

Träinducerad korrosion på ingjutet stål

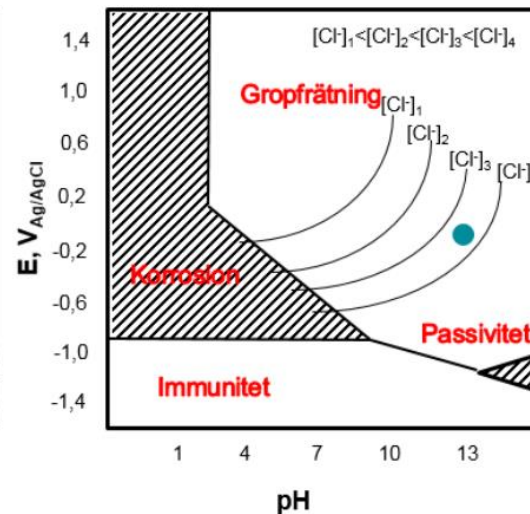
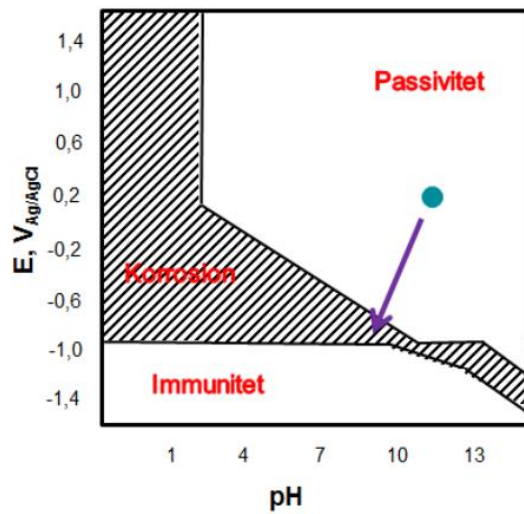
Jonas Engblom

Ingjutet stål är passivt - typ

- Så länge betongen är "frisk"
 - Inga problem
- Över tid sker åldring...
 - Karbonatisering
 - Klorider



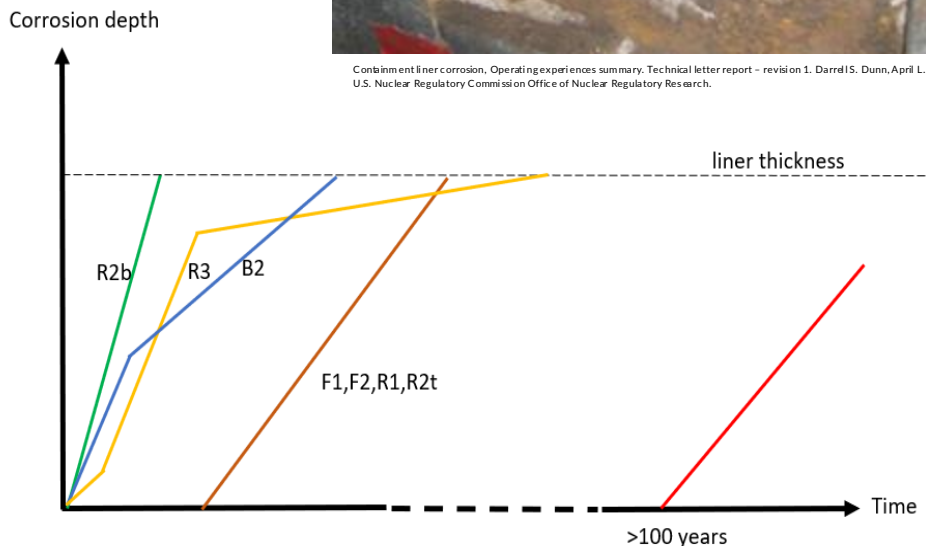
Armeringskorrosion i kylvattenvägar inom kärnkraften - etapp 1.
Energiforskrapport 2017-343



Ingjutet stål är passivt - typ

- Men det tar ju många decennium.... Varför perforeras tätplåtar innan dessa fenomen ens börjar?!

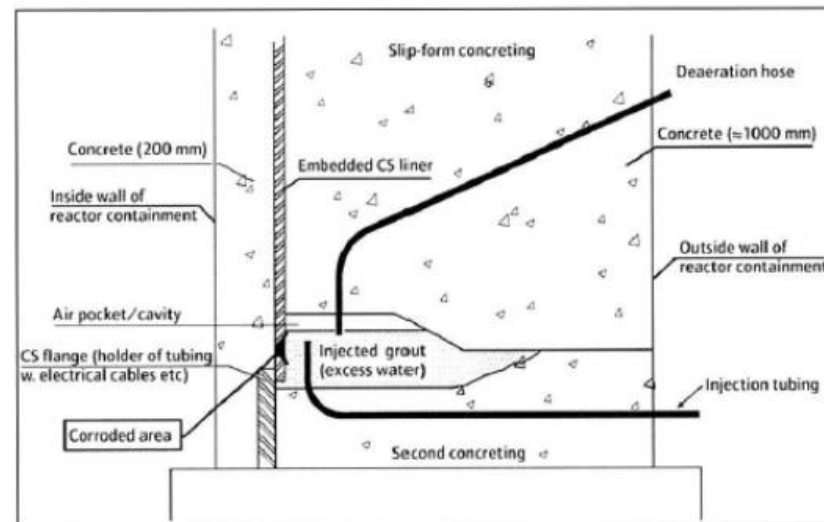
Med korrosionshastigheter på 200-400 $\mu\text{m}/\text{år}$



Confinement liner corrosion, Operating experiences summary, Technical letter report - revision 1, Darrell S. Dunn, April L. Pulvirenti, and Matthew A. Hiser
U.S. Nuclear Regulatory Commission Office of Nuclear Regulatory Research.

Orsaker till genomfrätningar

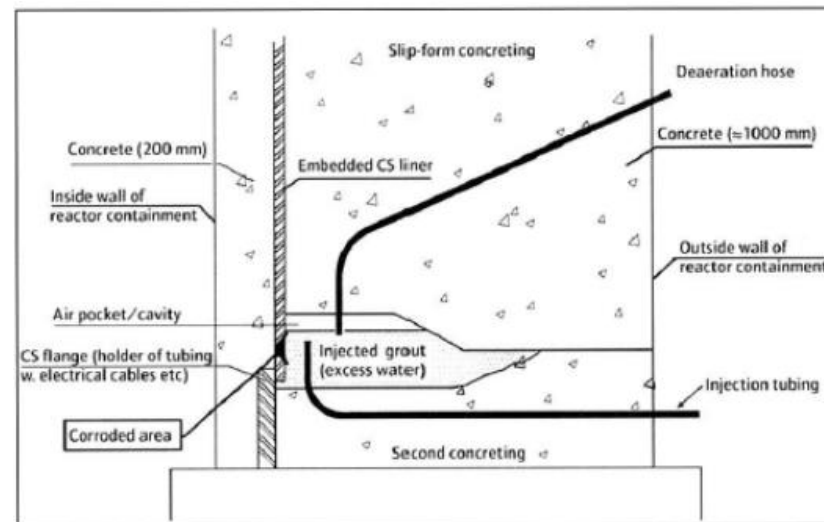
- Designproblematik
 - Oavsiktligt vattenflöde
 - Oavsiktliga luft/vattenfyllda håligheter



Genomgång av potentiella korrosionsrisker. Energiforskrappport 2019-581

Orsaker till genomfrätningar

- Designproblematik
 - Oavsiktligt vattenflöde
 - Oavsiktliga luft/vattenfyllda håligheter
- Riskområden kan identifieras på ritningar



Genomgång av potentiella korrosionsrisker. Energiforskrappport 2019-581

Orsaker till genomfrätningar

- ...och den mänskliga faktorn



https://m.imdb.com/title/tt0023858/mediaindex/?ref_=mv_sm

Orsaker till genomfrätningar

- ...och den mänskliga faktorn
- Svårt att identifiera riskområden!



https://m.imdb.com/title/tt0023858/mediaindex/?ref_=mv_sm

Internationellt förekommande

- "Skräp" har orsakat driftsstopp och genomfrätningar på tätplåt över hela världen



Internationellt förekommande

- "Skräp" har orsakat driftsstopp och genomfrätningar på tätplåt över hela världen
- Träbitar, verktyg, byggfilt, arbetshandske



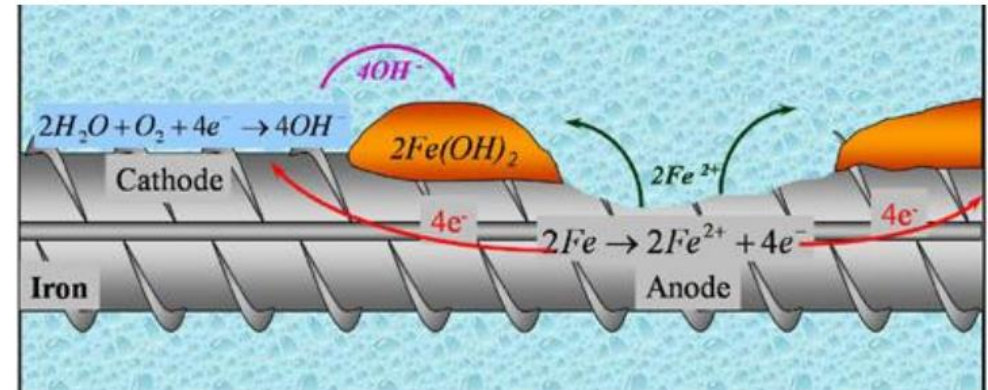
Internationellt förekommande

- "Skräp" har orsakat driftsstopp och genomfrätningar på tätplåt över hela världen
- Träbitar, verktyg, byggfilt, arbetshandske
- Varför?



Aktiv/Passiv-cell

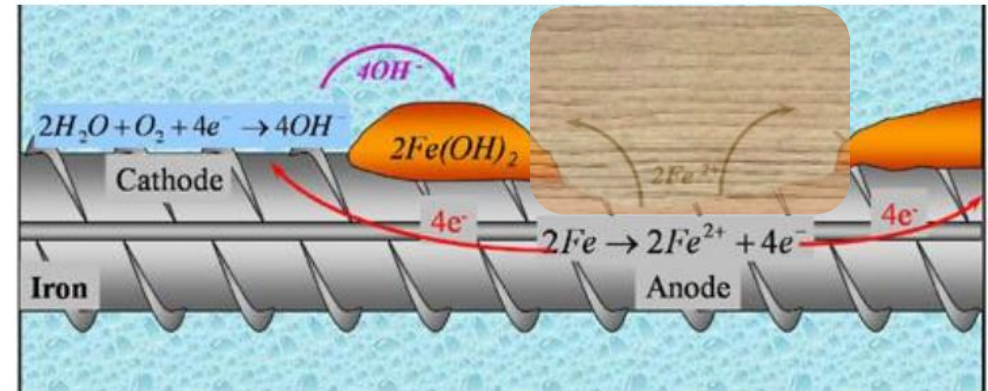
- Samma som "vanlig" armeringskorrosion – men annan orsak



Studie av vatteninjektorrosion på tätplåt ingjuten i betong vid kondensationsbassäng. Elforskrappport 09:20

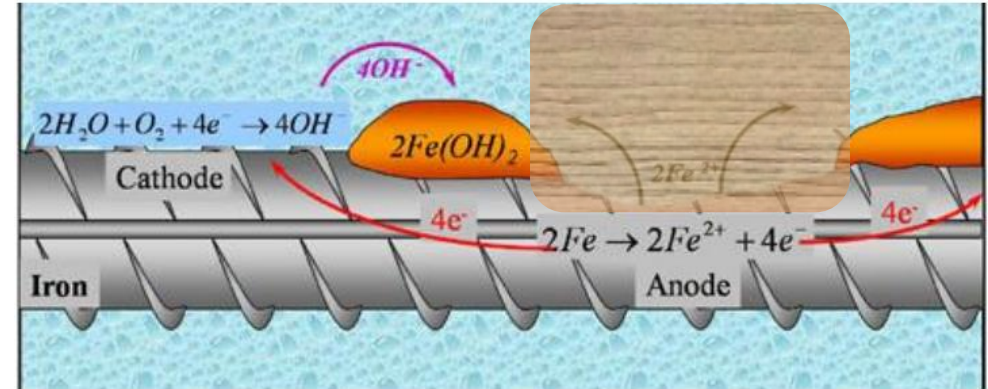
Aktiv/Passiv-cell

- Samma som "vanlig" armeringskorrosion – men annan orsak
- Istället för depassivering sker aldrig passivering till att börja med



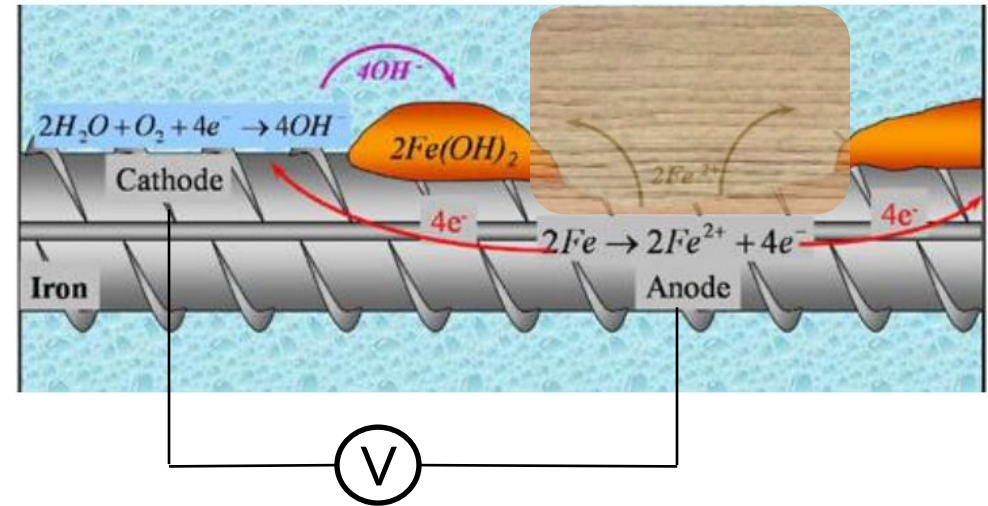
Aktiv/Passiv-cell

- Samma som "vanlig" armeringskorrosion – men annan orsak
- Istället för depassivering sker aldrig passivering till att börja med
- Vad krävs för att detta ska uppstå?
Hur utvecklas den över tid?
När blir den ett problem?



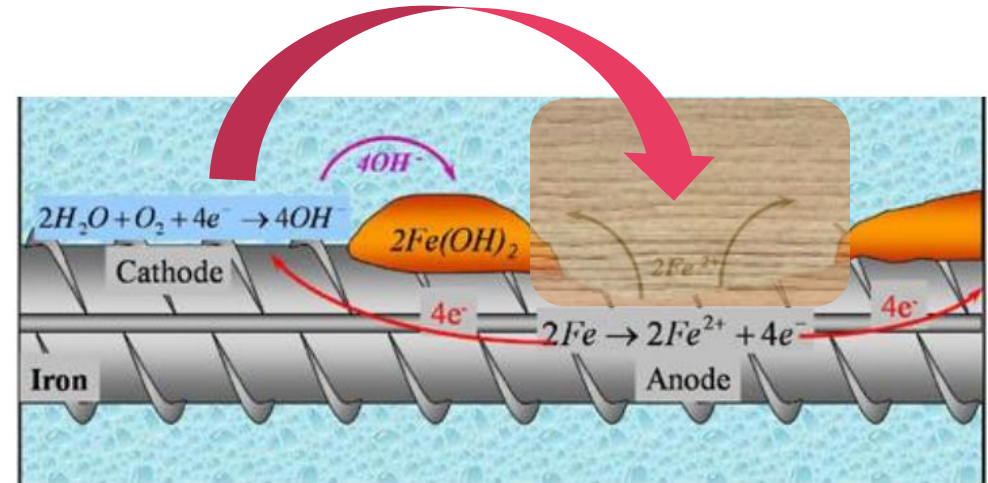
En korrosionscell blir till

- Spänningsskillnad
(aktiva/passiva-ytor, anod/katod-ytor)



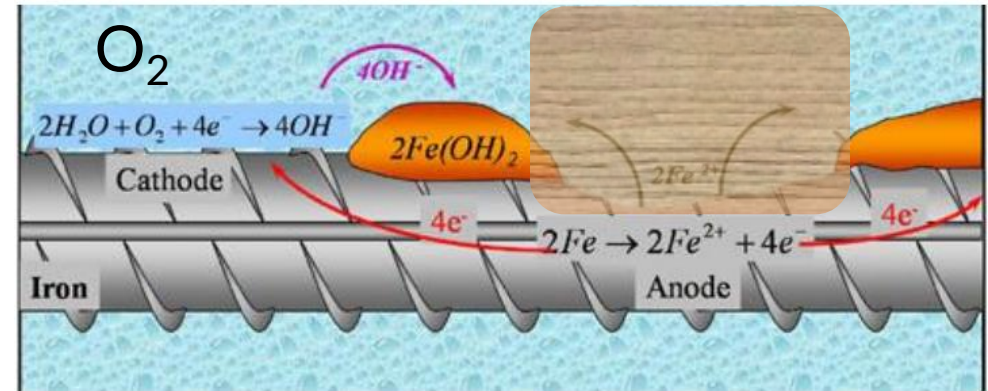
En korrosionscell blir till

- Spänningsskillnad
(aktiva/passiva-ytor, anod/katod-ytor)
- Elektrolytisk kontakt
(via betong/"skräp")



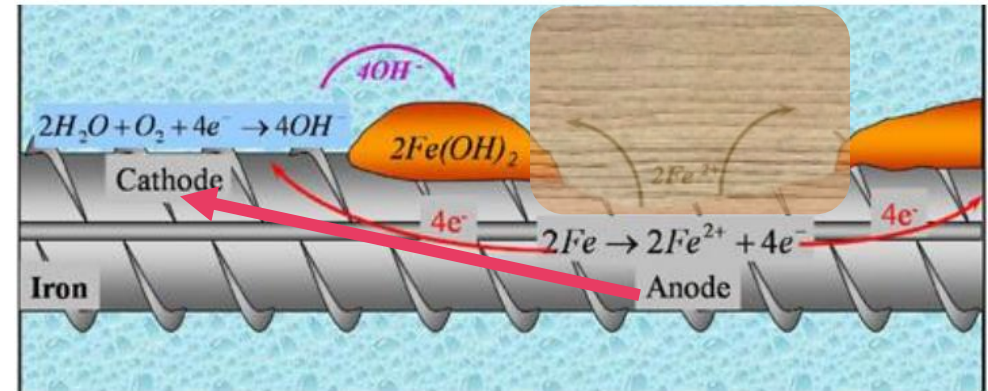
En korrosionscell blir till

- Spänningsskillnad
(aktiva/passiva-ytor, anod/katod-ytor)
- Elektrolytisk kontakt
(via betong/"skräp")
- Tillgång till oxidationsmedel vid
katoden
(syre)



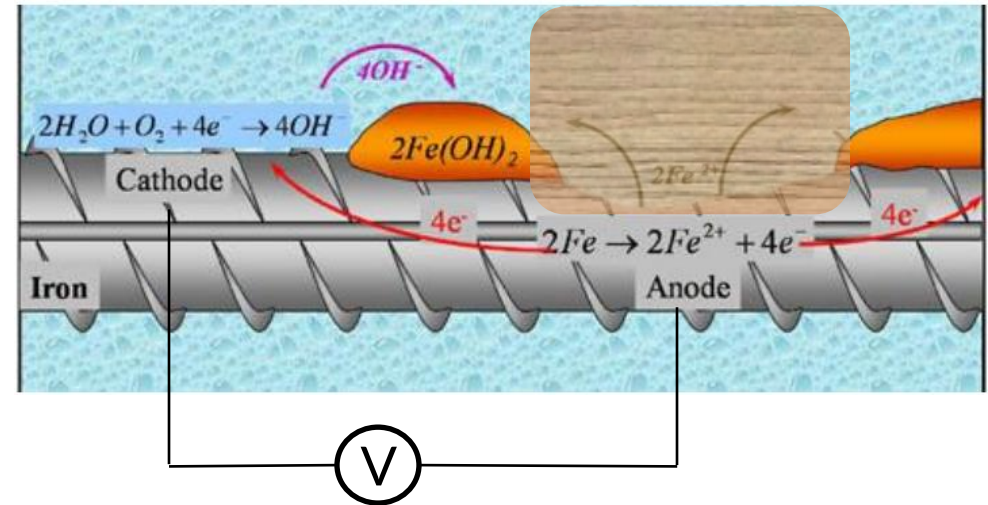
En korrosionscell blir till

- Spänningsskillnad
(aktiva/passiva-ytor, anod/katod-ytor)
- Elektrolytisk kontakt
(via betong/"skräp")
- Tillgång till oxidationsmedel vid katoden
(syre)
- Elektrisk kontakt
(via tätplåt/armering)



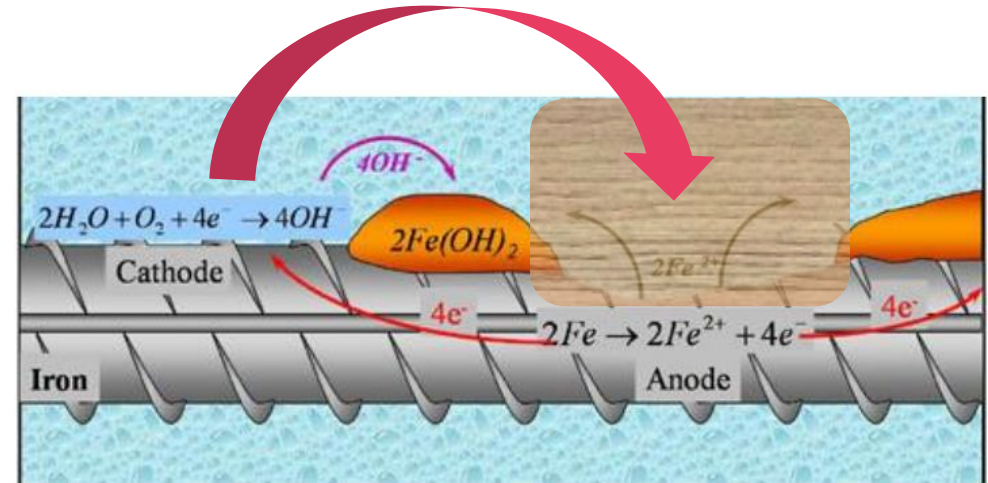
En korrosionscell blir till

- Spänningsskillnad (aktiva/passiva-ytor)
Gjutvattnet får ej tränga in till stålytan under träbiten.



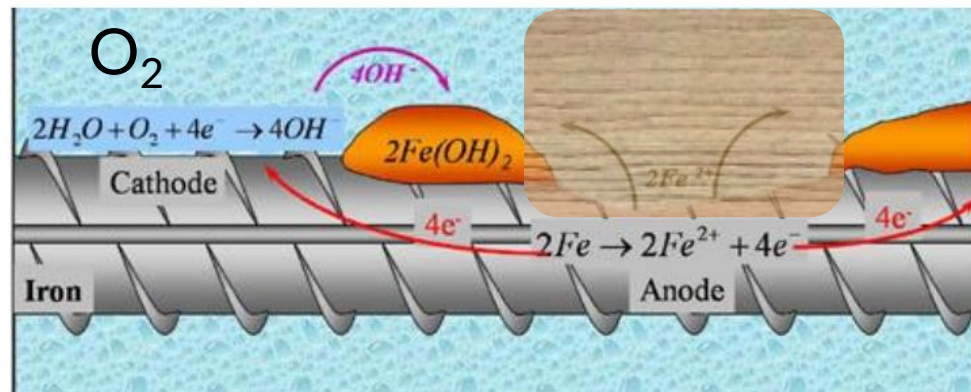
En korrosionscell blir till

- Spänningsskillnad (aktiva/passiva-ytor)
Gjutvattnet får ej tränga in till stålytan under träbiten.
- Elektrolytisk kontakt (via betong/"skräp")
Ledningsförmågan i "skräp" får ej vara för låg.



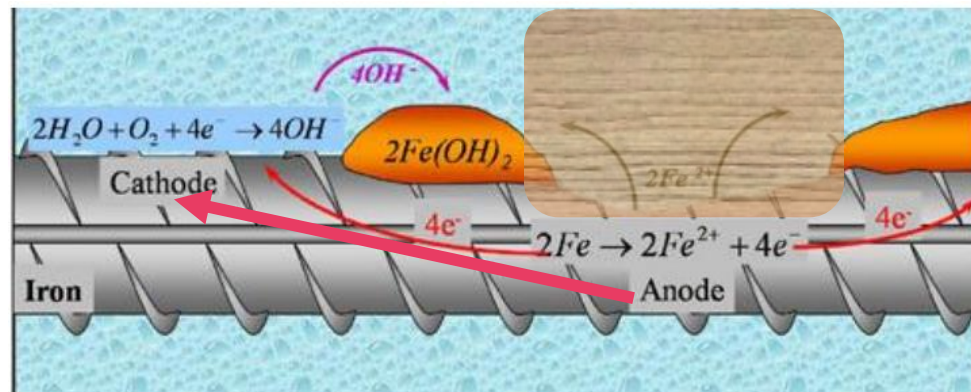
En korrosionscell blir till

- Spänningsskillnad (aktiva/passiva-ytor)
Gjutvattnet får ej tränga in till stålytan under träbiten.
- Elektrolytisk kontakt (via betong/"skräp")
Ledningsförmågan i "skräp" får ej vara för låg.
- Tillgång till oxidationsmedel vid katoden (syre)
Syrehalten i betongen.



En korrosionscell blir till

- Spänningsskillnad (aktiva/passiva-ytor)
Gjutvattnet får ej tränga in till stålytan under träbiten.
- Elektrolytisk kontakt (via betong/"skräp")
Ledningsförmågan i "skräp" får ej vara för låg.
- Tillgång till oxidationsmedel vid katoden (syre)
Syrehalten i betongen.
- Elektrolytisk kontakt (Via tätning/armering)
Tätplåten ska inte, utan själv.

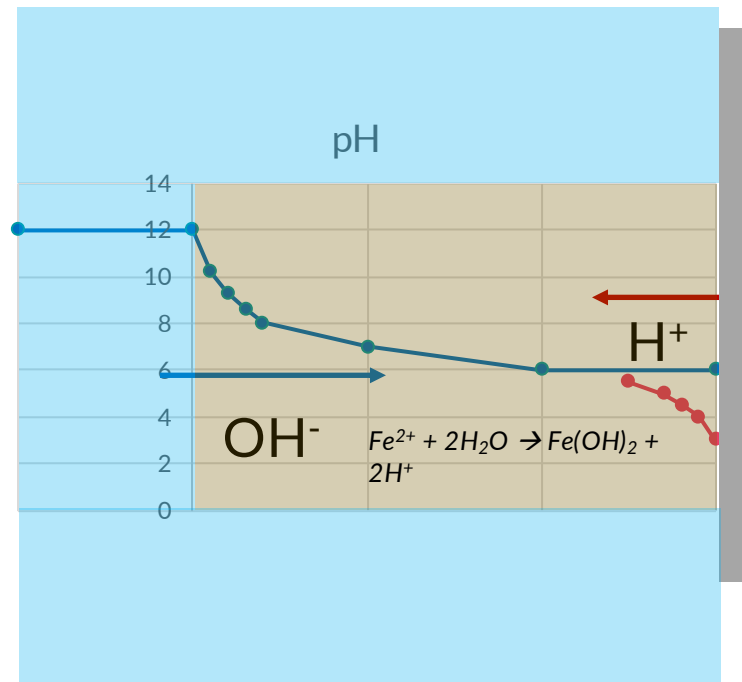


En korrosionscell lever och frodas

- Spänningsskillnad (aktiva/passiva-yltor)

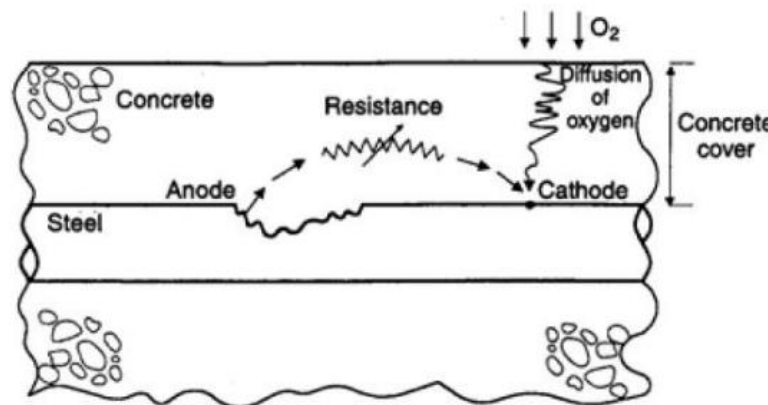
Gjutvattnet får ej tränga in till stålytan under träbiten.

*Alkalisering av trä måste förebyggas –
Försurning vid anod genom hydrolys av
järnjoner.*



En korrosionscell lever och frodas

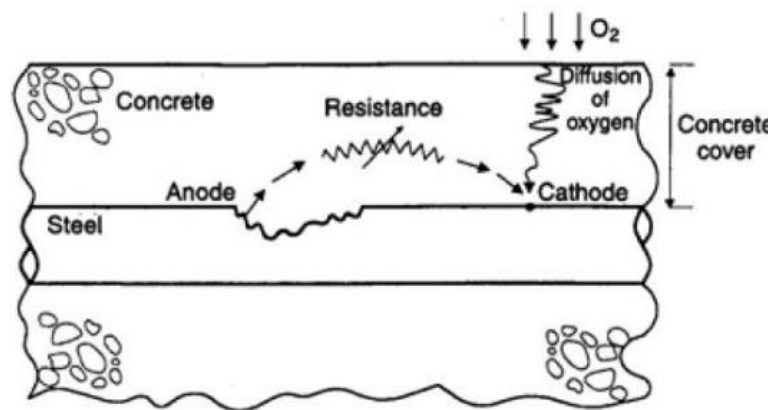
- Spänningsskillnad (aktiva/passiva-ytor)
Gjutvattnet får ej tränga in till stålytan under träbiten.
Alkalisering av trä måste förebyggas – Försurning vid anod genom hydrolysering av järnjoner.
- Elektrolytisk kontakt (via betong/"skräp")
Ledningsförmågan i "skräp" får ej vara för låg.
Ökar vid alkalisering/försurning.
Får ej torka ut.



Bentur, Diamond and Berke, 1997

En korrosionscell lever och frodas

- Spänningsskillnad (aktiva/passiva-ytor)
Gjutvattnet får ej tränga in till stålytan under träbiten.
Alkalisering av trä måste förebyggas – Försurning vid anod genom hydrolysering av järnjoner.
- Elektrolytisk kontakt (via betong/"skräp")
Ledningsförmågan i "skräp" får ej vara för hög. Sjunker vid alkalisering/försurning. Får ej torka ut.
- Tillgång till oxidationsmedel vid katoden (syre)
Syrehalten i betongen kan begränsa långsiktigt?
Kan provtryckning påverka.



Bentur, Diamond and Berke, 1997

En korrosionscell lever och frodas

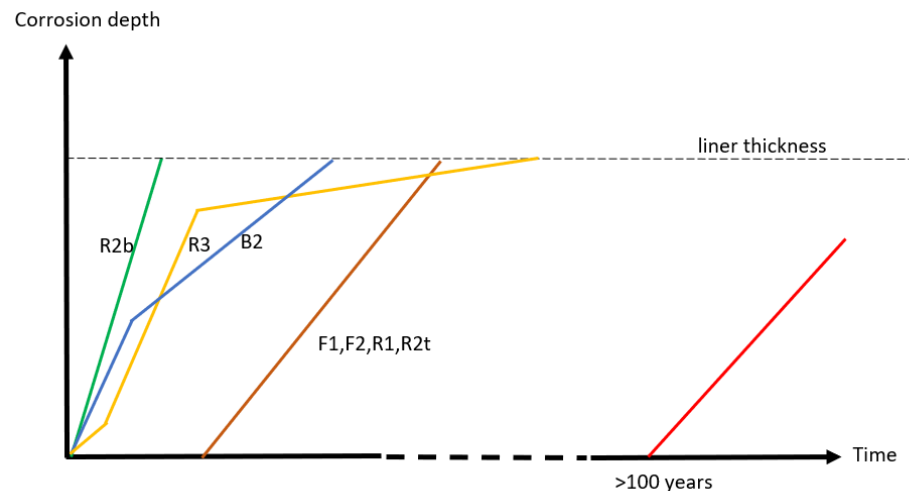
- Spänningsskillnad (aktiva/passiva-yltor)
Gjutvattnet får ej tränga in till stålytan under träbiten.
Alkalisering av trä måste förebyggas – Försurning vid anod genom hydrolysering av järnjoner.
- Elektrolytisk kontakt (via betong/"skräp")
Ledningsförmågan i "skräp" får ej vara för hög. Sjunker vid alkalisering/försurning. Får ej torka ut.
- Tillgång till oxidationsmedel vid katoden (syre)
Syrehalten i betongen kan begränsa långsiktigt? Kan tryckprovning påverka.
- Storleksförhållande anod/katod
Anoden är mycket mindre än katoden → Begränsar ej.
Givet låg resistivitet och god syretillgång → hög korrosionshastighet



Containment liner corrosion. Operating experiences summary. Technical letter report – revision 1. Darrid S. Dunn, April L. Pulvirent, and Matthew A. Hiser U.S. Nuclear Regulatory Commission Office of Nuclear Regulatory Research.

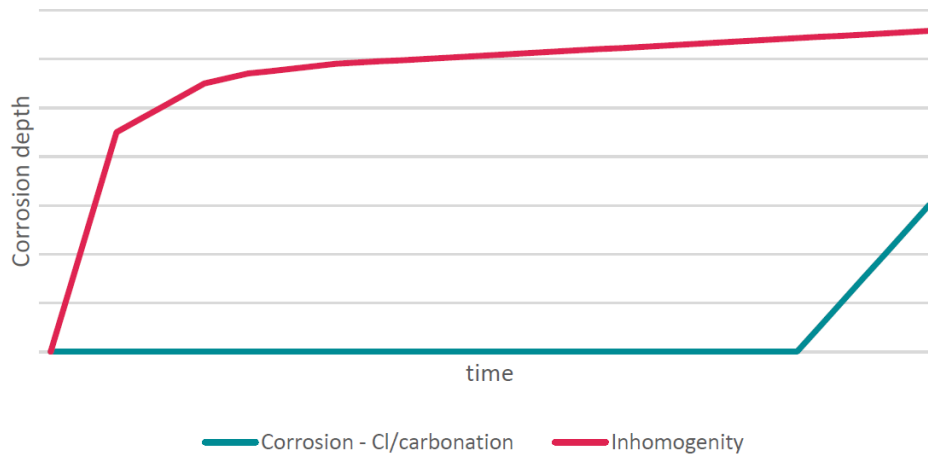
En korrosionscell lever och frodas

- Spänningsskillnad (aktiva/passiva-ytor)
*Gjutvattnet får ej tränga in till stålytan under träbiten.
Alkalisering av trä måste förebyggas - Försurning vid anod genom hydrolysering av järnjoner.*
- Elektrolytisk kontakt (via betong/"skräp")
*Ledningsförmågan i "skräp" får ej vara för hög. Sjunker vid alkalisering/försurning.
Får ej torka ut.*
- Tillgång till oxidationsmedel vid katoden (syre)
Syrehalten i betongen kan begränsa långsiktigt? Kan tryckprovning påverka.
- Storleksförhållande anod/katod
*Anoden är mycket mindre än katoden → Begränsar ej.
Givet låg resistivitet och god syretillgång → hög korrosionshastighet*
- Tidsberoende förändring -
förutsättningarna ändras



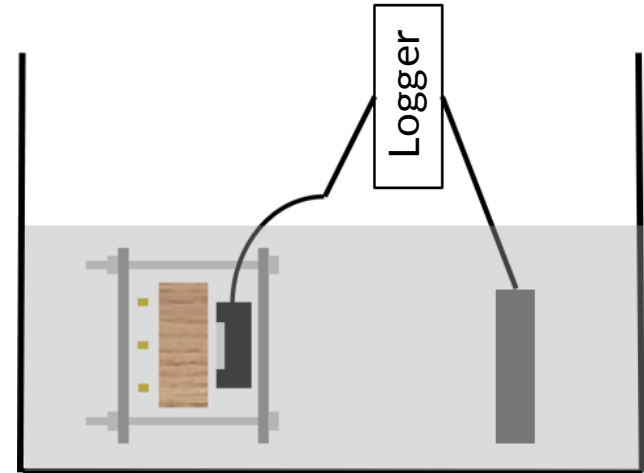
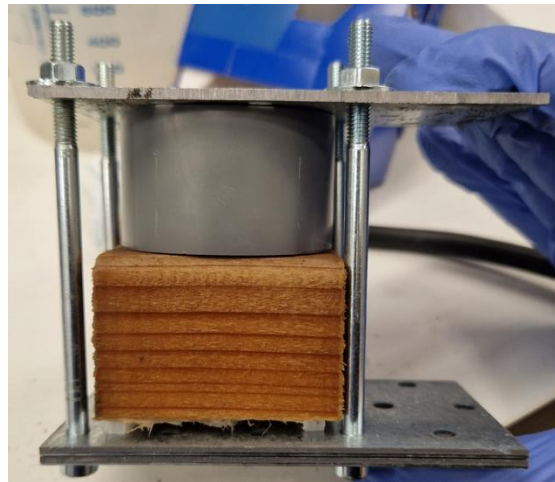
Projekt - initiering

- Vad händer under de första veckorna?
Vad krävs för att initiering ska uppstå?



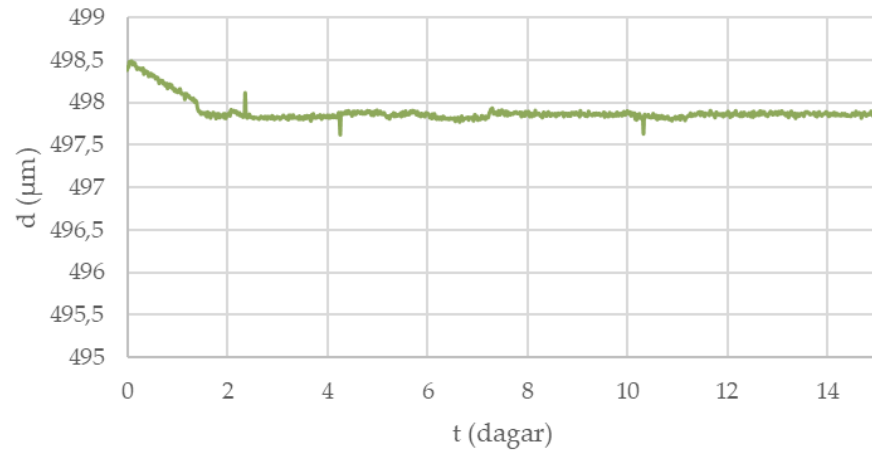
Utförande

- ER-prober pressades mot träbitar och gjöts in i betong med varmvalsat stål som katod

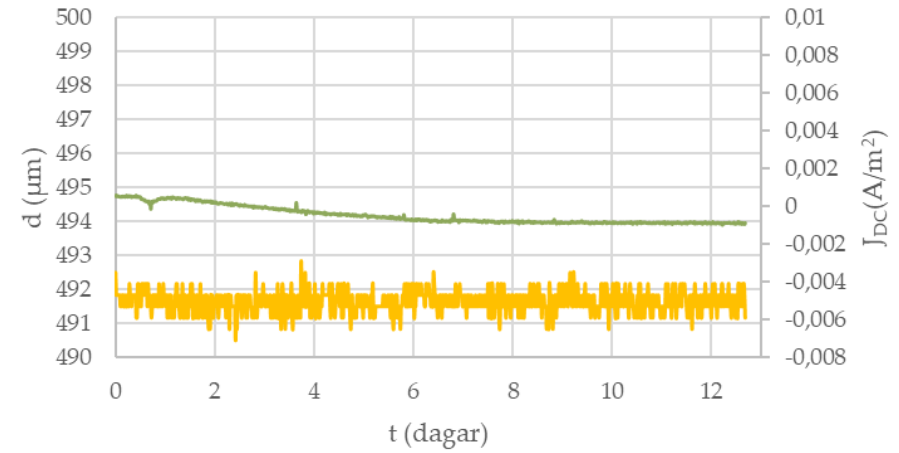


Resultat

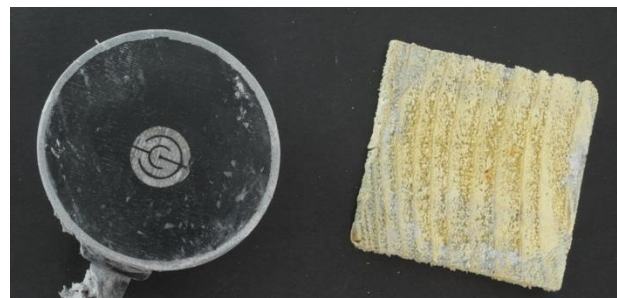
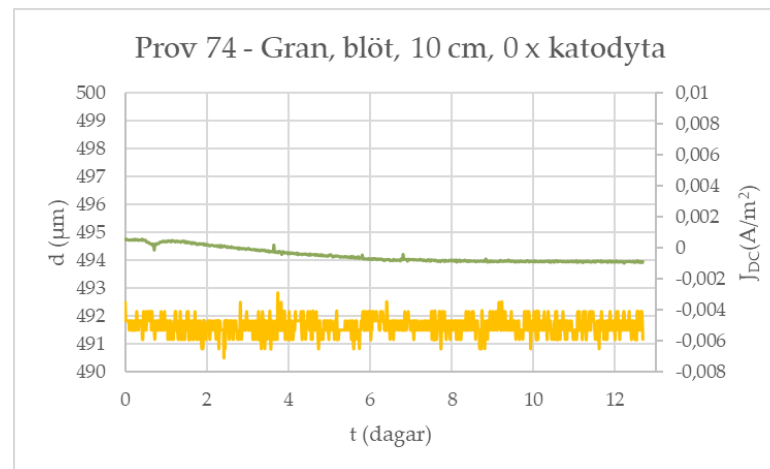
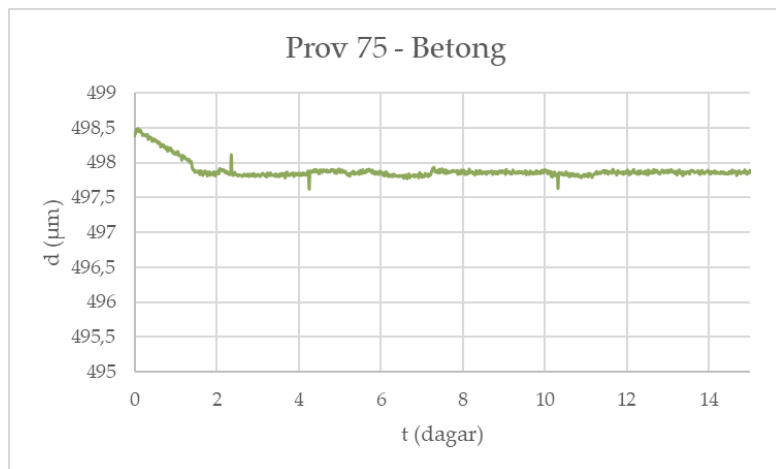
Prov 75 - Betong



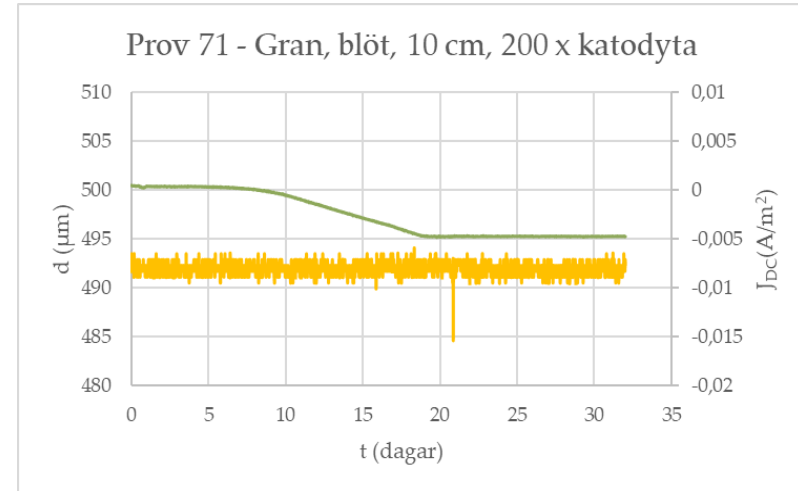
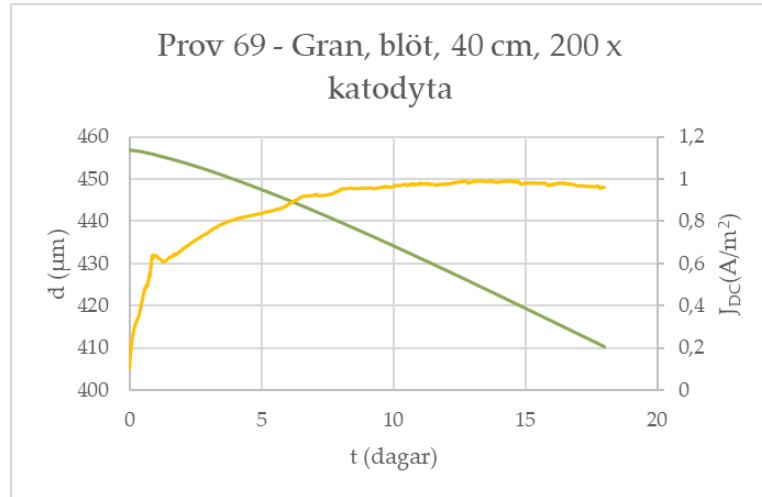
Prov 74 - Gran, blöt, 10 cm, 0 x katodyta



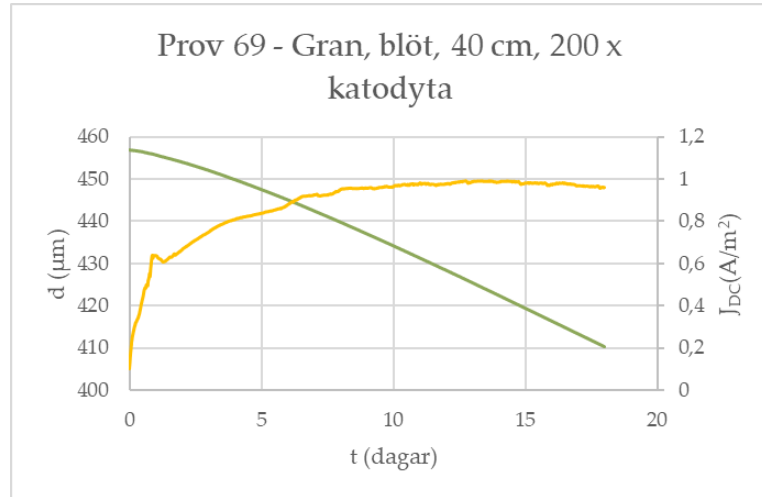
Resultat



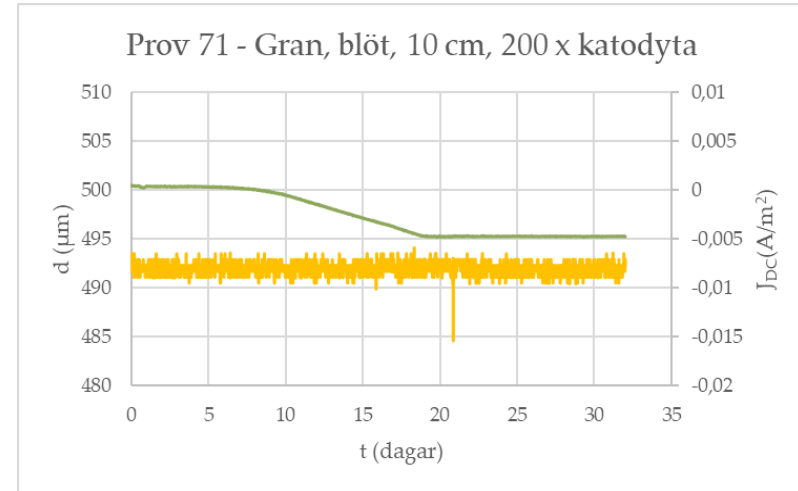
Resultat



Resultat



pH ~4,3



pH ~11,3

Slutsatser

- Ger stöd för föreslagna korrosionsmekanismer
- Korrosion startar direkt med hög korrosionshastighet.
- "Skräp" måste vara
 - lågresistivt
 - hindra inträngning av alkali till stålytan
- "Skräp" bör var
 - Stor volym för att minska motstånd
- Vid aktiv/passivcells korrosion bibehålls lågt pH vid stålytan
- I realiteten har troligen stålytan förkorroderats innan gjutning



Containment liner corrosion. Operating experiences summary. Technical letter report - revision 1. Darrel S. Dunn, April L. Pulvirent, and Matthew A. Hise. U.S. Nuclear Regulatory Commission Office of Nuclear Regulatory Research.



**Tack för
uppmärksamheten!**

Frågor?

Jonas Engblom

`jonas.engblom@ri.se`