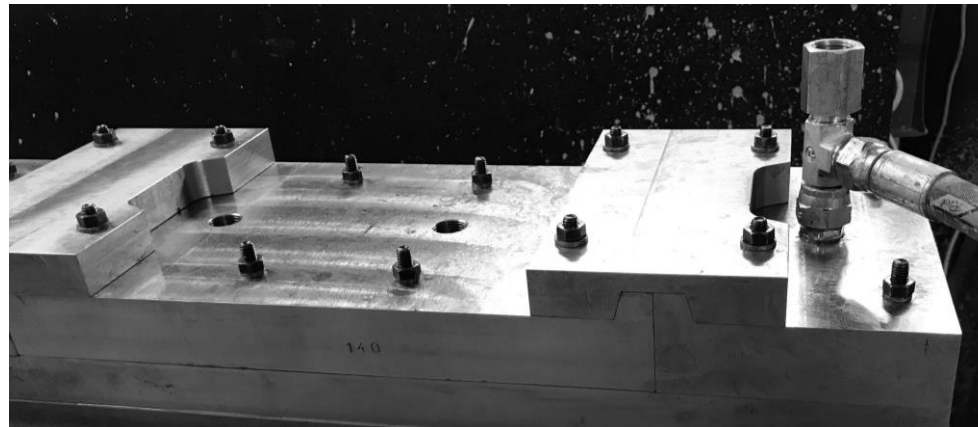


Verifiering av RTGC-teorin i en artificiell spricka med justerbara spaltvidder: En numerisk och experimentell undersökning

Giedrius Žirgulis, Research Institutes of Sweden (RISE)

Liangchao Zou, Royal Institute of Technology (KTH)



**RI.
SE**



SKANSKA

BESAB



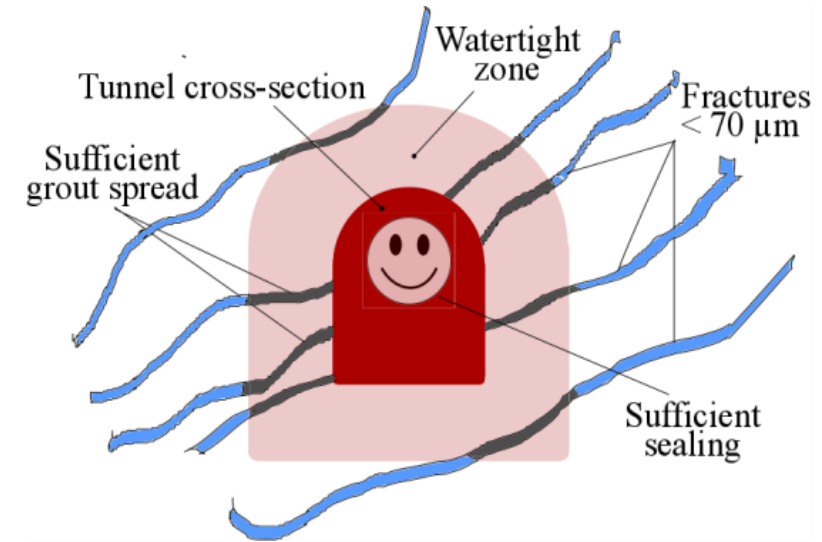
SBUF



Svensk Kärnbränslehantering AB

Bakgrund

- Kontroll och optimering av injekteringsbruk i sprickor är viktigt för att skapa en tillförlitlig och kostnadseffektiv vattentät zon.
- En av de mest avancerade teoretiska metoderna för injektering är Real Time Grouting Control (RTGC).
- Dock saknas det referenser till laboratieförsök för utvärdering av RTGC för komplexa konstruktioner under själva injekteringsfasen.

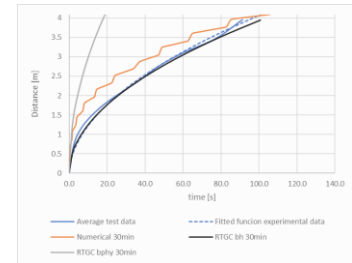


Effective grouting in tunnel

Mål

Målet med detta projekt är att verifiera tillförlitligheten av RTGC-teorin genom experimentella och numeriska försök enligt följande:

1. Designa och bygga en provrigg med justerbara spaltvidder.
2. Genomföra experimentella försök för att utvärdera RTGC-teorin och förutse injekteringsbrukets flöde genom olika spaltvidder.
3. Verifiera prestandan för RTGC-teorin med en numerisk simulering av injekteringsbrukets flöde.
4. Undersöka huruvida hydrauliska eller fysiska spaltvidder ger mer realistiska RTGC-förutsägelser.



$$\frac{\partial}{\partial x} T(C) \frac{\partial P}{\partial x} = 0 \quad T(C=0) = -\frac{2WB^3}{3\mu_w}$$

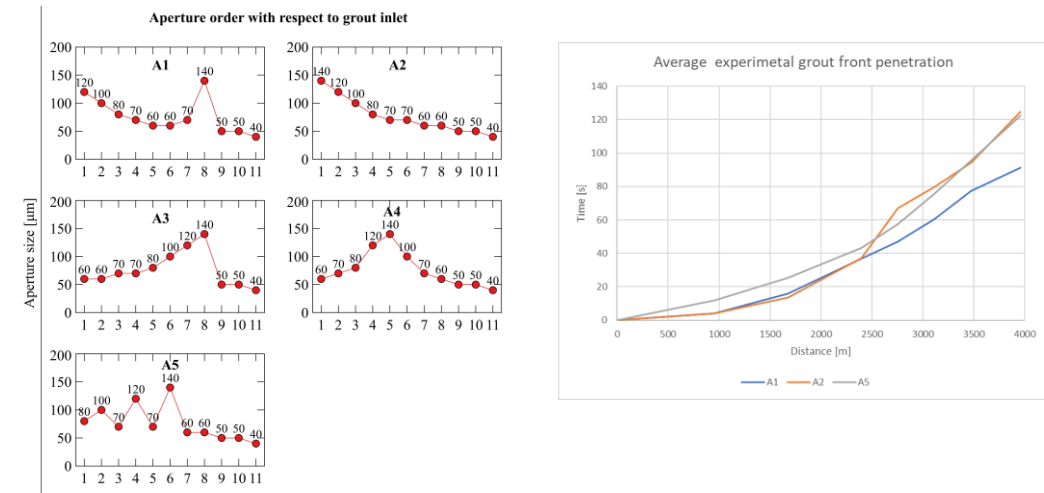
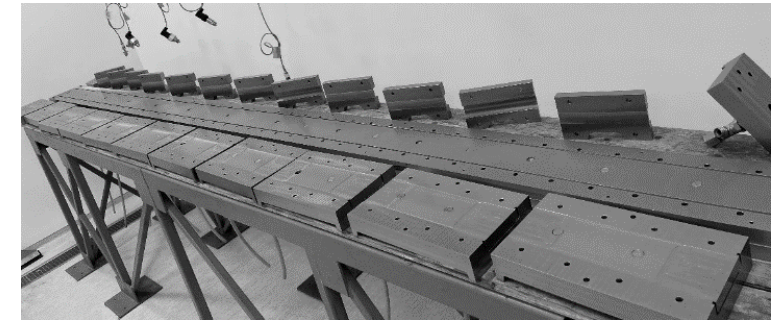
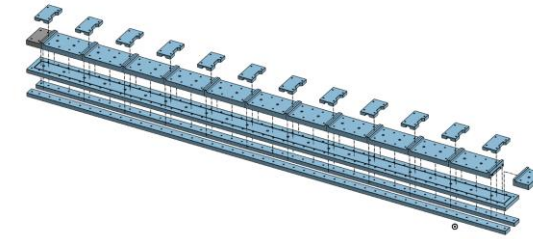
$$T(C=1) = -\frac{WB^3}{3\mu_g} \left(1 - \frac{z_p'}{B}\right)^2 \left(2 + \frac{z_p'}{B}\right)$$

$$I_{max} = \frac{\Delta p \cdot b_{phy}}{2 \cdot \tau_0}$$

$$I_{max} = \frac{\Delta p \cdot b_{phy}}{2 \cdot \tau_0}$$

Produktion av justerbar artificiell spricka och experimentell testning av RTGC-teorin

- En 4 meter lång artificiell spricka kallad Variable Aperture Long Slot II (VALS II) designades och producerades. Den består av 11 spaltplattor med spaltstorlekar som varierar från 30 μm till 120 μm .
- Vattenflödes hastigheten mättes och injekteringsbrukets spridning under 11 bars tryck testades för 3 olika spaltfördelningar.



Problem med injekteringsbrukets filtrering

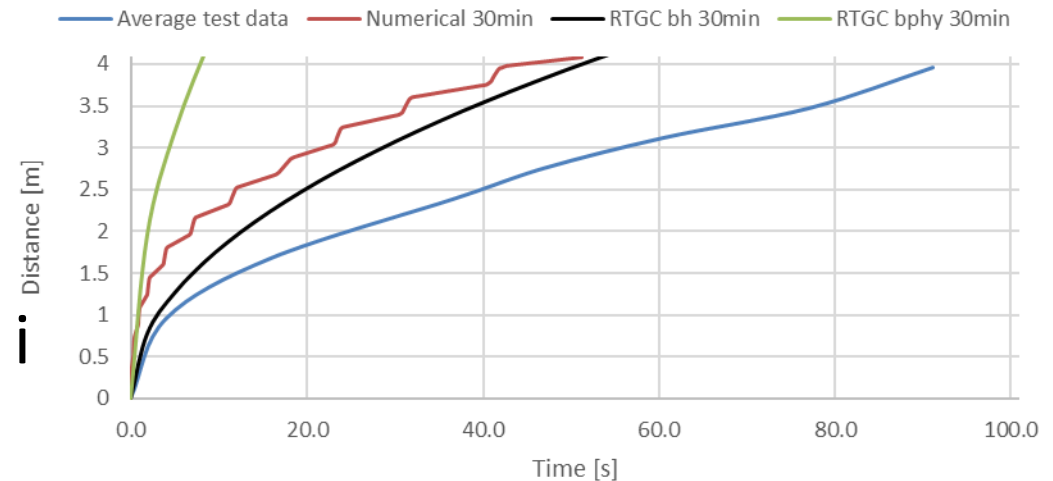
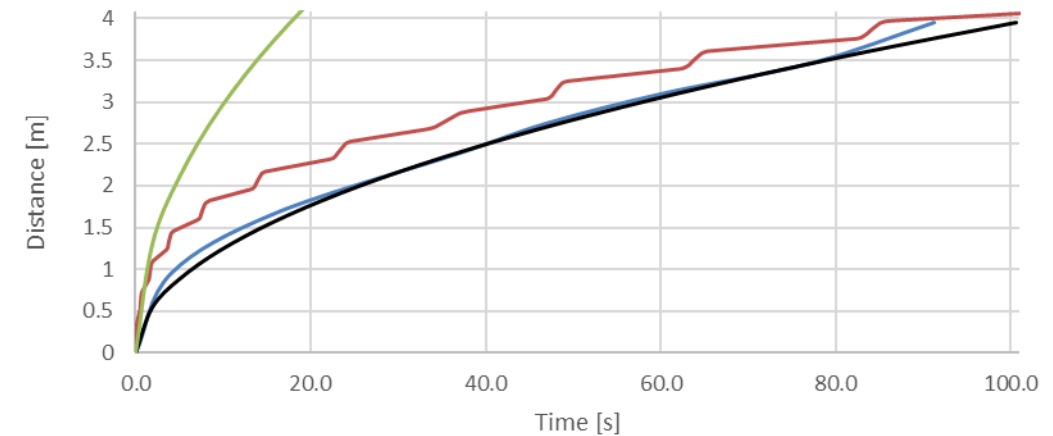
- För repeterbarhet var målet att testa injekteringsbrukets spridning vid varje alternativ för spaltfördelning tre gånger.
- Dock behövde fler tester utföras på grund av att injekteringsbruket ofta filtrerades vid VALS II - inloppet, vilket ledde till att testet avbröts i förtid.

Spaltfördelningar	Testa antalet experiment för att uppnå tre lyckade tester	Framgångsfrekvens
A2	10	30%
A5	5	60%
A1	5	80%



Jämförelse av uppmätt injekteringsbrukets utbredning med RTGC-förutsägelser och numeriska simuleringar

- RTGC förutspådde injekteringsbrukets utbredning bäst när hydraulisk spaltvidd b_h och injekteringsbrukets reologi vid 30 minuter användes i beräkningarna.
- När fysisk spaltvidd b_{phy} användes i beräkningarna överskattade RTGC injekteringsbrukets utbredning.
- Numeriska simuleringar ger en något överskattad injekteringsbruksutbredning i början av provningen.



Average test data Numerical 5min RTGC b_h 0min RTGC b_{phy} 0min

Slutsatser

- VALS II designades, tillverkades och fungerade både för vatten- och injekteringsbruksförsök under tryck. Resultaten hade god repeterbarhet vid provning av VALS II.
- När injekteringsbrukets reologi vid 30 minuter efter blandning användes tillsammans med RTGC b_h stämde teorin och provningsförsöken bra överens.
- Numeriska simulerade resultat överskattade penetrationsavståndet jämfört med experimentella provningsresultat eftersom de inte tog hänsyn till de tidsberoende reologiegenskaperna och friktionsförlusten som orsakades av tröghetseffekter.

