



Korrosion i jord och katodiskt skydd

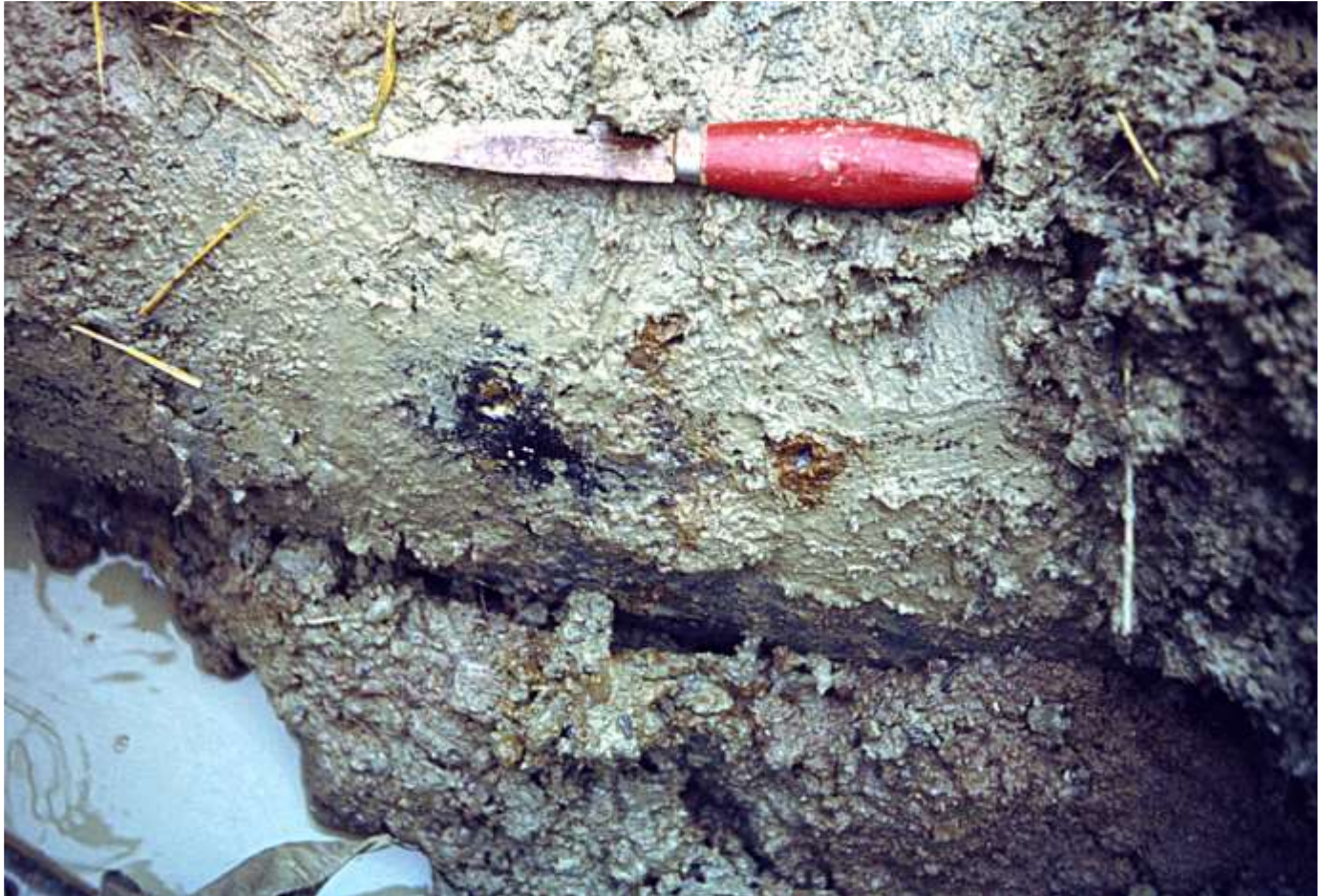
4S ledningsnät konferens 11 nov 2016

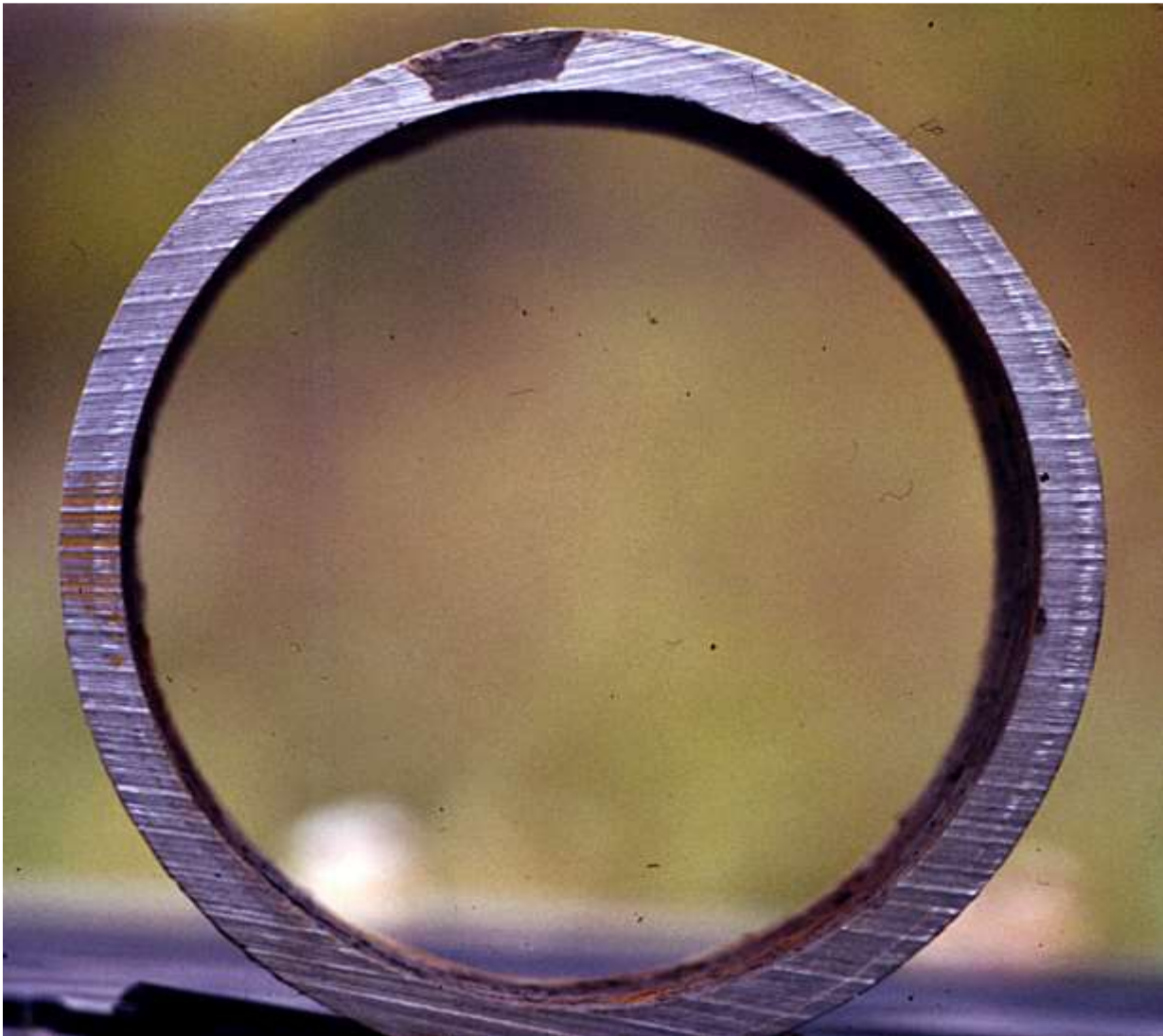
Bertil Sandberg
Carl-Johan Högberg



Del 1: Korrosion i jord

**Bertil Sandberg
bertil.sandberg@swerea.se**





Korrosionsorsaker

- Aggressiv jord eller heterogen kringfyllning (olika luftning)
- Galvanisk korrosion pga olika material
- Läckström

Jordars korrosivitet

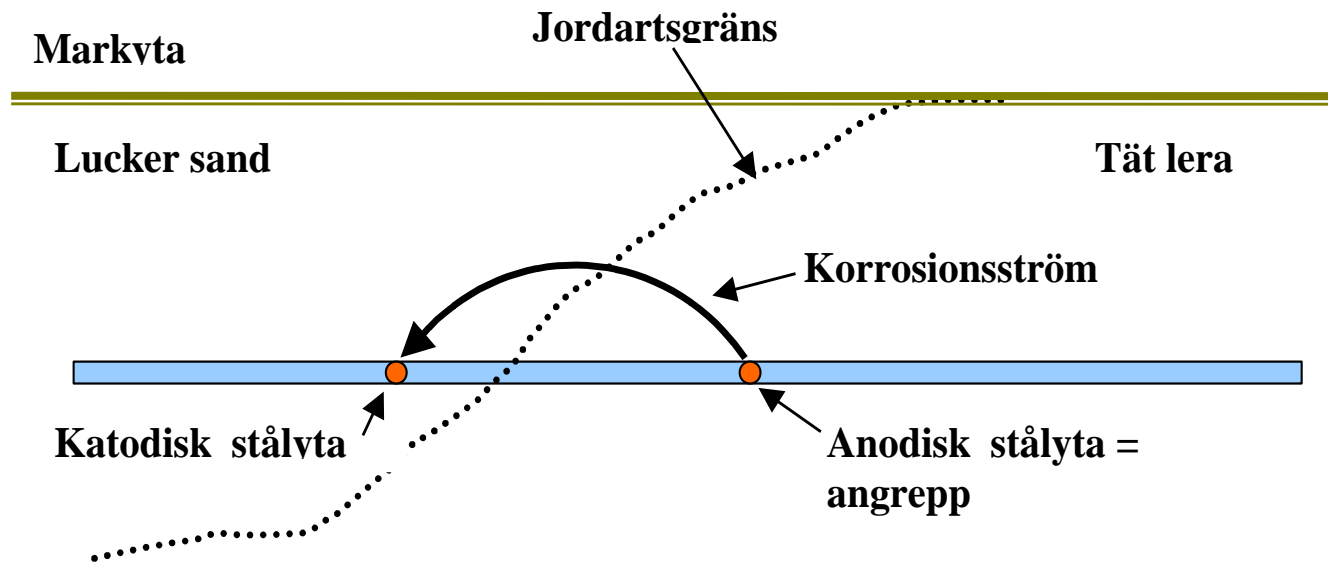
Styrs främst av syretransport och fuktförhållanden.

Andra inverkanse faktorer: grundvattenytans läge, resistivitet, pH, organiskt material, sulfid , förekomst kol/koks.

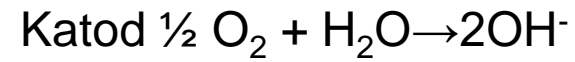
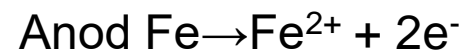
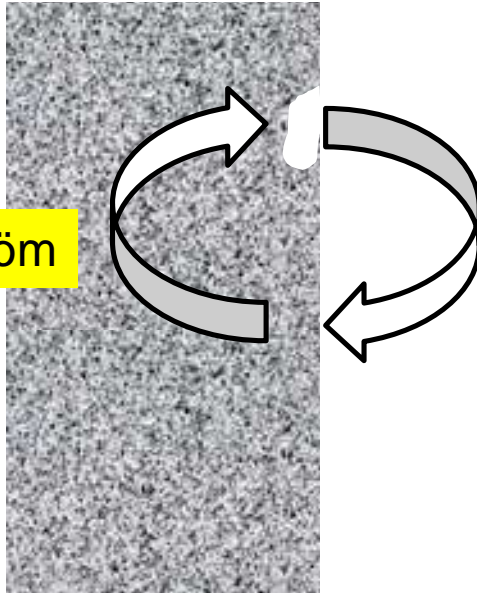
Stål/gjutjärn sand~sandig morän<torv~lera<gyttjig lera
sandfyllning positivt

Zink sand~sandig morän<lera<gyttjig lera<torv
Mycket gynnsamt om hög halt CaCO_3
Klart gynnsamt om sandfyllning

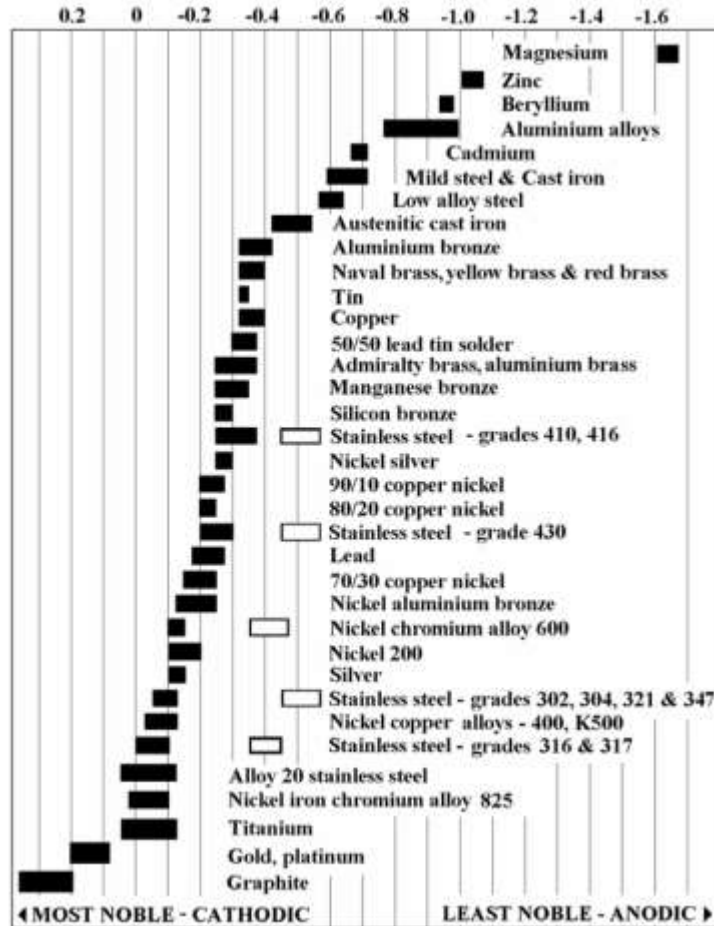
Luftningscell



Likström



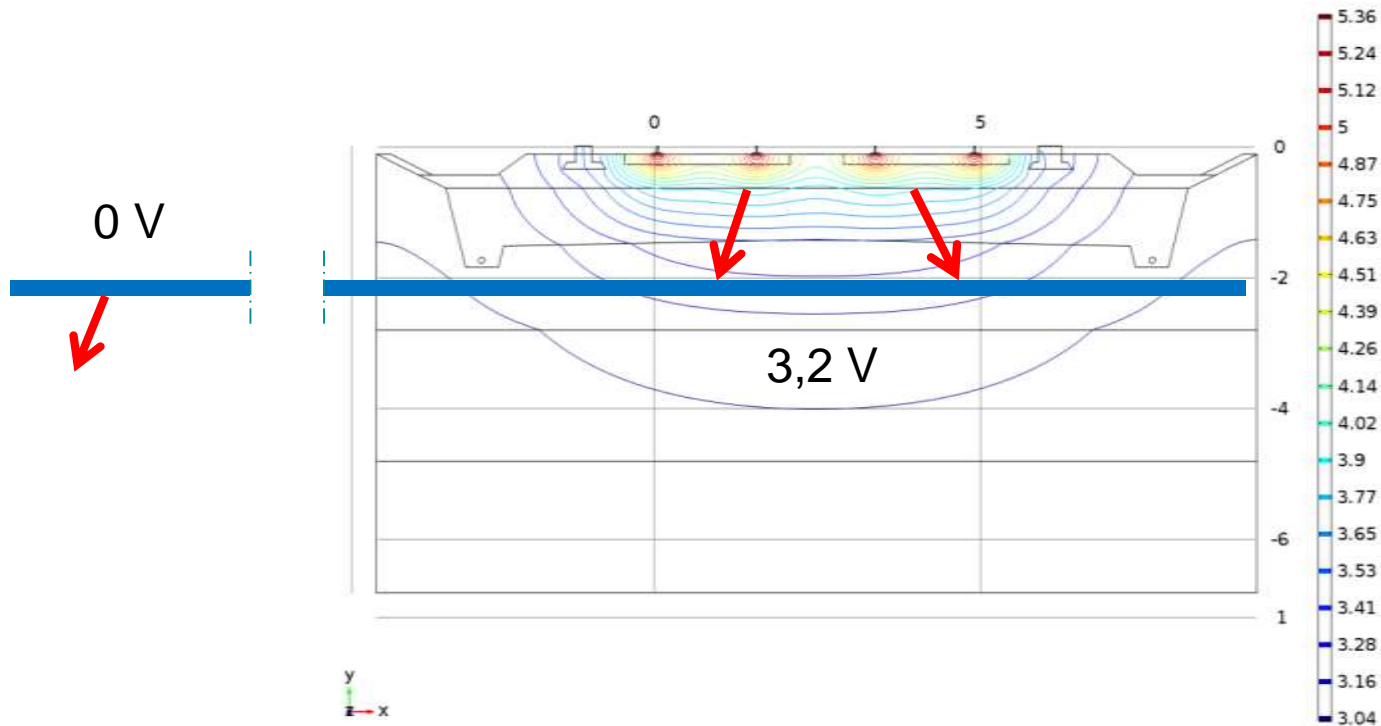
Galvanisk korrosion



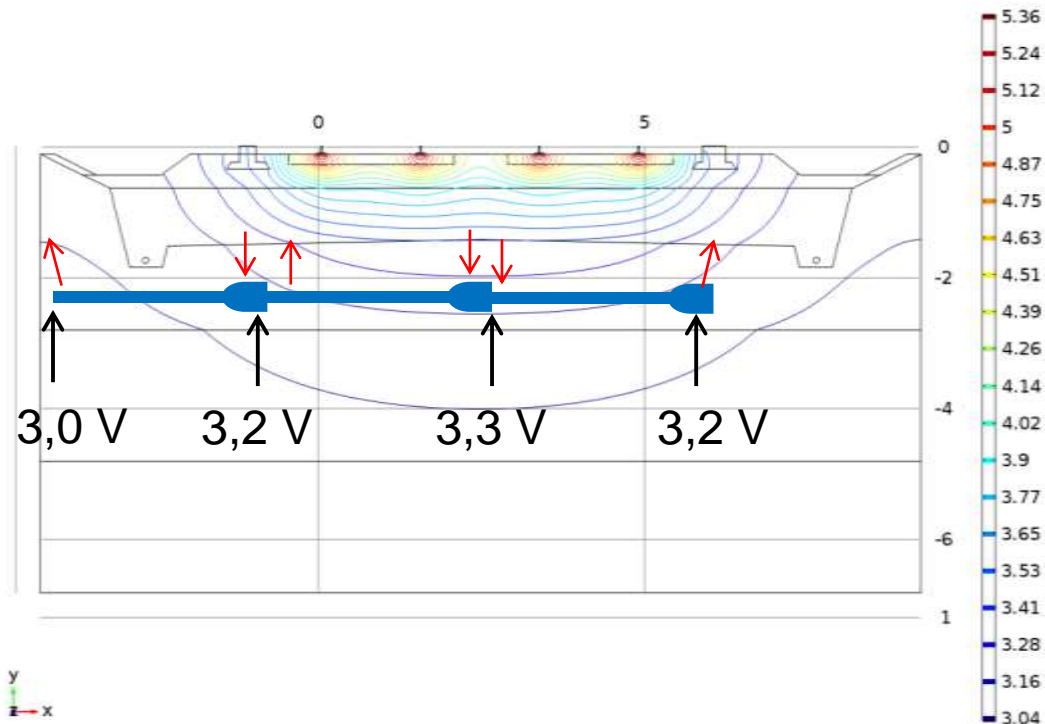
Faktorer som påverkar den galvaniska korrosionen

- Areförhållandet mellan anod (oädlare materialet) och katod (ädlare materialet)
- Jordens ledningsförmåga.
- Potentialskillnaden mellan de båda metallerna.
- Om den ädlare metallen är passiverbar eller inte.

Läckström



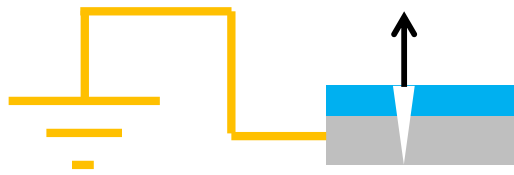
Korrosionshastighet = konst x ΔU = konst x 3,2



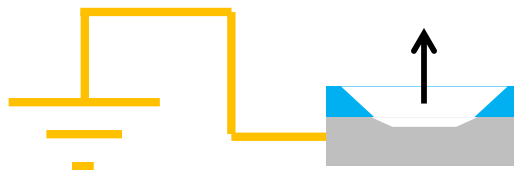
Korrosionshastighet = konst x ΔU = konst x 0,2

Beläggningar

- En tät beläggning minskar risken för korrosion orsakad av korrosiv jord.
- En tät beläggning kan ge lokalt högre gropfrätningshastighet vid galvanisk korrosion och/eller läckström. Angreppet blir dock bara lokalt. Viktigt med god beläggning i inläckningsområden.

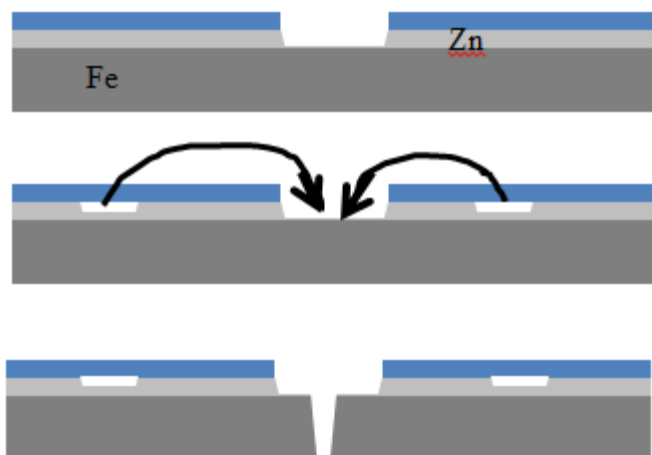


1 mA, 1 cm², 10 mm/år



1 mA, 100 cm², 0,1 mm/år

200 eller 400 g zink /m²?



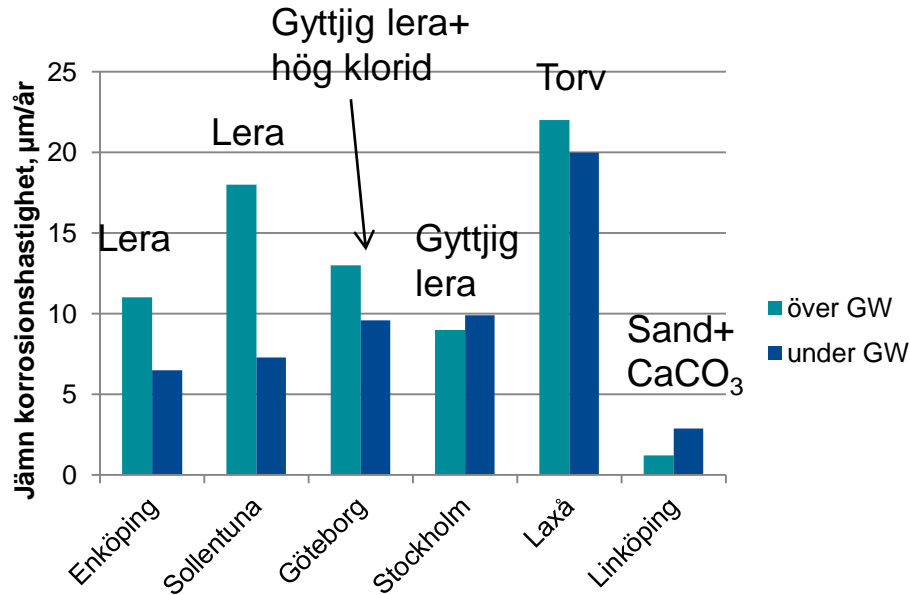
Steg 1. Zink korroderar i skada

Steg 2. Viss del av omgivande zink skyddar, i skadan, blottlagt gjutjärn

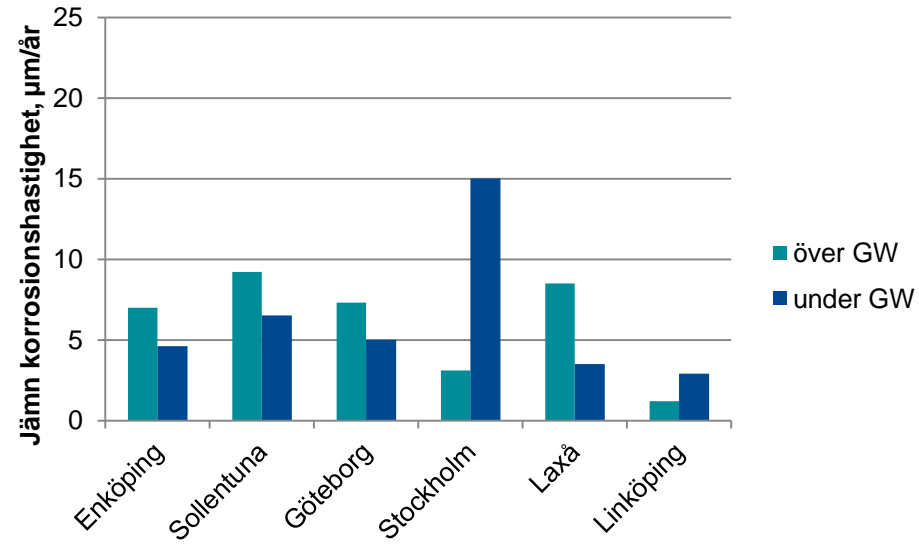
Steg 3. Gropfrätning.

Zinkens korrosionshastighet

7-8 års exponering

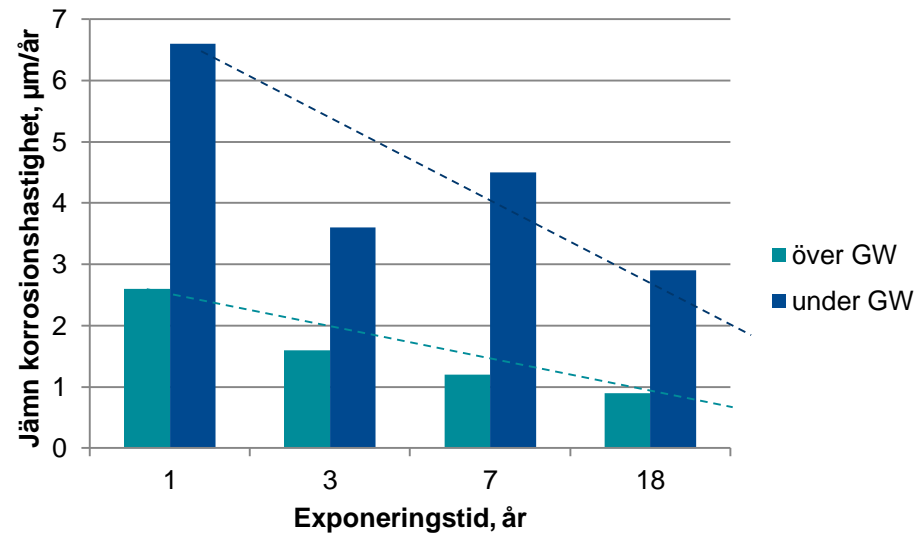


Utan kringfyllning med sand



Med kringfyllning med sand

Zinkens korrosionshastighet i jord med hög kalkhalt (god barriärverkan)



Steg 1 – Zinken barriär

Pro 28 μm zink

Zink Plus 56 μm zink

Låg korrosivitet 1,5 $\mu\text{m}/\text{år}$

Hög korrosivitet 4,5 $\mu\text{m}/\text{år}$

Steg	Pro		Zink Plus	
	Låg korrosivitet	Hög korrosivitet	Låg korrosivitet	Hög korrosivitet
1	19	6	38	12

Steg 2 – omgivande zink skyddar skadan

Ytan där zink frätts bort **2%**

Zink på övriga ytor som skyddar blottlagt gjutjärn **10%**

Steg	Pro		Zink Plus	
	Låg korrosivitet	Hög korrosivitet	Låg korrosivitet	Hög korrosivitet
1	19	6	38	12
2	9	9	18	18
1+2	28 år	15 år	56 år	30 år

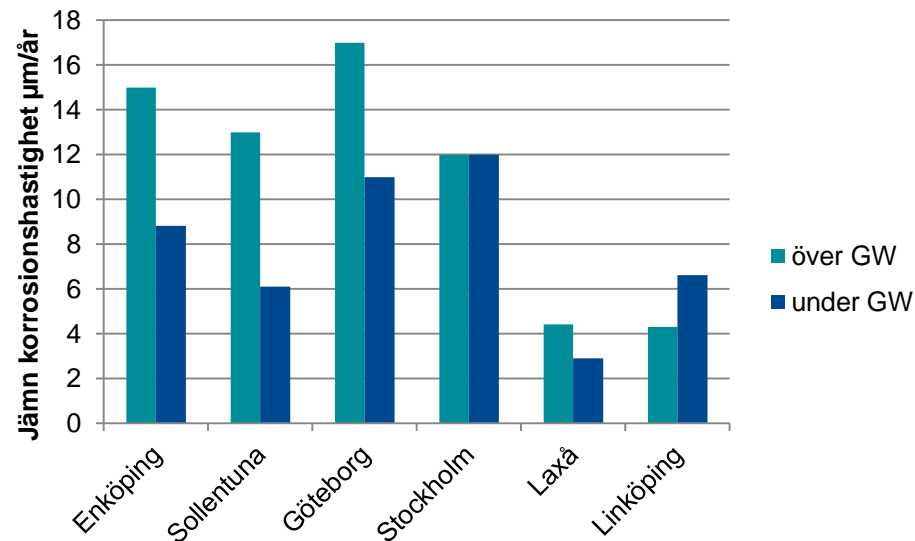
Tiden för steg 1 och 2 fördubblas (beror på mängd zink)

Steg 3 – Gropfrätning på gjutjärn

- Ej galvanisk korrosion
- Ej läckström
- Ej luftningsceller (EPDM, homogen kringfyllning)

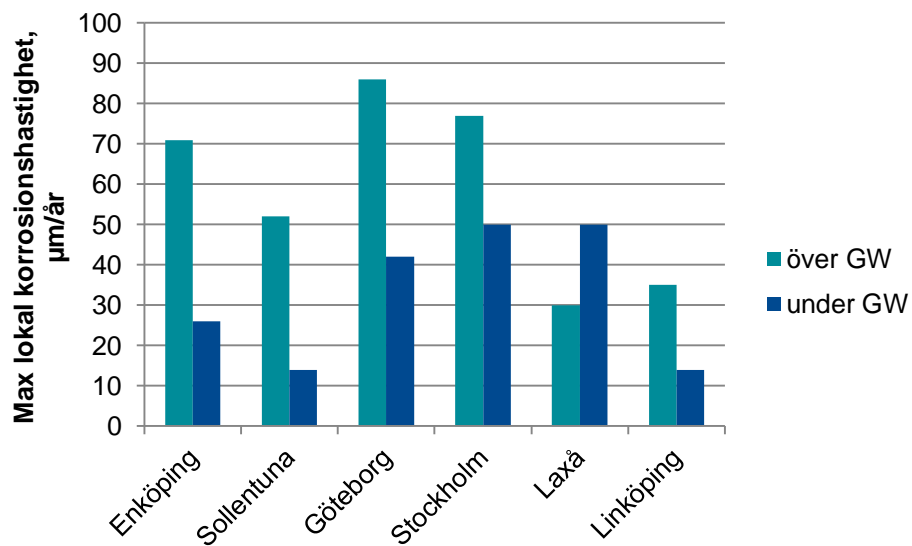
18 års exponering
i kringfyllning av
sand

På lång sikt < 10 $\mu\text{m}/\text{år}$



Gropfrättningshastighet

Max hastighet gropfrätning
efter 18 år i kringfyllning
av sand



Ansätter 70 µm/år

Steg 3 och totalt

DN	Godstjocklek, mm	Tid till perforering, år
100	6,0	85
200	6,3	90
500	9,0	128

DN	Korrosivitet	Livslängd Pro, år	Livslängd Zink Plus, år	Förlängning av livslängd, %
100	Låg	113	141	25
100	Hög	100	115	15
200	Låg	118	146	24
200	Hög	105	120	14
500	Låg	156	184	18
500	Hög	143	158	11

Låg korrosivitet 20-25%, hög korrosivitet 10-15 %



Del 2: Katodiskt skydd – Korrosionsskydd för jordförlagda metalliska föremål

Carl-Johan Högberg
carl-johan.hogberg@swerea.se

Agenda

Introduktion Katodiskt
skydd

Korrosionsmekanismer
på rör

Tekniken katodiskt
skydd

Olika utformningar av
katodiskt skydd

Intro

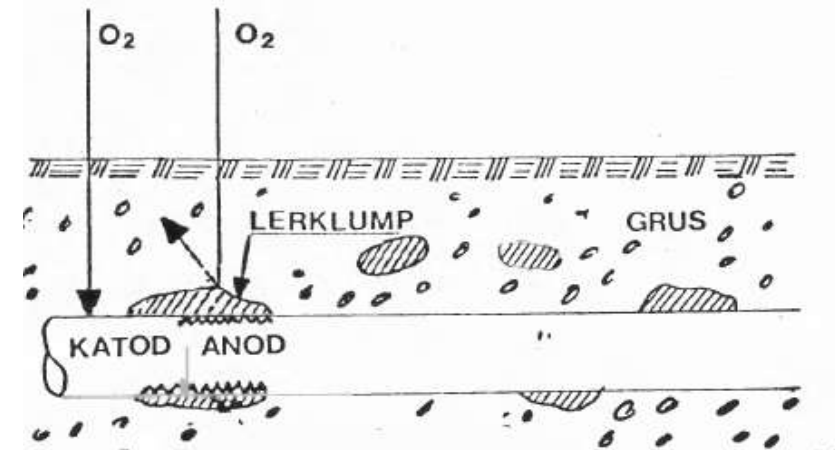
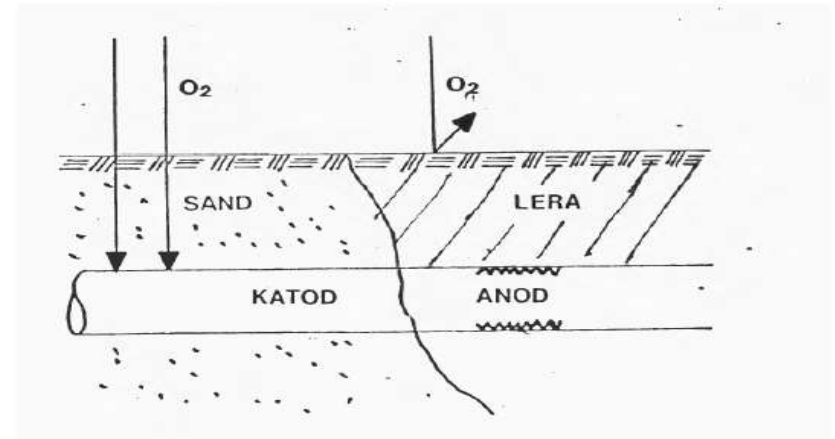
- Katodiskt skydd – En korrosionsförebyggande åtgärd
- Varför korrosionsskydda?
 - Korrosion leder till kortare livslängd än väntat
 - Korrosion leder till ökade kostnader
 - Korrosion kan leda till olycksfall
- Katodiskt skydd på båtar sedan slutet av 1800-talet
- För rör i USA sedan 30-talet, Europa något senare

Korrosionsmekanismer på rör

- Stål, gjutjärn, Fe
- Upplösning av metall
- Genomfrätningar
- Korrosionstyper
 - Luftningsceller
 - Galvanisk
 - Läckström
 - Omgivning (resistivitet, pH, salinitet)
 - Mikrobiell

Anodreaktion: $\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^-$

Katodreaktion: $2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \rightarrow 4\text{OH}^-$



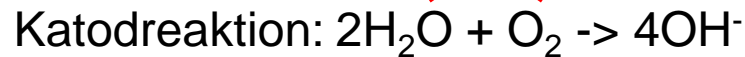
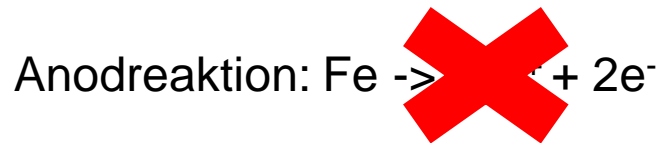
Beläggningar

- Beläggningar är det primära skyddet mot korrosion
- Korrosion hade inte skett om beläggningar varit:
 - Elektriskt icke ledande
 - Defektfria
 - Bibehålla ovanstående egenskaper över tiden

Fuktrinträngning, nötning, tappad vidhäftning leder till ökade korrosionsrisker

Tekniken katodiskt skydd

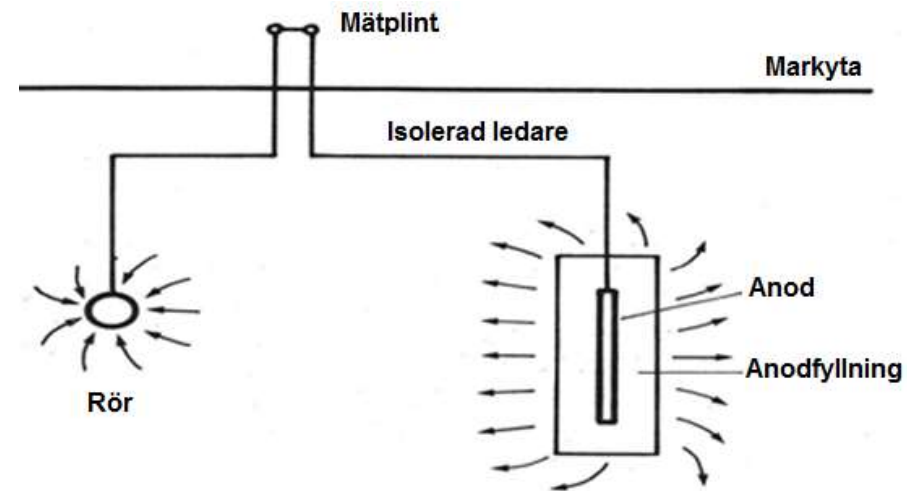
- Komplement till beläggning
- Gör järn immun mot korrosion
- Offeranod/Påtryckt ström
- Går att applicera på befintliga och nya rör
- Svag likström matas från anoden till ytan som ska skyddas
- Elektroner genom anslutningskabel, jonisk ström genom jorden
- Röret blir katod -> Katodreaktioner vid röret!



Offeranoder

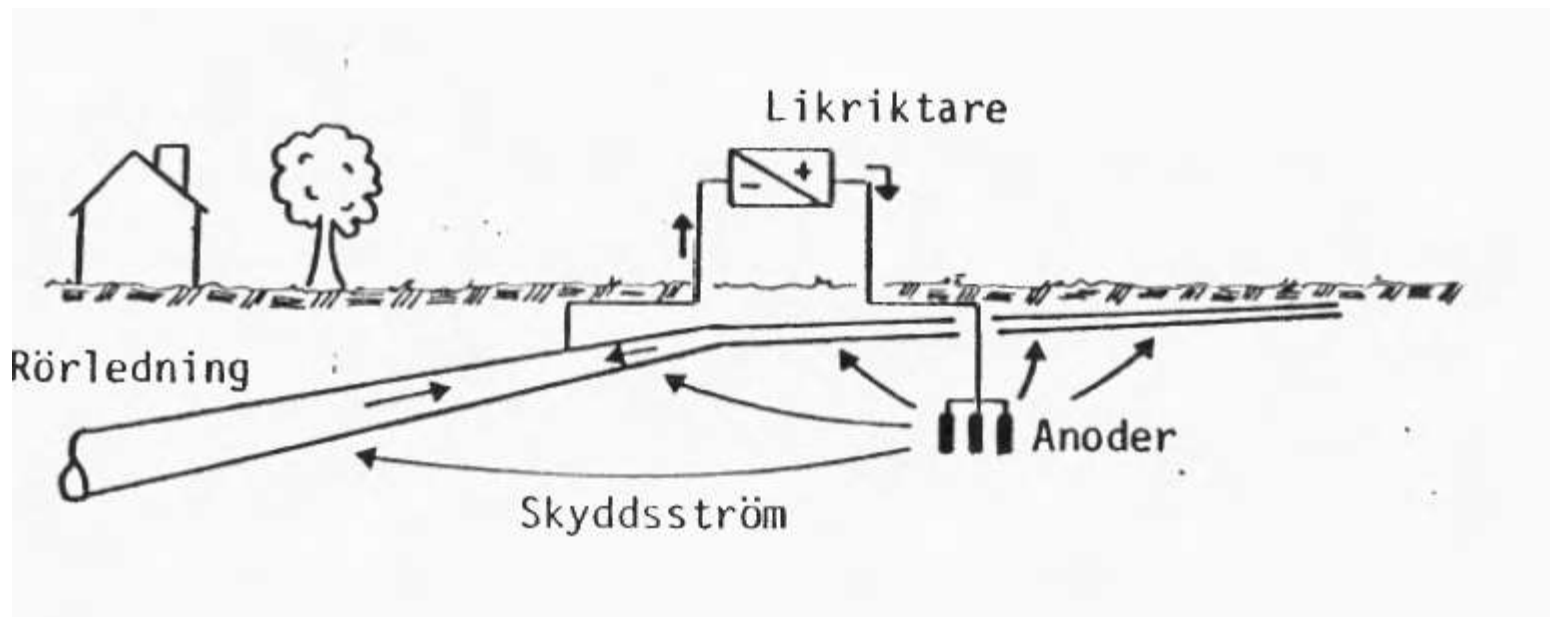
- Galvaniska strömmar – Potentialskillnad mellan anod och rör
- Begränsad strömutmatning
- Anoden förbrukas – begränsad livslängd

	Mg	Zn
Ungefärlig korr. pot. mot Cu/CuSo ₄ [mV]	-1500	-1150
Pot. skillnad ΔE , mellan offeranod och kolstål [mV]	650	300
Verkningsgrad [%]	50	95
Anodförbrukning [kg/(A.år)]	8,0	11,3
Max jordresistivitet [Ωm]	5000	2000



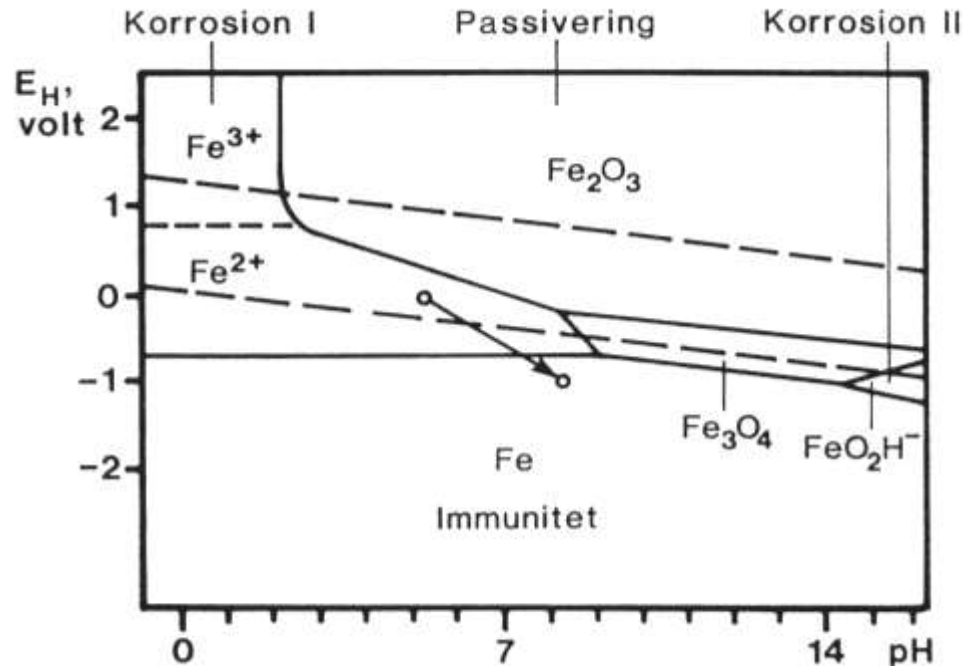
Påtryckt ström

- Påtryckt ström från likriktare som är ansluten till elnätet
- Ger möjlighet att kontrollera strömmen
- Kan skydda längre sträckor än offeranoder
- Större risk för läckströmspåverkan



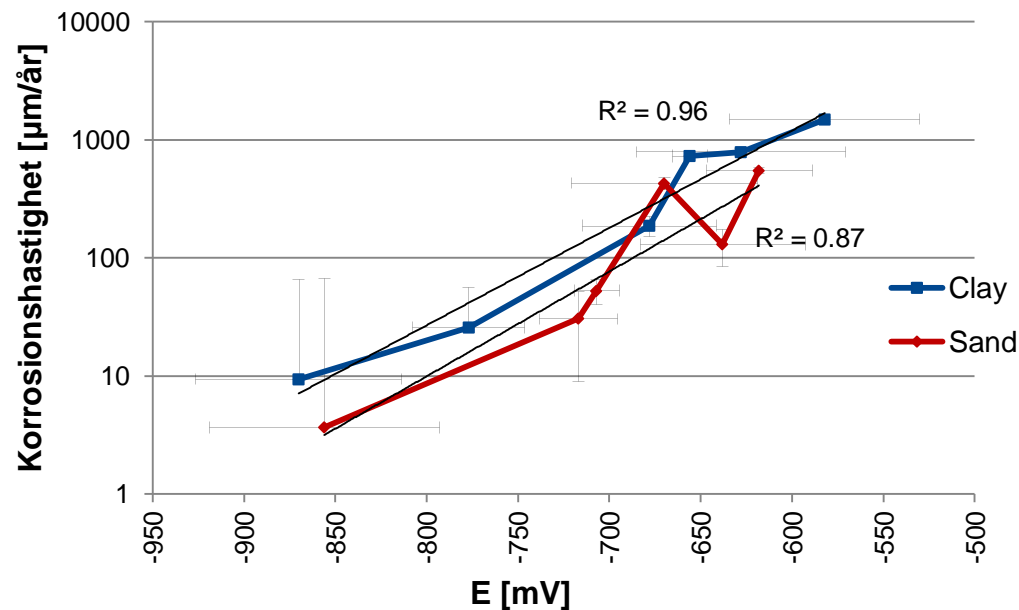
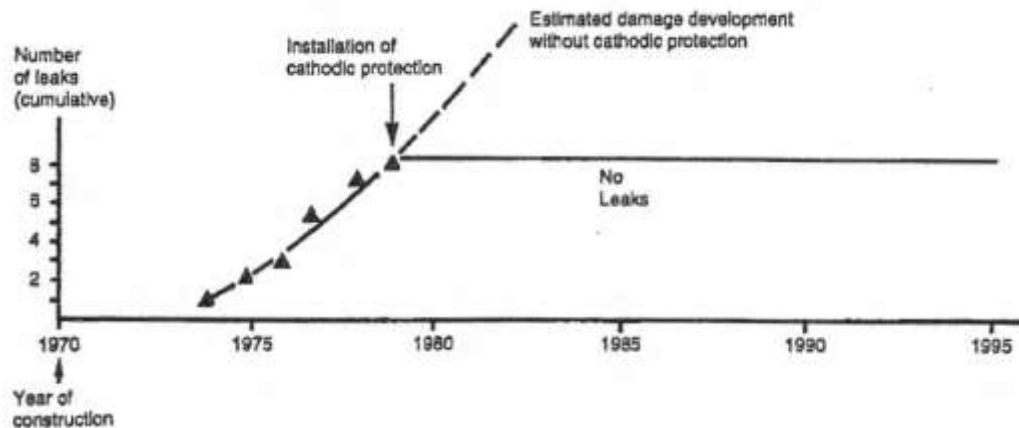
Skyddsprincip

Sänkning av elektropotentialen ned till immunitetsområdet



Korrosionen ska vara $<10 \mu\text{m}/\text{år}$ för ett fullständigt skyddat föremål enligt SS-EN 12954, Katodiskt skydd av metalliska konstruktioner i jord eller vatten – Allmänna principer och tillämpning på rörledningar

Effekten av katodiskt skydd



Användningsområden i jord

Vattenledningar

Naturgasledningar

Cisterner

Stålpålar

Stålspons

- Krav:
 - Metalliskt material
 - Omgiven av elektrolyt (jord/vatten)

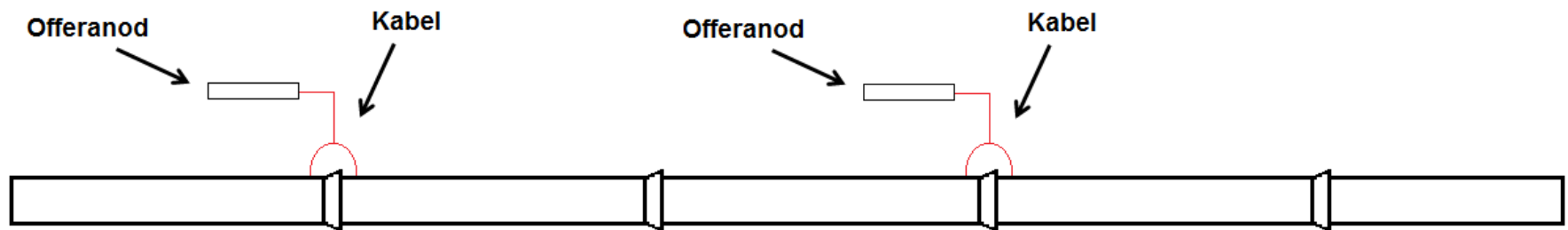
Olika utformningar av katodiskt skydd

- Vid läcka installeras offeranoder
- Liten kostnad vid läcklagning: Offeranoder ca 2 000 kr



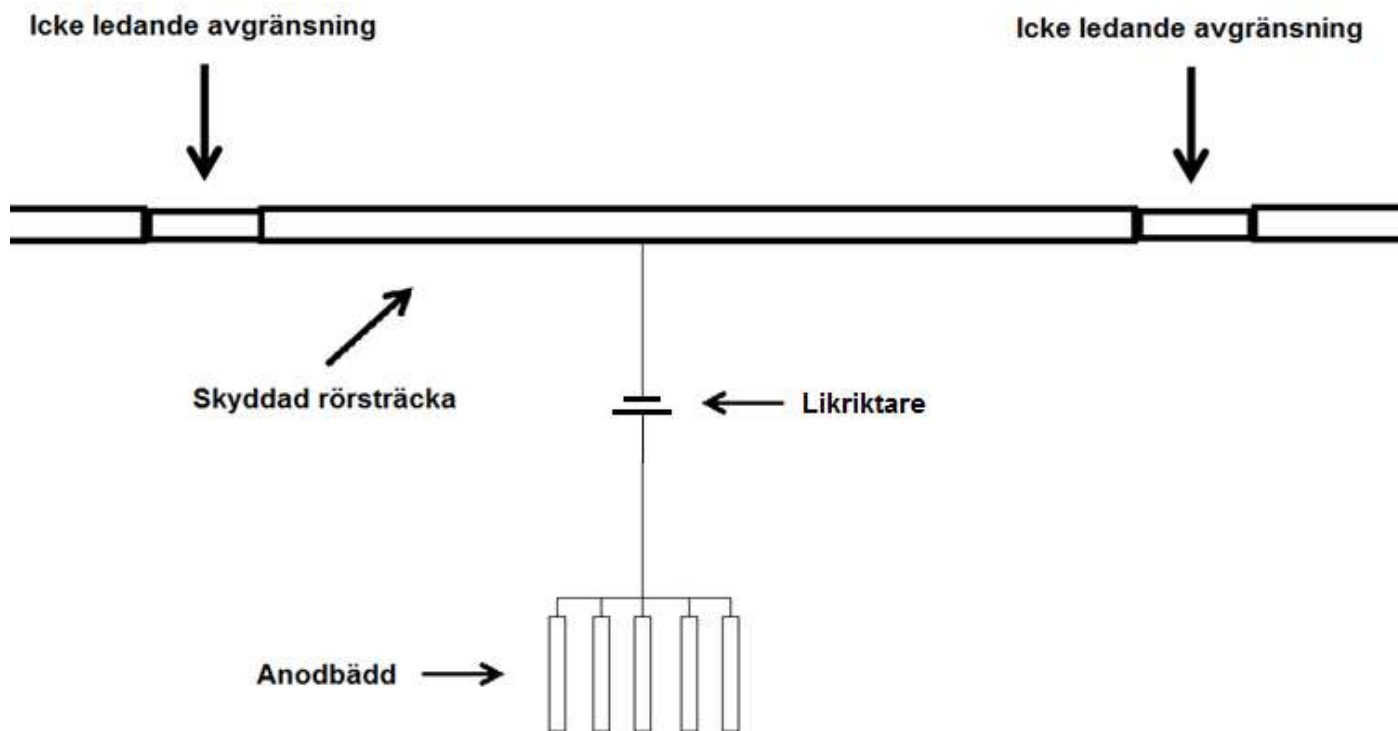
Olika utformning av katodiskt skydd

- Befintliga rör med icke ledande skarv
- Lämpligt på kortare sträckor med hög korrosivitet
- Offeranoder med överbryggning mellan varannan skarv
- Kostnad: offeranod + schakt



Olika utformningar av katodiskt skydd

- Nya rör med bra beläggning, strömmen kan sträcka sig långt
 - Krävs avgränsning för att uppnå skydd



Olika utformningar av katodiskt skydd

När fungerar inte katodiskt skydd?

- Gamla rör med dålig beläggning kräver för hög ström
 - Risk för interferens i tätbebyggda områden
 - (Eventuell lösning med näranod med påtryckt ström)
- Om ledningen är förbunden med andra jordade konstruktioner
- För hög markresistivitet

Rekommendation

- Installera offeranod vid läcka
 - Till slut har man åtgärdat de svaga punkterna nätet
- Vid nyläggning av Stålrör/Segjärnsrör: Installera katodiskt skydd på utsatta sträckor
 - Minskar risken för och ökar tiden till läckage



**Vi arbetar på vetenskaplig grund
för att skapa industrinytta.
www.swerea.se**

Bertil Sandberg

bertil.sandberg@swerea.se

Carl-Johan Högberg

carl-johan.hogberg@swerea.se