

Høye og lave injeksjonstrykk



Prosjektleder John Ivar Fagermo

AF Anlegg

(SRG og AF Anlegg)

Entreprenørens erfaring

Erfaringer fra prosjekter:

- Oslofjordtunnelen
- Akselberg tunnelen (transporttunnel i Brønnøy)
- Botniabanen i Sverige
- Rv4 Hagantunnelen
- Dobbelsporet Sandvika – Asker JA2
- E10 Sør dalstunnelen (Lofast)
- Kraftutbygging Saudafallene
- T-forbindelsen

Høye og lave injeksjonstrykk



Hva er høyt trykk?

Ut fra utstyrets trykklasser er ofte høyt trykk definert som trykk over 60 bar. Grunnlaget for dette er at standard koblinger og pakkere er beregnet for trykk opp til 60 bar.



Høye og lave injeksjonstrykk



LAVT TRYKK BETYR ØKT TIDSFORBRUK

Vår erfaring er generelt at bruk av lave trykk, (30 bar) gir restlekkasjer med behov for flere injeksjonsomganger fra samme stuff for å oppnå full effekt av injeksjonen.

Lav trykk må kombineres med lav viskositet på injeksjonsmassen for å oppnå inntrengning i berget.

Dersom oppgjørsformen er medgåtte timer og mengde injeksjonsmiddel vil dette være en kostbar metode.

Høye og lave injeksjonstrykk



Lavt trykk bør benyttes i tilfeller med liten fjelloverdekning, og ved dårlig bergkvalitet. Erfaring fra JA2 viser at bruk av lavt trykk kombinert med mikrosegment og styrt herding kan gi gode resultater i svært dårlig bergmasse med liten overdekning. Det måtte benyttes flere injeksjonsomganger for å oppnå tett tunnel.

I tillegg til tettingen av berget førte injeksjonen i de dårlige partiene til en betydelig stabilisering av berget.

Bruk av sperreskjerm ved liten overdekning ga god effekt og tillater høyere trykk på hovedskjermen.

Høye og lave injeksjonstrykk



Trykket bør være høyt nok til å åpne sprekker, og gi forbindelser til kryssende eller nærliggende parallelle sprekkesett . Slik oppnår man at et injeksjonshull tetter flere vannførende sprekker enn de hullet er i kontakt med.

Injeksjonsmassen må tilpasses sprekkestørrelsen. Små sprekker og leirfylte sprekker trenger ofte mikrosegment.

Ved begrensede krav til tettset kan høyt trykk kombineres med lavt v/c-tall (høy viskositet). Særlig ved begrenset og åpen oppsprekning kan dette gi gode resultater.

Høye og lave injeksjonstrykk



Hva bestemmer valg av trykknivå?

- Forundersøkelser?
- Tidligere benyttet arbeidsgrunnlag?
- Erfaringer og håndbøker?
- Kultur?

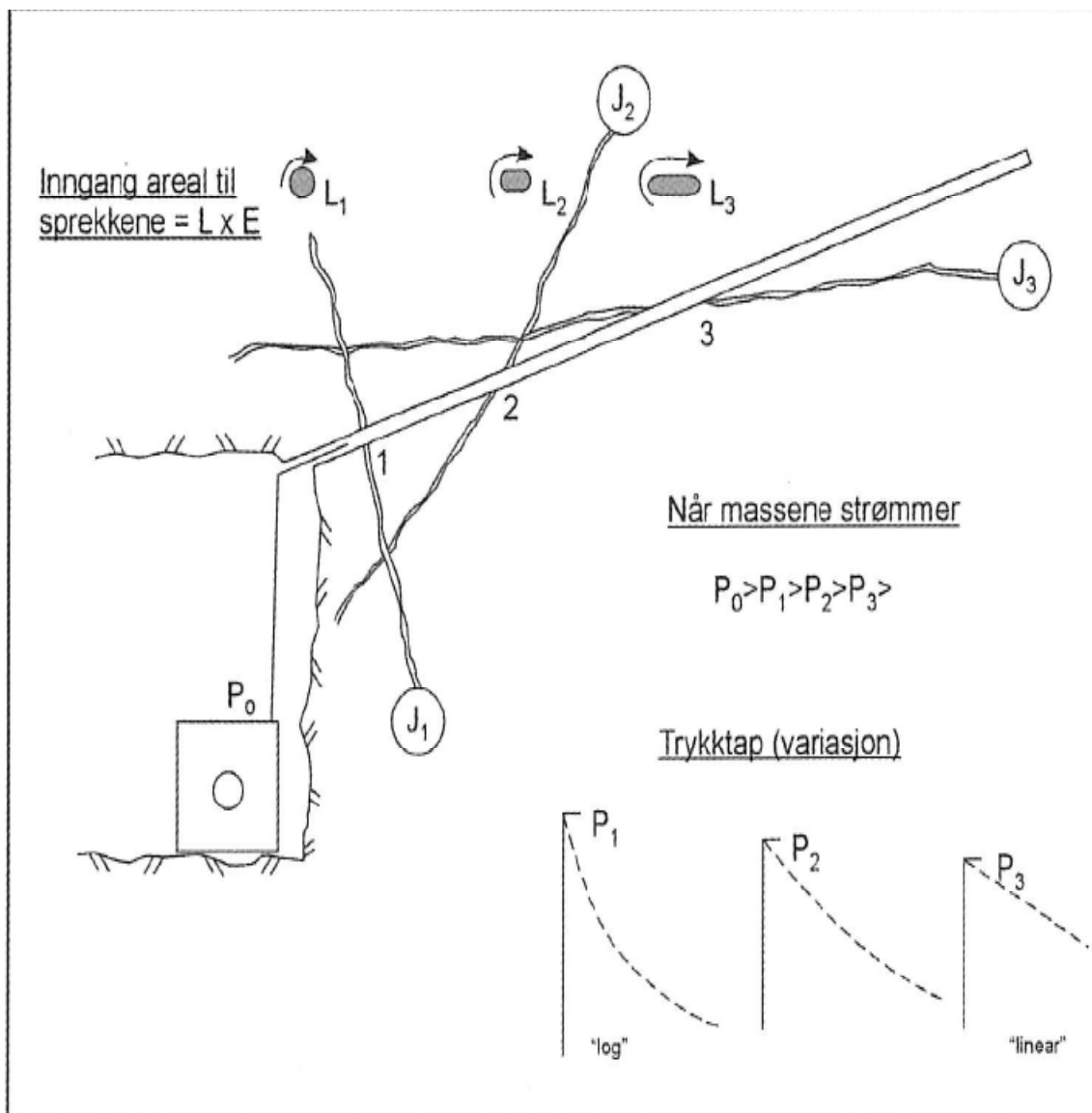
Høye og lave injeksjonstrykk



Hvordan bestemmes "riktig" injeksjonstrykk?

- Kunnskap om minste hovedspenning og vanntrykket i berget
- Viskositeten til injeksjonsmassen og bergmassens oppsprekking
- Tilstedeværelse i injeksjonsprosessen på stoff, med iakttagelse av inngang og trykkoppbygging.
- Etablere samarbeide/kommunikasjon mellom entreprenør og byggeledelse på stoff og i prosedyreutarbeidelse.
- Injeksjonsriggen bør ha kontinuerlig overvåking av trykk /inngang med lagringsmulighet for å analysere trykkoppbyggingen.

Høye og lave injeksjonstrykk



Høye og lave injeksjonstrykk



Hva er fornuftig nivå på stopptrykk?

- Ofte er inngangen i berget i trykkintervallet fra 80 bar til 100 bar svært liten. Er det da behov for å benytte 100 bars trykk?
- Risikoen for uønskede hendelser øker ved høye trykk, og trykket (stopptrykket) bør ikke settes høyere enn nødvendig

Høye og lave injeksjonstrykk



SIKKERHET VED HØYE TRYKK

- Riktig borhulldiameter
- Montasje av pakkere før oppstart injeksjon
- Opplæring/prosedyrer
- Vedlikehold og renhold
- Sikkerhetssone
- Sikringsarbeide før oppstart injisering
- Komponenter tilpasset høyt trykk



Høye og lave injeksjonstrykk



Konklusjon

- Lavt trykk må benyttes ved liten overdekning, men gir økt tidsforbruk
- Lavt trykk må kombineres med lettflytende injeksjonsmasse
- Høyt trykk gir god tetting av berget, men kan gi skadelig jekking.
- Trykket bør ikke være høyest mulig. Tenk risiko for sprutskader.
- Best resultat oppnås ved samarbeide mellom entreprenør og byggherre. Gode mengdeanslag i konkurransegrunnlaget er et godt utgangspunkt
- Tilpasninger av injeksjonsprosedyrer bør gjøres på stuff
- Kompetanse hos entreprenør og byggherre