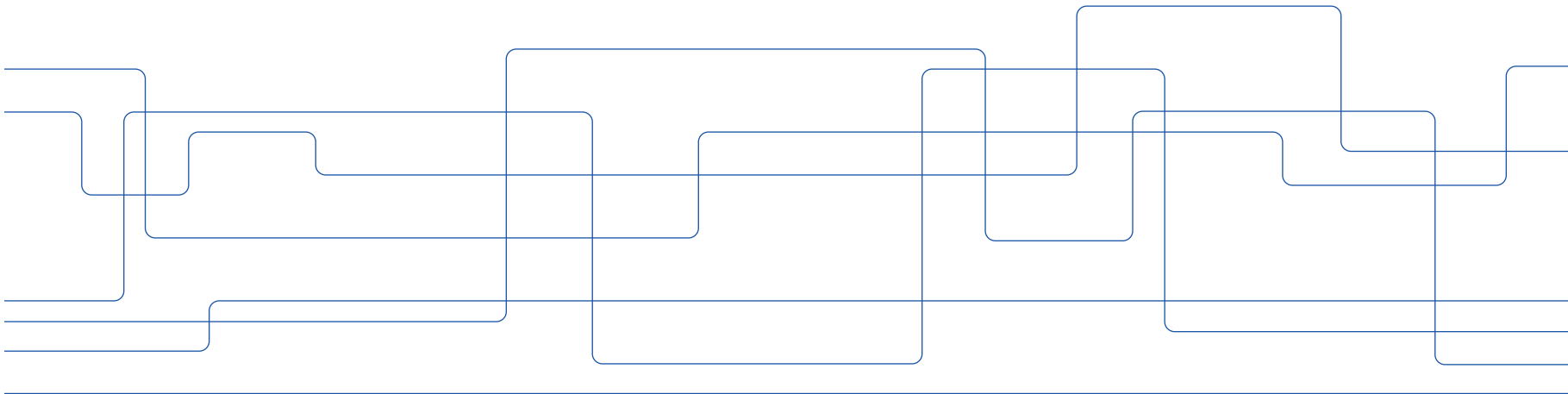




Utveckling av metodik för bestämning av storskalig skjuvhållfasthet hos naturliga bergsprickor

Francisco Ríos Bayona, PhD (frrb@kth.se)

Presenteras av: Fredrik Johansson, PhD (fredrik.johansson@byv.kth.se)



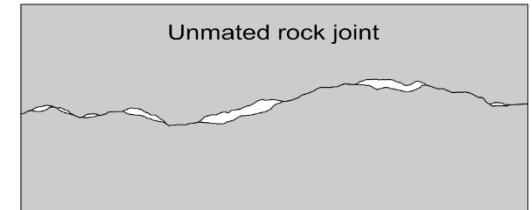
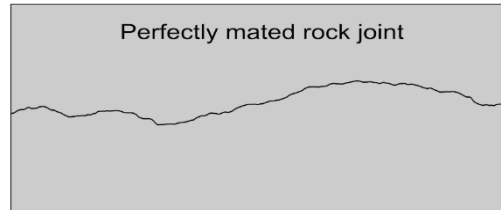
- Detta forskningsprojekt finansierades av:



- Handledare:
- Fredrik Johansson (KTH)
 - Diego Mas Ivars (SKB)

Bakgrund

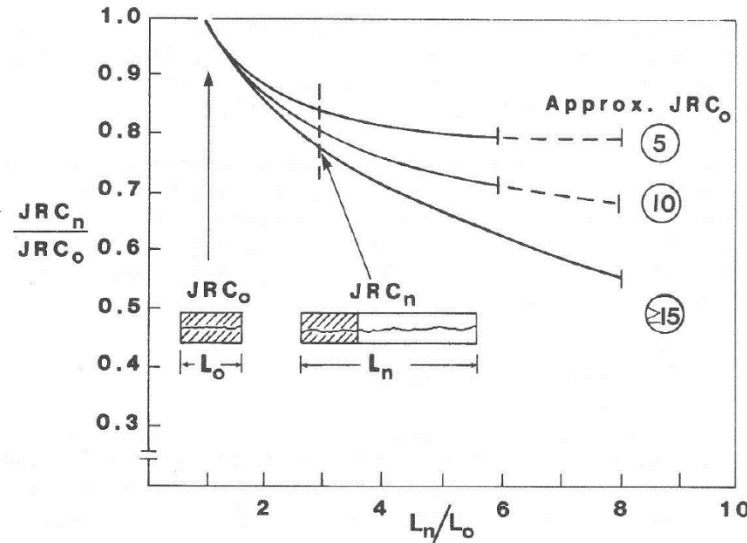
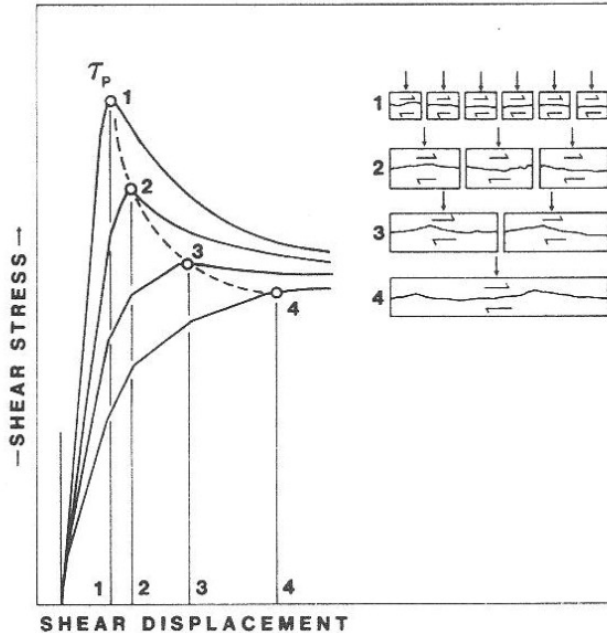
- Bestämning av bergsprickors **storskaliga** skjuvhållfasthet är fortfarande en utmaning i bergmekanik.
- Skjuvhållfastheten är en viktig parameter för att kunna bestämma **säkerheten** mot glidning vid:
 - stabilitet av dammar,
 - blockstabilitet i tunnlar,
 - stabilitet av bergslänter.
- Utöver **skalan**, påverkas skjuvhållfastheten av flera faktorer:
 - sprickytans råhet,
 - vittringsgrad,
 - normalspänning,
 - **passning**.



Bakgrund

- Barton and Bandis (1982):

Men enligt teori utvecklad av Johansson (2014, 2016) samt Rios Bayona et al. (2021) existerar ingen skaleffekt utan observationer av en "skenbar" skaleffekt är ett resultat av olika passning för sprickan.

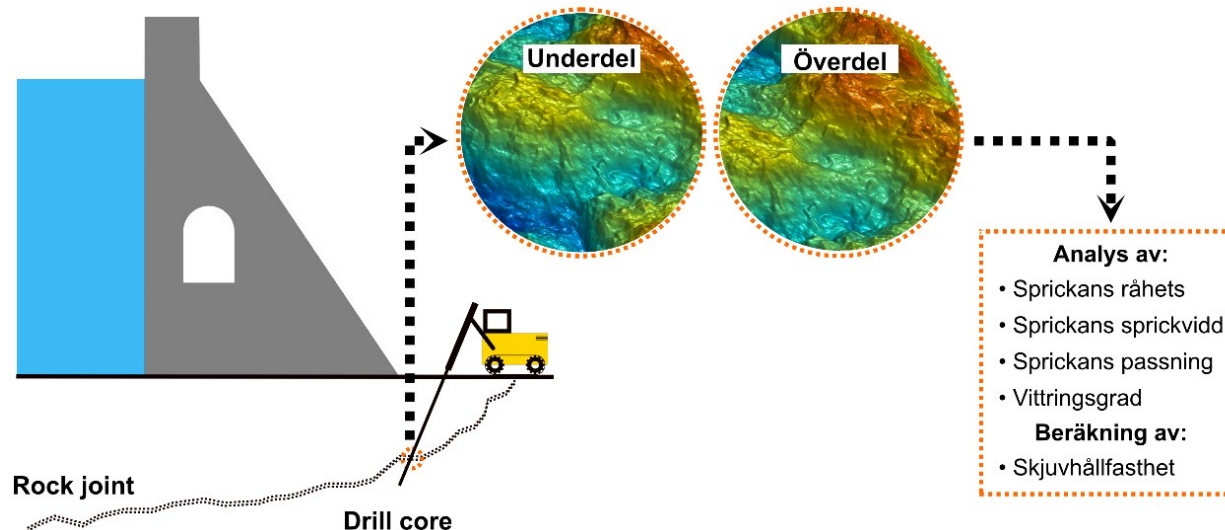


$$JRC_n = JRC_0 \left(\frac{L_n}{L_0} \right)^{-0.02 \cdot JRC_0}$$

$$JCS_n = JCS_0 \left(\frac{L_n}{L_0} \right)^{-0.02 \cdot JRC_0}$$

Bakgrund

- Bergsprickor under en damm har dock en begränsad åtkomlighet.
 - Kan observationer i **fält** utnyttjas?
 - Att utgå från information i **liten skala** för att prediktera den **storskaliga** skjuvhållfastheten är en **öppen fråga**.





Syfte

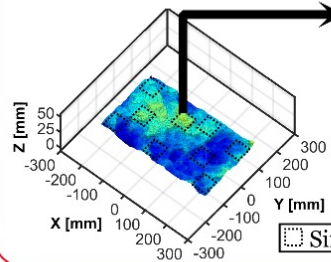
- Projektets övergripande syfte var att:
 - Utveckla en metodik för bestämning av den **storskaliga skjuvhållfasthet** för subhorisontella sprickplan i berggrunden under dammar.

Metodik

Laser scanning of joint surfaces with dimensions of 500 x 300 mm.



Subdivision of digitised joint surfaces into smaller-size surfaces of 60 x 60 mm simulating drill cores (DC).



For each simulated DC:

- Analysis of 3D roughness, and surface aperture.

Based on above information, prediction of peak shear strength of each simulated DC applying the revised criterion in Paper III.

Prediction of peak shear strength of large-size samples using the mean value of predicted peak shear strength of the simulated DC.

Simulated DC

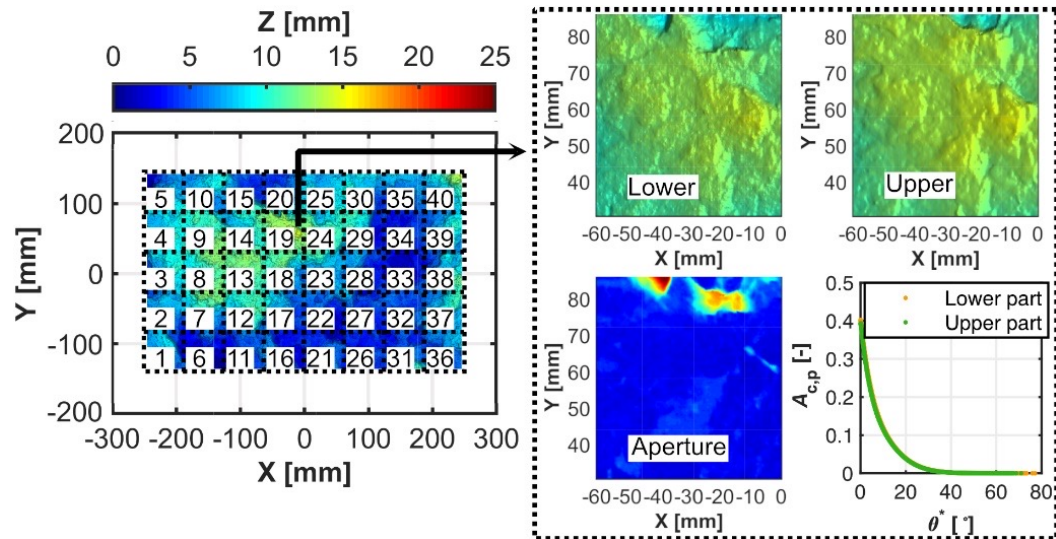
Verification of methodology by comparison between predicted and measured peak shear strength for the tested large-size rock joint samples.

Laboratory direct shear tests with CNL.



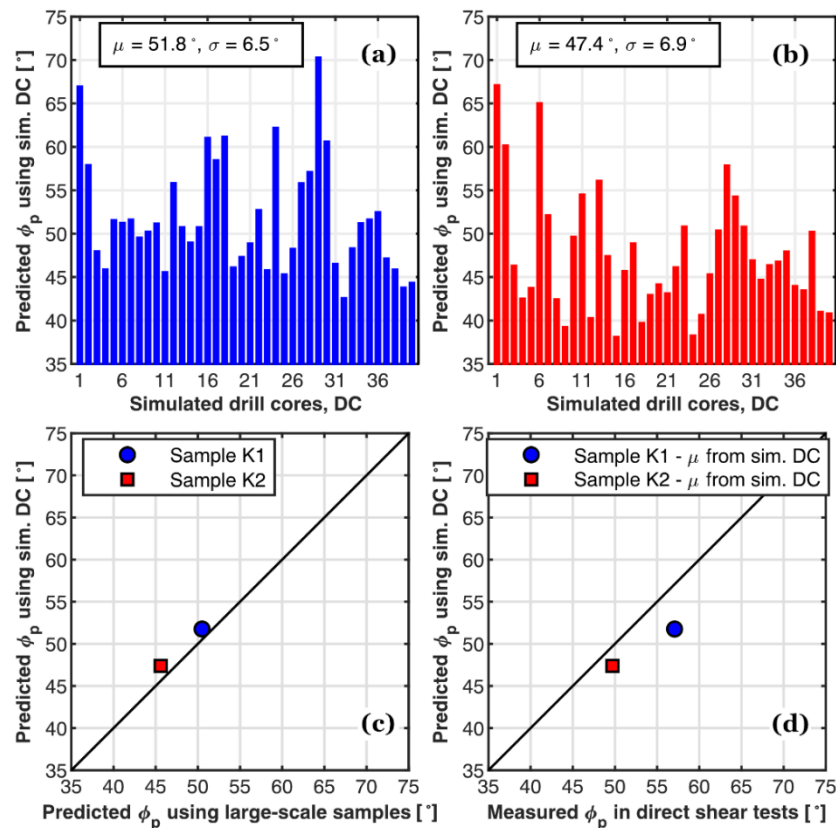
Prediktion baserat på information i kärnborrhål

- Simulation av kärnborrhål i bergprover från Krångede baserat på utförd skanning:



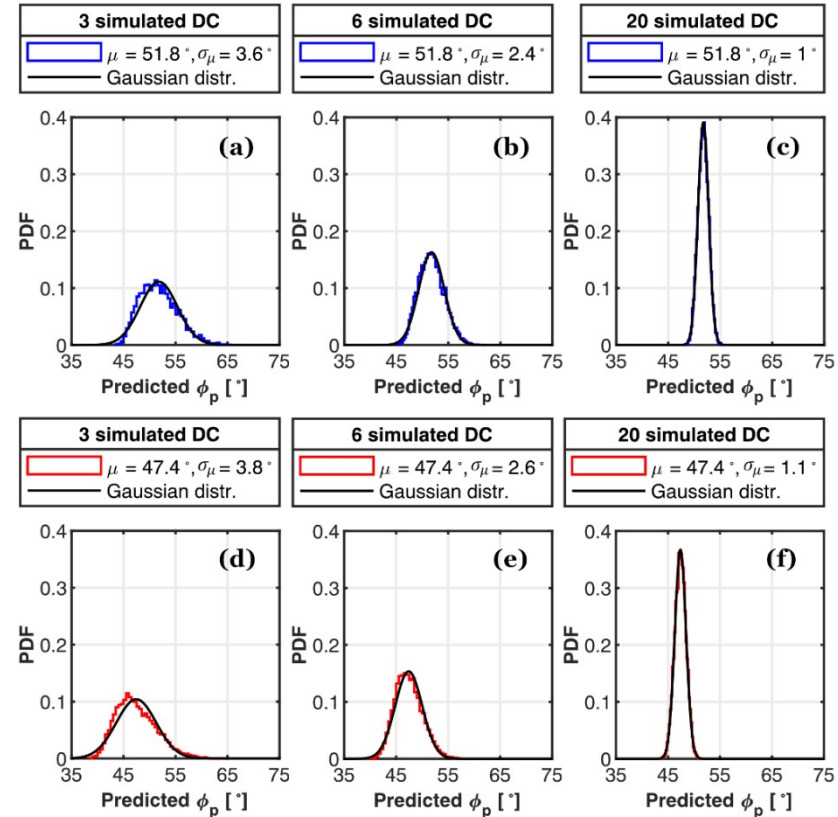
Prediktion baserat på information i kärnborrhål

➤ Resultat med utvecklat kriterium:



Prediktion baserat på information i kärnborrhål

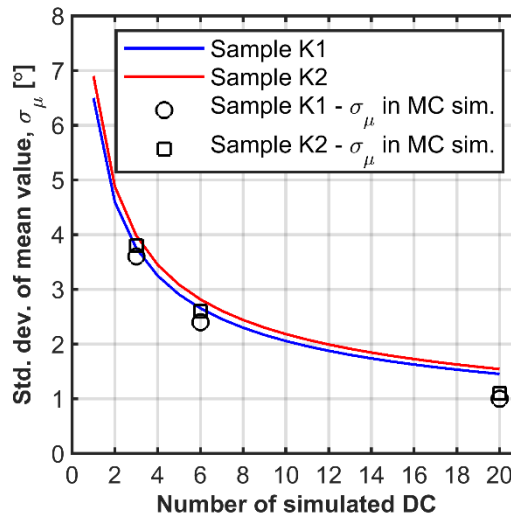
➤ Resultat Monte Carlo simulering:



Prediktion baserat på information i kärnborrhål

➤ Standard deviation of the mean value of a population:

$$\bullet \sigma_{\mu} = \frac{\sigma_{DC}}{\sqrt{N_{DC}}}$$



Slutsatser

- Resultaten visar på att kärnborrhål innehåller den **nödvändiga informationen** (sprickapertur, ytråhet) som kan användas för att uppskatta skjuvhållfastheten i större skalor.
- Detta ligger till grund för en **komplett metodik** för uppskattning av skjuvhållfastheten för användning vid stabilitetsanalys av dammar.
- Genom utvecklingen av metodiken erhålls ett **praktisk användbart verktyg** som utgår från resultaten av de undersökningar som redan idag används vid undersökning av berggrunden under dammar.
- Metodiken har validerats i lab (TRL 4) och är **redo för att valideras och testas i relevant miljö**, vilket motsvarar TRL 5-6.
- Ansökan inskickad till SVC för att testa metodiken vid Storfinnforsen.

Publikationer

- Ríos-Bayona, F., Johansson, F. & Mas-Ivars, D. (2021) **Prediction of Peak Shear Strength of Natural, Unfilled Rock Joints Accounting for Matedness Based on Measured Aperture.** *Rock Mech Rock Eng* 54, 1533–1550. <https://doi.org/10.1007/s00603-020-02340-8>
- Ríos-Bayona, F., Johansson, F., Larsson, J. et al. (2022) **Peak Shear Strength of Natural, Unfilled Rock Joints in the Field Based on Data from Drill Cores – A Conceptual Study Based on Large Laboratory Shear Tests.** *Rock Mech Rock Eng* 55, 5083–5106. <https://doi.org/10.1007/s00603-022-02913-9>



Utveckling av metodik för bestämning av storskalig skjuvhållfasthet hos naturliga bergsprickor

Francisco Ríos Bayona, PhD (frrb@kth.se)

Presenteras av: Fredrik Johansson, PhD (fredrik.johansson@byv.kth.se)

