

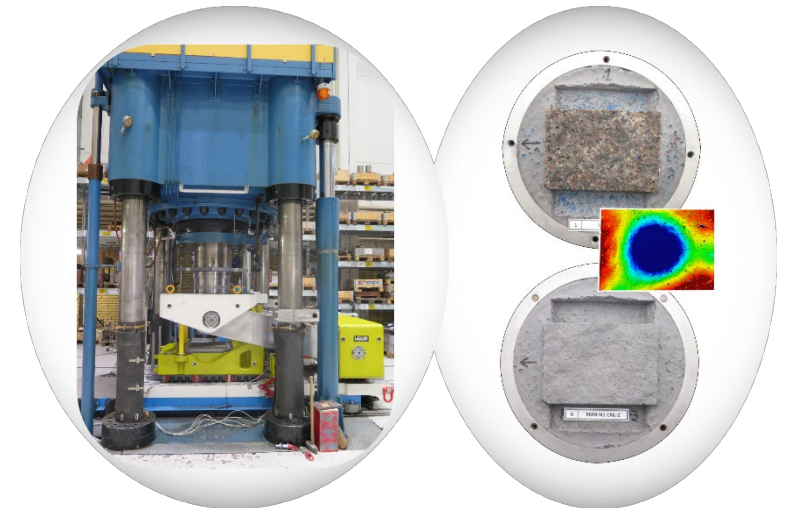
DRIFTSÄTTNING AV EN 5 MN SKJUVTESTUTRUSTNING OCH UTVÄRDERING AV REPLIKOR I DIREKTA SKJUVTESTER

Commissioning of a 5 MN shear test equipment and evaluation of replicas in direct shear tests



BeFo Rapport 235, 2023

Jörgen Larsson
RISE Research Institutes of Sweden

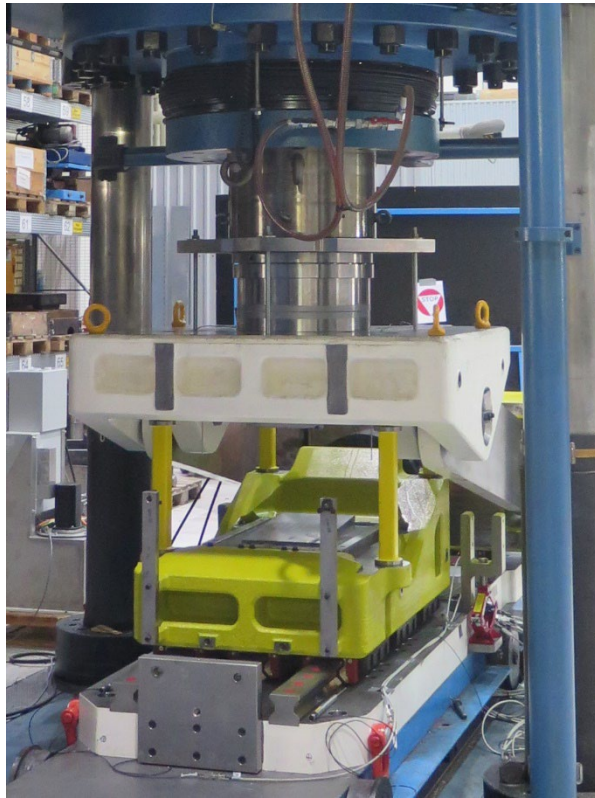


Bakgrund och syfte

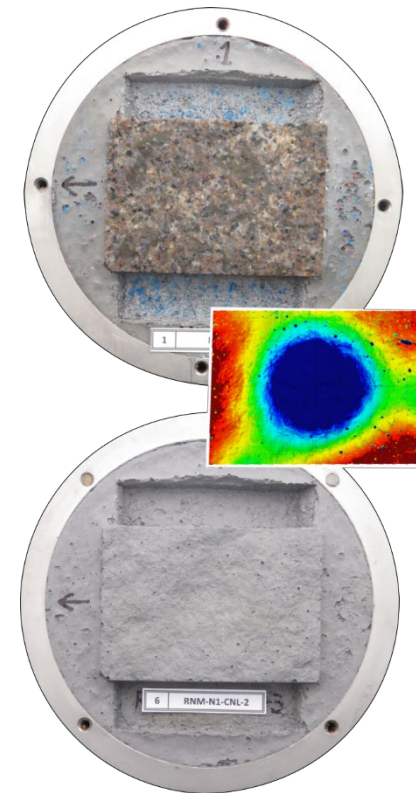
- Bakgrund: Prediktion av fullskaliga bergmassors beteende kräver numerisk modellering, men **valideringen** av modellerna behövs kompletteras med tester på **större skala**.
- Syfte (övergripande doktorandarbetet):
 - Undersöka **skaleffekten**, det vill säga bergmekaniska parametrars eventuella variation med storleken på provkropparna.
 - Utveckla, testa och utvärdera **replikor** (avgjutningar av bergsprickor) för möjliggörande av **parameterstudier**.

Aktiviteter genomförda under licentiatetappen

Framtagning av skjuvtestutrustning för tester under unika förutsättningar (400 x 600 mm, 5 MN).



Jämförelser av resultat från skjuvtester, 70 x 100 mm, mellan ett granitprov och motsvarande replikor.



5 MN skjuvtestutrustning

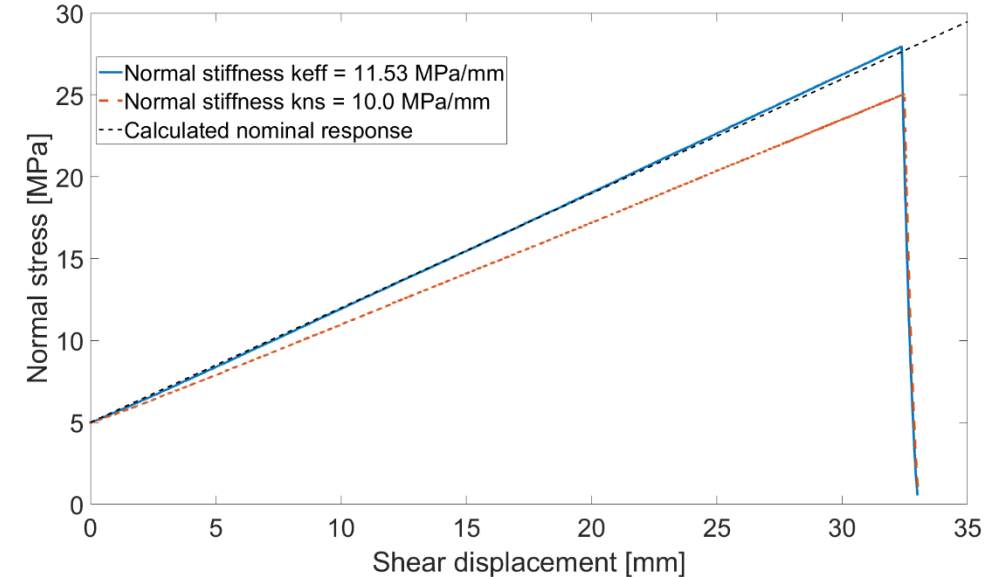
- Genomförda aktiviteter:
 - Konstruktion, tillverkning och inprovning.
 - Funktionalitet av styrsystem och program verifierade med hjälp av stålprov med känd dilatationsvinkel.
 - Framtagning av tillvägagångssätt för att kompensera för att testsystemets styvhet inte är oändlig, vilket annars resulterar i att för låga normallaster läggs på under tester med randvillkoret konstant normalstyvhet (CNS).

5 MN skjuvtestutrustning

Kompensation av testsystemets normalstyvhets

Skjuvtest upp till 4.2 MN (28 MPa) under CNS med stålprov med känd dilatansvinkel

- Trots att testsystemet har en hög styvhets läggs en för låg normallast på med den avsiktliga normalstyvhetsen $k_{ns} = 10.0$ MPa/mm som indata i styrsystemet (röd) jämfört med den kända nominella responsen (svart).
- Baserat på kännedom om testsystemets normalstyvhets (från normalbelastningstest) tillsammans med k_{ns} kan den effektiva normalstyvhetsen k_{eff} beräknas, vilken reducerar felet (blå)



Published under licence in IOP Conference Series: Earth and Environmental Science by IOP Publishing Ltd. Content from this work may be used under the terms of the [Creative Commons Attribution 4.0 International licence](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/). Any further distribution of this work must maintain attribution to the author(s) and the title of the work, journal citation and DOI.

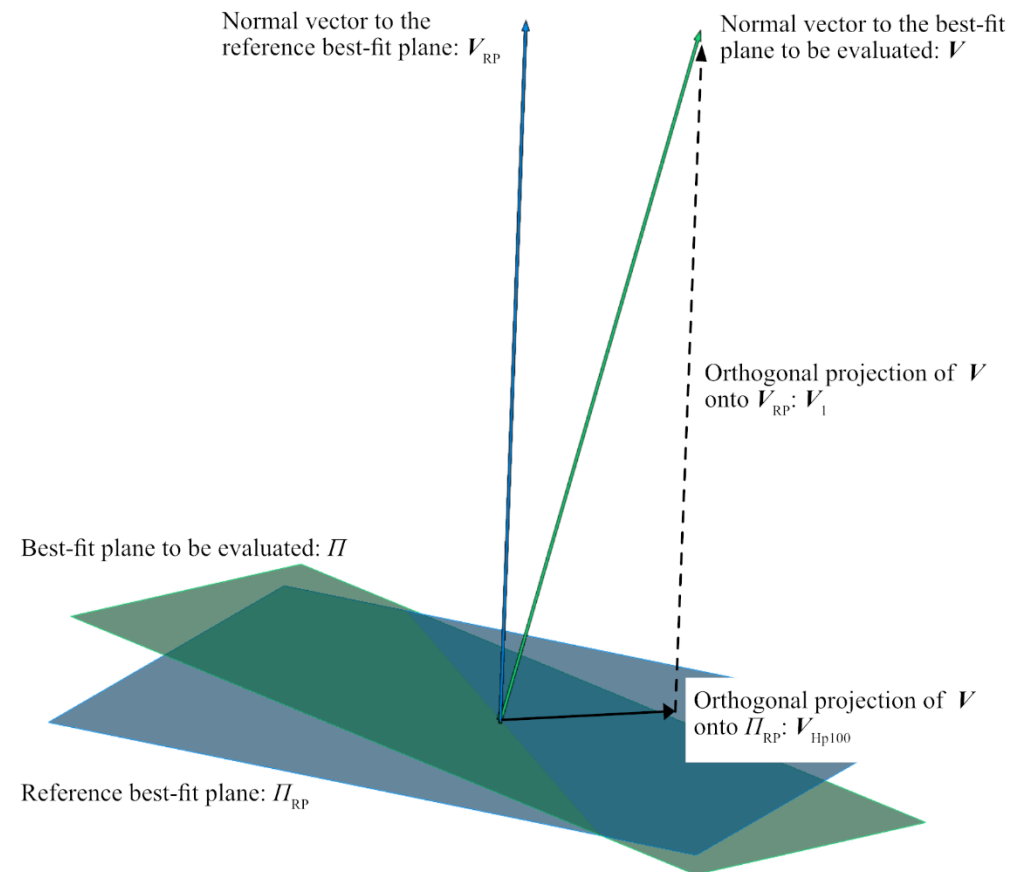
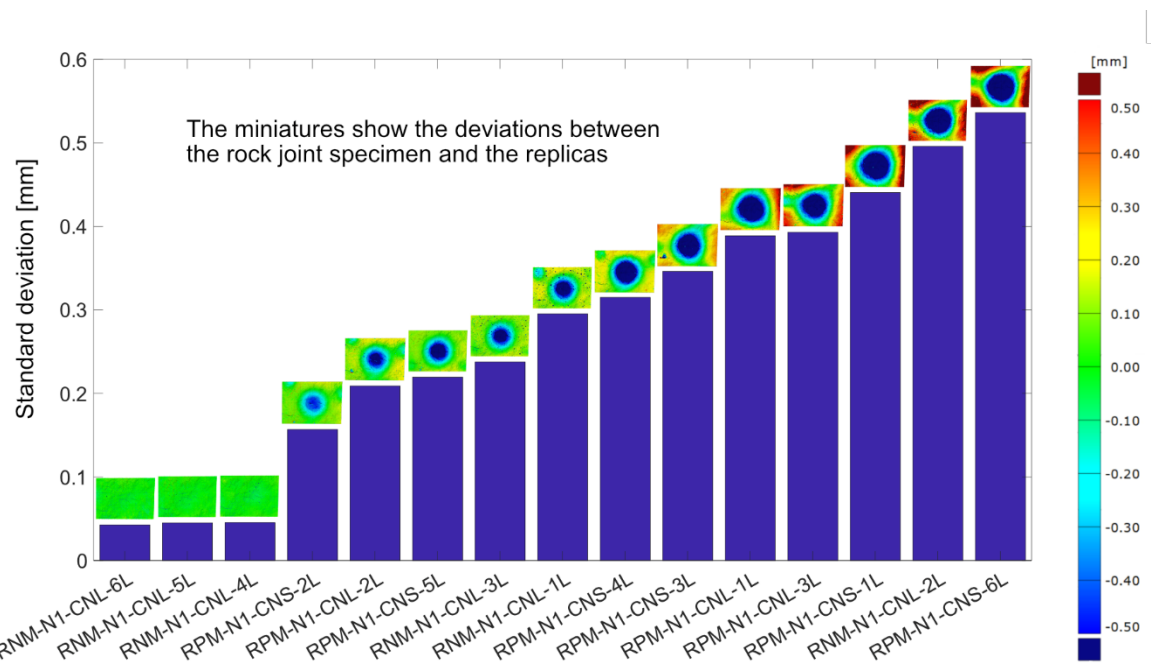
J Larsson 2021 IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 833 012011. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/833/1/012011>

Utvärdering av replikor

Två parametrar σ_{mf} och V_{Hp100} för geometrisk kvalitetssäkring utifrån jämförelser av skanningdata mellan bergprov och replikor

Morfologi (form) σ_{mf} : standardavvikelsen av avvikelserna för varje skanningpunkt mellan sprickytorna

Läget relativt provhållaren V_{Hp100} : normalvektorn till replikans bäst anpassade plan projicerad på motsvarande plan till bergprovet



Content from this work may be used under the terms of the <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

A novel method for geometric quality assurance of rock joint replicas in direct shear testing – Part 1: derivation of quality assurance parameters and geometric reproducibility, J. Rock Mech. Geotech. Eng. (2023) <https://doi.org/focus.lib.kth.se/10.1016/j.jrmge.2022.12.011>



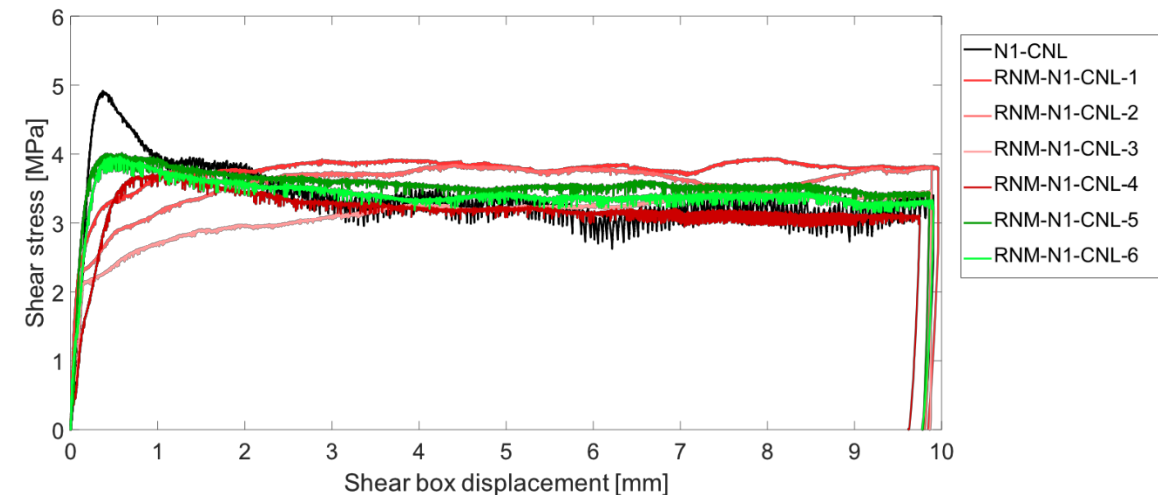
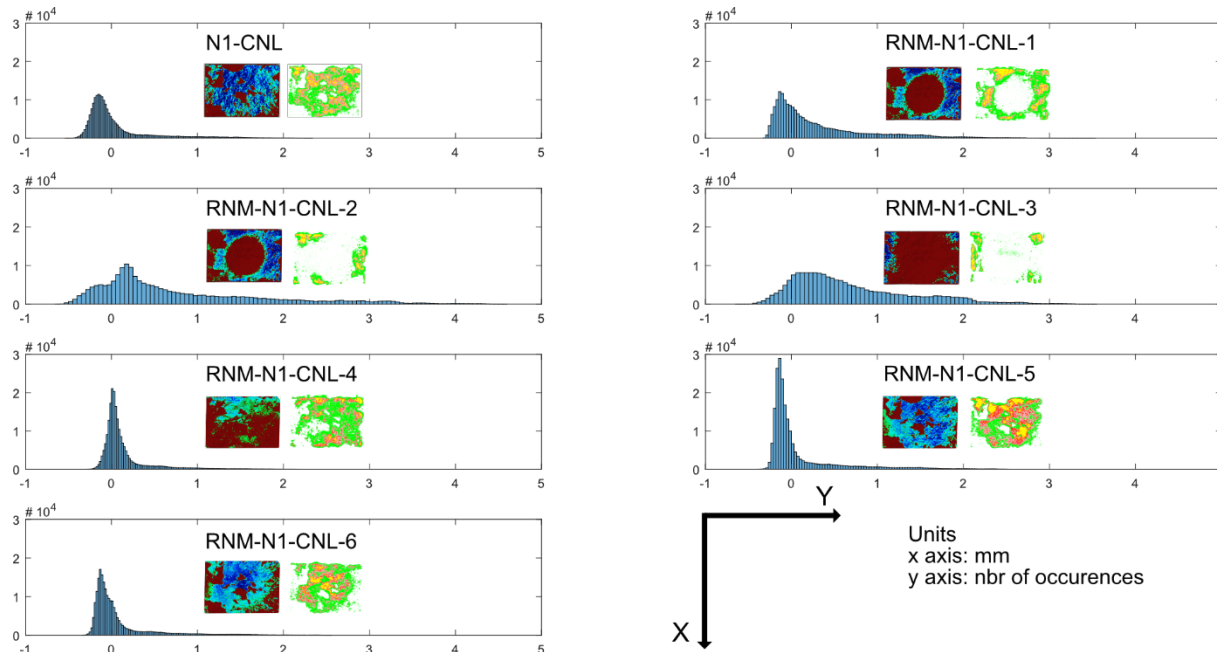
Utvärdering av replikor

Kvalitetssäkringsparametrarnas relevans till utfall från skjuvtester

Parametrarna är kopplade till aperturfördelningen (fördelningen av avstånd mellan under- och överdelar för varje datapunkt)

Bergprov (granit): N1-CNL; Replika (betong): RNM-N1-CNL-X

Aperturfördelningen är i sin tur kopplad till utfallet från skjuvtesterna. Ju mer snarlik replikans aperturfördelning är gentemot bergprovet, desto bättre överensstämmelse i skjuvhållfasthetskaraktistik



Även om replikorna RNM-N1-CNL-5 och 6 geometriskt stämmer överens med bergprovet uppvisar de en lägre maximal spänning. Bergprovet uppvisade högre nötning än replikorna och orsaken skulle därför kunna vara materialrelaterad

Content from this work may be used under the terms of the <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

A novel method for geometric quality assurance of rock joint replicas in direct shear testing – Part 2: validation and mechanical replicability, J. Rock Mech. Geotech. Eng. (2023) <https://doi.org/focus.lib.kth.se/10.1016/j.jrmge.2022.12.012>

Sammanfattning

- En skjuvtestutrustning med kapaciteten 400 x 600 mm och 5 MN har utvecklats och tagits i drift.
- Ett tillvägagångssätt för att kompensera för testsystemets normalstyvhet under CNS-skjuvtester har utvecklats och valideras, vilket reducerar felet i pålagd normallast.
- Två geometriska kvalitetsäkringsparametrar för replikor har tagits fram med tillhörande gränsvärden ($\sigma_{mf} < 0.06$ mm, $|V_{Hp100}| = 0.35$ mm)
- Parametrarnas koppling till utfall från skjuvtester har påvisats.
- Replikor uppfyllande parametrarnas gränsvärden kan användas i fenomenologiska parameterstudier eftersom de uppvisar en skjuvhållfasthetskaraktistik snarlik ett bergprov (styvhet, residualspänning, skjuvdeformation vid maximal spänning).
- Den maximala skjuvspänningen är dock lägre för replikorna av betong, vilket skulle kunna kopplas till observerade skillnader i nötningsegenskaper gentemot granit.