

Att koppla visuell inspektion till respons och bärförmåga hos naturligt korroderade armerade betongkonstruktioner



Karin Lundgren



Blommenbergsviadukten



Kan vi se om bärigheten är tillräcklig?

Målsättning

- Att länka resultat från visuell inspektion till korrosionens effekt på seghet och bärförmåga
- Att länka inspektion och bärighetsutredning

Visuell inspektion:

- Sprickbilder
- Sprickvidd



Effekter:

- Korrosionsdjup
- Förankringskapacitet
 - Bärförmåga
 - Seghet

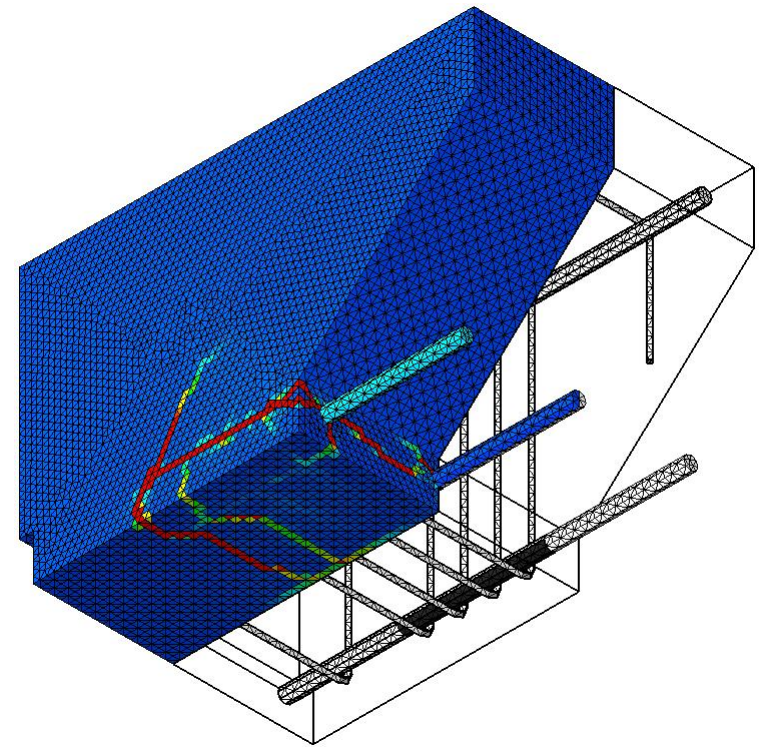
Hur påverkar korrosion bärförmågan



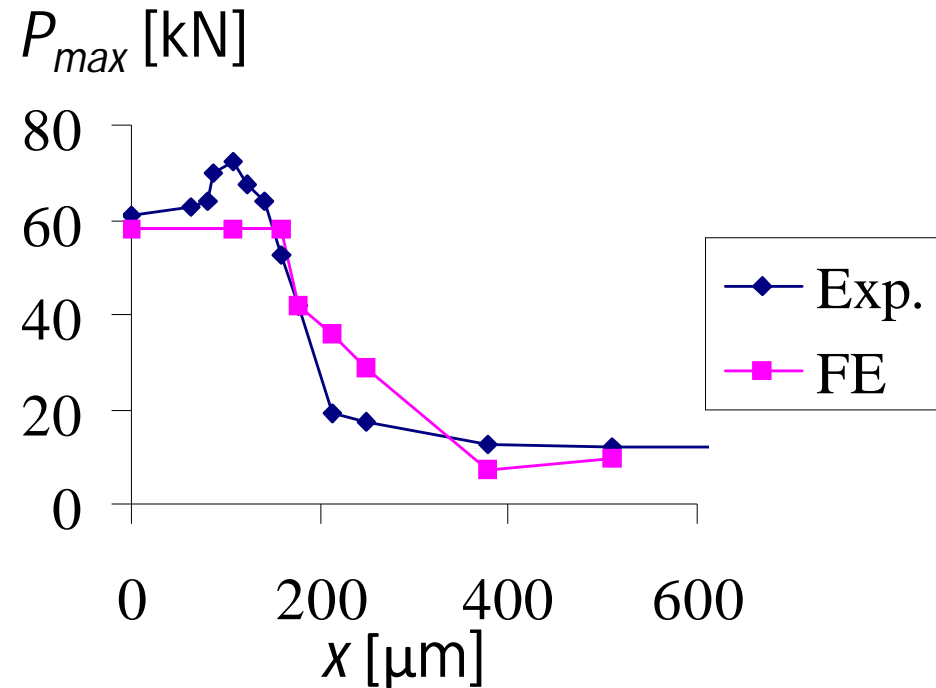
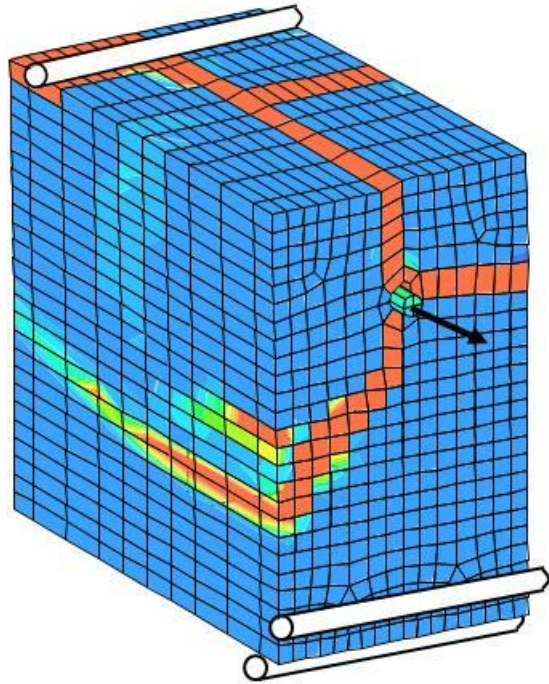
Försök och analyser, korroderad armering

Tredimensionella analyser, rost och vidhäftningsskikt

Volymökning och rostens mekaniska egenskaper



Försök och analyser, korroderad armering



=> Nödvändig förståelse för att kunna utveckla förenklade beräkningsmetoder

Naturlig korrosion

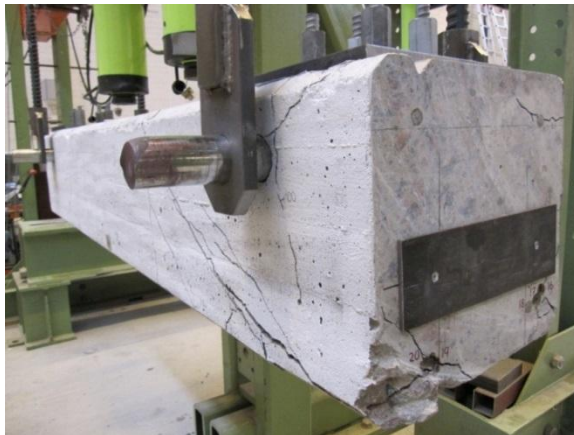
- Nästan alla försök med artificiell korrosion
- Modeller därför kalibrerade mot artificiell korrosion
- Naturlig korrosion:
 - längre tid => krypning, krympning, rost genom sprickor...
 - andra rostprodukter?



Påverkas förankringen annorlunda?

Naturlig korrosion

Provkroppar från Stallbackabron



- Kantbalkar från Stallbackabron provades upphängda i 4-punkts böjning

Provkropp med bortspjälkat täckskikt

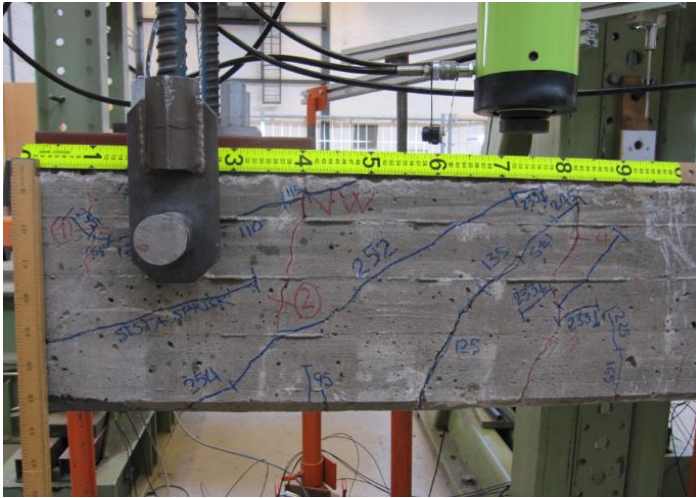
Före provning



Vid brott



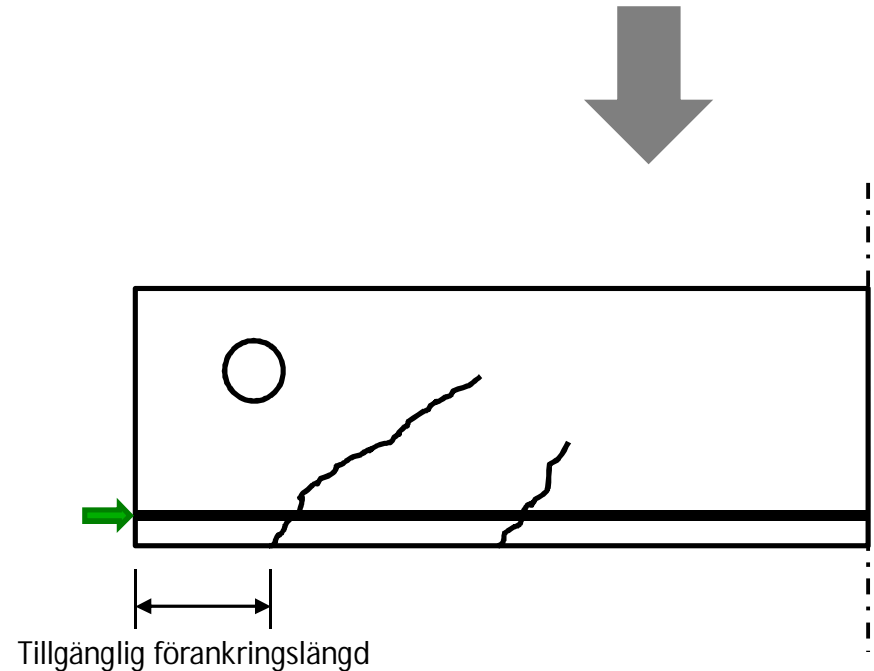
Brottmod



- Spjälk-inducerat utdragsbrott

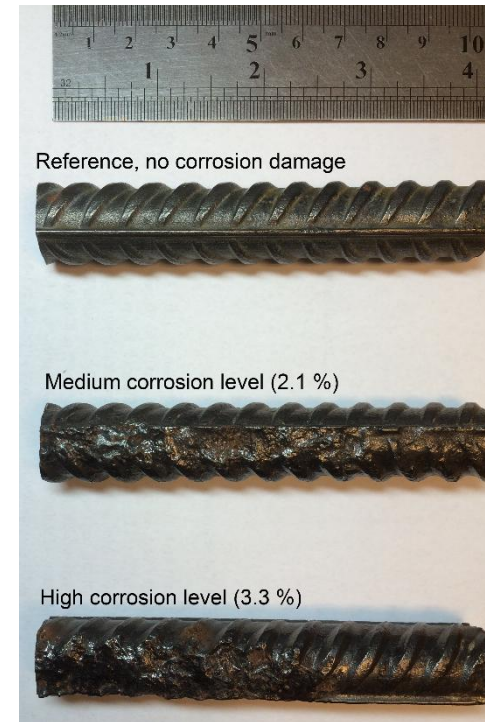
Resultat

- 21 provkroppar provade
- Deformationsstyrning
- Viktigaste parametrar
 - Maxlast
 - Fri ändgliding
 - Sprickmönster
 - Tillgänglig förankringslängd
 - Korrosionsangrepp



Exempel

- Sprickbilder och sprickvidd länkat till korrosionsangrepp



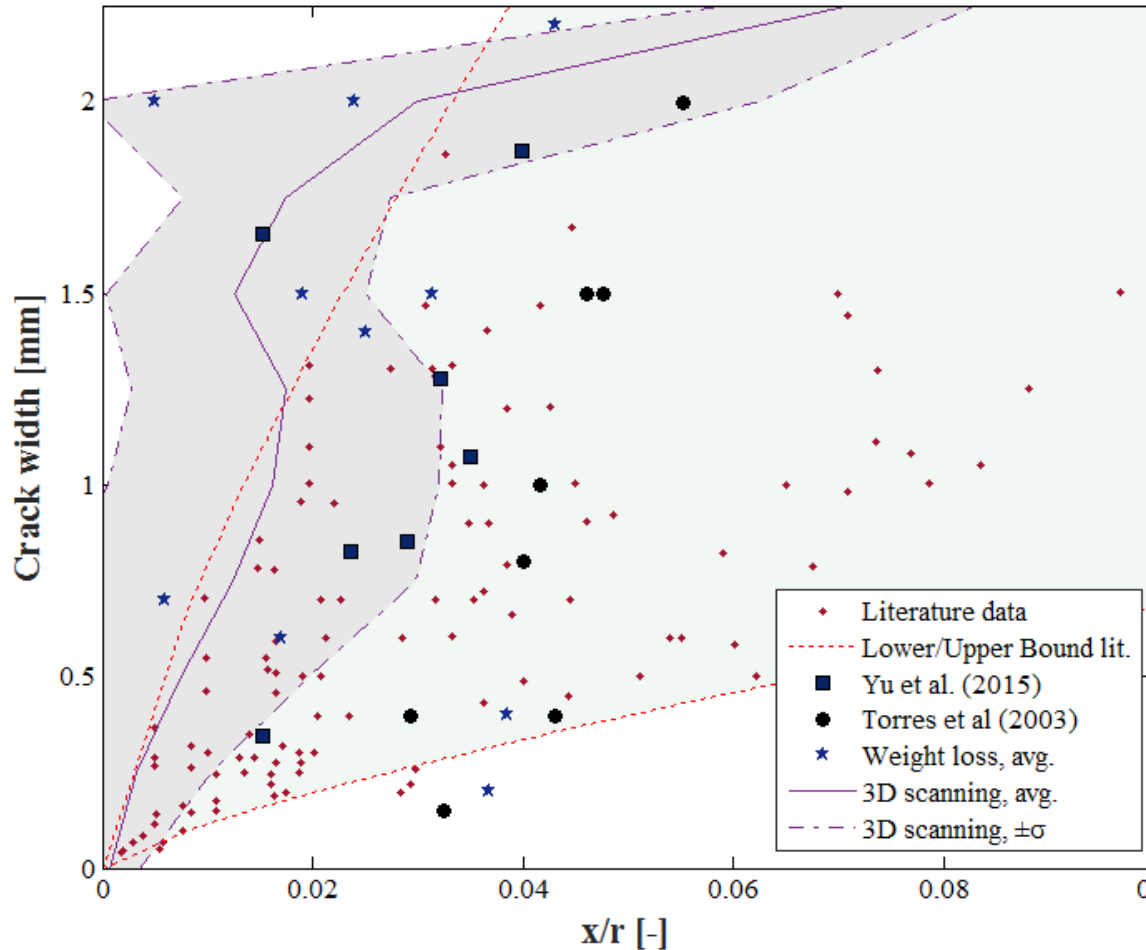
0

2,1%

3,3%

Sprickvidd versus korrosionsangrepp

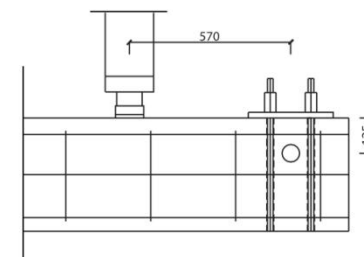
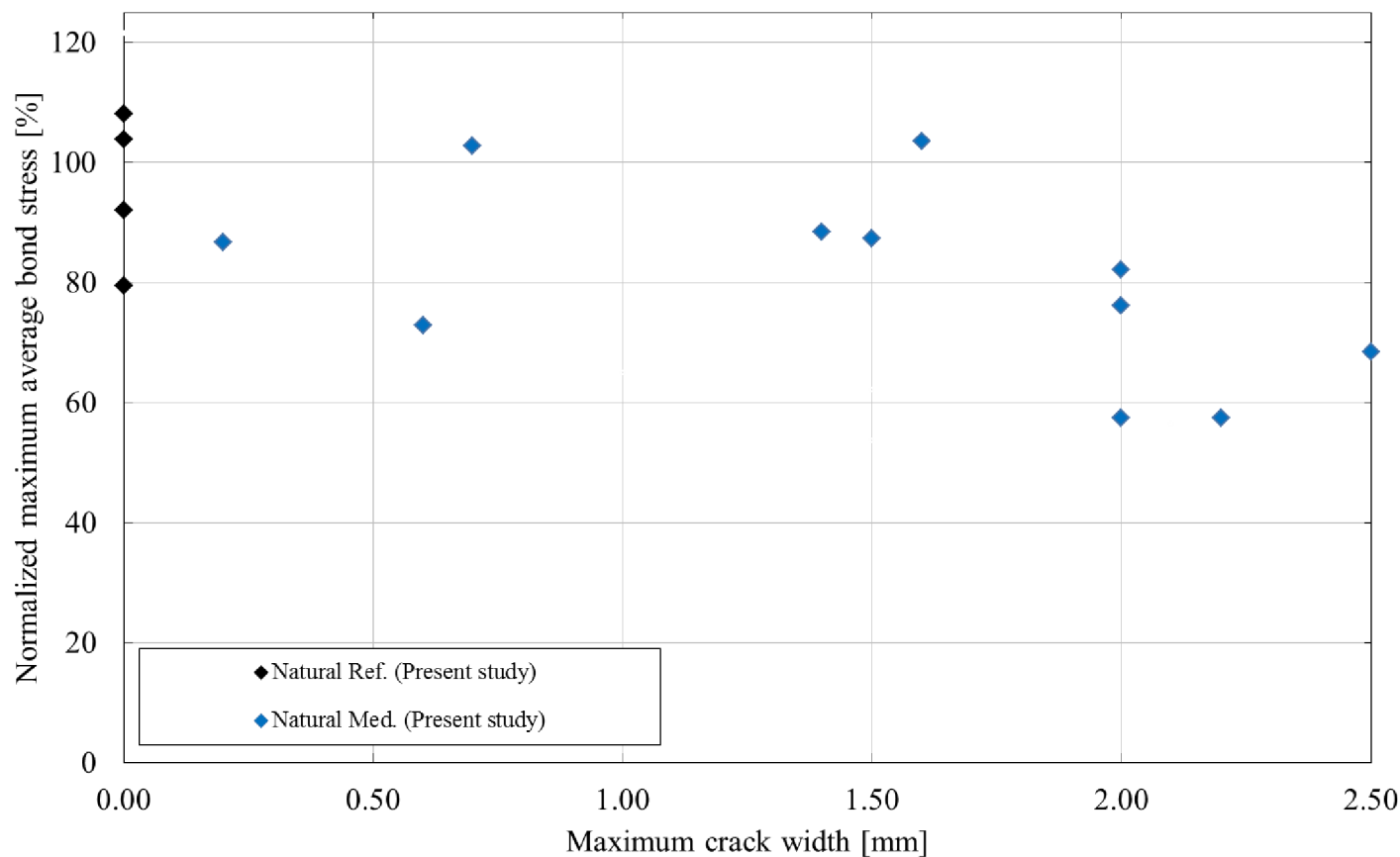
Naturlig korrosion jämfört med artificiell korrosion



- Resultat från aktuell studie
- Data från litteratur, från försök med accelererad korrosion

Slutsats:
Mindre korrosionsangrepp
än förväntat utifrån sprickvidd

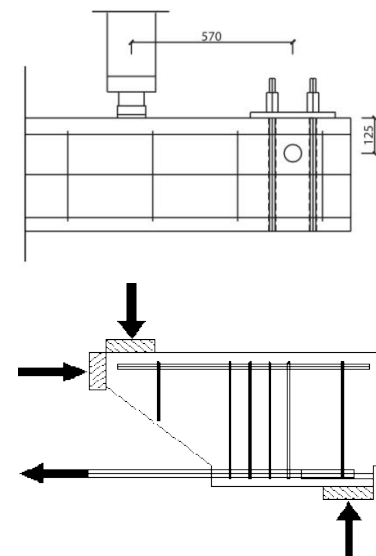
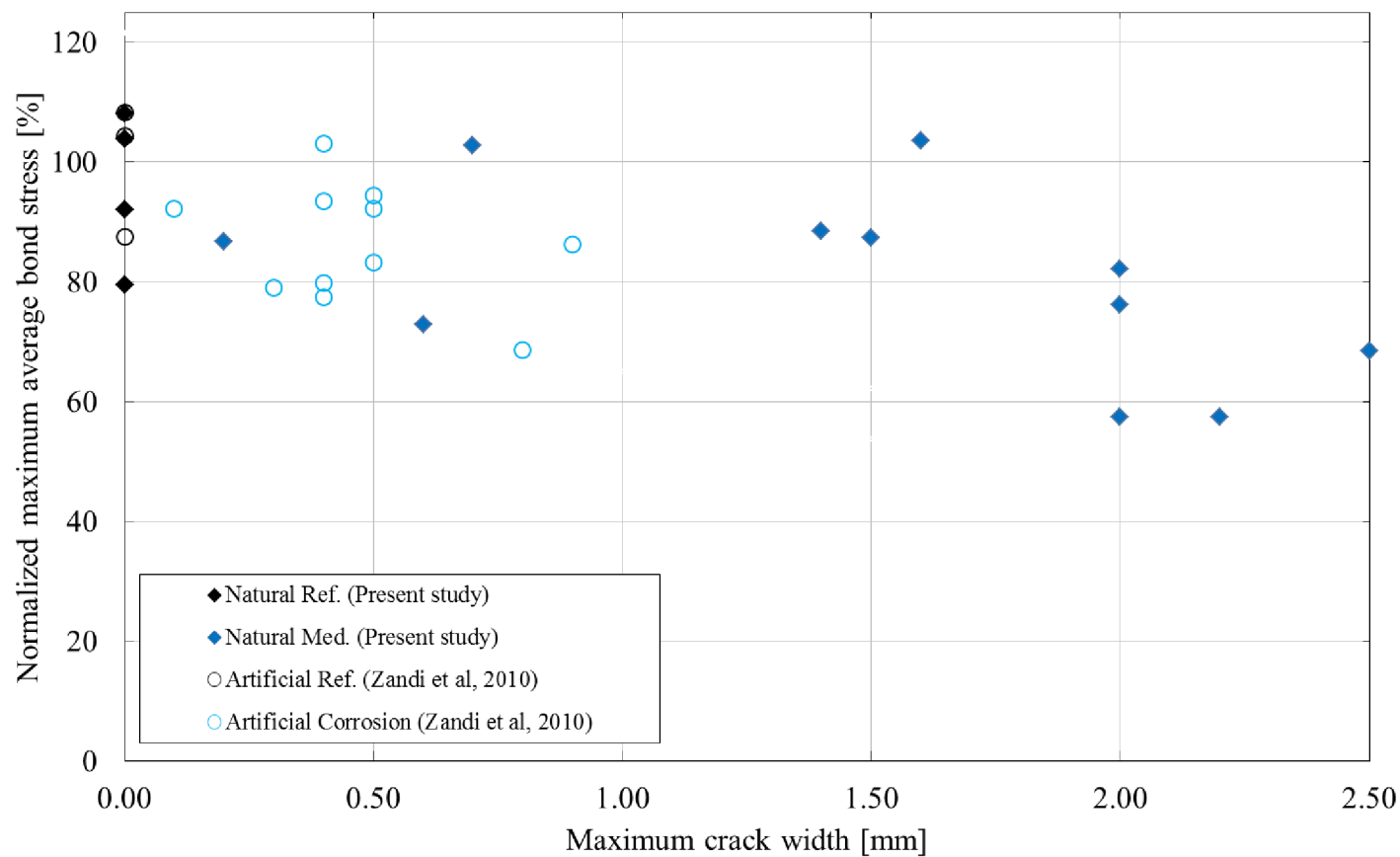
Normaliserad vidhäftningshållfasthet mot sprickvidd



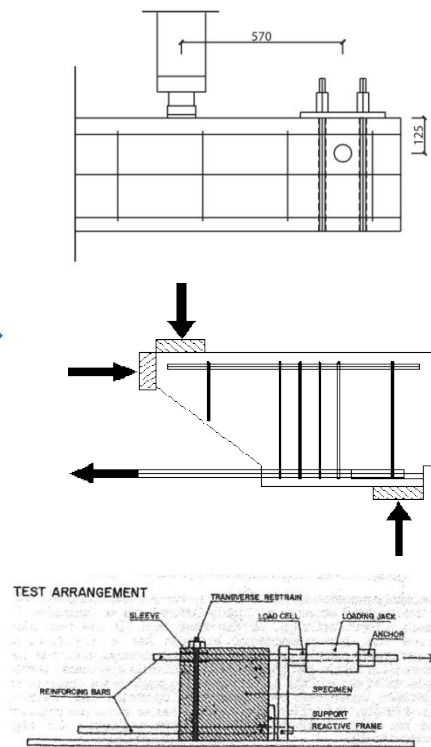
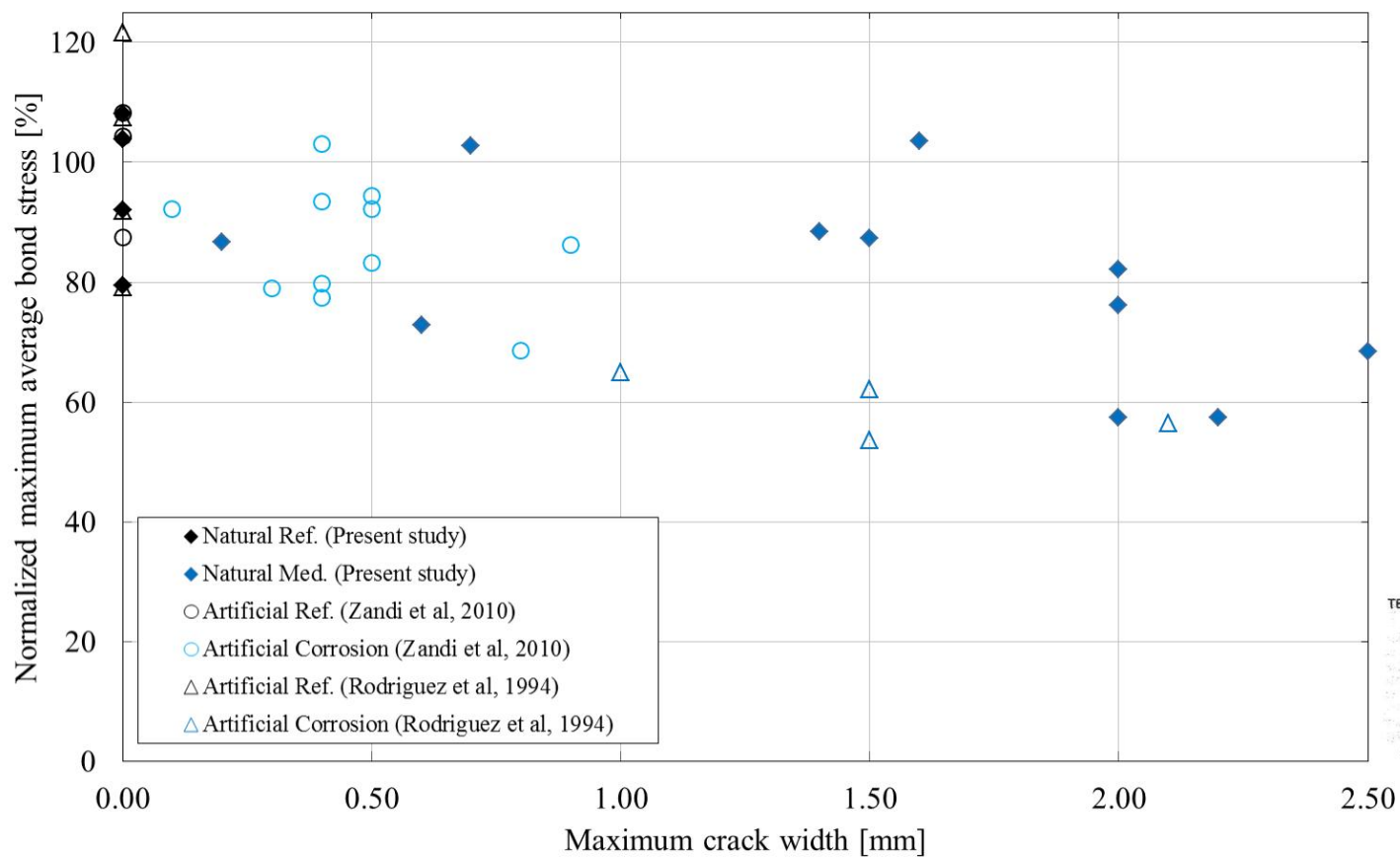
Average bond stresses were normalized:

$$\hat{\tau} / \tau_{Ref.avg}$$

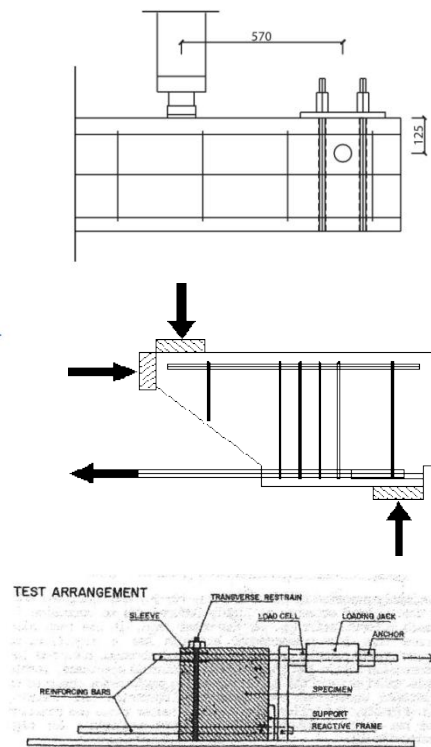
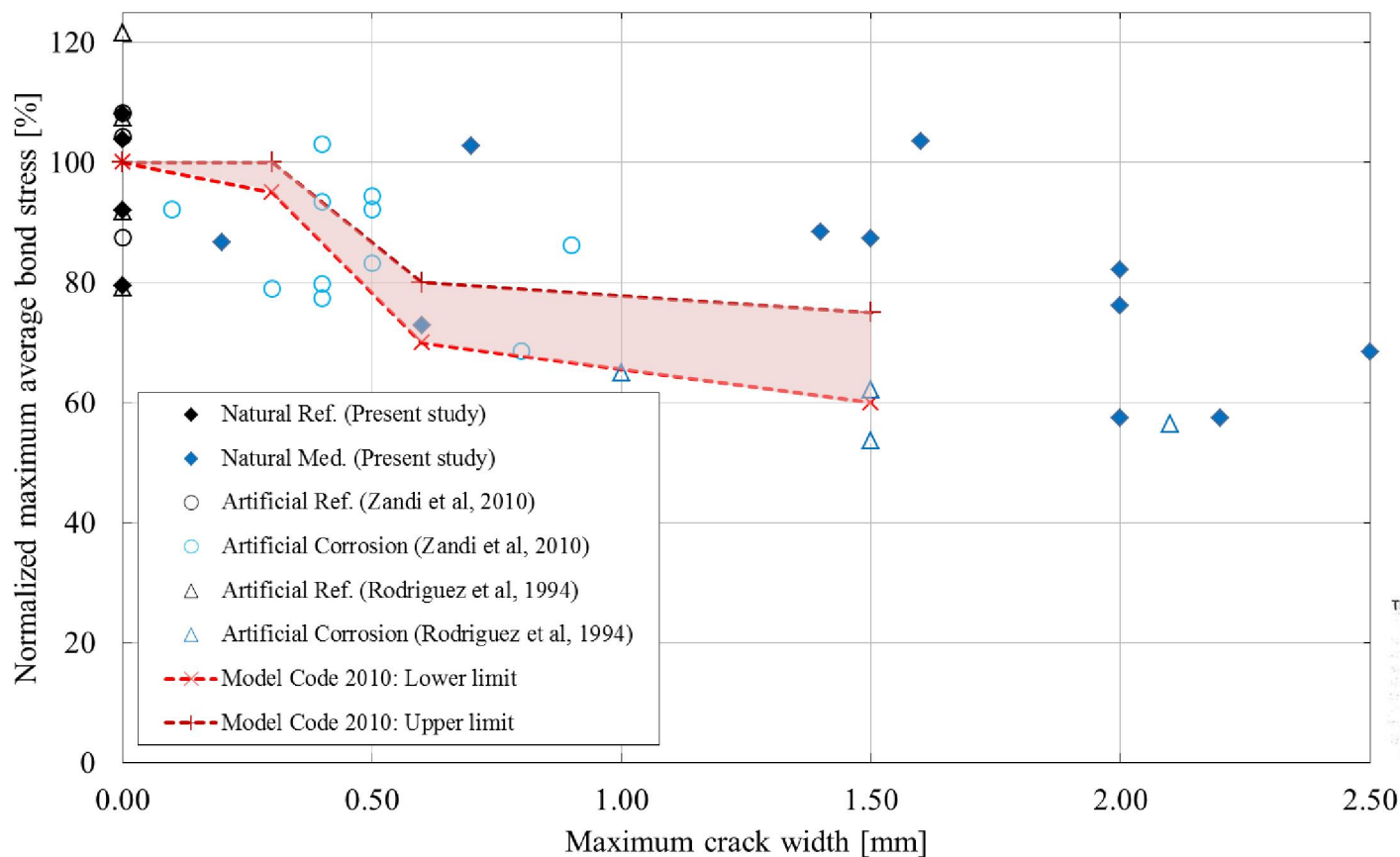
Normaliserad vidhäftningshållfasthet mot sprickvidd



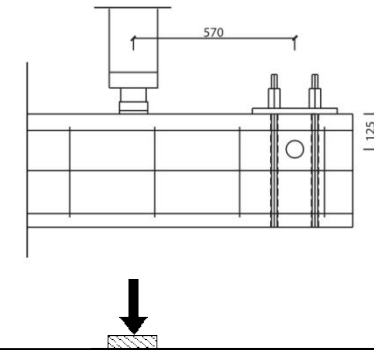
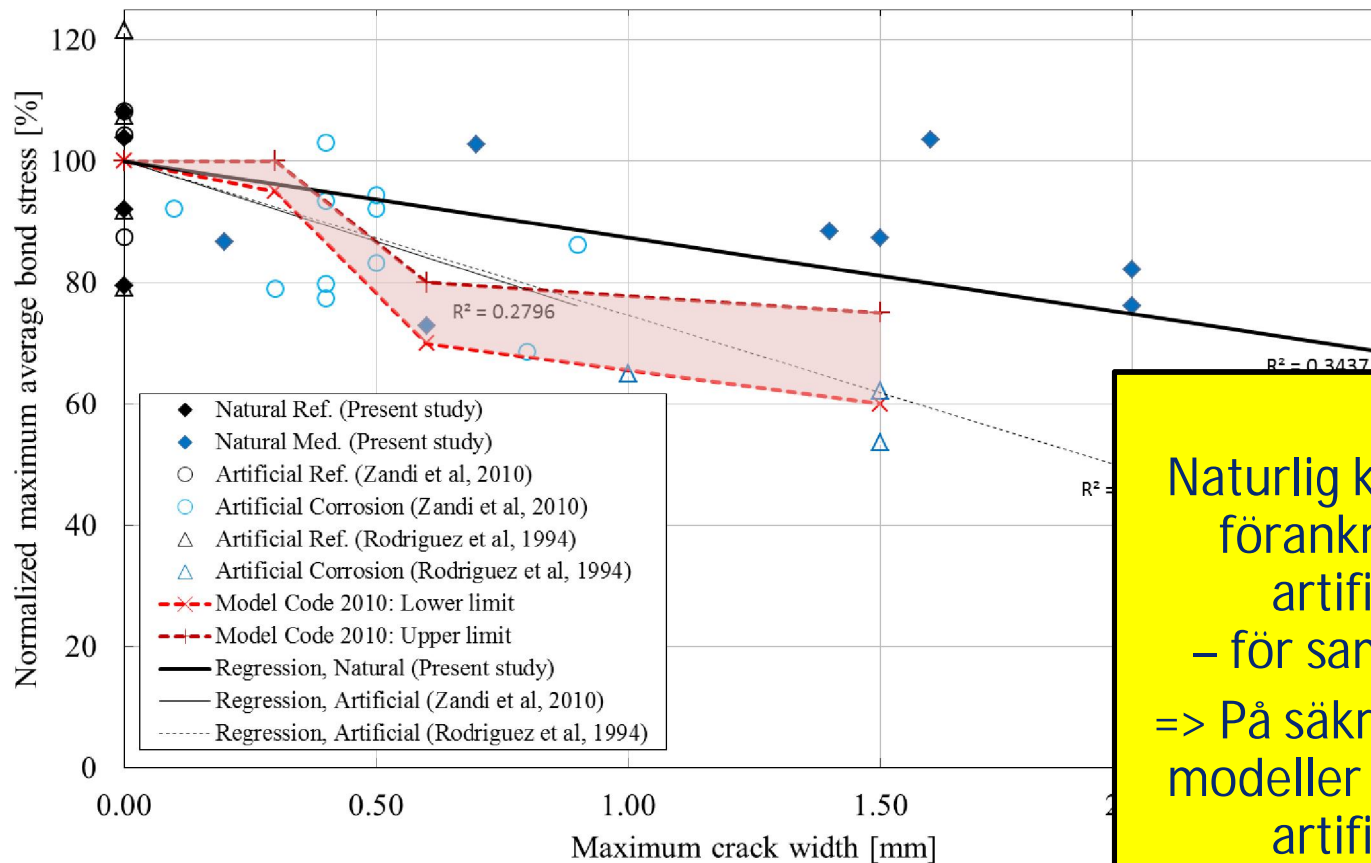
Normaliserad vidhäftningshållfasthet mot sprickvidd



Normaliserad vidhäftningshållfasthet mot sprickvidd

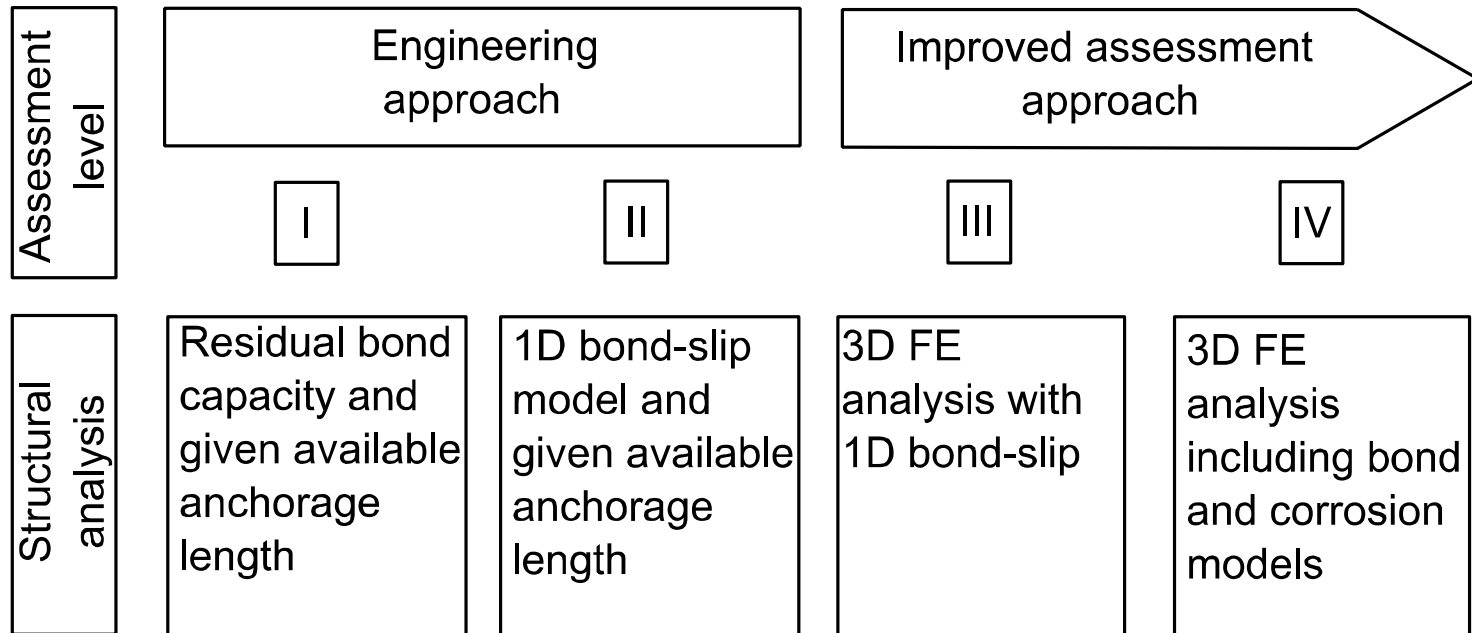


Normaliserad vidhäftningshållfasthet mot sprickvidd

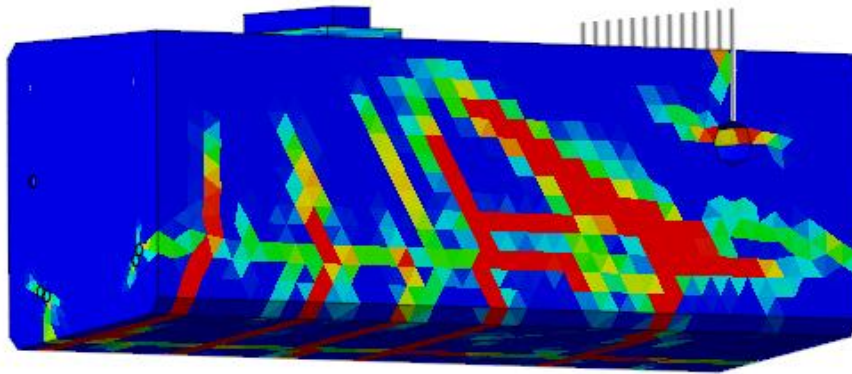
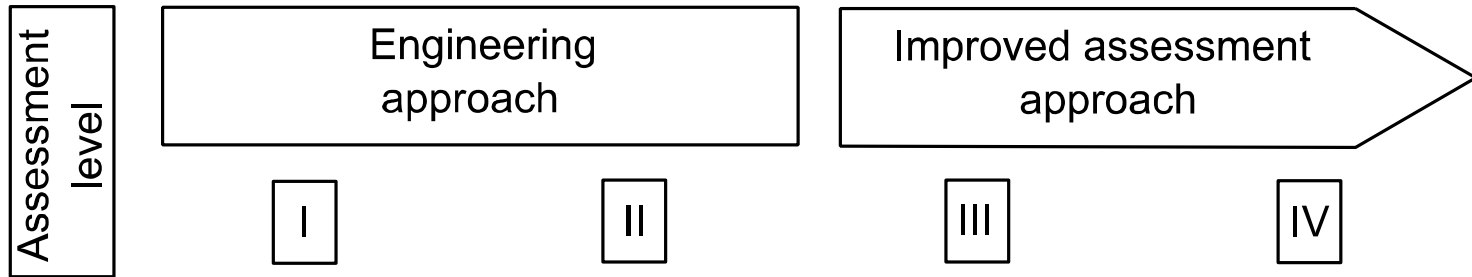


Slutsats:
 Naturlig korrosion försämrar förankringen mindre än artificiell korrosion
 – för samma synliga skada
 => På säkra sidan att använda modeller som kalibrerats för artificiell korrosion

Fyra modelleringsnivåer



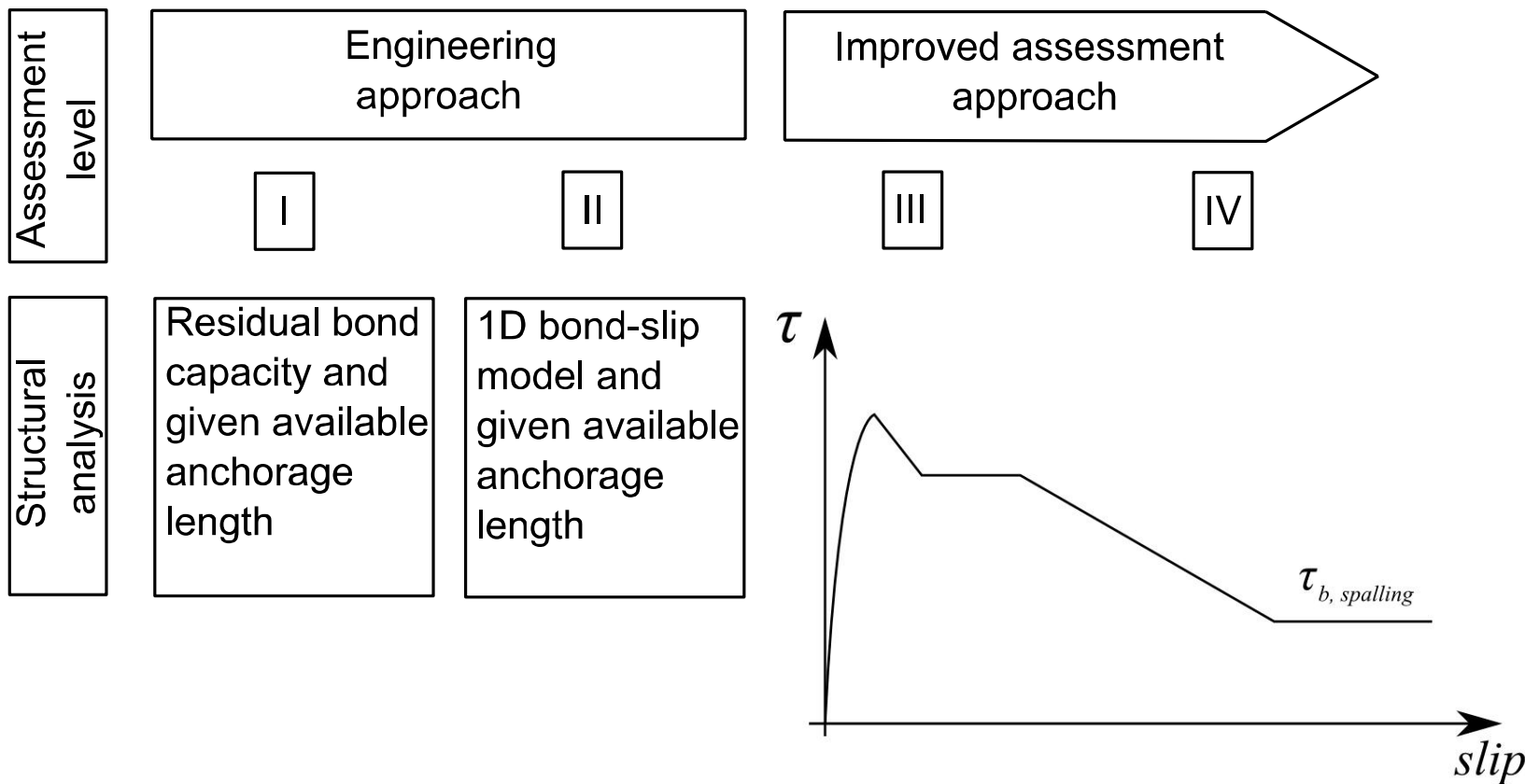
Fyra modelleringsnivåer



3D FE analysis with 1D bond-slip

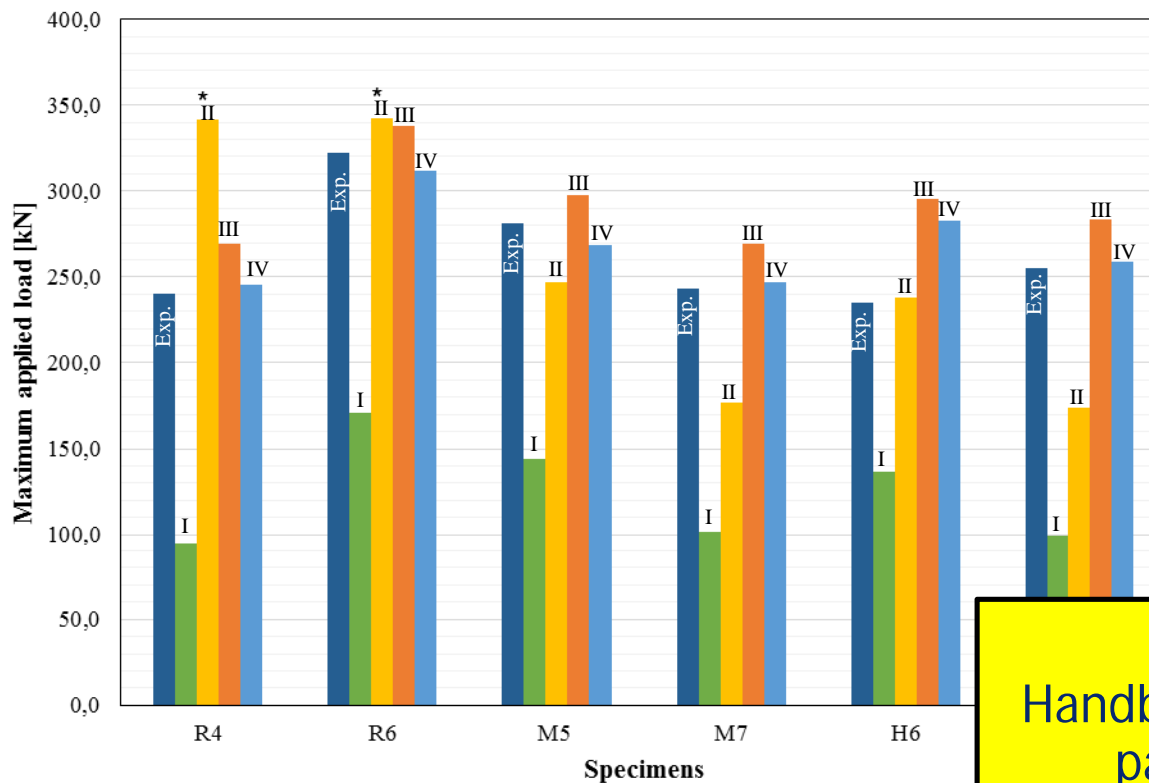
3D FE analysis including bond and corrosion models

Fyra modelleringsnivåer



Fyra modelleringsnivåer

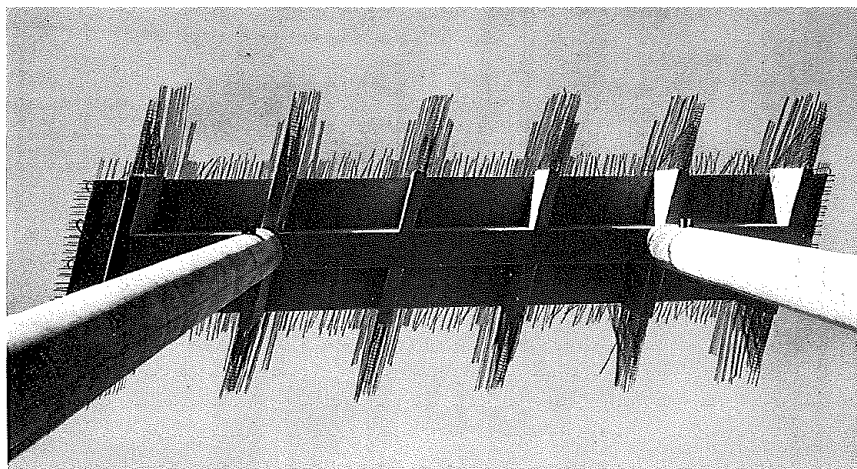
Resultat



* limited by yielding of the reinforcement

Slutsatser:
Handberäkningsmetod
på säkra sidan
Detaljerad FE stämmer
väl

Utvärdering av Blommenberg- och Gröndalsviadukterna



Slutsatser från utvärdering av Blommenberg- och Gröndalsviadukterna

- Tillräcklig kapacitet kunde visas i alla balkar, i alla spann, förutom ett mindre överskridande i ett spann. Anses försumbart om inga skador finns just där – noggrannare inspektion har gjorts
- Tidigare: planerad förstärkning ~46 mkr
- Nu: planerat underhåll ~19 mkr.
- Utredningskostnad ~0,2 mkr

=> Besparing om ~27 mkr



Pågående arbete i anknytande projekt

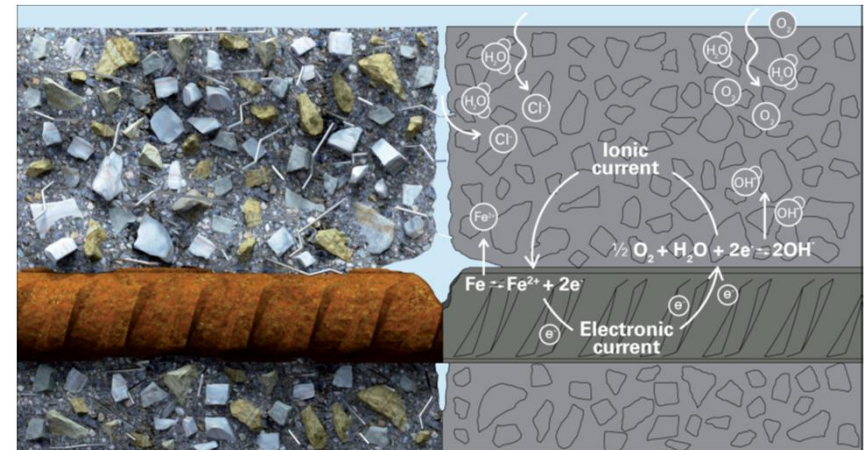
- Vidareutveckling av förenklade beräkningsmodeller, inklusive probabilistiska metoder

Doktorandprojekt, lic. våren 2017, Mattias Blomfors

- Fibers effekt på korrosion av stålarmering

Doktorandprojekt, doktor hösten 2017, Carlos Gil Berrocal

- Fibrer
 - => mindre sprickvidd
 - => mindre korrosion?
- Hur påverkar fibrer spräckning av täcksiktet?
- Långtidsförsök



Nytt anknytande projekt

- Bedömning av bärförmåga hos befintliga betongkonstruktioner med korroderade släta armeringsstänger

Doktorandprojekt, rekrytering pågår

- Kantbalkar från en bro i Gullspång
- Belastas upphängda i 4-punkts böjning
- Kopplingar
 - Synliga skador
 - Korrosionsangrepp
 - Bärförmåga





- Handberäkningsmetoder för förankring av kamstänger klara att använda
 - tillåtna enligt Trafikverkets KRAV: Bärighetsberäkning av broar (TDOK 2013:0267)