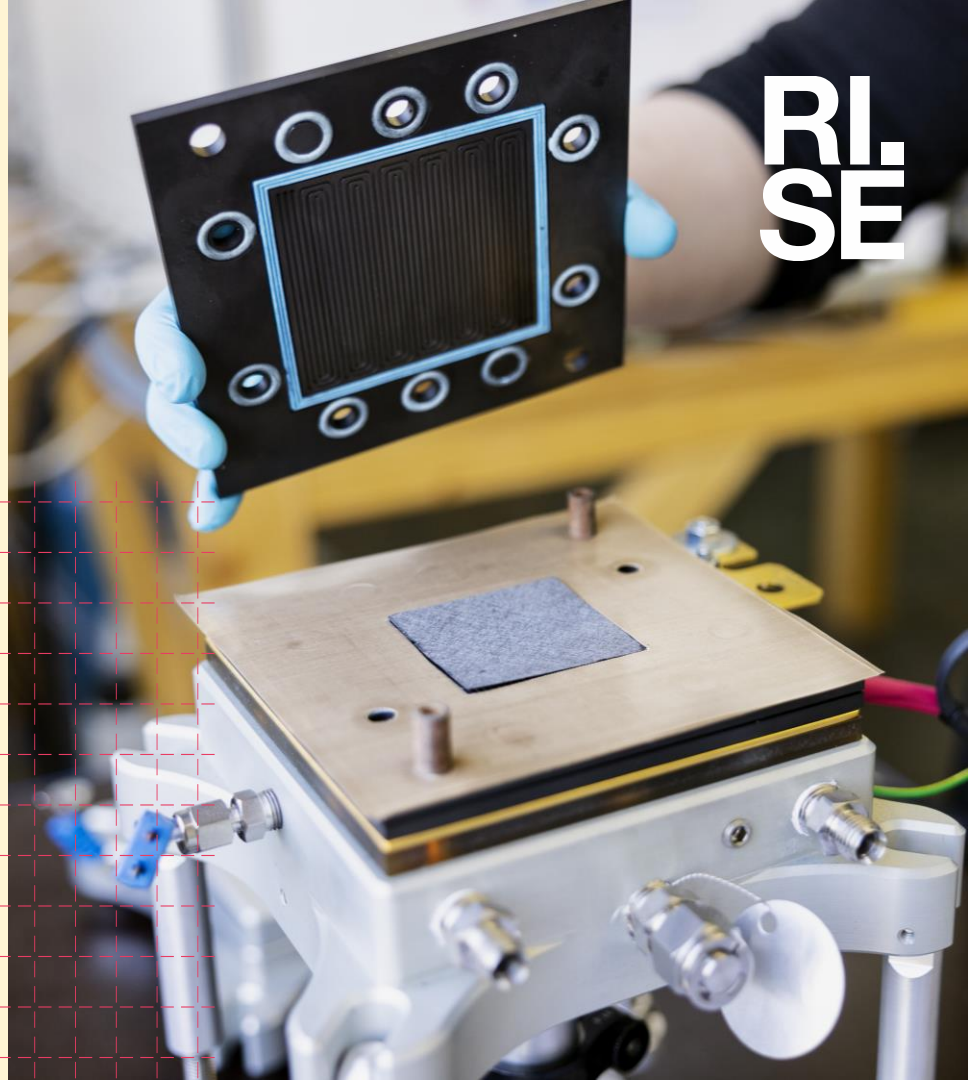


Korrosion i bränsleceller

Karin B Törne

02.05.2023

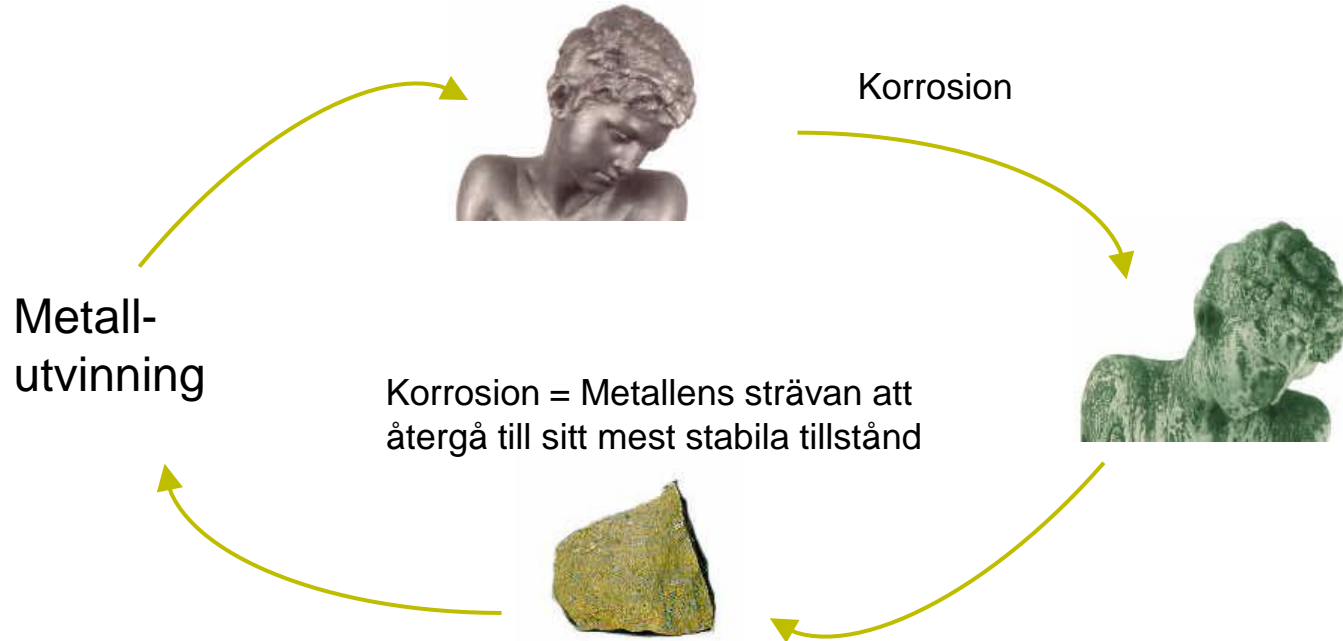


Agenda

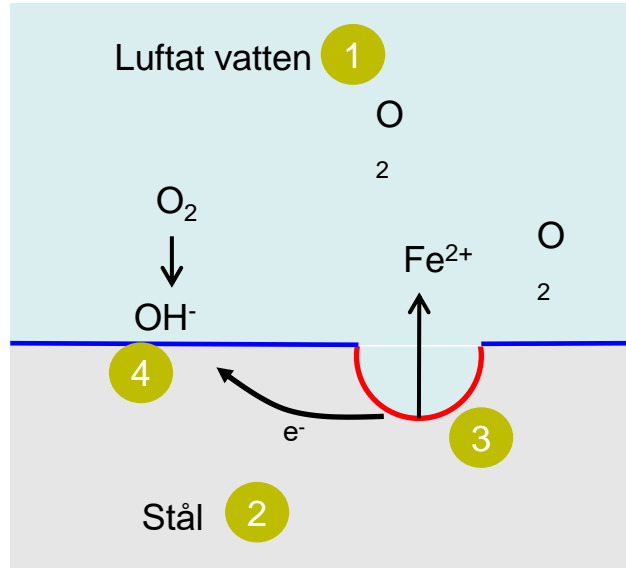
- Vad är korrosion
- Miljön i en bränszell
- Hur förhindra korrosion
- Utvärdering av material
 - Ex – situ metoder
 - In situ metoder

Vad är korrosion?

- Corrodere (latin) = gnaga sönder



Korrosion = Kopplade anodiska och katodiska reaktioner



1. Jonledare: Elektrolyt (luftat vatten)
2. Elektronledare: Metall (stål)

3. Anodisk reaktion: Järnupplösning



4. Katodisk reaktion: Syrgasreduktion

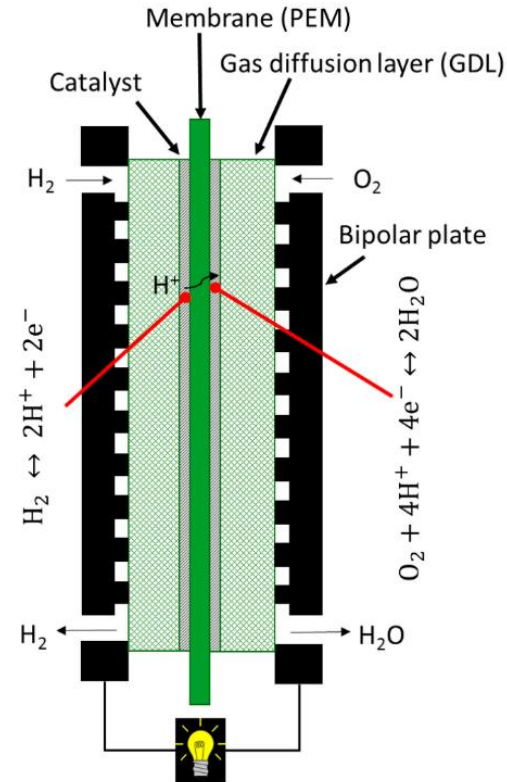


Total reaktion:



Metaller i bränsleceller

- Bipolära plattorna
 - Leder strömmen bort ifrån katod/anod, separerar cellerna ifrån varandra
 - Ti, SS, (grafit)
- Katalysatorn
 - Pt (PEM)
 - Ni, Co, Mn (AEM, AFC)
- Korrosion ->Frisättning av joner från bipolära plattor
 - Bryter ner membranet i PEMs
- Försämrade elektrisk kontakt mellan bipolära plattor och membranet
- Försämrade prestanda av bränslecellen



Miljön i bränsceller

Gaser

Anod: H₂

Katod: O₂

pH

PEM – sur

AEM/AFC –
alkalisk

Temperatur

PEM/AEM/AFC:

20 - 100 °C

Solid oxide fuel

cell: 500-1000 °C

Potential

Anod: free

Katod: + 0,6 V

vs Ag/AgCl

Hur förhindra korrosion

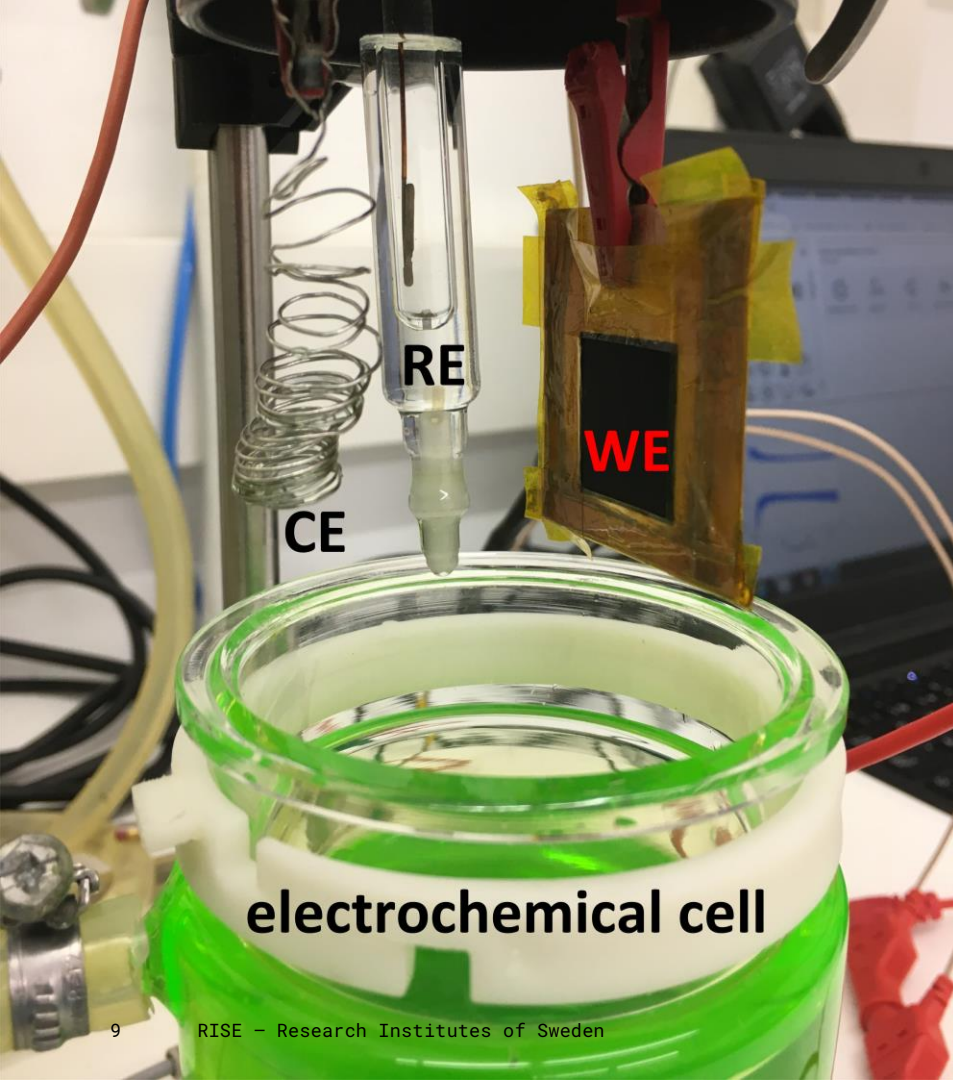
Korrosionsmotståndiga metaller

- Grafit (sprött, dyrt)
- Ti (dyrt)
- Rostfritt (behöver ytterligare korrosionsskydd)
- (Al – lättvikt, men korroderar väldigt lätt)
- Ledande keramer PVD

Skyddande beläggningar

- Ökad korrosionsmotstånd
- Minskad kontaktrestsans
- Ledande keramer
 - TiN, CrN
 - Kol beläggningar
 -

Ex-situ testing

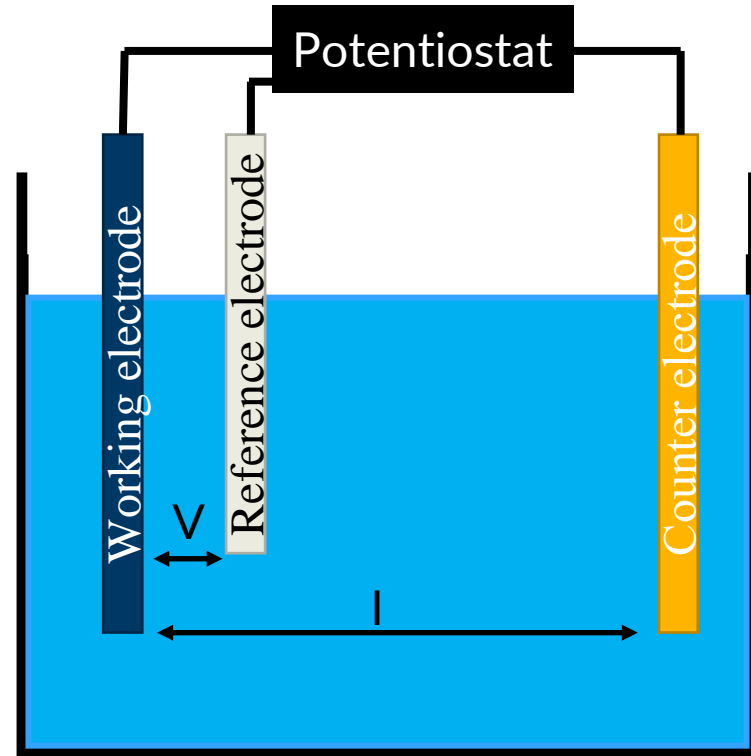


Ex-situ ageing - catalyst

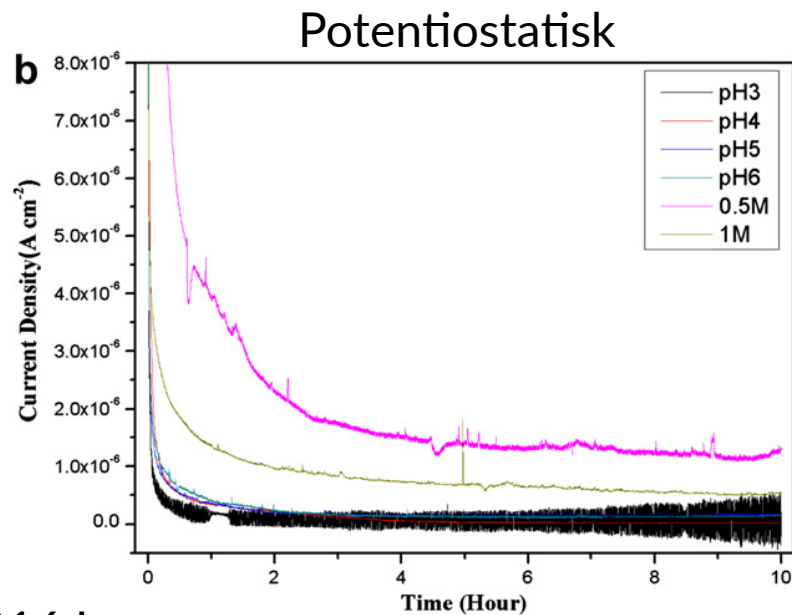
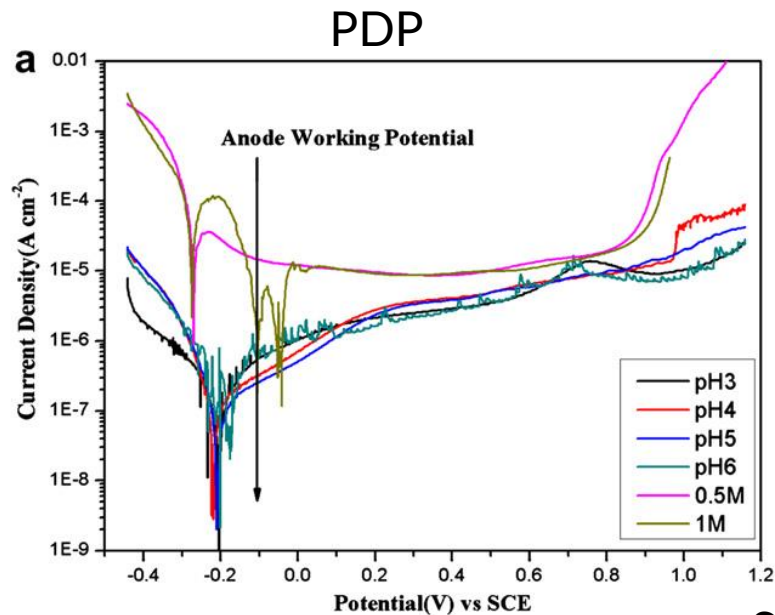
- 0.1 M HClO_4 eller 0.5 M H_2SO_4
- AST: 10 000 potentialcykler mellan 0.6-1.0 V vs RHE
 - Många andra AST rapporterade i litteraturen

Ex-situ ageing – Bipolar plate

- Standard från DOE
- pH3 H₂SO₄ + 0,1 ppm HF
- Potentiodynamic polarisation (anod)
- Potentiostatic polarisation (katod)
- Relevansen kan ifrågasättas



Ex situ ageing – Bipolar plate

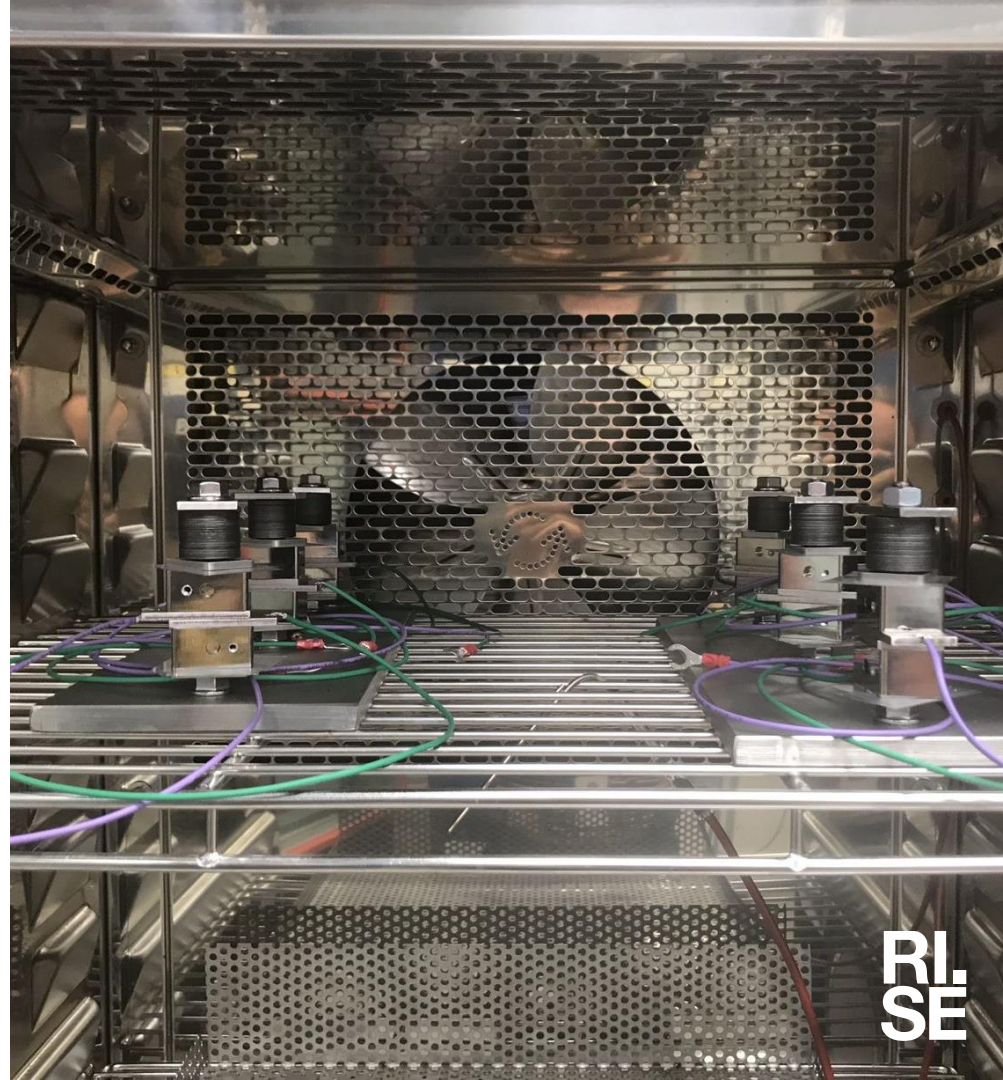


SS316 L

Kai Feng, Guosong Wu, Zhuguo Li, Xun Cai, Paul K. Chu.; Corrosion behavior of SS316L in simulated and accelerated PEMFC environments; International Journal of Hydrogen Energy; Volume 36, Issue 20, 2011, Pages 13032-13042,

Ex-situ åldring – Bipolar plate

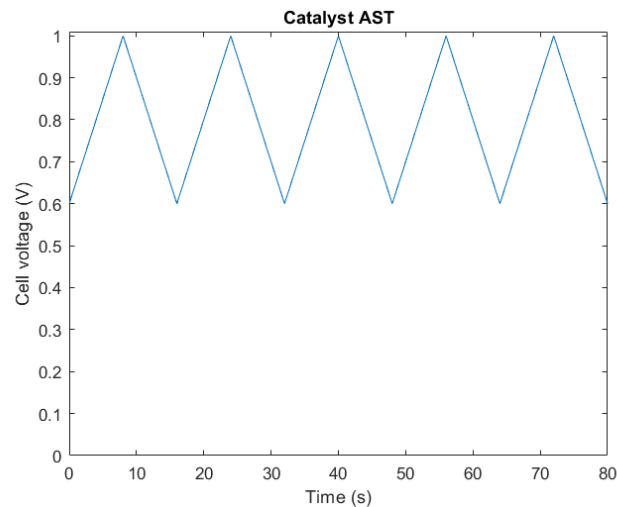
- Alternativa metoder
 - Temperatur, luftfuktighet, gaser
 - Närmare den verkliga miljön i bränslecellen
 - Ej standardiserad



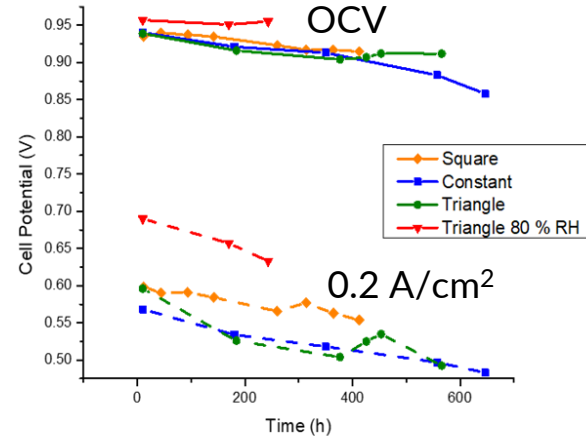
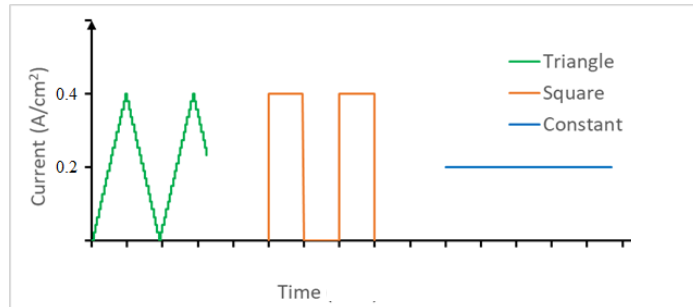
In-situ ageing

Accelerated stress test

- Degraderar en specifik komponent
- Kort repeterande enhet
- Exempel:
 - Catalyst AST
 - Membrane: RH cycling at OCV
- No AST for bipolar plate

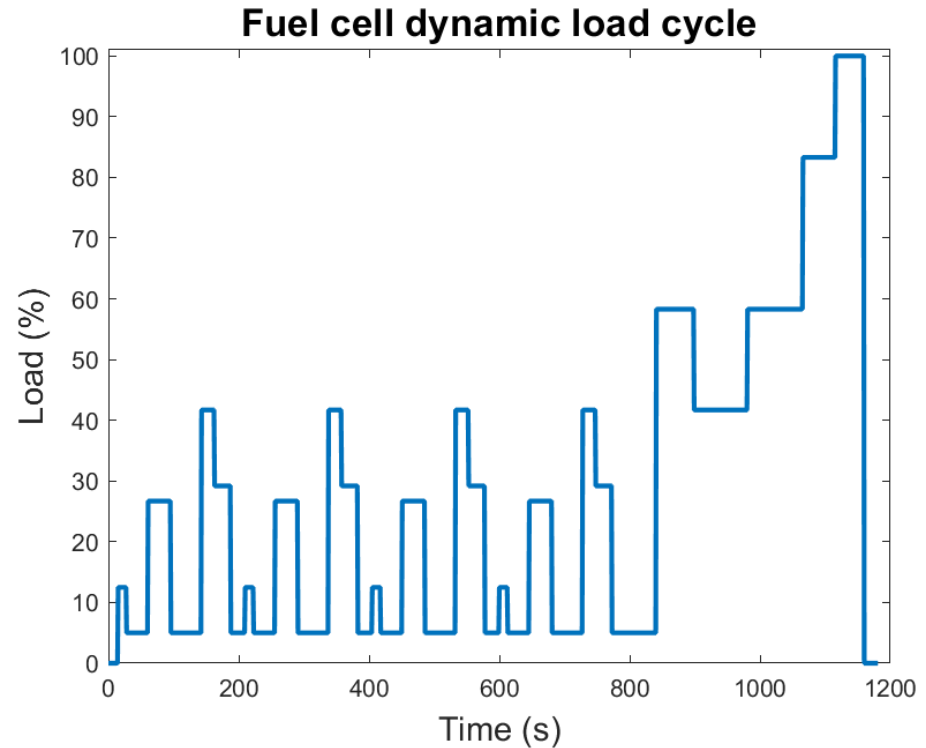


Accelerated stress test



Accelerated load cycles

- Applikations beroende
- Beror på drivlinans design
- Lifetime prediction/comparison



Main take away

Corrosion is a vital aspect to consider when designing new fuel cells

Current ex-situ test needs further improvement

Tack för er uppmärksamhet

Karin Beussant Törne

Karin.beussant.torne@ri.se