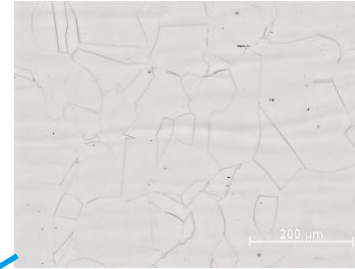
**Martensitiska stål** Krom + ganska mycket kol.  
Hög hållfasthet, hårdbara.



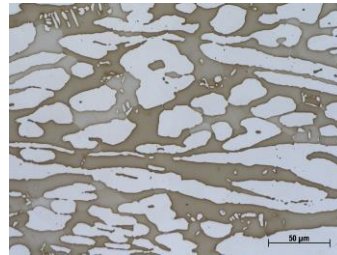
# Duplex = Austenit + Ferrit struktur



Ferrit



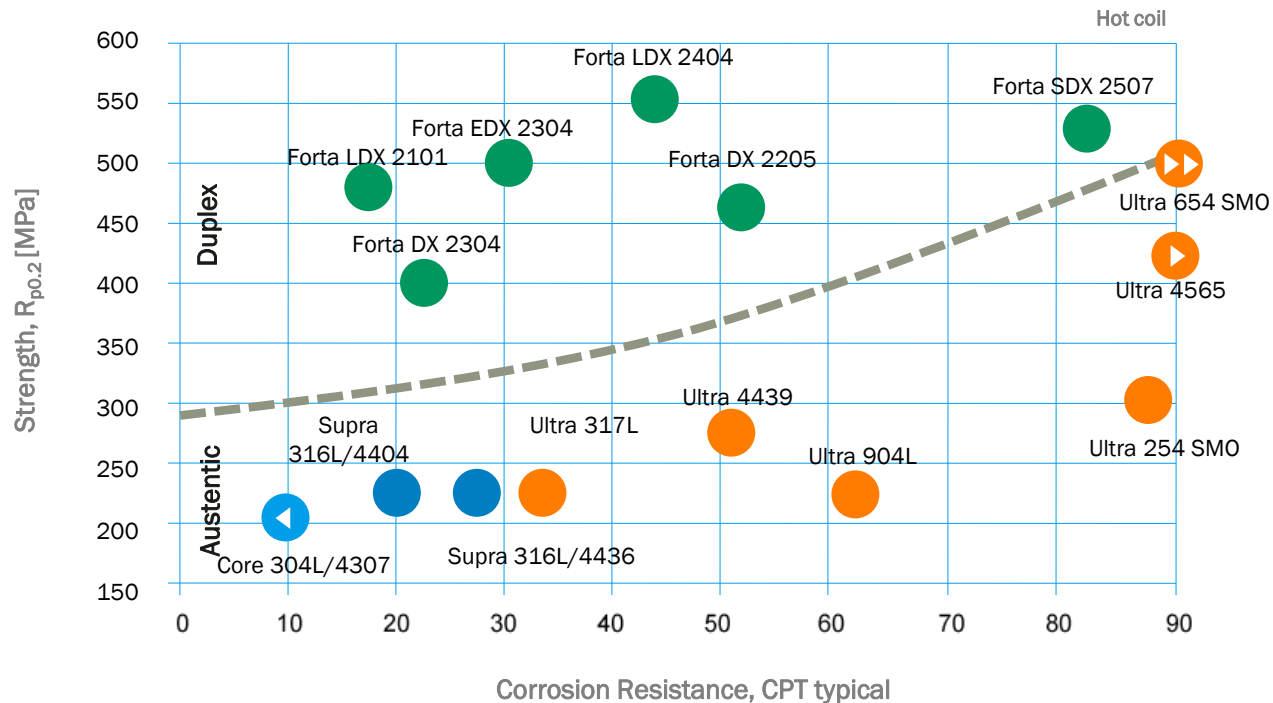
Austenit



Duplex

# Positionering av Duplexa stål

Perfekt kombination av hög hållfasthet och korrosionsmotstånd



# Generella egenskaper för Duplexa stål



- Högre hållfasthet än standardstål
- Bra till utmärkt korrosionsmotstånd
- Högt motstånd mot spänningsskorrosion och korrosionsutmattning
- Högre utmattningsmotstånd (fatigue) än standardstål
- Hög slitstyrka (wear resistance)
- Låg värmeutvidgning (thermal expansion)
- Hög energiupptagning
- God svetsbarhet
- Temperatur användningsområde: -40 till +250/325°C



# Vår värld rostar...

- Korrosionskostnad = 3 % av världens BNP\*
  - 275 miljarder USD (USA)
  - 130 miljarder SEK (Sverige)
- 2,500 vägbroar i Tyskland  
“otillräckliga” vad gäller vägsäkerhet och lastbärande kapacitet\*\*

## Omedelbara åtgärder:

- Restriktioner gällande fart
- Restriktioner gällande vikt
- Delvis nedstängning av vägbanor
- Full nedstängning av broar

→ Trafikavbrott och enorma offentliga summor spenderade på reparationsjobb!

\*Ref. The World Corrosion Organization \*\*Ref. BMVI, BASt, DIE WELT, Mar 2016

# Brooklyn Bridge

New York,  
opened 14th May 1883





# New York State Department of Transportation 2006 Brooklyn Bridge inspektion visade svåra strukturella skador



Holes in floor beams under the span from corrosion.



Corrosion on the base plate over floor beam.



Exposed rebar on a curve on the Manhattan approach.



More corrosion of floor beams.



65% loss of steel on a floor beam due to corrosion.



Ruler inserted 8 inches into a crack where Manhattan anchorage attaches to the span.

# Brooklyn Bridge



New York,  
opened 14th May 1883

US\$ 600M reparation och underhåll  
sedan 2010

10 Brooklyn Broar med lågt  
underhåll

Rostfritt stål uppfanns 30 år  
för sent



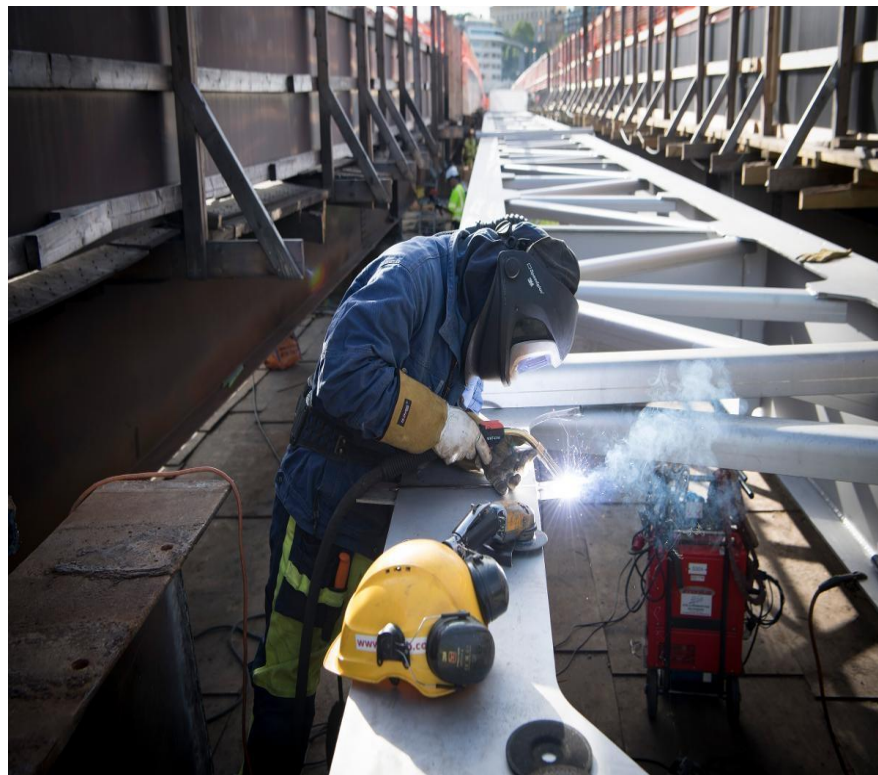
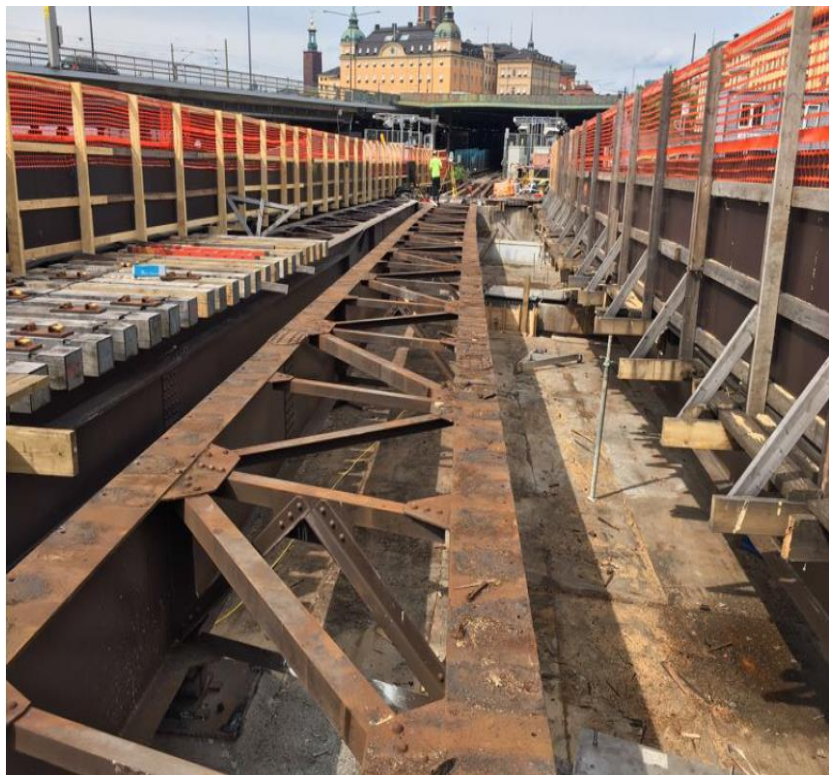
# Söderströmsbron LDX 2404

- 4 Broar mellan Slussen och Gamla Stan
- Varje bro är ca 174 meter lång och de är byggda av kolstål 1957
- De byts nu ut mot 600 ton av höghållfasta Forta LDX 2404 rostfritt stål





# Söderströmsbron LDX 2404



# Livscykelkostnad Söderströmsbron

## Exempel 1 LCC Entreprenadkostnad



- Anta RF bro ca 100 sek/kg
- Målad kolstålsbro ca 50 sek/kg inklusive ställning, intäckning mm vid blästring, målning mm på plats efter extra hål på plats samt montagesvetsar.
- Merkostnaden för en bro (ca 100 ton) är  $50 \cdot 100\ 000 = 5$  milj sek
- Fyra broar ger 20 miljoner merkostnad
- Anta budget för komplett ommålning inklusive överfläns (demontage BEST o d) ca 200 miljoner efter ca 30 år.
- Tre ommålningar 0 % ränta ger 600 miljoner varför RF ger en besparing på 580 miljoner.

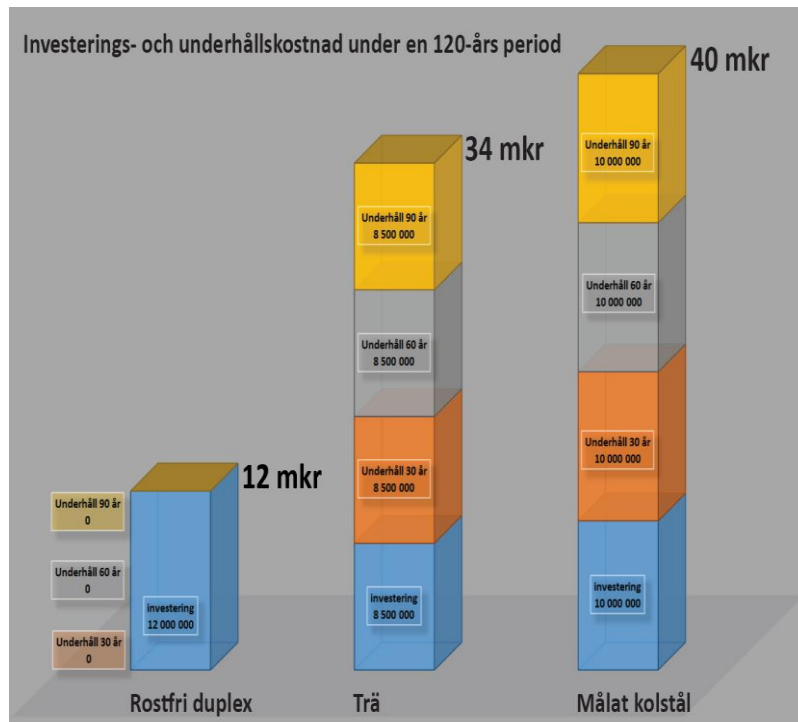
# Trafikantkostnad Söderströmsbron

## Exempel 2 LCC trafikantkostnad



- Svårbedömt
- 300 kr/h eller 5 kr/min används i många kalkyler
- **Anta 1 min** förlängd restid per dag i sex veckor med 340 000 resenärer ger 1,7 milj per dag eller 70 miljoner på sex veckor (en bro för 10 miljoner)
- Fyra broar ger 280 miljoner vart 30:e år.
- Tre ommålningar ger 850 miljoner totalt (**1 min**)
- Anta **15 min** restid om dagen ger **13 miljarder**
- Ersättningstrafik ej inkluderad

# Gång och cykelbro över E4 i Södertälje



# Lossendammen, LDX 2101

- O-H Älvservice AB, BE Group och Outokumpu
- 500 miljoner kubikmeter
- Förser 17 kraftverk nedströms (klass 1 damm)
- Nya utskovet en kapacitet på 610 kubikmeter vatten per sekund
- Luckbladen som är i kontakt med vattnet är duplex stålet LDX 2101





# Lossendammen, LDX 2101



2 välvda luckor  
13 m breda, 7,5 m höga  
26 ton



# Gårda Dämme, slussportar LDX 2404

- Nya luckor i rostfritt stål, ersatte gamla träluckor som var ruttna
- 5 nya rostfria installerade , 3.1 x 2.2 m, med en total vikt på ca 35 ton
- Alla luckorna tillverkades i Forta LDX2404®



# Gårda Dämme, slussportar LDX 2404

Rostfritt stål valdes för;

- Utmärka korrosionsegenskaper
- Hög hållfasthet
- Målningssystem behövs ej
- Bra nötningsbeständighet, rep och skrapmärkesbeständigt,
- Ingen färg kan bli skadad under installationen





# Tammerkoski LDX 2101, 200 års livslängd

Duplext rostfritt stål gör damm mindre underhållskrävande

- Dammprojektet Tammerkoski forsen, Tammerfors, Finland

Rostangripna kolstålsluckor ersatta med nya i Lean Duplex stål

Forta LDX2101® valdes på grund av:

- Högt korrosionsmotstånd , säkerställer underhållsfri drift
- Bra slitagemotstånd och hög styrka, ex. belastningar av is
- Låg miljöpåverkan eftersom målning inte behövs
- Beräknad underhållsfri livslängd, två århundraden

# Säfte Kanal, 2014

- Montagebild 2014



- 3 – Luckor, 10,5 m långa och 2,6 m höga. Sitter på en rad, infästa i en av huvud-balkarna under en fast bro.
- Totalt 25 ton grovplåt valsades i Degerfors i höghållfast LDX stål för projektet.
- Plåt detaljer tillverkades av Outokumpus plåt service center PSC Nordic



# Sammanfattning

- Rostfritt duplex stål är mångsidigt och hållbart
- Minimerat underhåll
- Betydande livscykelkostnadsbesparingar
- Höghållfast
- Fullt återvinningsbart



# Rostfritt stål i lastbärande konstruktioner

Varför rostfritt?

Tobias Larsson  
2018-04-10

outokumpu 