



SINTEF



# Digitalisering og kommunikasjon rundt injeksjonsdata

Helene Strømsvik



SINTEF

# Digitalisering av berginjeksjon

- Fortløpende analyse og statistikk av data vil gi en bedre forståelse av injeksjonsprosessen underveis.
- Analyser og statistikk etterhvert som tunnelarbeidet fremskrider vil gi en bedre forståelse av utført arbeid og forutsigbarhet ved videre driving.
- Analyser og statistikk vil enkelt kunne benyttes ved planlegging av fremtidige prosjekter, spesielt med tanke på byggetid og ressursbruk.

Per dags dato er det innsamling av enorme mengder data ved injeksjon som i en liten grad utnyttes.



*Kilde: Nordøyvegen, Møre og Romsdal Fylkeskommune (Facebook)*



# Hvorfor er digitalisering spesielt viktig i Norge?

- Det er store fordeler med å benytte høyt injeksjonstrykk.
- Om vi vil ivareta nytteverdien av dette bør vi vite hva vi holder på med, og luke ut de negative effektene av høy trykk.
- Dette krever rask tilpasning under arbeid.

Stort behov for digitalisering og fortløpende analyse av data.



# Digitalisering og kommunikasjon rundt injeksjonsdata på stuff

Hovedårsakene til høyt forbruk av sement, tid og derav høye kostnader og CO<sub>2</sub>-avtrykk:

- Pumping over lang tid på hull som er i kontakt med større sprekker.
- Pumping over lang tid på hull hvor det oppstår HJ.

(om man ser bort fra geologi og injeksjonsmasse)

I svært mange tilfeller vil det være **fornuftig å endre prosedyre og/eller injeksjonsmasse** på et tidlig tidspunkt, for å unngå unødvendig injeksjon av flere tusen liter i ett eller flere hull.

Når bør man bli oppmerksom på et injeksjonshull?



SINTEF

# Viktige parametere under injeksjon

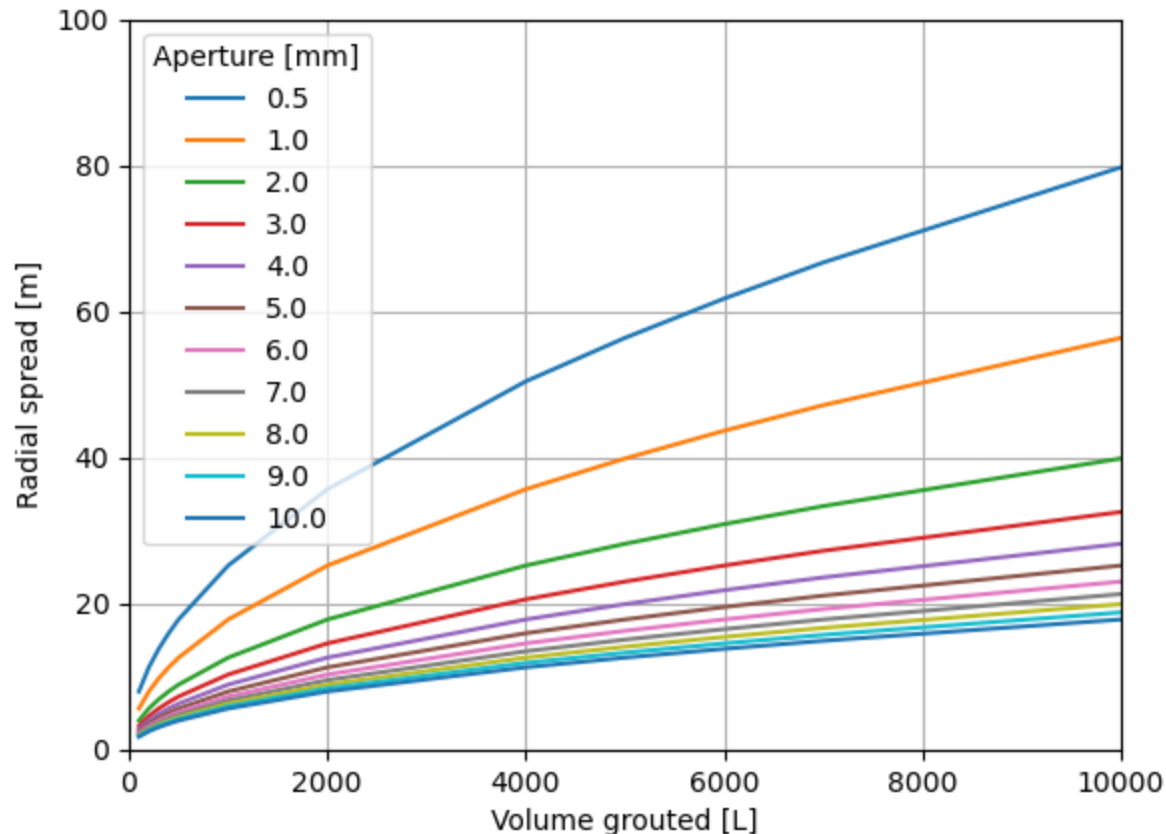
1. Høy strømningsrate kombinert med lavt injeksjonstrykk, f.eks. gjennomsnittlig strømningsrate på 20 l/min kombinert med gjennomsnittlig trykk under 35 bar. Dette kan man se svært tidlig i injeksjonsforløpet.  
*Er det riktig å fortsette "tradisjonell" prosedyre uten å vurdere tiltak på et tidlig tidspunkt?*
2. Tegn på trykk og strømningsadferd som kan være hydraulisk jekking, spesielt kombinert med etterfølgende høy strømningsrate og/eller trykktap.  
*Om slike hendelser oppstår ved et trykk som er lavere enn sluttrykket, er det da riktig å fortsette på "tradisjonell" prosedyre.*

Tilpasset analyse av relevante parametere på et tidlig tidspunkt og flytdiagrammer for håndtering av avvikende hull kan gi betydelige besparelser i forbruk og tid.



SINTEF

# Tenk praktisk, hva er formål sett i sammenheng med utførelsen?



Hensikten med injeksjon er å effektivt få massen ut flest mulig sprekker rundt tunnelen (ved riktig bruk av resurser).

Det hjelper ikke å spre massen langt av gårde i enkelte store sprekker. Spesielt ikke om man i tillegg har HJ.

Dette er tidkrevende, dyrt og øker forbruket av sement.

Hvordan man oppnår optimal spredning av massen under ulike forhold finnes det mange løsninger for og den **optimale metoden kan variere fra prosjekt til prosjekt.**

Her må man også blant annet betrakte geologi, overdekning og krav til tetthet.



SINTEF

# Konklusjon

- For å kunne utføre en kostnadseffektiv injeksjon, som i praksis betyr at man reduserer unødvendig bruk av injeksjonsmasse og tid, er det viktig at man på et tidlig tidspunkt evaluerer injeksjonsforløpet og planlegger tiltak.
- Om man først begynner å tenke når man har kommet til trinn 3 i prosedyren og allerede har f.eks. injisert 2000L, uten å nådd et stoppkriterium på trykk, har man allerede "tapt".
- Erfaring har vist at man etter kort tid vet hvilke hull som vil ta mye injeksjonsmasse, ved å vurdere gjennomsnittet på strømningsrate og trykk.
- **Det er et betydelig potensiale i besparelse av kostnader og miljø ved å aktivt følge injeksjonsprosessen.**
- Erfaringsdata er svært verdifull i videre driving og fremtidige prosjekter for byggherre og entreprenør.



SINTEF

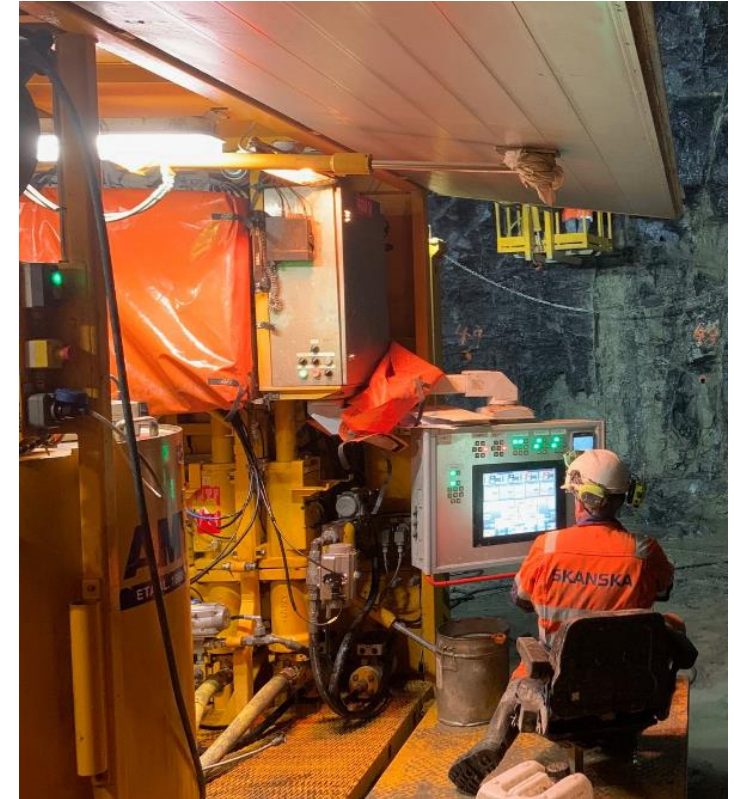
# Logic Grouting

I begynnelsen av 2020 startet prosjektet Logic Grouting, et treårig kommersialiseringsprosjekt støttet av Norges Forskningsråd (KOMMERSFORSK19).

Logic Grouting er ledet av SINTEF med Bever Control som partner. AMV, Bane NOR, Veidekke, Skanska og Mos IA er samarbeidspartnere i prosjektet.

Prosjektet har som formål å introdusere nye metoder og programvare for å tolke injeksjonsforløpet under utførelse, deriblant automatisk detektering av hydraulisk jekking under injeksjon.

Tilrettelegges for at entreprenør og byggherre lettere kan følge injeksjonen under og etter utført arbeid.



*Kilde: Nordøyvegen, Møre og Romsdal Fylkeskommune (Facebook)*





# Logic Grouting -Status



- Prosjektet er i implementeringsfasen og er så å si klare for å teste den nye injeksjonsmodulen i felt.
- Injeksjonsmodulen er for bruk i tunnel og kontor under injeksjon og viser fortløpende statistikk og tolkning av injeksjonsforløpet.
- SINTEF jobber med to konkurrerende modeller for tolkning av strømming og trykk for å markere avvik, som kan indikere hydraulisk jekking. En som er basert på maskinlæring og en som er "manuell".
- Vil i løpet av 2022 utføre flere runder i felt for å teste og optimalisere systemet.
- Arbeides også med veileder for flytdiagrammer, som for å tilrettelegge for riktig bruk av tolkning og stasisikk.



SINTEF

Teknologi for et  
bedre samfunn