

# Rustfri armering; En fordel eller bare dyrt!

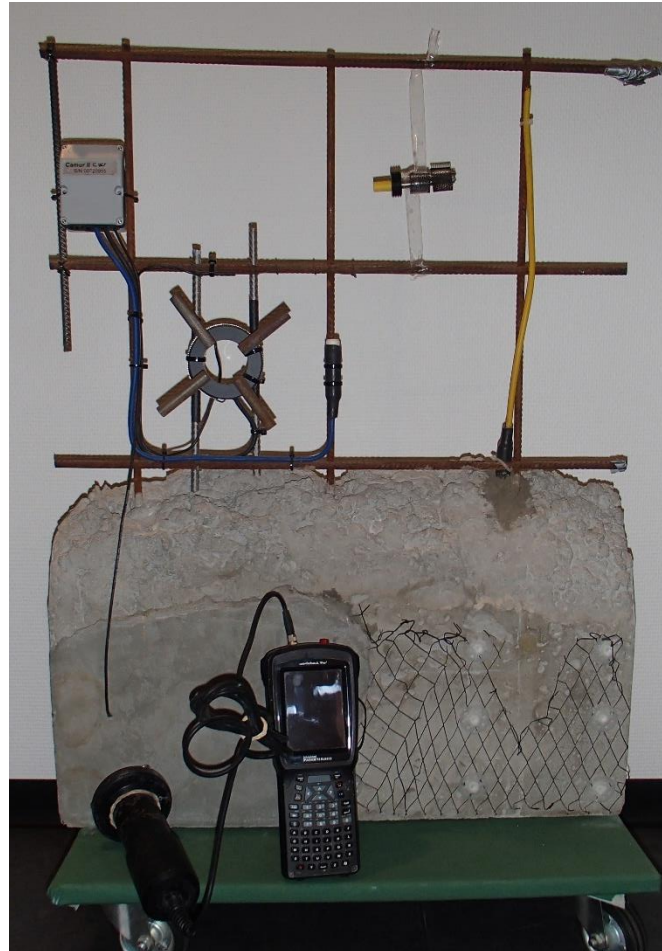


## FORCE Technology:

- Metallurgi
- Sammenføjninger: Svejse, lodde, bolte
- Korrosion og anden nedbrydning af metaller
- NDT: alle typer
- Overvågning: bevægelser, spændinger, korrosion etc.
- Kompositter, overflade behandling, kyllinger
- BETON

## Betonafdeling

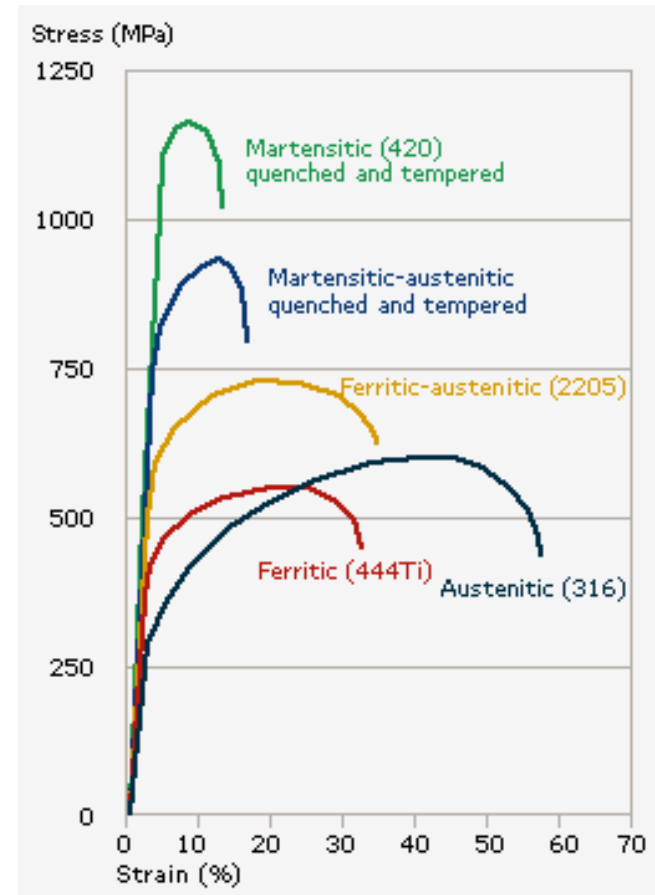
- Udspring af korrosionscentralen: Armering ruster!!
- Opfinder EKP metoden! – Galvapulse/corromap
- Udfører skadesanalyse og undersøgelser af betonkonstruktioner
- Alle typer NDT: Georadar, im-pact Echo, Mira etc.
- Sonder til korrosionsovervågning: ERE, Corrowatch samt fugtsonder/temperatur og bevægelser
- Katodisk beskyttelse!



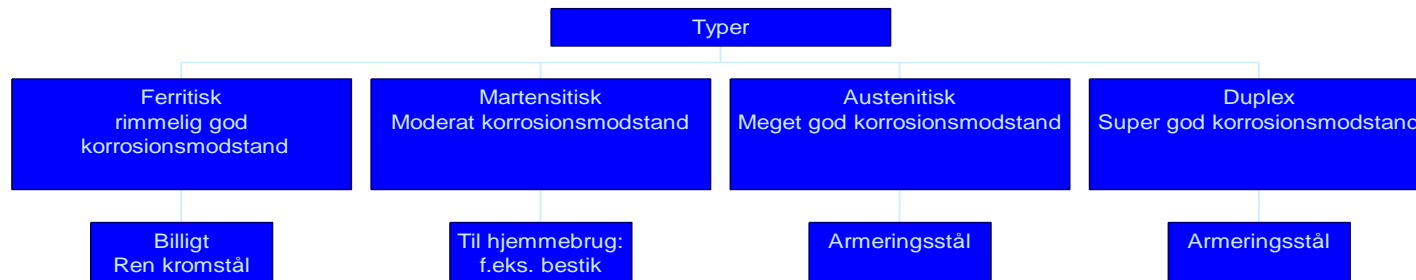
- Byggforsk
- Nordic Innovation centre - 04118:
- "Corrosion resistant stel reinforcement in concrete structures" project report 405 - 2006
- Gro Markeset, Steen Rostam og Oskar Klinghoffer

Steel Type	Steel grade		USA
	EN 10088-1	Designation	AISI
Austenitic	1.4301	X5CrNi 18-10	304
Austenitic (with Mo)	1.4401	X5CrNiMo 17-12-2	316
	1.4429	X2CrNiMoN 17-13-3	316LN
	1.4436	X5CrNiMo 17-12-2	316
	1.4571	X6CrNiMoTi 17-12-2	316Ti
Ferritic-austenitic (lean duplex types)	1.41xx (LDX 2101)	X3CrNiMo 22-2-0	-
	1.4362	X2CrNiMo 23-4	-
Ferritic-austenitic (Duplex)	1.4462	X2CrNiMoN 22-5-3	-

Steel type	Density kg/m <sup>3</sup>	Thermal expansion [10 <sup>-6</sup> /°C]
Carbon steel	8000	12
Austenitic	7900	16
Austenitic (Mo)	8000	16
Ferritic-austenitic (Duplex)	7800	13



All steel alloys with a content of more than 12% chrom is called stainless!!!!



## Korrosionsmodstand af rustfrit stål øges med:

- Stigende chrom indhold
- Stigende nikel indhold
- Stigende molybden indhold
- Stigende kvælstof indhold



Corrosion resistance class	Steel Type	Steel grade		PREN value
		EN 10088-1	Designation	
<b>Class 0</b>	Carbon steel	(-)	(-)	(-)
<b>Class 1</b>	Austenitic (without Mo)	1.4301	X5CrNi 18-10	19
		1.4541	X6CrNiTi 18-10	17
<b>Class 2</b>	Austenitic (with Mo)	1.4401	X5CrNiMo 17-12-2	25
		1.4429	X2CrNiMoN 17-13-3	26
		1.4436	X5CrNiMo 17-12-2	26
		1.4571	X6CrNiMoTi 17-12-2	25
<b>Class 3</b>	Ferritic-austenitic (Duplex)	1.4462	X2CrNiMoN 22-5-3	36

## **PREN = Pitting Resistance Equivalent Number**

- Austenitisk stål:
  - **PREN = %Cr + 3,3 \* %Mo + 16 \* %N**
- For duplex stål er kvælstof effekten vurderet højere
  - **PREN = %Cr + 3,3 \* %Mo + 30 \* %N**

## Rustfriarmering vs sort armering:

- Rustfriarmering er ca. 5-10 gange dyrere end almindeligt sort stål, afhængigt af legeringen
- Stort set samme mekaniske egenskaber som sort stål

Hvornår giver det mening at anvende rustfrit stål:

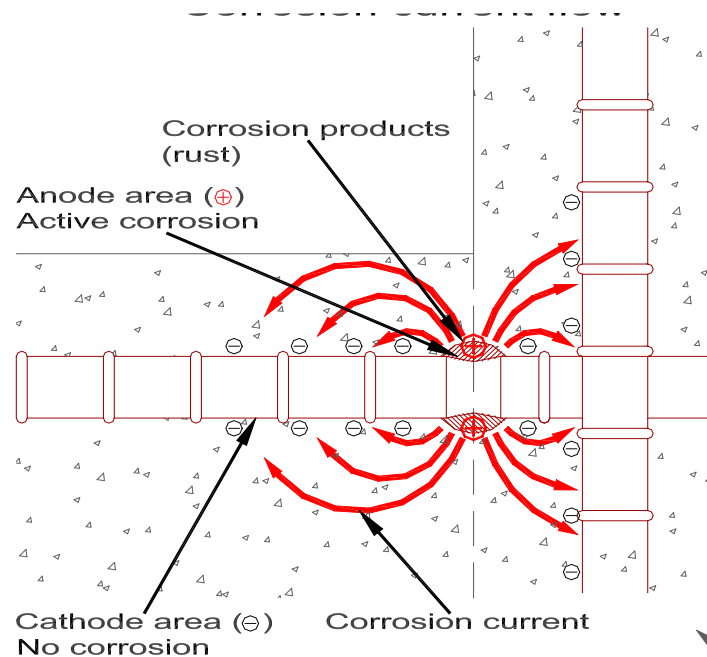
- Aggressivt miljø: Fugt, klorider, iltrigt
- Begrænset dæklag
- Revnet eller revende konstruktion
- Komplicerede reparationer/reparationsforhold



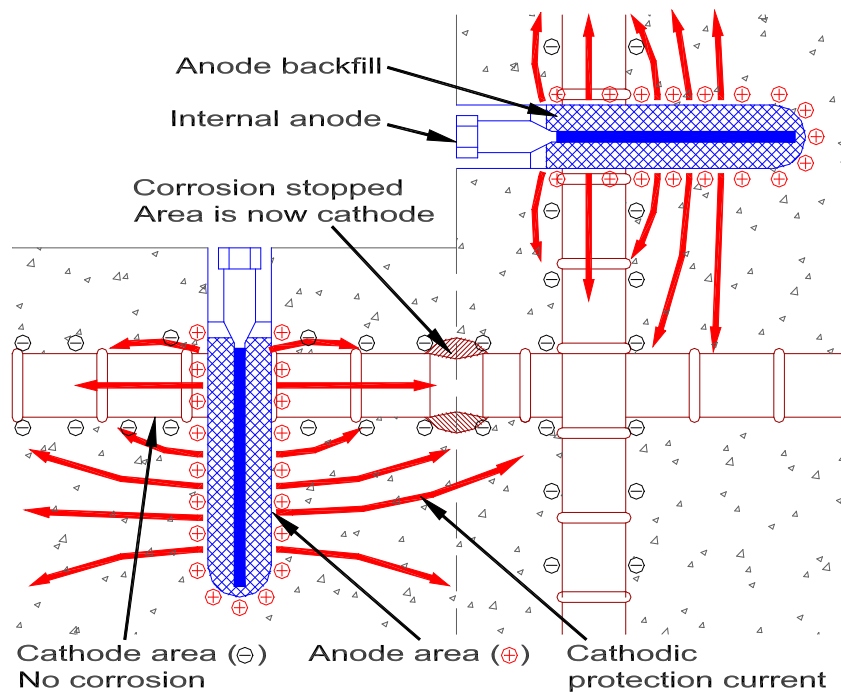
- Korrosion er en elektrokemisk reaktion
- En korrosionscelle består af en anode, katode og en elektrolyt. Der skal være elektrisk forbindelse mellem anode og katode for at reaktionen kan forløbe.
- Korrosion (metalopløsningen) sker på anoden

## Hvad er korrosion:

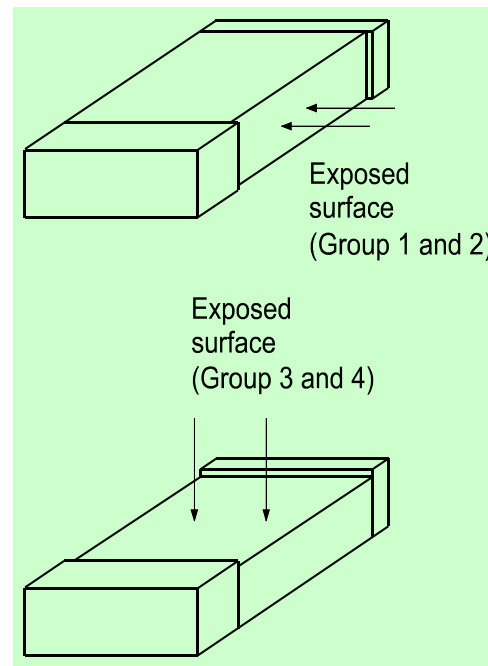
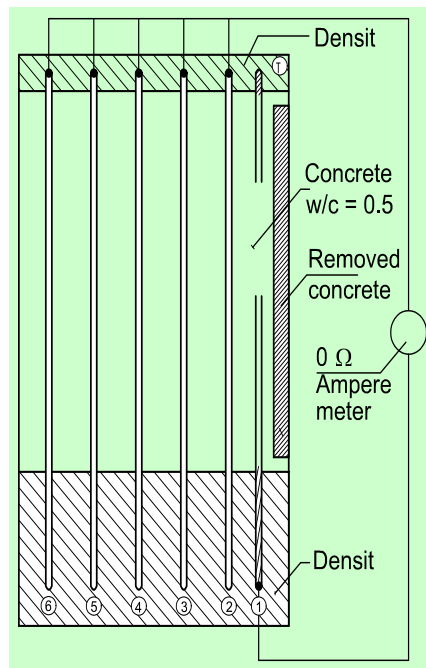
- $\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^-$  Anode
- $\frac{1}{2}\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{OH}^-$  Katode



# Katodisk beskyttelse



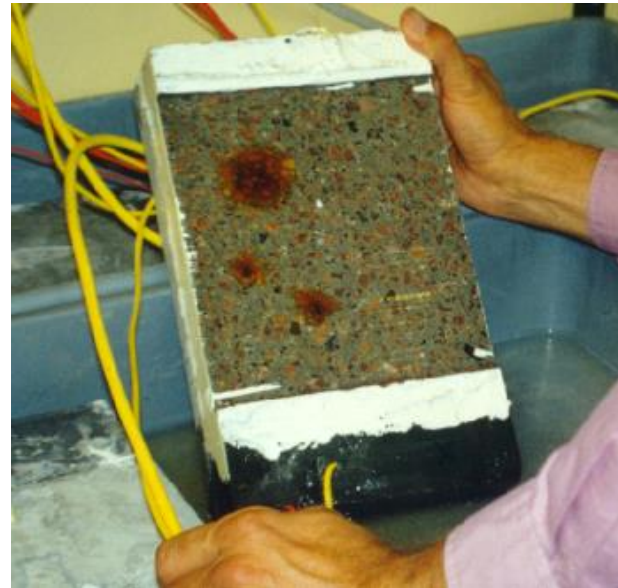
4 grupper af prøver med blanding af sort og rustfrit stål (rustfrit stål repræsenterer 5% eller 10% af den totale stålvolume).

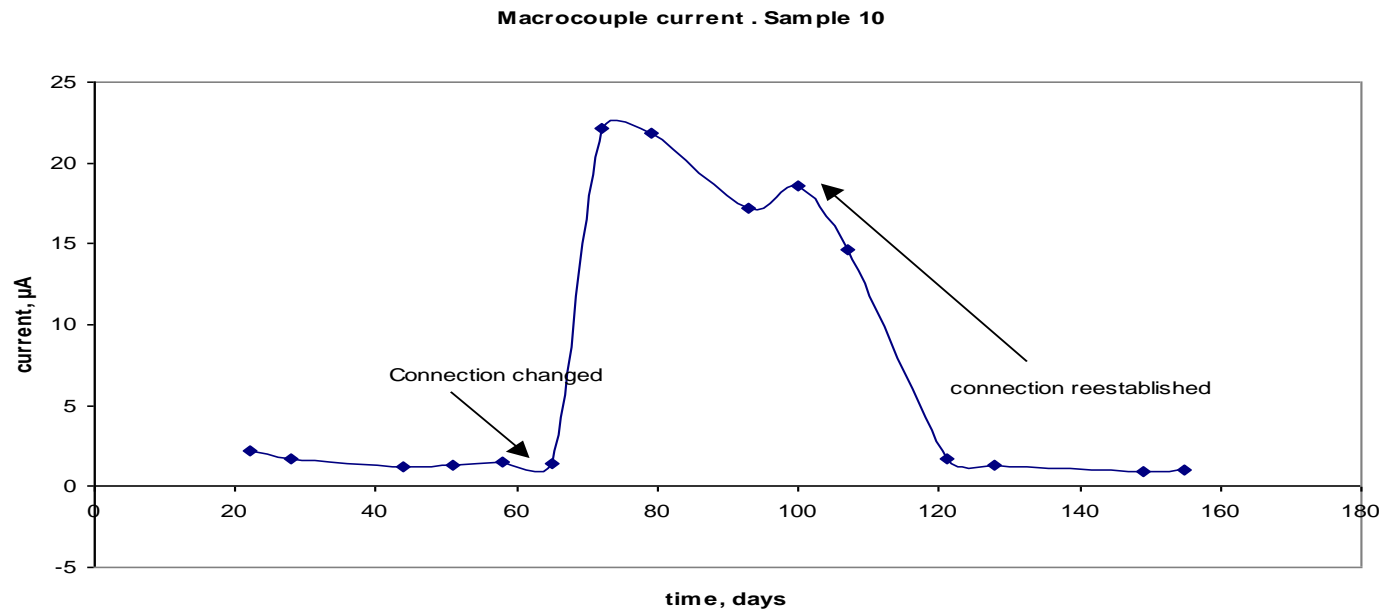


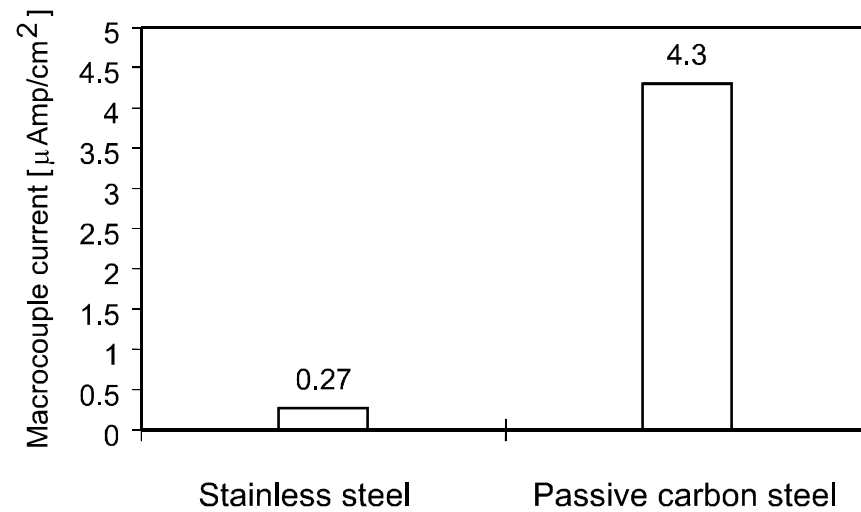


Følgende målinger er gennemført:

- Macrocelle strøm (korrosionsstrøm):
- Elektrokemiske potentiale målinger vs  $\text{MnO}_2$  reference elektrode







## - Konklusioner

- Den elektriske forbindelse mellem rustfrit stål og sort stål har ingen negativ effekt på korrosionsegenskaber. Tværtimod har denne kobling bedre korrosionsegenskaber end ren sort stål med både korroderende og passive områder.
- Rustfrit stål har en højere overspænding end sort stål for katode reaktionen af iltreduktionsprocessen. Af denne årsag vil stigningen af korrosionshastigheden for koblingen mellem rustfrit og sort stål blive betydelig mindre end for ren sort stål når korrosionsprocessen er initieret.
- Det faktum at rustfrit stål er en mindre effektiv katode end sort stål gør det attraktivt at blande disse to metaller sammen når en del af armeringen skal udskiftes i forbindelse med reparationer.



14-03-2017