

Förundersökningsdata för injekteringsdesign: metod, råd och riktlinjer avseende sprickviddsfördelningar

Pre-investigation data in grouting design: methodology and guidelines regarding fracture aperture distributions

Sara Kvartsberg, Norconsult

Johan Thörn, Chalmers/Bergab

Edward Runslätt, Golder/Band of Runslätt

Sebastian Almfeldt, SAA konsult

Norconsult  *Let's create!*

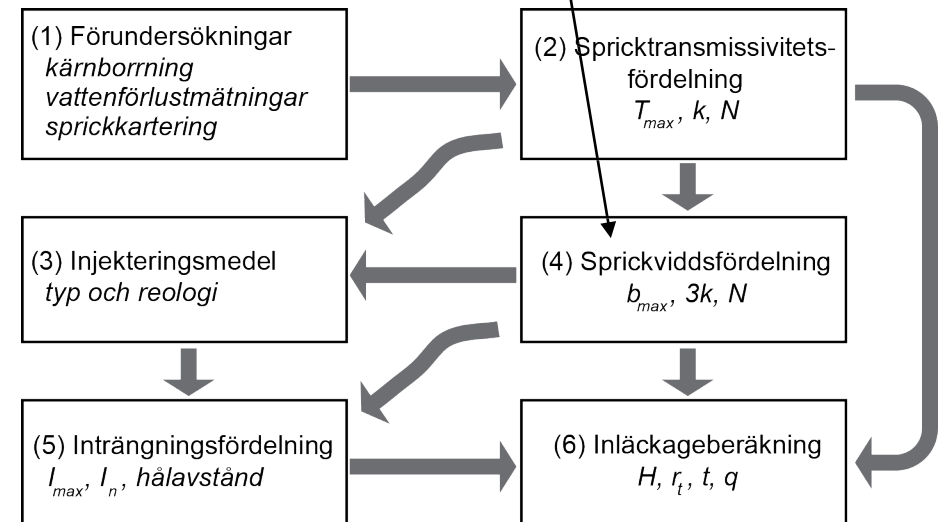
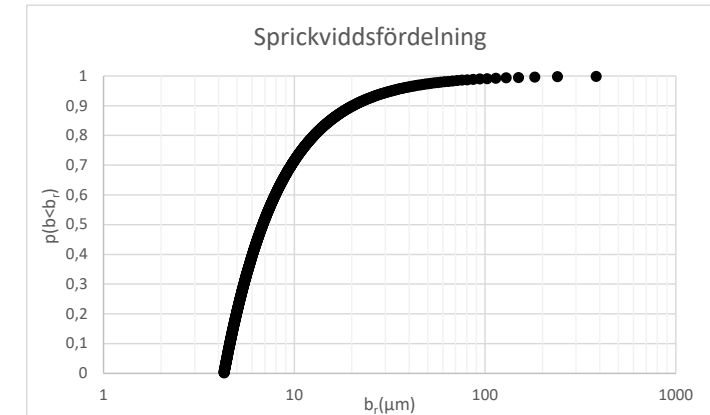


CHALMERS
UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



Bakgrund

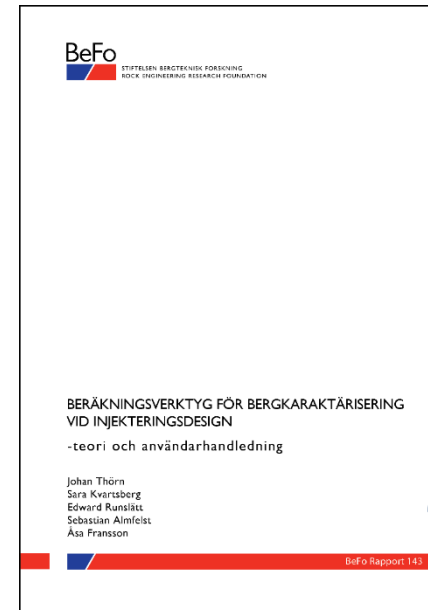
- Sprickviddsfördelningar baserade på statistisk beräkning med Paretofördelningen kan nyttjas vid injekteringsdesign.
- Fel och osäkerheter i beräknade fördelningar kan uppstå till följd av bristande kvantitet och kvalitet hos förundersökningsdata.
- I BeFo rapport 220 studeras hur tolkning och insamling av data påverkar resulterande fördelningar och efterföljande analyser.



Baserad på: Gustafson G, Fransson Å, Funehag J, Axelsson M, 2004.
Ett nytt angreppssätt för bergbeskrivning och analysprocess för
injektering. *Väg och Vattenbyggaren* 4, p. 10-15.

Projektets koppling till tidigare delprojekt

- Studier av sprickviddsfördelningar har utförts i två delprojekt:
- Del 1 (2015): BeFo rapport 143
 - Framtagande av beräkningsverktyg
 - Beskrivning av teori
 - Metodbeskrivning för datainsamling
- Del 2 (2021): BeFo rapport 220
 - Uppdatering av verktyg
 - Känslighetsanalyser av data från 4 tunnelprojekt
 - Råd och riktlinjer avseende datahantering



version: 1.00

Angivet T eller K

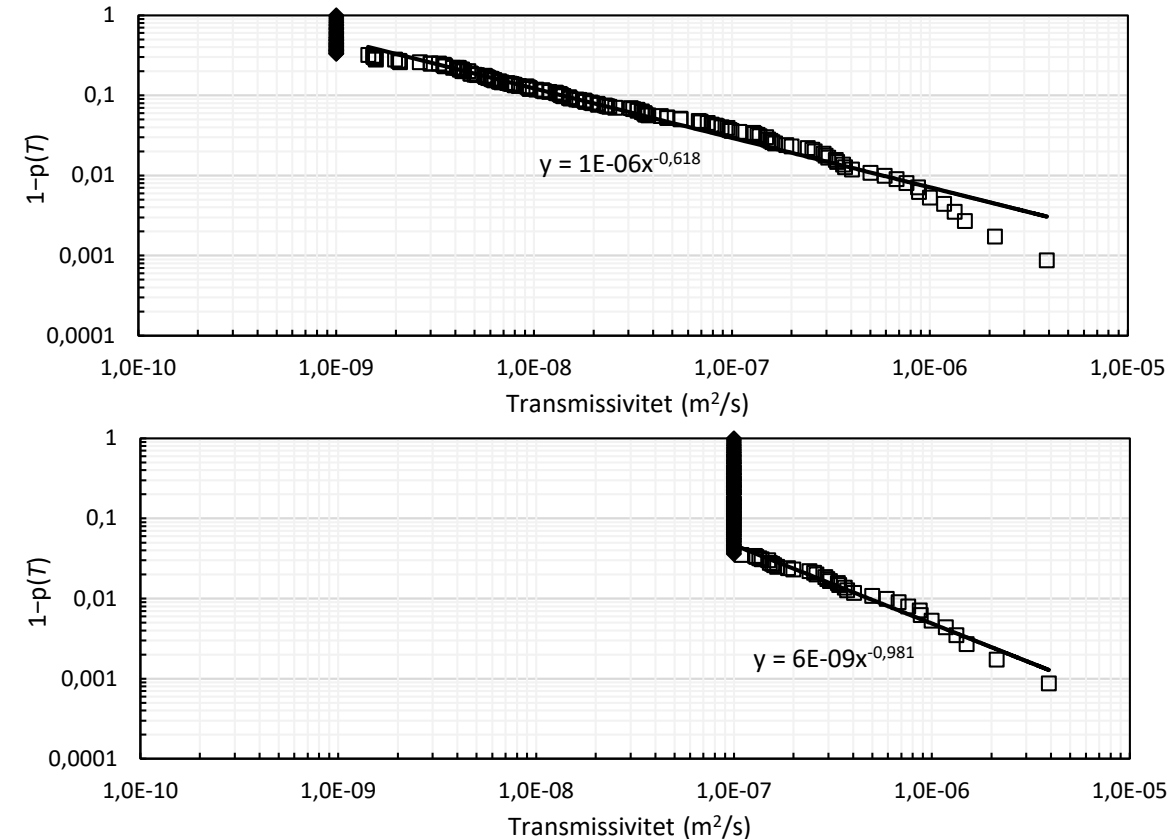
$T = f(Q, DH, RW, L)$ (Moyes)

$T = f(Q, DH)$ (specifik kapacitet)

Jag har läst och förstått [användarvillkoren](#)

Genomförande

- Känslighetsanalyser har omfattat följande kategorier:
 - Hydrogeologisk domänindelning,
 - Erforderligt antal sektioner,
 - Sektionslängd,
 - Antal sprickor,
 - Mätutrustningens övre och undre mätgräns.
- Jämförelseparametrar:
 - q_{oinj} : Flöde till oinjekterad tunnel
 - k : Paretofördelningens formfaktor
 - b_{max} : Hydraulisk apertur hos största sprickan



Exempel från analyserna – inverkan av undre mätgräns. Passning av Paretofördelningen till sektionstransmissiviteter, där det undre diagrammet visar undre trunkering av data vid 1×10^{-7} m²/s istället för 1×10^{-9} m²/s. Trunkering 1×10^{-7} m²/s innebär att enbart 35 värden kvarstår inom mätgränserna och passningen skiljer sig väsentligt från det kompletta datasetet där 145 sektioner är inom mätgränser.

Slutsatser

- Data bör genomgå en hydrogeologisk tolkning och sorteras in i domäner.
 - En första ansats till indelning är ytberg, zonberg och normalberg
 - Data från större svaghetszoner bör exkluderas
- Vanliga anledningar till att data blir oanvändbara för Paretoanalys är:
 - för få testade bormeter,
 - för långa testsektioner,
 - för hög nedre mätgräns på flödesmätare
 - dåligt dokumenterat tryck



Kravlista för förundersökningar som ska nyttjas till Paretoanalys

- Sektionslängd ≤ 3 m,
- Antal sektioner per hydrogeologisk domän $\geq 75-80$,
- Kärnkarteringsprotokoll med tydlig redovisning av sprickantal, sprickors läge och läge för svaghetszoner,
- Mätgränser för flödesmätare motsvarande sektionstransmissivitet åtminstone mellan $1 \times 10^{-8} \text{ m}^2/\text{s}$ och $1 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$,
- Kvalitetssäkring av flödesmätare genom kontrollmätning av flöde och tryck,
- Tryckmätning utförd med god precision, och
- Utförande av test med stationära förhållanden.