

Avrostning spontstöden för Sundsvallsbron

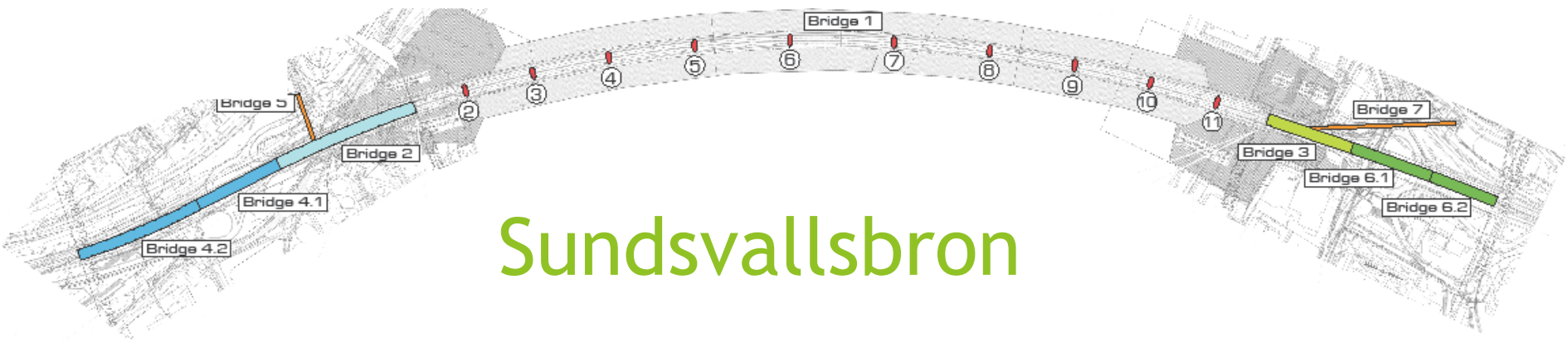
Karsten Pedersen (micans)
Bertil Sandberg (swerea-KIMAB)



www.micans.se

www.kimab.se

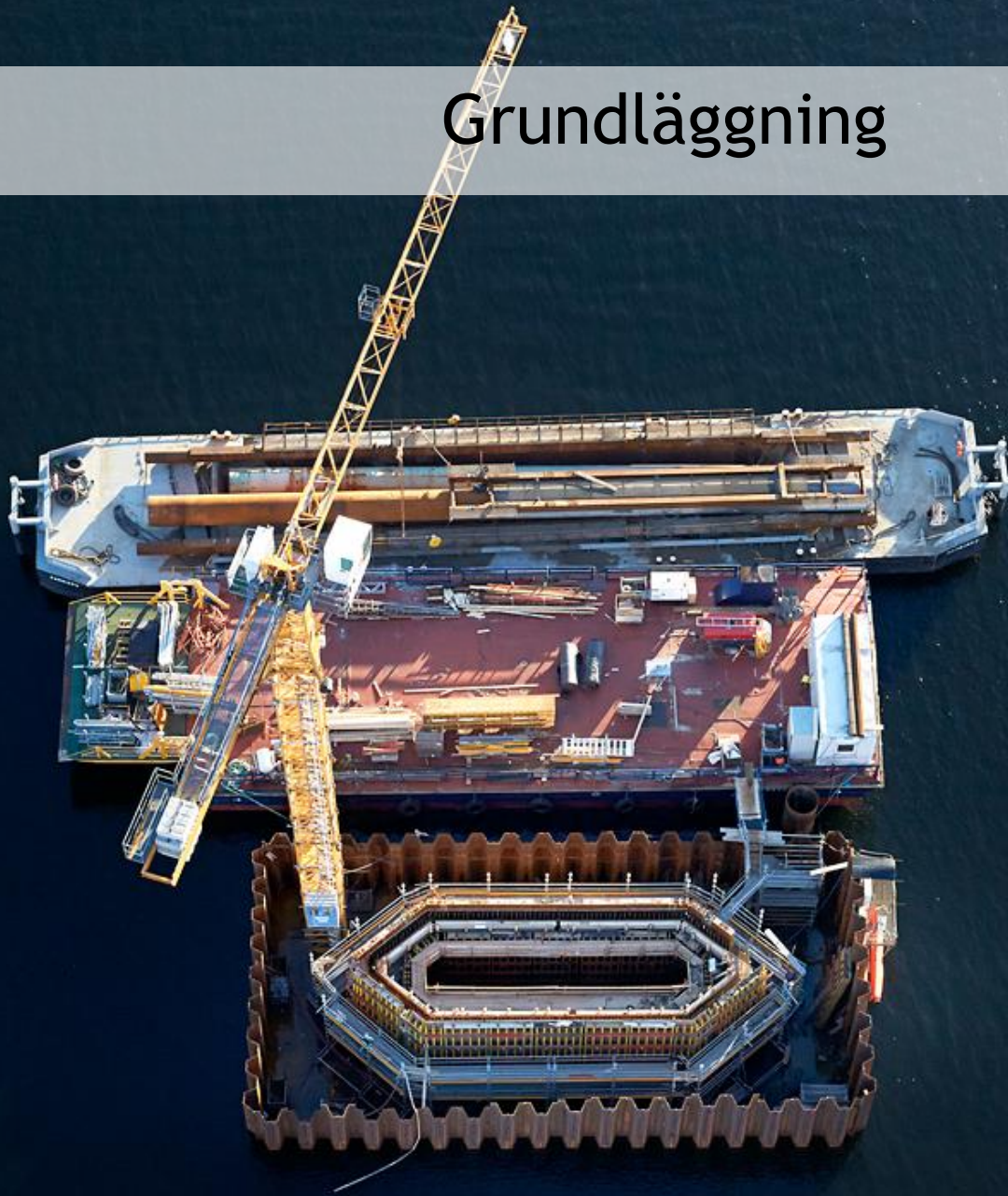
swerea | **KIMAB**

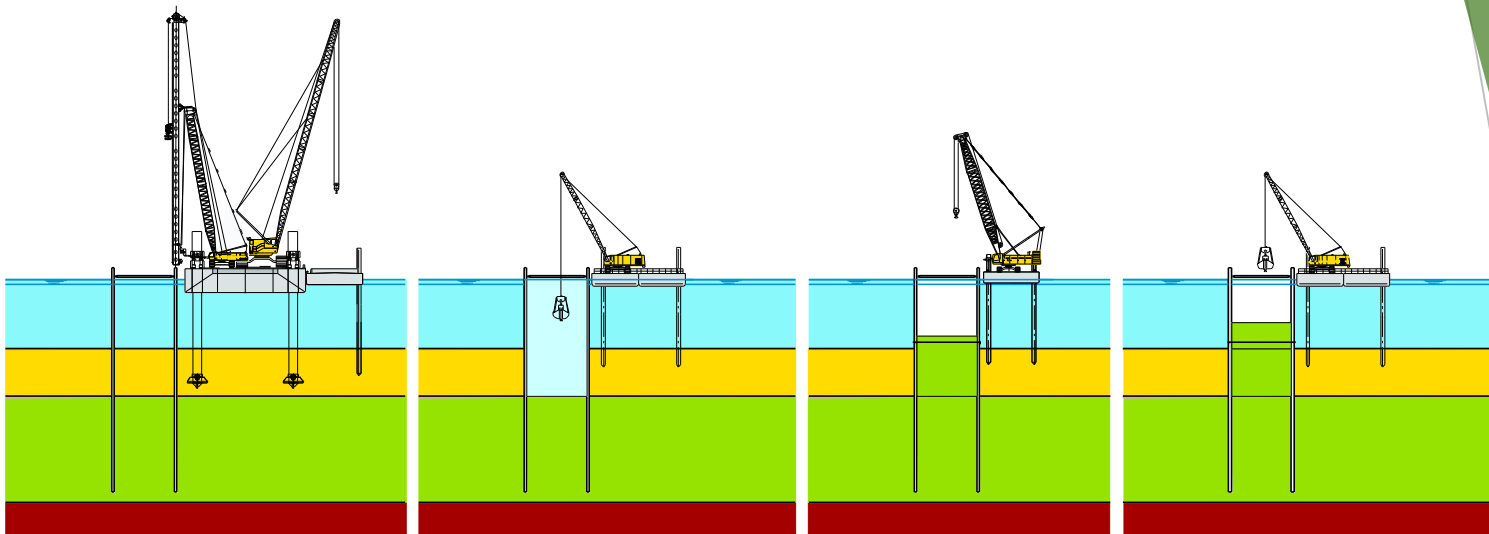


Sundsvallsbron

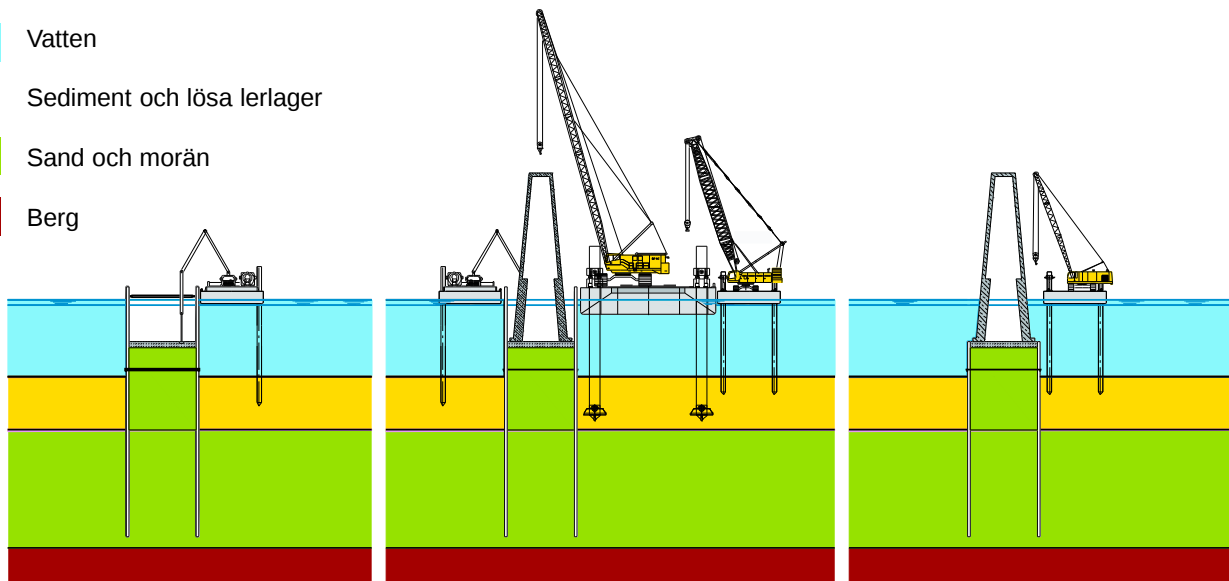


Grundläggning

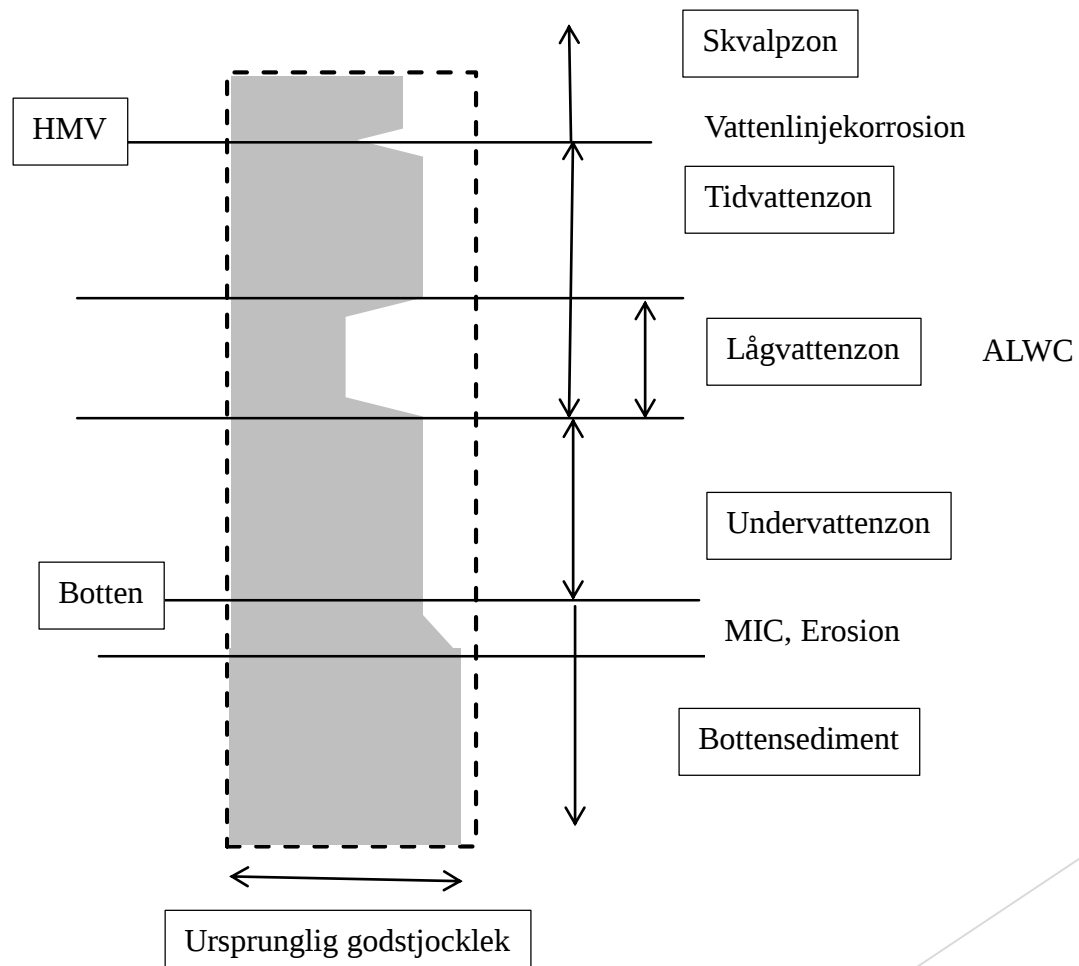




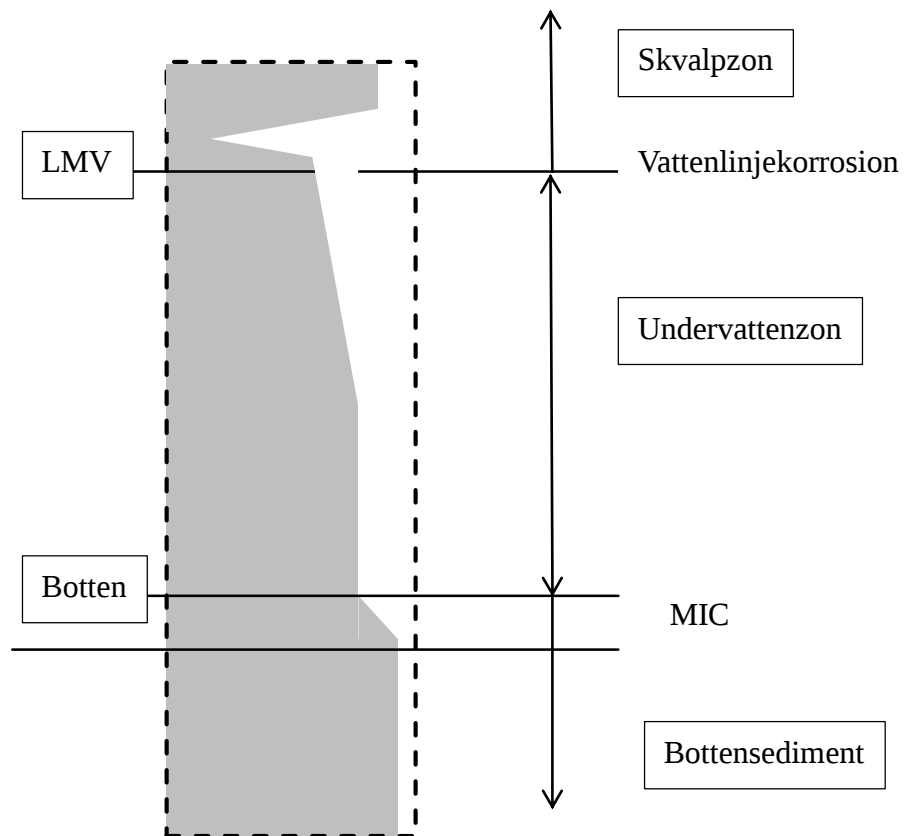
- Vatten
- Sediment och lösa lerlager
- Sand och morän
- Berg

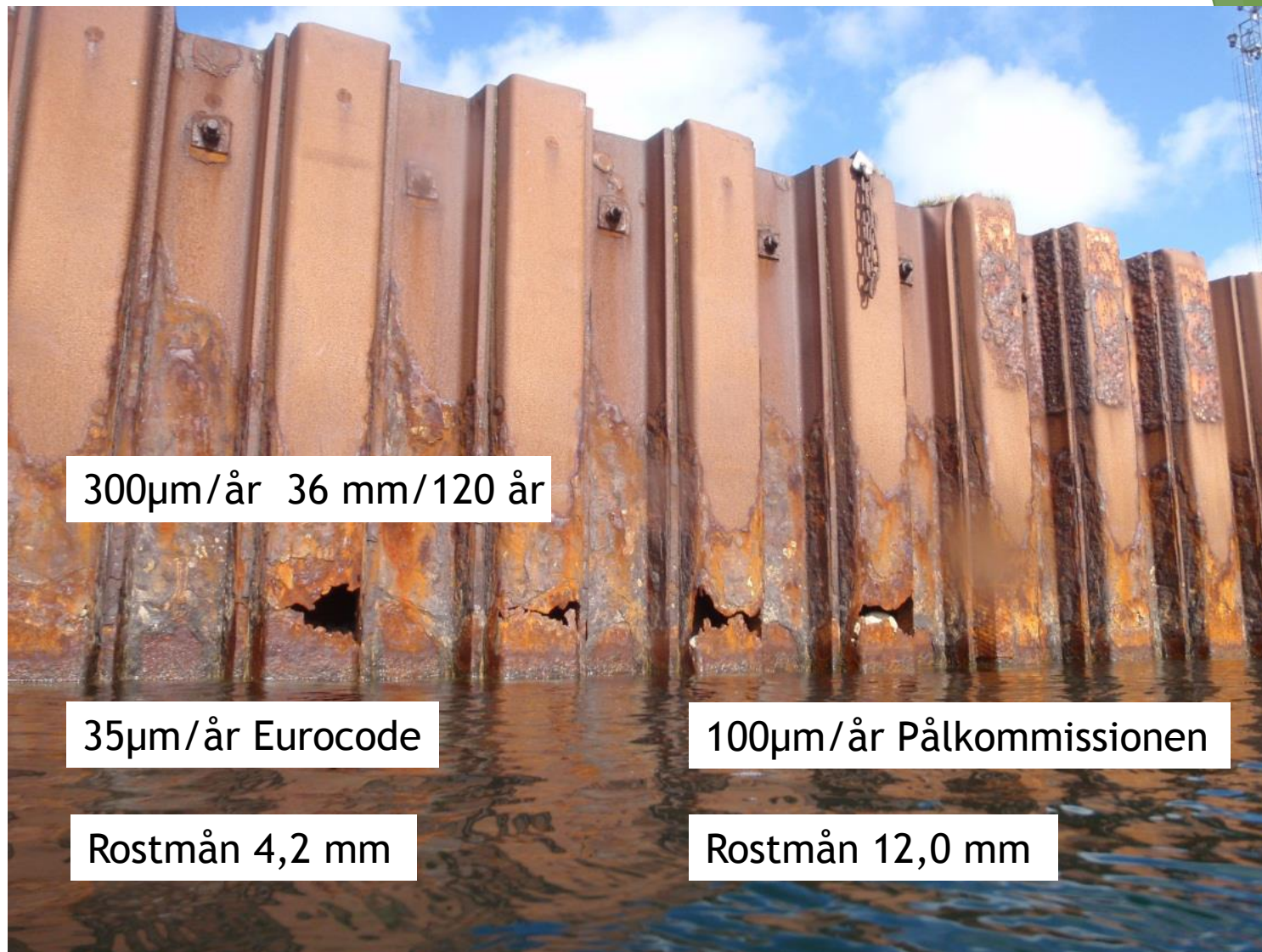


Spont i världshaven



Spont i Östersjön och sjöar





300 μ m/år 36 mm/120 år

35 μ m/år Eurocode

Rostmån 4,2 mm

100 μ m/år Pålskommissionen

Rostmån 12,0 mm

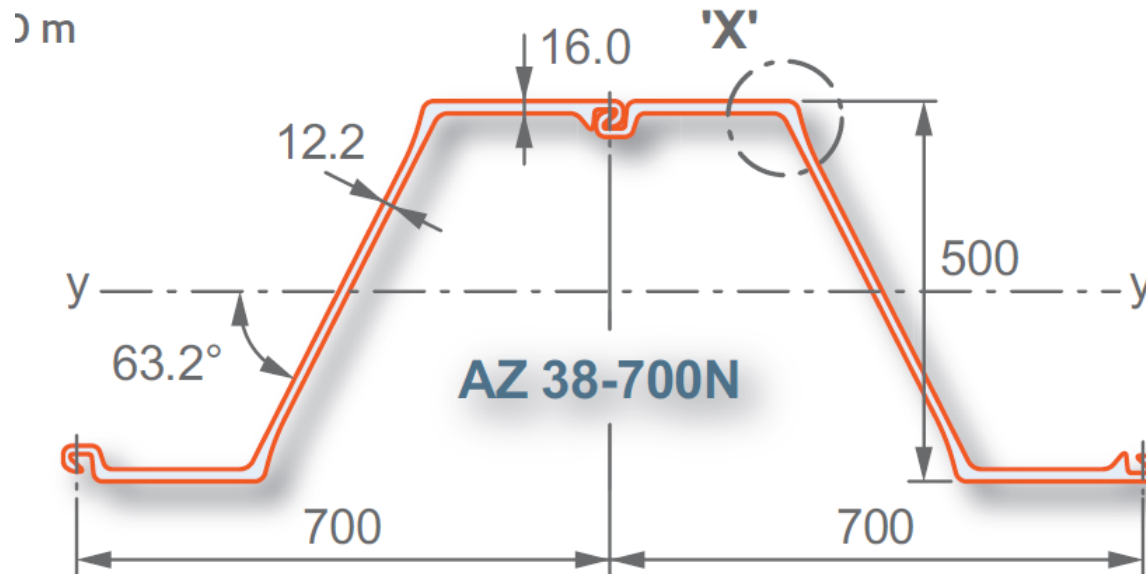
Åtgärder måste vidtas i vattenlinjen.
Duger inte med rostmån för 120 år.

TASK FORCE GROUP

- ▶ Ca 60 $\mu\text{m}/\text{år}$
- ▶ Spont Sundsvall rostmån behövs 7,2 mm

Spontens mått

- ▶ Slagen spontens tjocklek var något i underkant
- ▶ Det beslutades att mäta korrosionshastigheten över tiden
- ▶ Det beslutades att undersöka risken för Mikrobiellt inducerad korrosion (MIK) i botten



Mikrobiellt inducerad korrosion (MIK) på Sundsvallsbrons underbyggnad Hur och varför?

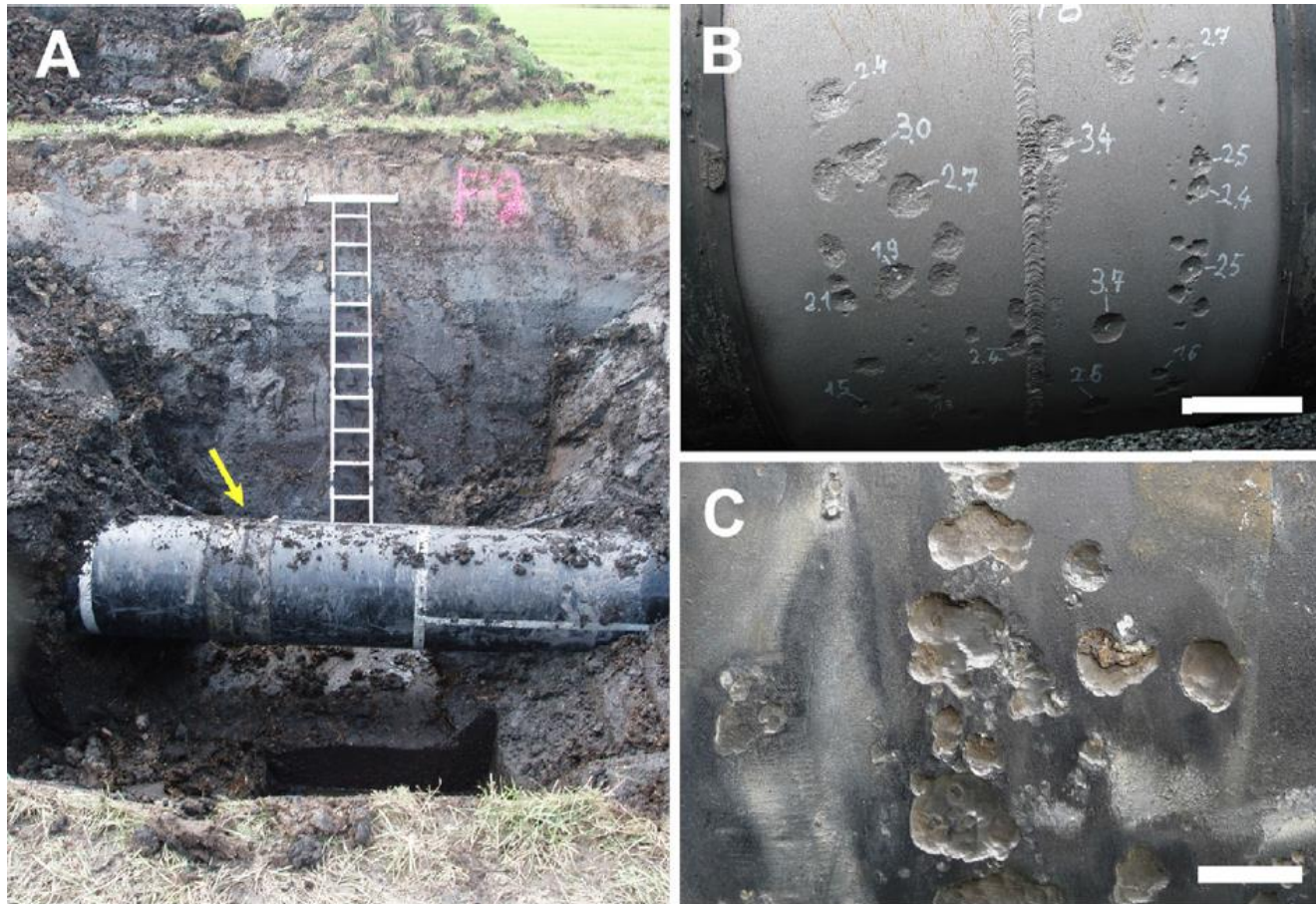


Karsten Pedersen

Bakterier på ytor

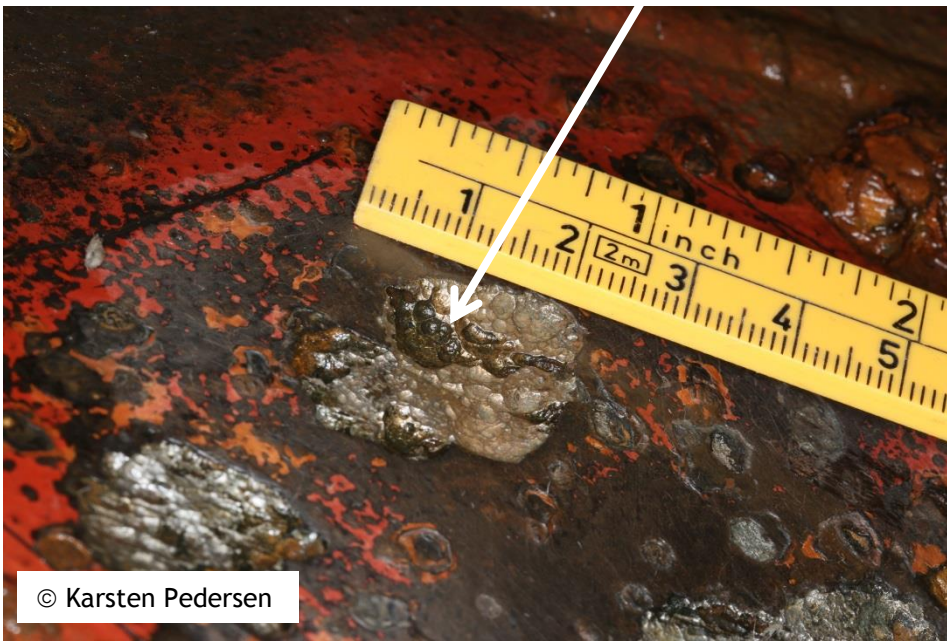
- ▶ Bakterier sätter sig gärna på ytor.
- ▶ Där bildar bakterierna kolonier.
- ▶ Efterhand växer kolonierna ihop till biofilmer.
- ▶ Om ytmaterialet är nedbrytbart konsumerar biofilmerna det efterhand.
- ▶ Biofilmernas ämnesomsättning kan korrodera metallytor - koncentrationsceller och/eller bildning av syror samt sulfidjoner som båda korroderar metaller.

Inte bara bron - konstruktioner under jord drabbas också av MIK



Enning, D. & J. Garrelfs, 2014. Corrosion of iron by sulfate-reducing bacteria: new views of an old problem. *Appl Environ Microbiol* 80(4):1226-36

MIK skapar gropar



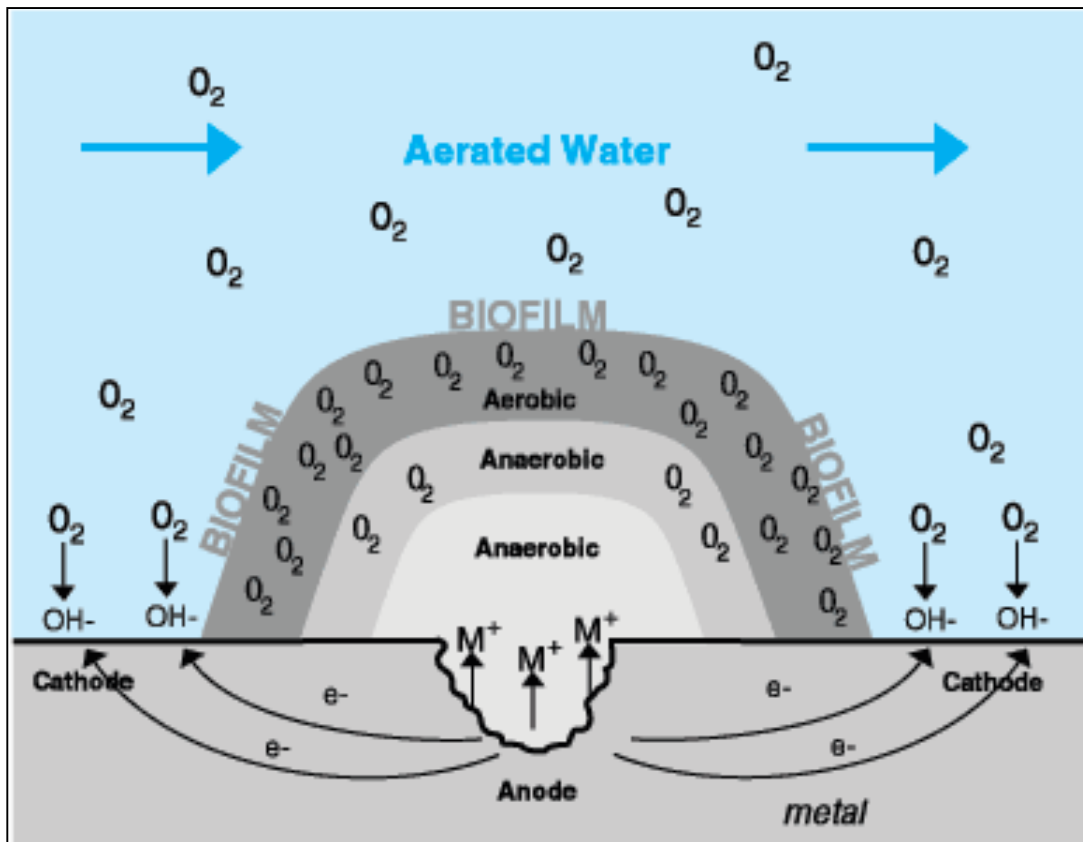
Mikrobiellt inducerad korrosion (MIK) i miljöer med syrgas

Mikroorganismer andas här med syrgas, O_2

Anod-reaktion: metallen löses upp

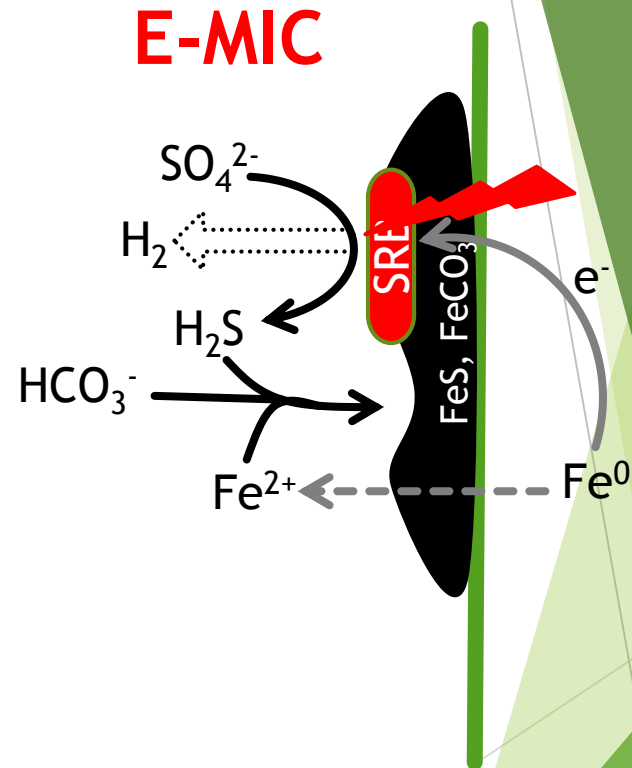
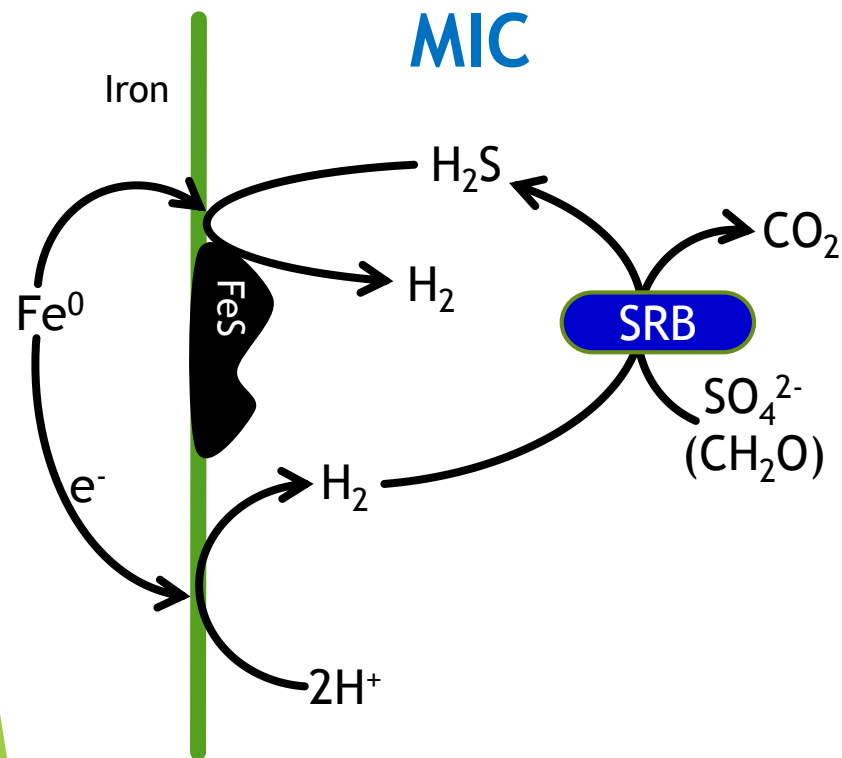


Katod-reaktion: vatten reagerar



Elektrisk MIC (EMIC) i syrgasfri miljö

SRB = sulfatreducerande bakterier



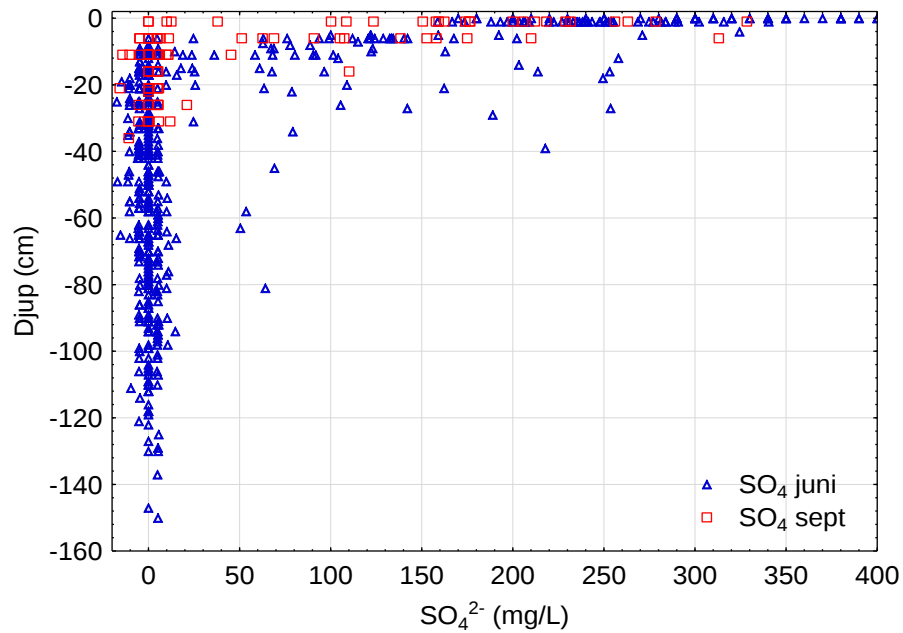
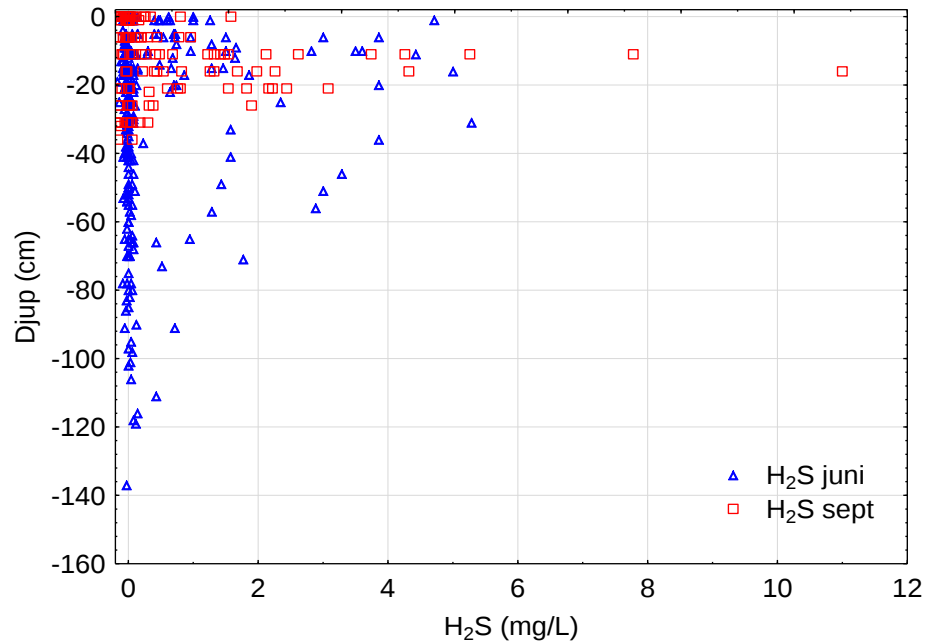
EMIC = electric microbially induced corrosion

MIK i sedimenten runt brons underbyggnad



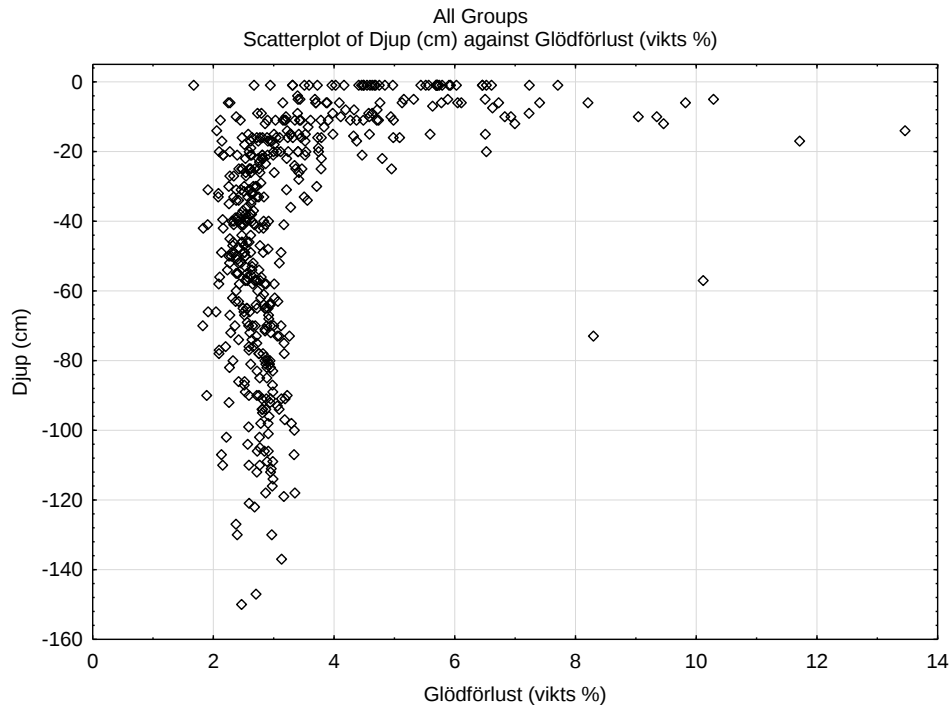
© Karsten Pedersen

Svavelföreningar i sedimenten

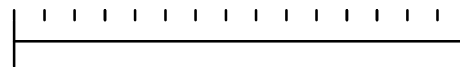
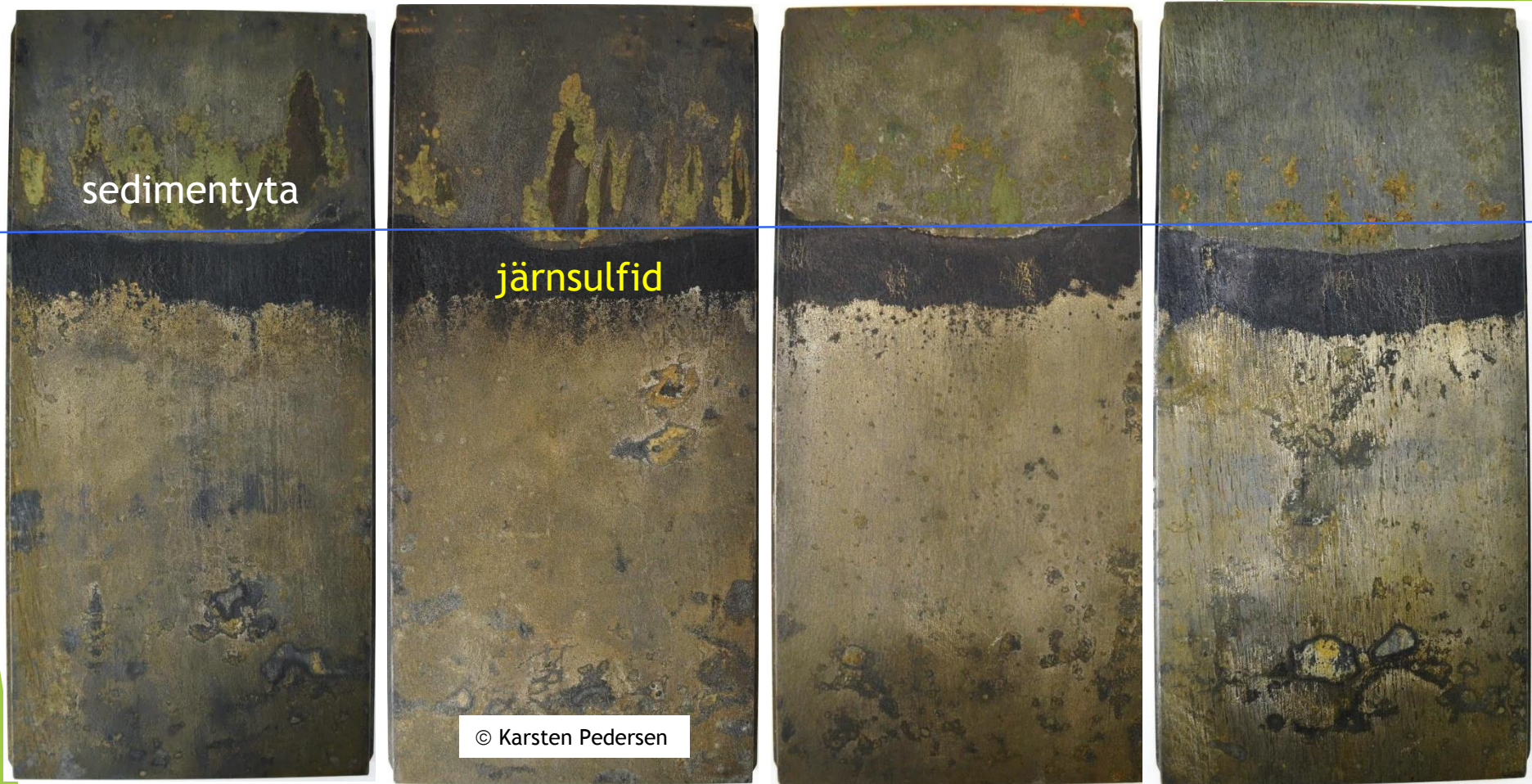


Förhöjd risk för (E-)MIC i sediment

- Syrefritt
- Tillgång på sulfat
- Tillgång på näring



Spont i sediment i laboratoriet



15 cm

Sundsvallsbron - MIK på spont

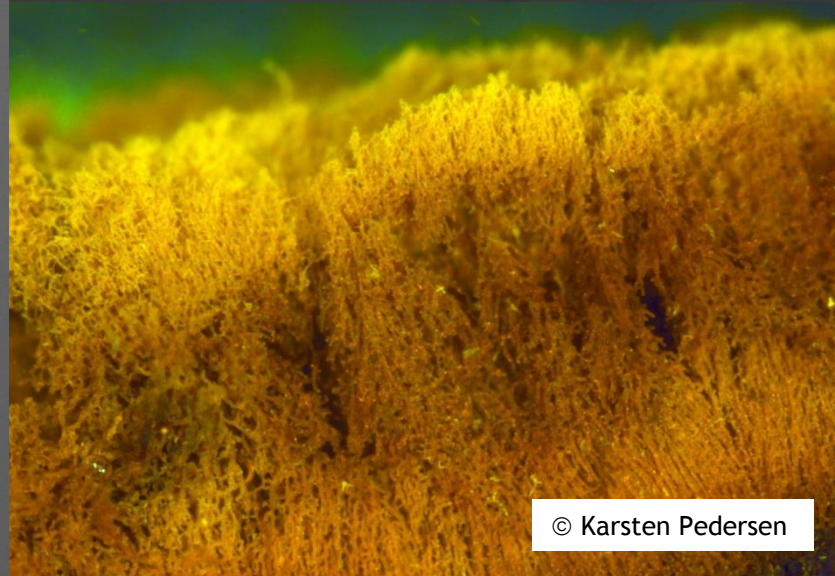
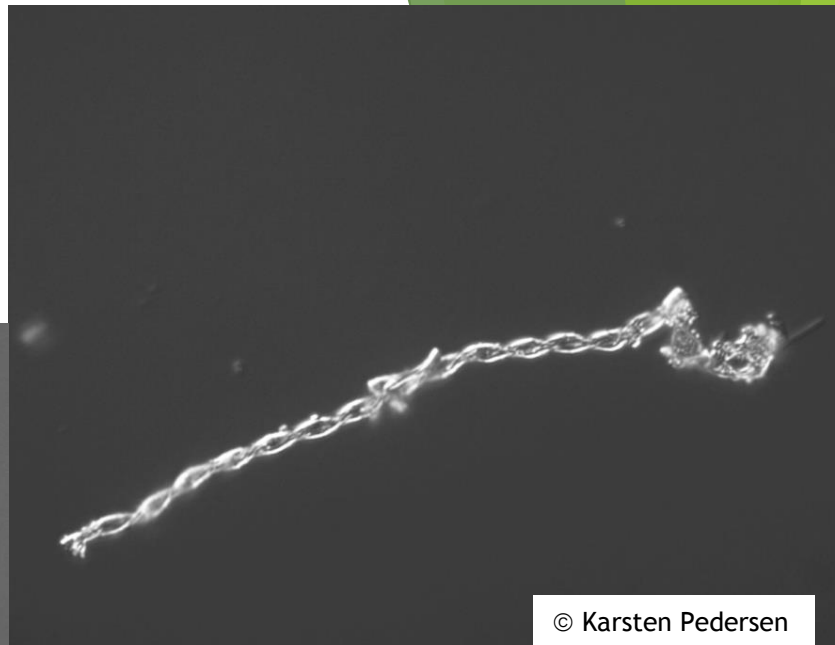
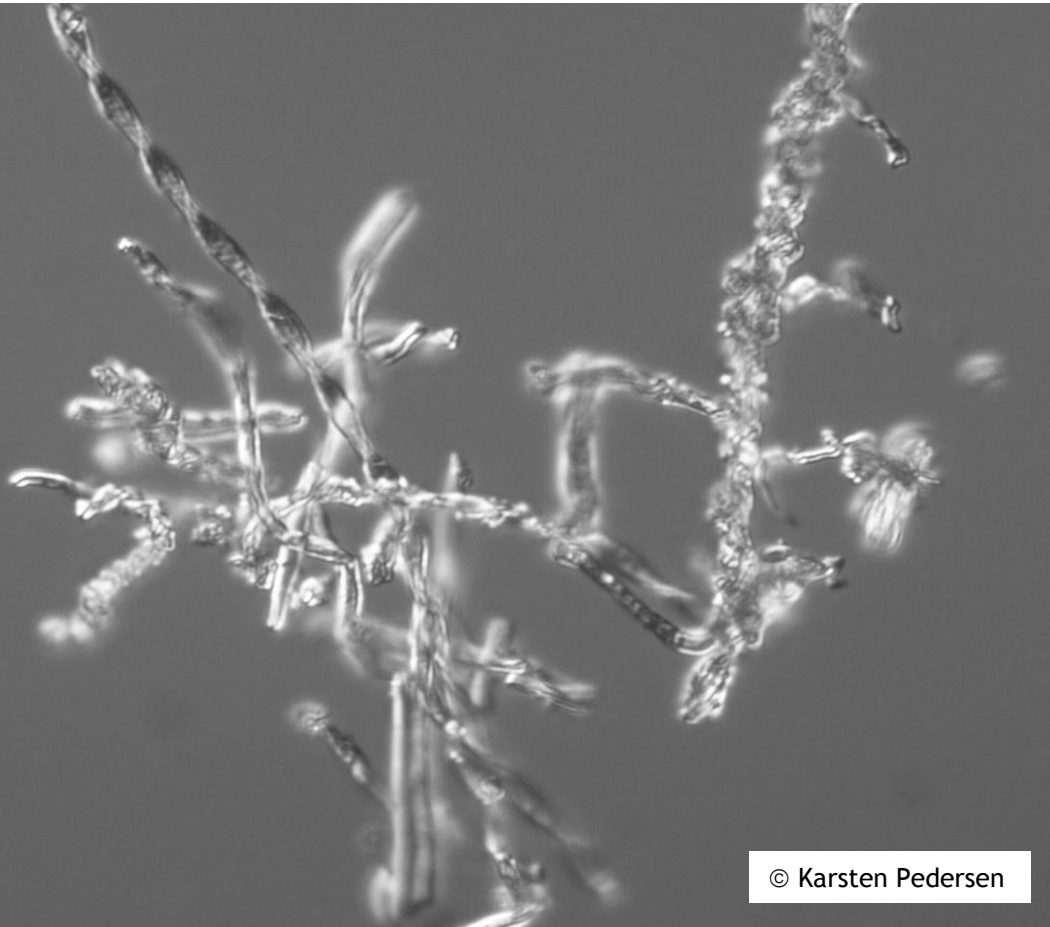


Vi ser närmare på korrosionsprodukterna



© Karsten Pedersen

Ännu närmare ser vi *Gallionella ferruginea*



EMIC i syrgasrikt vatten under järnoxiderande bakterier (JOB)



Gropfrätning är typisk för EMIC

2 år

Skala: cirka 10 cm

13 år

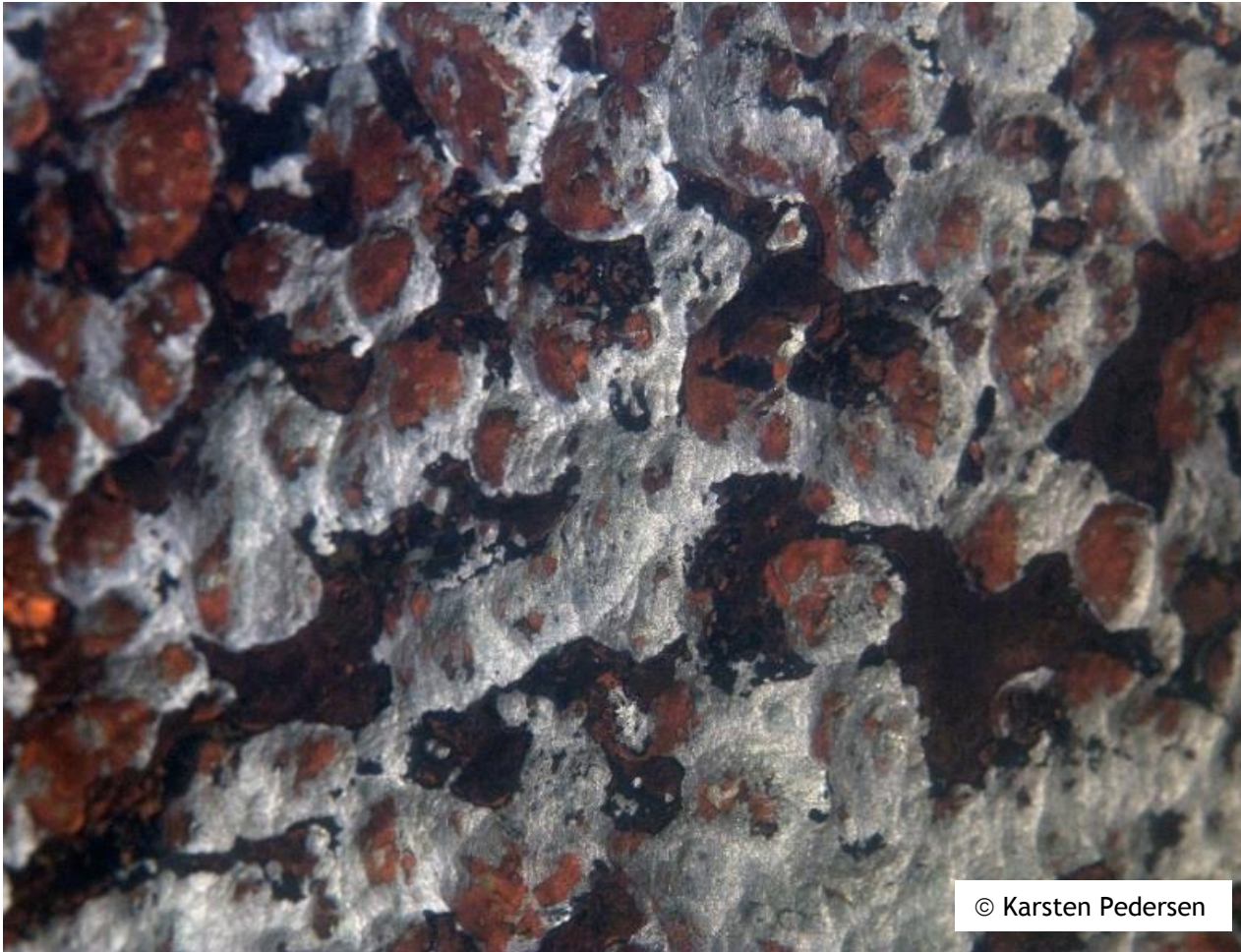


I vattenlinjen blir groparna djupa

Skala: cirka 10 cm



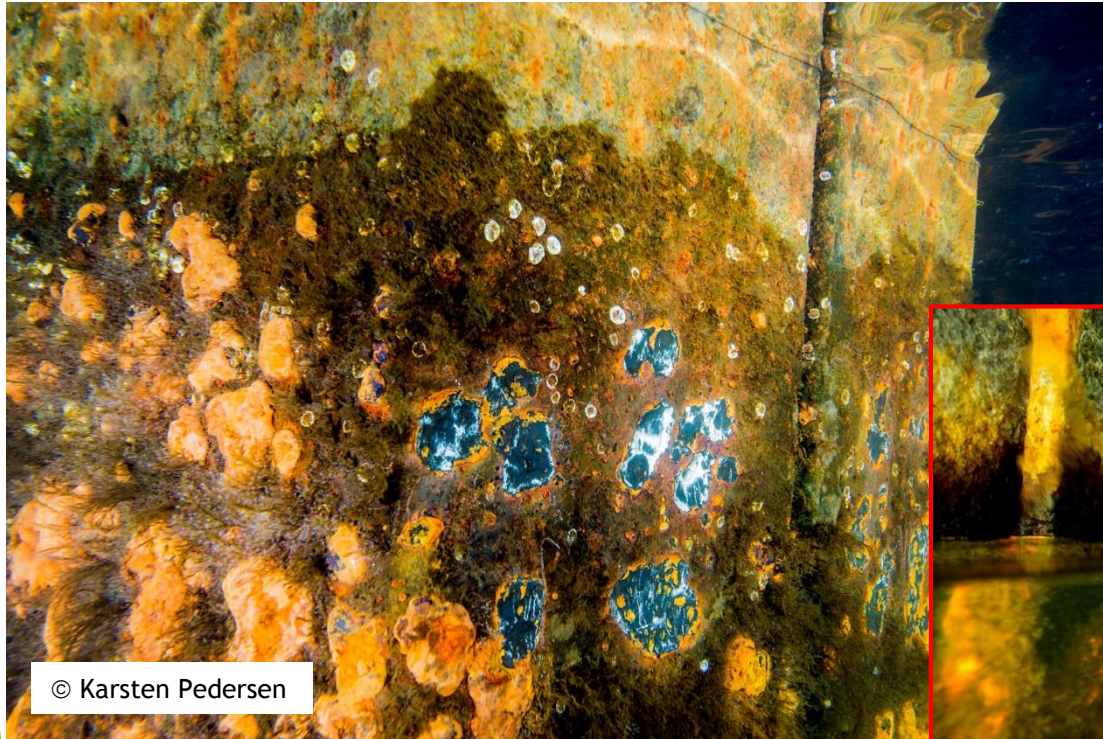
35-40 år



© Karsten Pedersen

Accelerated low water corrosion (ALWC)

Sulfidjon + luft = svavelsyra



Krav på riskanalys för MIK!

- ▶ Den bästa metoden för att förebygga (E-)MIC är att göra riskanalyser med förebyggande åtgärder INNAN byggnation och tillverkning.
- ▶ Om MIC redan pågår kan man analysera de kemiska, biologiska och fysiska förutsättningarna i miljön, och därefter utarbeta metoder för att minimera mikroorganismernas aktivitet.

Inventering av korrosionsskyddande åtgärder

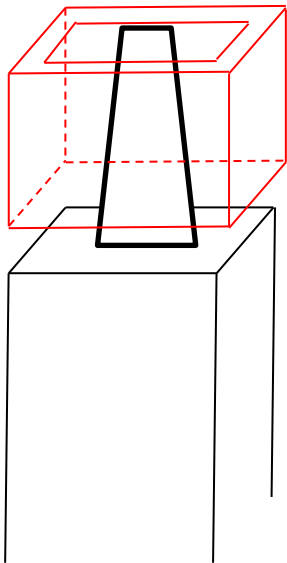
- ▶ *Förändring av metallen.*
- ▶ *Förändring av korrosionsmediet.*
- ▶ *Förändring av elektropotentialen metall/korrosionsmedium.*
- ▶ *Separera metall och korrosionsmedium med en ytbeläggning.*

Möjliga åtgärder

- ▶ Påtryckt ström med trådar placerade i varje inåtgående plank.
- ▶ Påtryckt ström med anodmattor placerade på botten.
- ▶ Inkapsling med plast.
- ▶ Inkapsling med stålplåt.
- ▶ Spontning och målning i torrhet.
- ▶ Spontning och betonggjutning i torrhet.
- ▶ Spontning och betonggjutning under vatten.
- ▶ Utvändig betong prefab och gjutning under vatten.

De 4 första metoderna provas i fält på Sundsvallsbron och de 4 sista utreds av tekniska konsulter.

Inkapsling med plåt eller plast



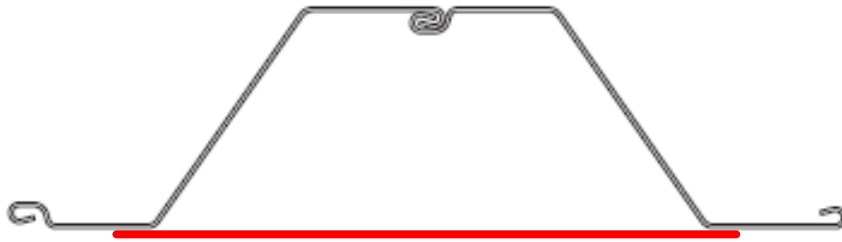
Plåt: 2 delar som sammanfogas på plats.
Utvändigt HDPE.

Plast: Fackverk av rostfritt, successiv
montering
av plastskivor

Försök med huv av metall



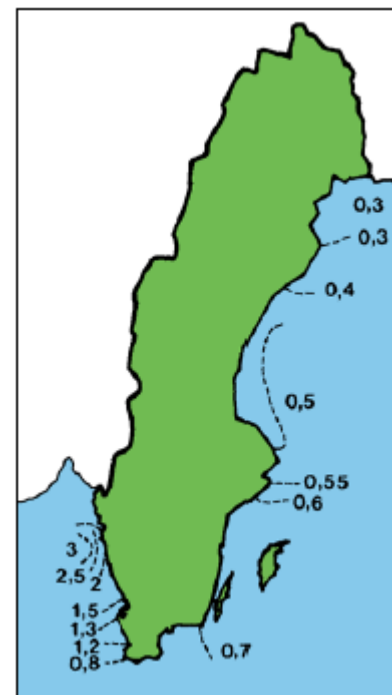
Försök med inkapsling av spont



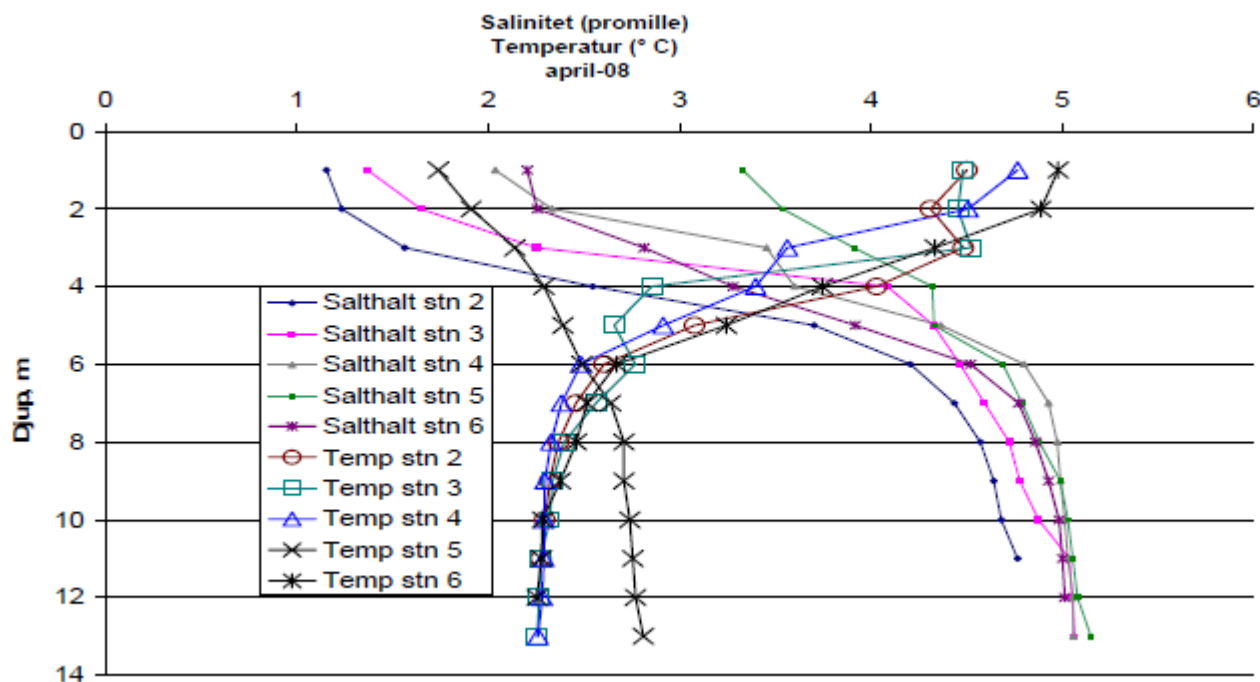
Katodiskt skydd

- Offeranoder eller påtryckt ström
- Anoder på botten eller på ponten
- 1000-2000 A och låg salthalt
(svårt få jämn strömspridning och stora spänningar i vattnet)

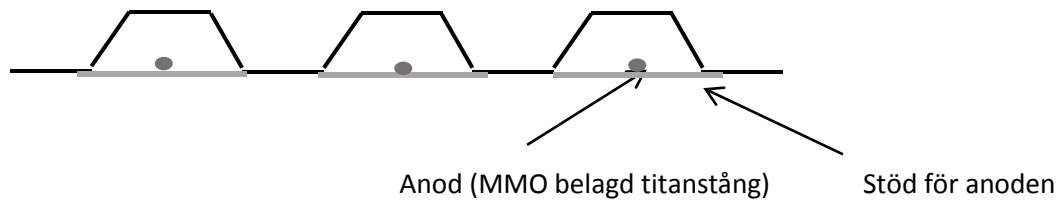
Aldrig installerats skydd av pont norr om Stockholm



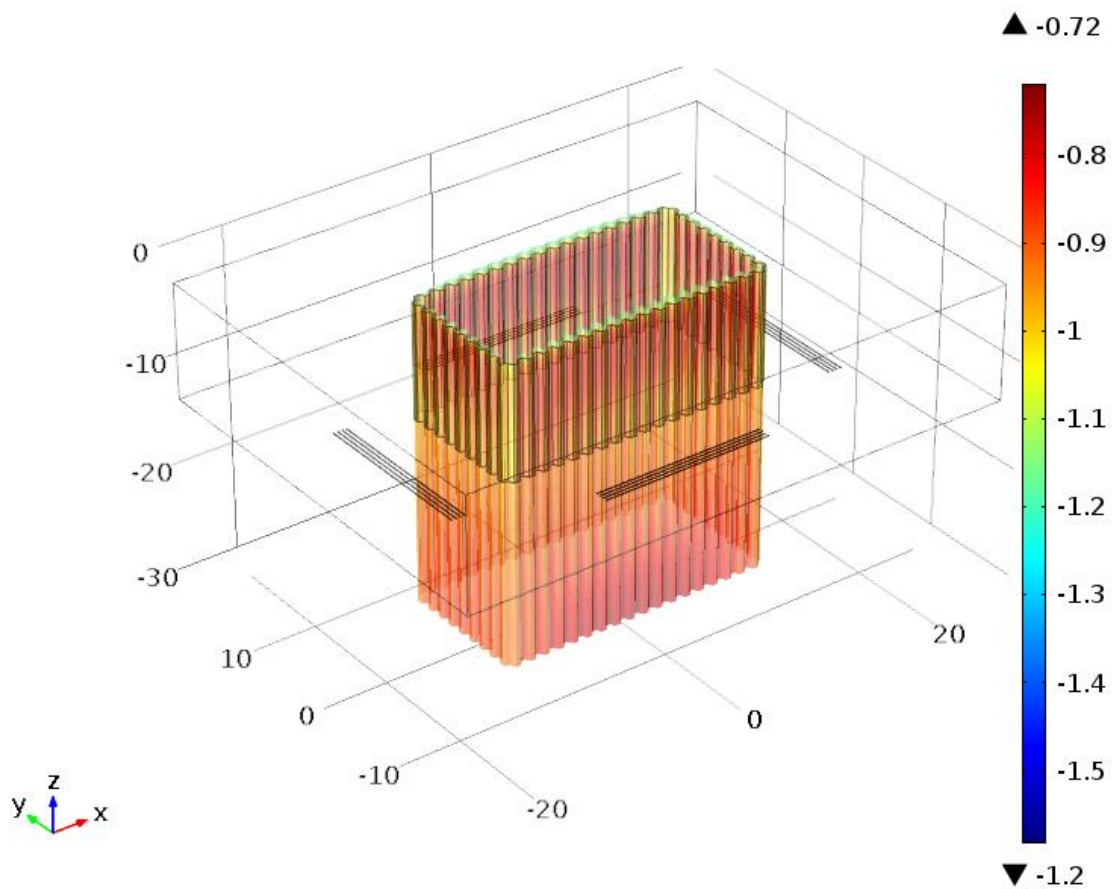
Salthalt viktig för ett effektivt katodiskt skydd



Trådanoder i varje inåtgående planka



Anodmattor på botten



Miljökonsekvenser

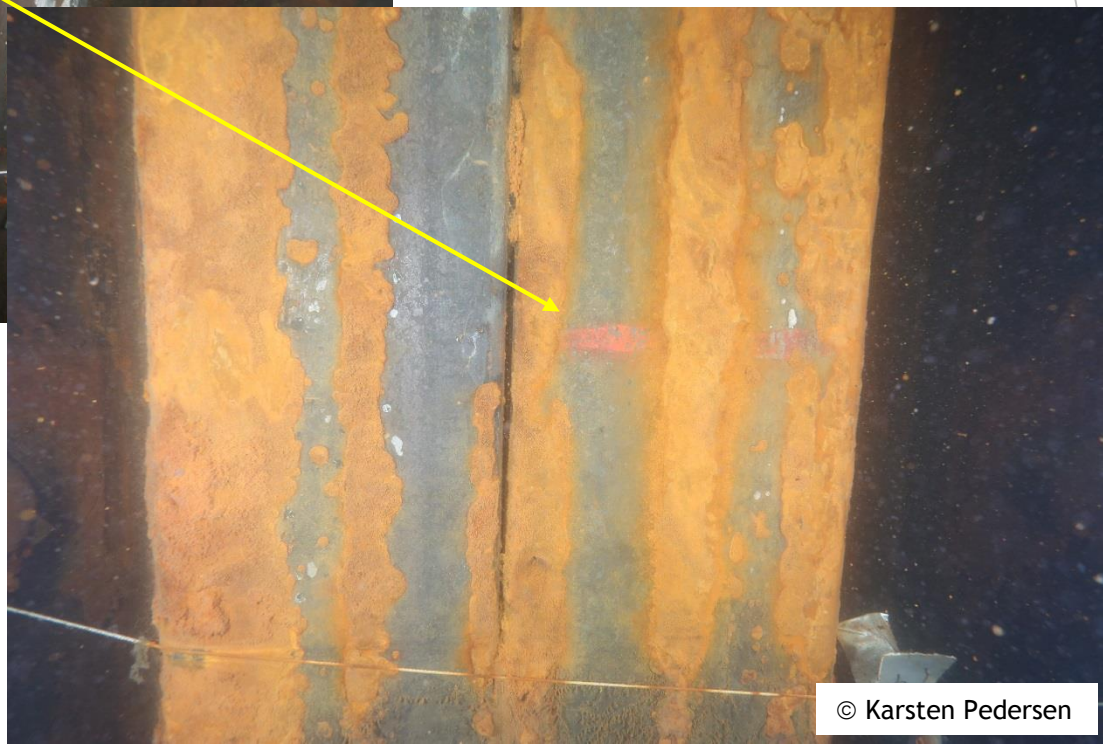
- ▶ Ingrepp i omgivning
- ▶ Risk ökad korrosion andra konstruktioner
- ▶ Elektriska fält - risk för människor och fisk
- ▶ Magnetfält - risk störa laxvandring
- ▶ Utsläpp metalljoner eller gaser

Spont 14, stöd 9 norra sidan

Rengjord 2015-05-08

Växt efter 2
månader

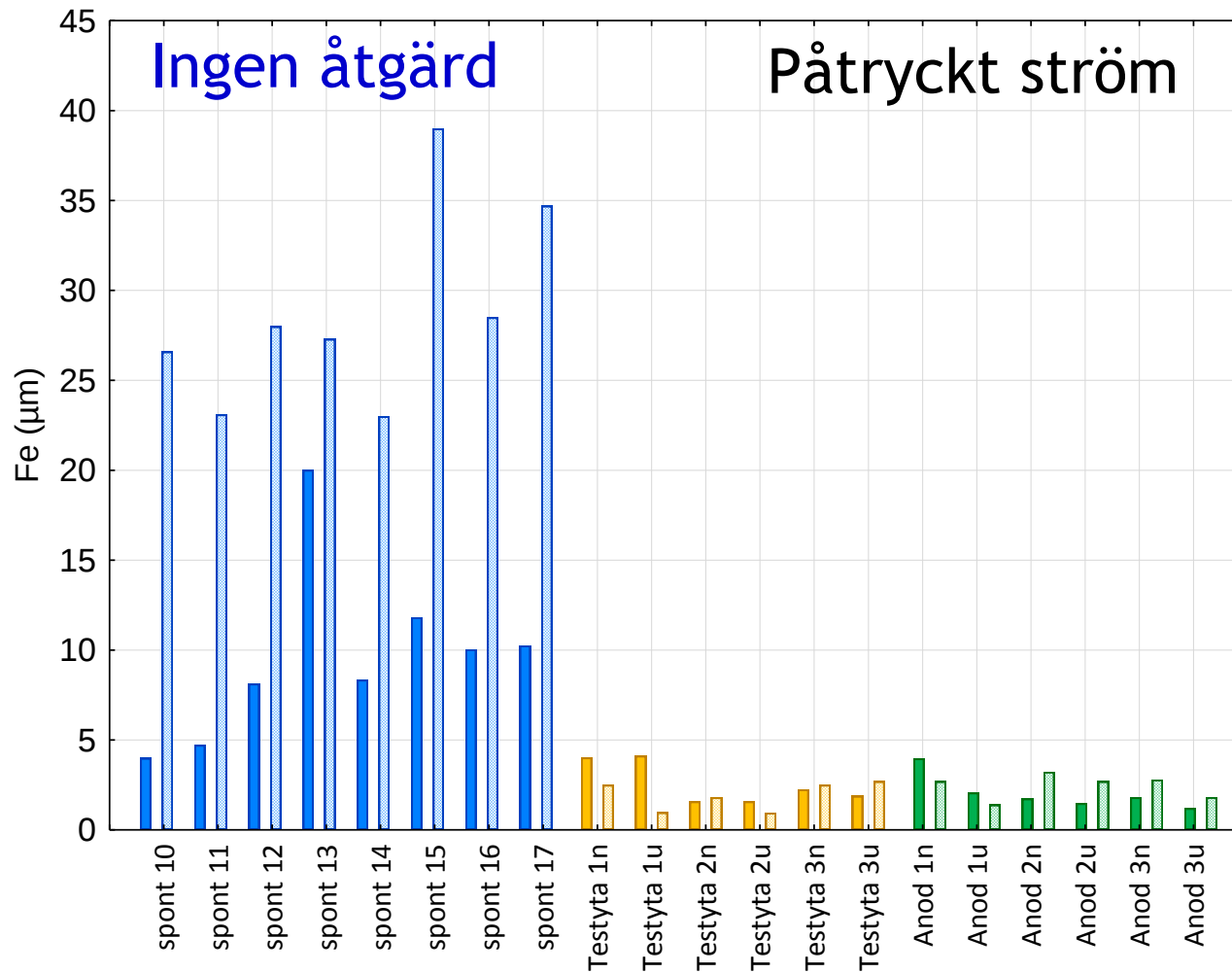
Karsten Pedersen



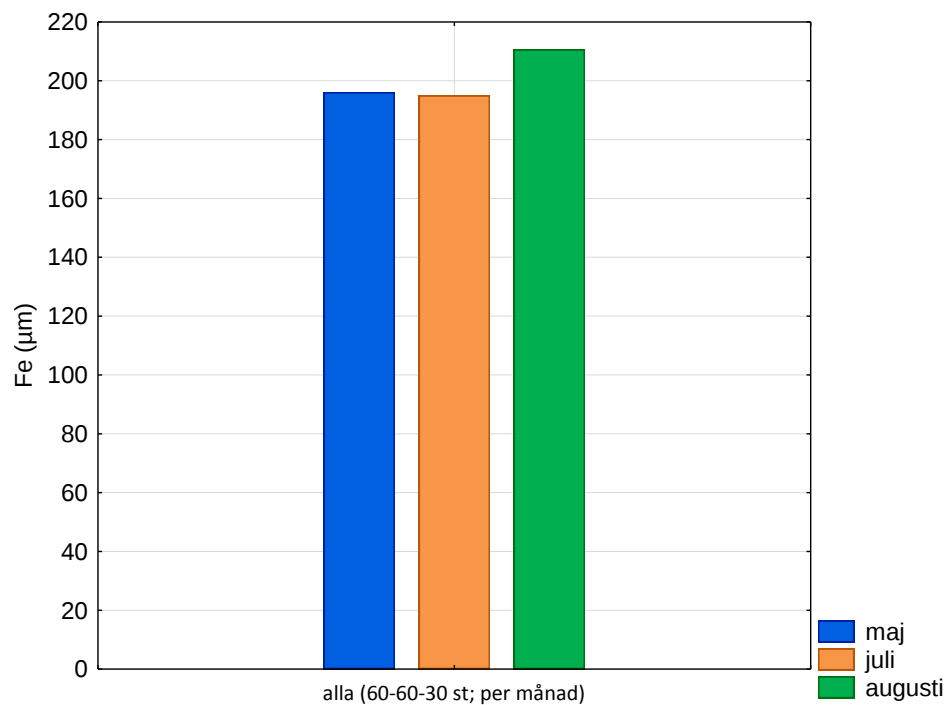
© Karsten Pedersen

Rengjorda ytor:

Viktdata 65 och 133 dagar efter rengöring av sponten

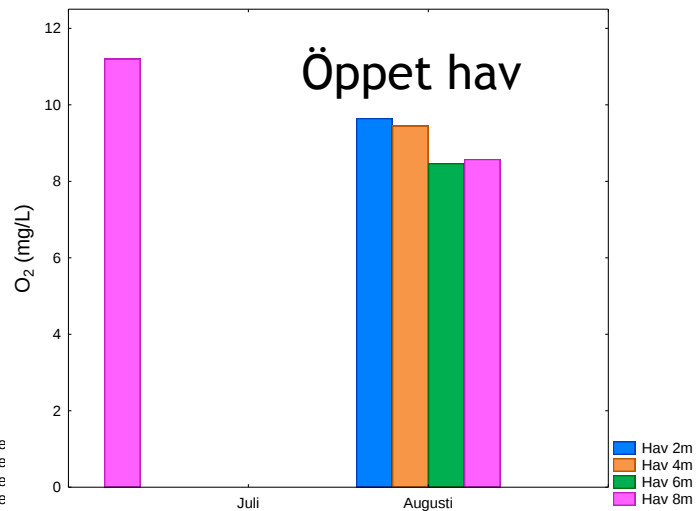
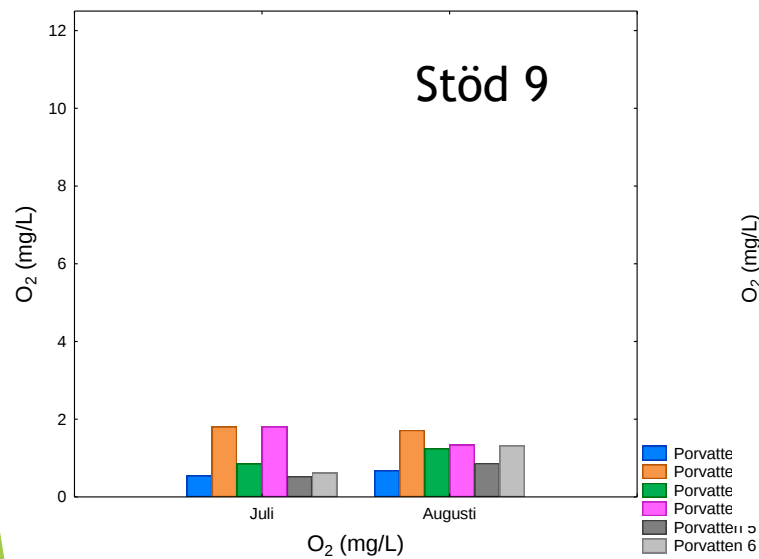
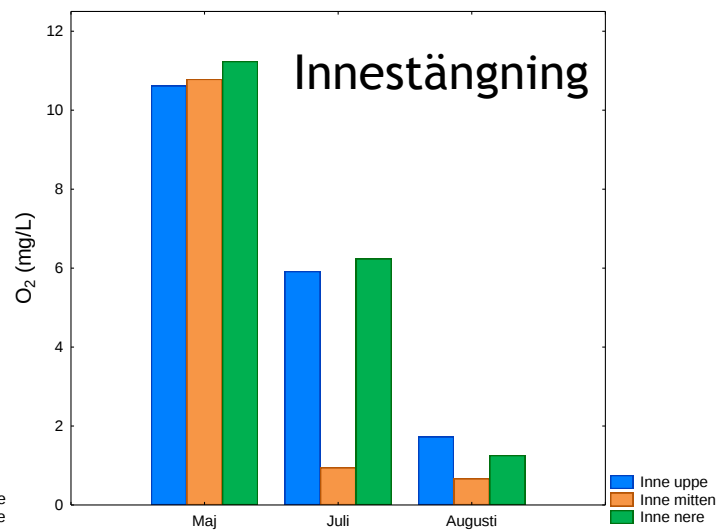
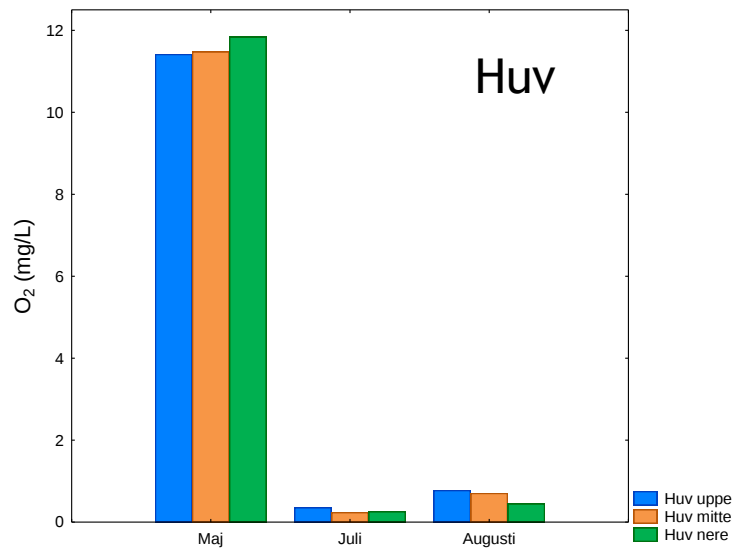


Ej rengjorda ytor

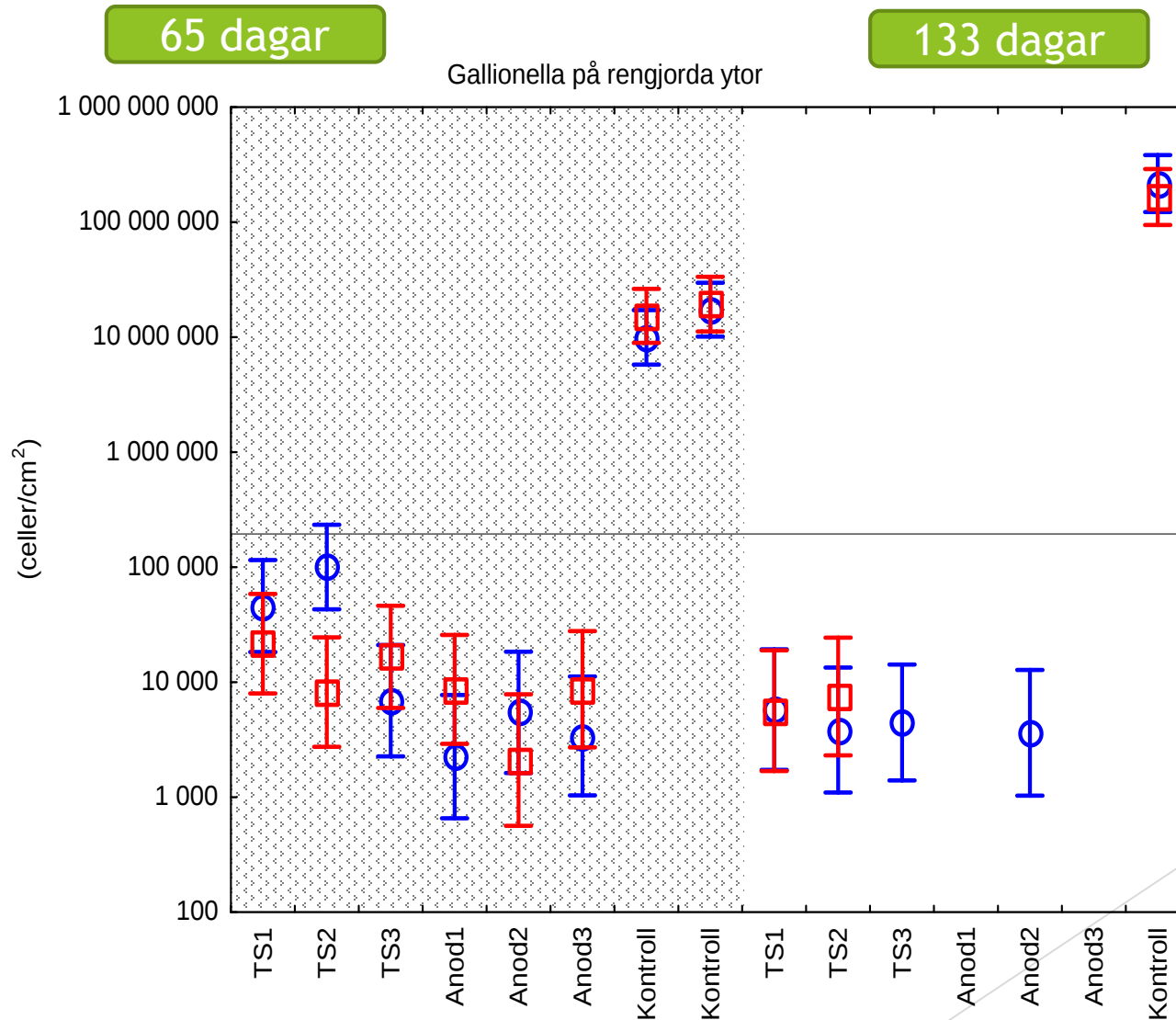


Innestängningar

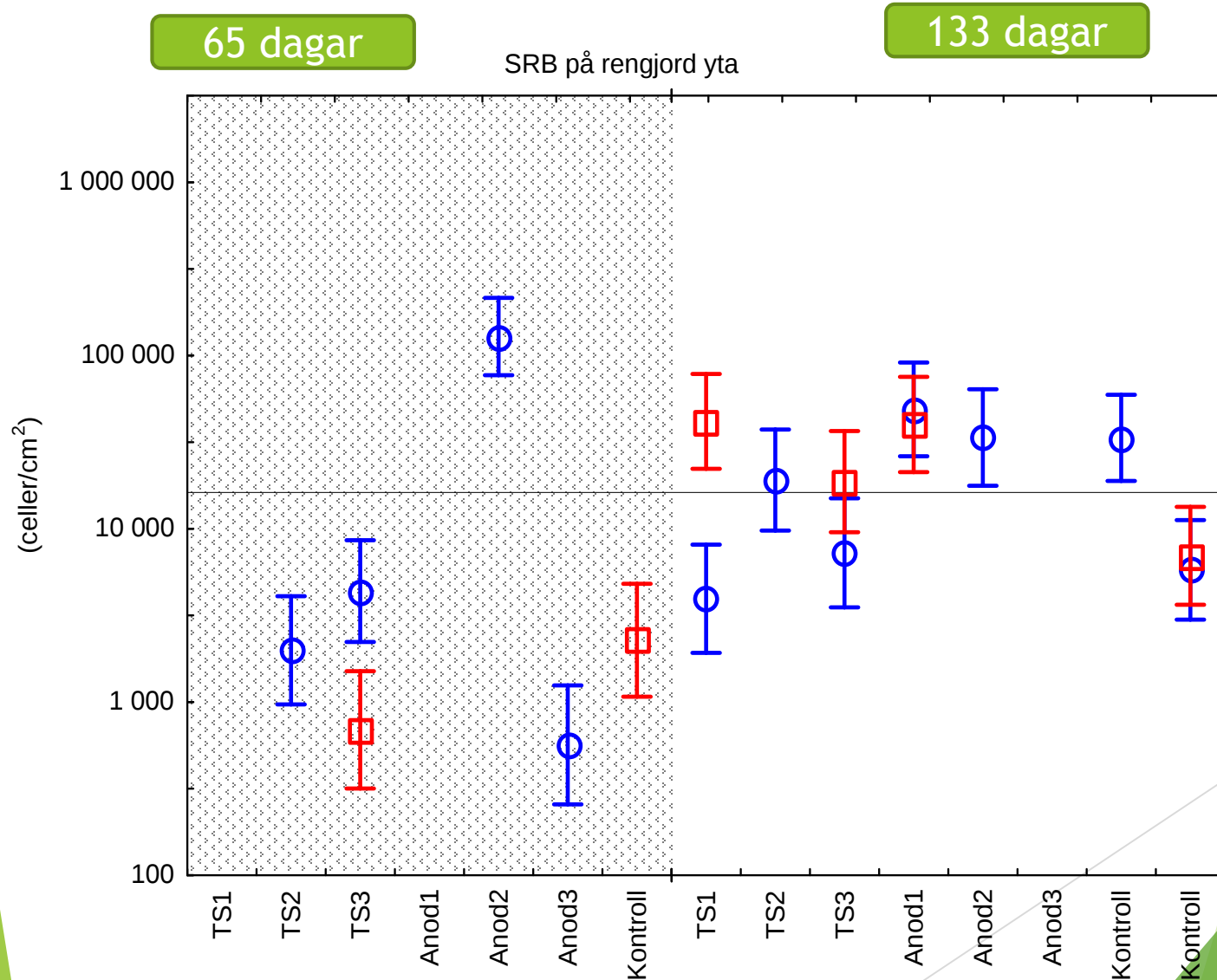
- ▶ Huv vid stöd 5: Huv - 3 djup
- ▶ Innestängning av spont på stöd 9: Inne - 3 djup
- ▶ Insida av stöd 9: Porvatten - 9 m djup, 6 positioner



DNA-teknik: Antal Gallionella



DNA-teknik: Antal sulfid- bildande bakterier



Åtgärdernas effekt

- ▶ De första 133 dagarna har påtryck ström hållit MIC borta, men sulfatreducerande bakterier ser ut att börja växa igen efter 133 dagar - fördröjning av ström?
- ▶ Påtryck ström har ännu ingen mätbar effekt på befintliga biofilmer - experiment-tiden är för kort för utvärdering.
- ▶ Innestängningar begränsar snabbt syrgashalten, syrgasen förbrukas.
- ▶ Tiden (133 dagar) är för kort för att se någon effekt på sulfat från innestängningar.

Frågor?