

Fremtidens injeksjonsprosedyre
Clarion Hotell, Trondheim, 1. og 2. november 2021

Styrt Herding

Hensikt, muligheter og begrensninger
- Et tema til diskusjon -

Hva betyr 'Styrt Herding' (av sementbruk)

- Vår definisjon (brukt i denne presentasjonen):
 - Endring av normal setting og herding av sementbasert injeksjonsbruk som anvendes på aktuell stoff, for å **oppnå ønskede spesielle effekter når et behov er identifisert**. Dette kan oppnås med dosering av akselerator **på pakkeren**, eller med tilsetningsstoff **i blanderen**
- To hoved-hensikter for Styrt Herding:
 - 1. Blokkering av utganger** (*unngå tap av injeksjonsmasse tilbake til tunnelen gjennom stoffen eller bakenfor*), oftest ved å tilsette akselerator på pakkeren
 - 2. Spredningskontroll** for injeksjonsmassen (*styrt plassering i berget og bedre utnyttelse av høyt pumpetrykk; redusert sementforbruk*), med tilsetning av 'moderator' i blanderen, eller med lav dosering av akselerator på pakkeren

'Styrt Herding' (forts.)

- Viktige faktorer ved Styrt Herding
 - Hvilket sementprodukt som brukes
 - Temperatur i blandevann og berg
 - Setting og herdings-egenskaper avhengig av v/s-tall
 - Vannreducerende tilsetning i mørtel (dispergator)
 - Dosering er viktig for settingtid og separasjon
 - Det finnes mange alternativer og **stor** variasjon i egenskaper
 - Akselerator for tilsetning på pakker
 - Type alkalifri akselerator og reaktivitet/dosering
 - **Setting-moderator** tilsatt i blander
 - Riktig produkt med egnet reaktivitet må finnes
 - Labtesting og prøveinjeksjon må utføres

1. Blokkering av utganger

- Når alle hull i en omgang er stengt med pakkere og det ikke lekker vann inn i tunnelen: *Null behov for spesielle tiltak*
- Med alle pakkere stengt kan det lekke mye vann gjennom stuffen eller bak stuff og ved pumping av sementmasse ***vil ofte en stor andel innpumpet sement vaskes tilbake inn i tunnelen***
 - NOE MÅ gjøres for å tillate gjennomføring av injeksjon
 - **Ett alternativ:** Legge om til injeksjon med PU
 - Krever ekstra pumpeutstyr og egnet PU-produkt
 - Pakker-rør og evt slanger må kastes etter bruk
 - **Bedre alternativ:** **Styrt Herding** med alkali-fri akselerator på pakker
 - Fungerer prima i de fleste tilfeller, raskt og enkelt å ta i bruk
 - Akselerator doseres bare til hensikten er oppnådd. Deretter fortsettes pumping uten akselerator

2. Spredningskontroll for innpumpet mørtel

- Målsetning for Spredningskontroll
 - Redusere samlet forbruk av sement
 - Forbedre fordelingen av pumpet sement til nærmere tunnelkonturen
 - Fulle flere småsprekker ved å oppnå høyere trykk tidligere
 - gjennom hele pumpe-perioden og innenfor tilsiktet bergvolum, **uten** overforbruk av masse
 - Redusere risiko for ekstra-omgang boring og injeksjon
- Størst behov for **spredningskontroll**
 - Når det ellers kan gå mye mer enn fornuftig mengde (åpne kanaler), uten at det oppnås et stopptrykk **og**
 - Høyt trykk bare oppnås mot **slutten** av pumping på hullet etter stegvis fortykning av massen ved reduksjon av v/s-tallet
 - Stopptrykket virker da bare umiddelbart rundt borhullet!

Spredningskontroll (forts)

- Alternative løsninger for spredningskontroll:
 1. Valg av **sement og resept** med ønskede settingsegenskaper (uten spesiell styring av setting og herding)
 - Få produkt-alternativer, høy kostnad, dårlig leveringssikkerhet
 - Redusert bruks-fleksibilitet for tilpasninger
 2. Ved dosering av akselerator på pakker
 - Ofte umiddelbar sterk økning av viskositet. Normalt uønsket
 - Eksempler finnes likevel på meget vellykket resultat
 - Krever forsiktig og nøyaktig doseringskontroll. Vanskelig
 - Komplisert styring hvis flere pumper går samtidig
 3. Dosering av setting-**moderator** i blanderen
 - Lite erfaringsgrunnlag, men **potensielt beste løsningen**
 - Krever lab-testing og prøveinjeksjon før start produksjon

Spredningskontroll, eksempel fra Moss. (Sandbukta-Moss-Såstad)

(Hans-Olav Hognestad)

- Tunnelstuff fra Carlberg
 - Meget liten overdekning (ca. 15 m), med et turområde over tunnelen
 - Innlekkasjekrav 2 L/min/100 m. Utgang i dagen ikke tillatt
 - Stopptrykk: I hengen (vederlag til vederlag): 15 bar
Under vederlag: 20 bar
- Utført med:
 - Sement: Mapei Micro, v/s-tall 0.9
 - Dosering på pakker med 5% Mapequick AF 2000 (akselerator) etter at 500 kg sement var innpumpet
 - Meget godt resultat. Innenfor kravet
- Samme metode senere innført på Verket (den andre stuffen) for bruk etter behov

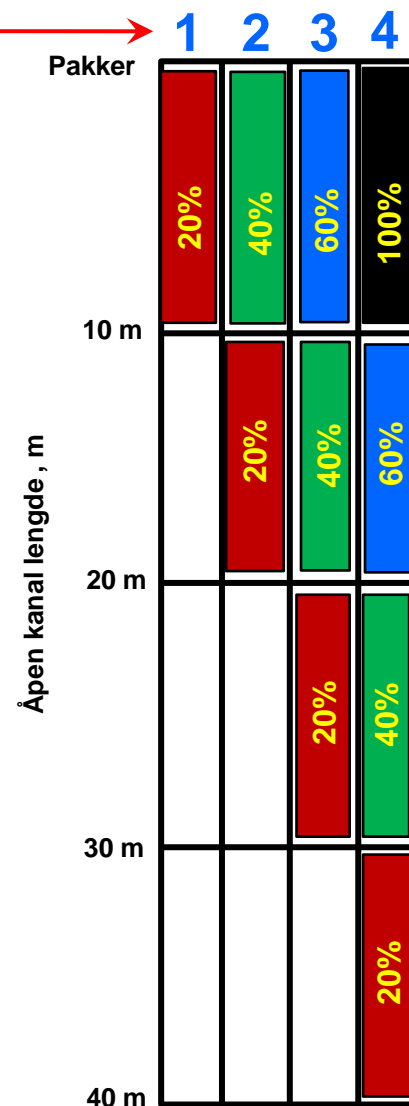
Spredningskontroll (med Moderator)

- **Test-eksempel:** 'Moderator' tilsatt i blander (Hans-Olav Hognestad)
 - Utført i klimarom ved 5° C, med 2% dosering av Mapefast SA
 - Referanse: **Uten** dosering av Mapefast SA
 - Setting målt med Vicat-nål
 - Cup-test med tilsatt Moderator: **6 timer**

Prøve	Start/stop blanding [° C]	v/s-tall	Init. Set [t]	Final set [t]
Referanse	15 / 21	1.0	27	?
Referanse	15 / 21	0.8	?	27
Moderator	15 / 21	1.0	15	20
Moderator	15 / 21	0.8	12	17

Vanlig fremgangsmåte (hull i kontakt med åpen kanal)

- v/s-tall = 1.0 – Pumpetrykk gitt i % av stopptrykk**
 - Første 500 L: Fra pakker og 10 m ut. Pumpetrykk 20%
 - 30 minutter
- v/s-tallet reduseres til 0.9**
 - Andre 500 L: Fyller opp første 10 m. Pumpetrykk 40%
 - Første 500 L: Forskyves 10 m utover, 20% trykk
 - 30 minutter + 30 min første trinn = **1 time**
- v/s-tallet reduseres til 0.8**
 - Tredje 500 L: Fyller opp første 10 m. Pumpetrykk 60%
 - Andre 500 L: Forskyves 10 m utover, 40% trykk
 - Første 500 L: Forskyves 10 m utover, 20% trykk
 - 30 minutter + 1 time for trinn 1 og 2 = **1.5 timer**
- v/s-tallet reduseres til 0.7 – siste 1000 L**
 - Siste 1000 L: Fyller opp første 10 m+. Pumpetrykk 100%
 - Tredje 500 L: Forskyves 10 m utover, 60% trykk
 - Andre 500 L: Forskyves 10 m utover, 40% trykk
 - Første 500 L: Forskyves 10 m utover, 20% trykk
 - 60 minutter + 1.5 time tidligere trinn = **2.5 timer**



Injeksjon med plasseringskontroll (hull i kontakt med åpen kanal)

1. 500 L v/s 0.9 + Moderator (M)

- Første 500 L: Fordelt mellom pakker og 10 m ut. Pumpetrykk 20%
- Tar 30 minutter

2. v/s-tallet tilbake til 1.0 Null Moderator

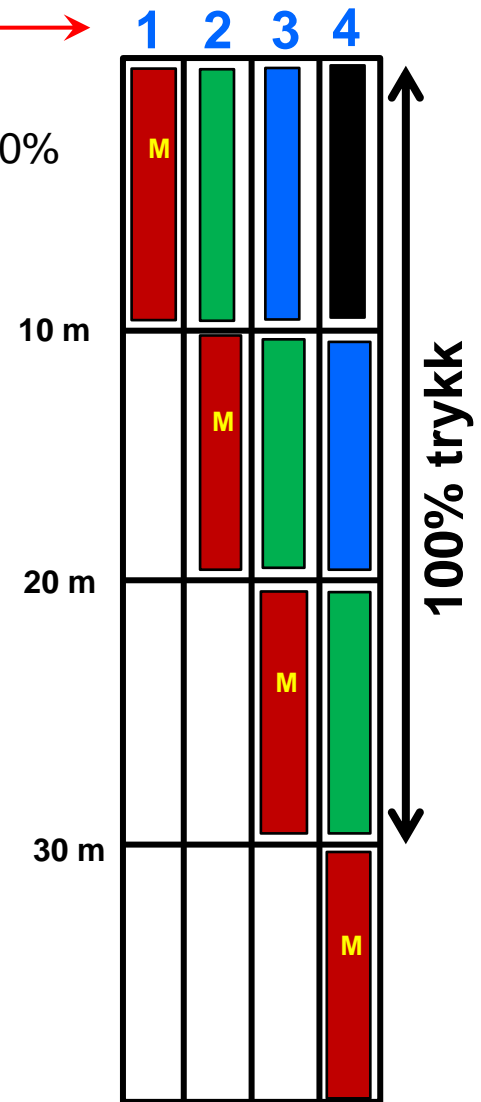
- Andre 500 L: Fyller opp første 10 m. Pumpetrykk 40%
- Første 500 L: Forskyves 10 m utover, 40% trykk
- 30 minutter + 30 min første trinn = 1 time

3. v/s-tallet 1.0 beholdes. Null Moderator

- Tredje 500 L: Fyller opp første 10 m. Pumpetrykk 60%
- Andre 500 L: Forskyves 10 m utover, 60% trykk
- Første 500 L: Forskyves 10 m utover, 60% trykk
- 30 minutter + 1 time trinn 1 og 2 = 1.5 timer

4. v/s-tallet 1.0 beholdes. Null Moderator

- Fjerde 500 L: Fyller opp første 10 m. Pumpetrykk 100%
- Tredje 500 L: Forskyves 10 m utover, 100% trykk
- Andre 500 L: Forskyves 10 m utover, 100% trykk
- Første 500 L: Forskyves 10 m utover, 100% trykk
- 30 minutter + 1.5 time tidligere trinn = 2.0 timer



Konklusjoner:

- Dette er et tema som ikke kan **konkluderes** enda:
 - **Blokkering av utganger** vet vi **fungerer**:
 - Med akselerator dosert på pakken
 - Men, metoden blir ikke akseptert/utnyttet av alle 😞
 - **Plasseringskontroll** med **akselerator** på pakker eller bruk av **moderator** i blanderen:
 - Mye som tyder på potensielt store fordeler
 - Krever både lab-analyser og testing i felt
 - **Styrt herding** burde oppfattes som en utfordring til Bransjen
 - Hansken er kastet 😊