

Sikkerhet ved berginjeksjon



1. Forord

Injeksjon i bergmassen er i dag en vanlig del av underjordsarbeid. Prosessen er dessverre preget av uønskede hendelser. Flere av hendelsene har høyt skadepotensial. Årsakene til dette er flersidig, et vesentlig forhold er utilstrekkelig kunnskap om risikoforhold.

NFF ønsker å bidra med kunnskap som kan gjøre prosessen bedre og sikrere. Kunnskap kommer bl.a. fra erfaringer og erfaringsutveksling innen bransjen. Flere av foreningens medlemmer har gitt sine bidrag, men denne gang først og fremst AF Gruppen og Skanska Norge som begge har stilt dokumenter fra interne forbedringsprosesser til vår disposisjon.

Tidligere har foreningen utgitt håndboken Berginjeksjon som gir en fyldig innføring i tema berginjeksjon. Den ble sist oppdatert i 2002.

Arbeidet med teknisk rapport nr 08 er ledet av Erik Frogner og i hovedsak utført av John Ivar Fagermo og Kristin Wold Jenssen.

Vi takker for god innsats.

NFF, Utviklingskomiteen
November 2008

Innhold

1. Forord	3
3. Bakgrunn	7
4. Viktige punkter i forbindelse med valg av injeksjonsopplegg - Byggherres ansvar	9
4.1 Valg av materialer for injeksjon	9
4.2 Valg av injeksjonstrykk	9
4.3 Kriterier for utførelse	9
5. Sikkerhet ved injeksjon - Utførendes ansvar	11
5.1 Informasjon til fagarbeidere	11
5.2 Valg av injeksjonsutstyr	11
5.3 Vedlikehold av injeksjonsutstyr	12
5.4 Rutiner for injeksjon/ montasje av pakkere	12
5.5 Rutiner for injeksjon under vanskelige fjellforhold	16
5.6 "Stand Pipe"	17
6. Konklusjon	19
7. Vedlegg	21
Vedlegg 1 - Instruks for bruk av arbeidsutstyr for boltegysing og injeksjon	23
Vedlegg 2 - Sjekkliste for inspeksjon av utstyr og materiell ved injeksjonsarbeider	25
Vedlegg 3 - Momentliste for injeksjonsarbeider	27

3. Bakgrunn

Injeksjon av sement i tunneler er produksjon med høye krav til kapasitet, kvalitet og dokumentasjon. Ved vanskelige fjellforhold oppstår en krevende situasjon som stiller store krav til operatørene og utstyr og komponenter.

Blant entreprenørene som deltar i arbeidsgruppen er man kjent med mange typer uønskede hendelser forbundet med injeksjonsarbeid. Alvorlighetsgraden på hendelsene varierer fra saker med mindre skadepotensial til faktiske dødsulykker. Eksempler på uønskede hendelser er:

- Sprut av injeksjonsvæske med høyt trykk
- Pakkere løsner i borhull og kommer i enkelte tilfeller ut av hullet
- Fjellstabilitet svekkes lokalt under injeksjon
- Koblinger, kraner, pumper eller pumpe slanger svikter

Pakkere gir særlig mange uønskede hendelser, og hendelsene har stor potensiell konsekvens. Årsakene til at pakkere skaper uønskede hendelser er mange og ofte sammensatt.

Bakenforliggende årsaker til svikt i pakkere som går igjen er:

- Dårlig feste mellom fjell og pakker
- Dårlig innfesting mellom pakker og stav
- Høyt trykk og overskridelse av komponenters kapasitet
- Dårlig vedlikehold og kvalitet på gjenger på staver
- Vanskelige fjellforhold med dårlig feste
- Høyt vanntrykk i fjellet
- Manglende kunnskap om farer og mangelfull opplæring
- Arbeidsprosedyrer ikke fulgt

Som for pakkere er årsakene til sprut av injeksjonsvæske også sammensatt. Årsakene kan være:

- Krevende injeksjonsmidler med kort avbindingstid
- Uventet stopp i injeksjonen som følge av funksjonsfeil
- Lange skift
- Manglende kunnskap om farer/ mangelfull opplæring
- Arbeidsprosedyrer ikke fulgt

Gode arbeidsrutiner vil i stor grad kunne hindre uønskede hendelser knyttet til injeksjonsarbeidet.

4. Viktige punkter i forbindelse med valg av injeksjonsopplegg - Byggherres ansvar

Byggherres sikkerhetsansvar er grundig beskrevet i Byggherreforskriften:

"I forbindelse med forberedelse, planlegging og prosjektering skal prosjektleder legge forholdene til rette slik at sikkerhet, helse og arbeidsmiljø blir ivaretatt. Byggherre plikter å utarbeide en plan som sikrer et fullt forsvarlig arbeidsmiljø for den aktuelle byggeplass. Denne planen skal inneholde spesifikke tiltak ved arbeid som kan innebære særlig fare for liv og helse."

Det synes klart at injeksjonsarbeid er et arbeid av denne typen. Byggherreforskriftens §§ 11-13 detaljerer kravene ytterligere, og stiller krav til byggherren både under planlegging og gjennomføring av et prosjekt.

4.1 Valg av materialer for injeksjon

Arbeidsmiljøloven krever at giftige og andre helseskadelige stoffer ikke skal brukes dersom de kan erstattes med stoffer som er mindre skadelige for arbeidstakerne.

Som materiale til berginjeksjon blir det i hovedsak beskrevet sement. Ved spesielle tilfeller beskrives også kjemiske produkter, og da bør det gjennomføres egen vurdering av helserisiko knyttet til disse produkter.

Yrkeshygienisk institutt eller Arbeidstilsynet kan uttale seg om farene forbundet med bruk av kjemiske stoffer og bør kontaktes dersom man er i tvil.

4.2 Valg av injeksjonstrykk

Bransjen har de siste årene beveget seg mot injeksjon med stadig høyere trykk. Der det tidligere var beskrevet rundt 40 bars trykk er det i dag ofte satt krav til så mye som 100 bar, og dette har vært medvirkende årsak til flere alvorlige hendelser. I et sikkerhetsperspektiv er det grunn til å sette spørsmålsteget ved denne utviklingen.

Generelt sett bør man være kritiske til bruk av svært høye trykk, og ha høy fokus på riktig dimensjonering av utstyr. Dersom det skal brukes trykk over 60 bar bør det alltid gjøres en risikovurdering. Kanskje er det mulig å gjøre justeringer i injeksjonsopplegget som gjør at svært høyt trykk ikke vil være påkrevet, for eksempel annet injeksjonsmiddel, finere sement eller annen resept.

4.3 Kriterier for utførelse

Utførelseskrav og spesifikasjoner fra byggherrer kan bidra til unødige vanskelige forhold. Den siste tiden er det ikke uvanlig at det stilles krav til at utførende skal kunne kjøre 3 til 4 separate injeksjonslinjer samtidig. Dette er et krav som kan føre til dårlig oversikt dersom det oppstår problemer. Ved vanskelige fjellforhold og/eller pumping med høye trykk bør antallet linjer per injeksjonslag vurderes nøye.

Ofte blir det beskrevet hulldiameter 63 mm. Hulldiameteren kan med fordel reduseres for å få mindre belastning på pakkeren. Det kan benyttes borhulldiameter ned til 54 mm. Styrestang bør vurderes for å sikre rette hull.

Oppgjørsform kan i stor grad påvirke sikkerheten i arbeidet. Her har det blitt en klar bedring de senere år ved at man stadig oftere gir timebetalt for injeksjonsarbeid. Injeksjonsarbeid er en type arbeid som må gå kontinuerlig fra første til siste hull, og dersom dette ikke er tatt høyde for i planleggingen av arbeidstid, kan det gi mange overtidstimer og svært lange skift for de utførende. Dette er uheldig ettersom sikkerhet ved injeksjon stiller høye krav til årvåkenhet og nøyaktighet hos dem som gjør jobben. Dersom en injeksjonsjobb skal kunne gjennomføres uten for lange skift for den enkelte, må arbeidstiden planlegges grundig på forhånd. Dette aspektet bør også tas med når byggherren setter forutsetningene for jobben.

5. Sikkerhet ved injeksjon - Utførendes ansvar

Arbeidsgivers generelle ansvar for å ivareta sine arbeidstakers sikkerhet er hjemlet i arbeidsmiljøloven (AML § 3-2):

"For å ivareta sikkerheten på arbeidsplassen skal arbeidsgiver sørge for at arbeidstaker gjøres kjent med ulykkes- og helsefarer som kan være forbundet med arbeidet, og at arbeidstaker får den opplæring, øvelse og instruksjon som er nødvendig."

5.1 Informasjon til fagarbeidere

For at de som utfører injeksjonsarbeidet skal ha nødvendige forutsetninger for å arbeide sikkert, er det viktig at de på forhånd har fått god informasjon om jobben og farene den innebærer. Denne informasjonen må tilpasses stedlige forhold på det gjeldende prosjekt, men bør som et minimum omfatte både en generell informasjon om hvorfor og hvordan det skal injiseres, i tillegg til en grundig gjennomgang av viktige punkter for sikker utførelse.

Folk bør gjøres oppmerksom på at injeksjon med et trykk på 40-100 bar tilsvarer 400 – 1000 meter vannsøyle. Gjeldende HMS- datablad for de kjemiske stoffene som fagarbeiderne kan komme borti under arbeidet bør gjennomgås, samt kravene til bruk av personlig verneutstyr.

Det er også nyttig å si noe om vanlige uønskede hendelser i forbindelse med injeksjon, som en bakgrunn for kravene som stilles til utførelse og sikringstiltak. Operatøren skal være erfaren og ha dokumentert sikkerhetsopplæring for arbeidsutstyret.

Erfaringsmessig er det en fordel med faste injeksjonslag. Det at de samme menneskene jobber sammen og kjenner rutinen, hvilke arbeidsoppgaver som må gjøres og hvem som gjør dem, er med på å øke sikkerheten betraktelig. Alle arbeidsoppgaver er med på å påvirke sikkerheten, og slurv kan få fatale følger. Ved skiftarbeid er overlapp og erfaringsoverføring mellom skiftene viktig. AML §3-2, pkt. 3 sier om dette:

"For arbeid som kan innebære særlig fare for liv og helse, skal det utarbeides en skriftlig instruks om hvordan arbeidet skal utføres og hvilke sikkerhetstiltak som skal iverksettes."

Som vedlegg ligger en eksempelprosedyre som kan brukes som utgangspunkt.

5.2 Valg av injeksjonsutstyr

Krav til injeksjonsutstyret og styrken på de ulike komponentene har de siste årene økt i takt med kravene til økt injeksjonstrykk. Inntil dødsulykken på Ormen Lange i 2005, der en fagarbeider mistet livet da en pakker løsnet under demontering og kom ut i stor fart, hadde ikke dette vært et fokusert tema i bransjen. Etter ulykken ble det derimot satt stor fokus på tålegrensene til utstyret, og leverandørene har jobbet mye med å forbedre utstyret og å dimensjonere det skikkelig i forhold til dagens krav.

Det kan i dag leveres pakkere som er betydelig forbedret, har økt lengde, bedre låseskiver og leveres med forankringsmulighet for å sikre stavene mot utglidning.



Injeksjonsforberedelser

Ved bestilling av injeksjonsutstyr bør man sørge for at følgende punkter er oppfylt:

- Flere tilgjengelige lengder på stavene slik at pakkere plassering i hullet er fleksibel. Pakker med større lengde kan med fordel benyttes, evt dobbeltpakkere.
- Skikkelig låsesystem for oppspente pakker. Det finnes flere typer låseskiver tilgjengelig. Det kan være hensiktsmessig å bruke flere ulike låseskiver på hver pakke.
- Forsterket ytterrør slik at det tåler høy belastning – det kunne med fordel vært enda stivere enn det er i dag.
- Pakkere som er tilpasset hulldiameteren. Dokumentasjon på tillatt trykk for pakkere skal foreligge fra leverandøren.
- Alle komponenter som benyttes til injeksjonsarbeidet er tilpasset maksimalt pumpetrykk.
- Injeksjonspumpen har funksjonalitet som sikrer at man unngår pumping av luft fra blandekar, for eksempel kan blandekaret være utstyrt med alarm som slår ut i slike situasjoner.

5.3 Vedlikehold av injeksjonsutstyr

For å sikre at injeksjonsutstyret virker optimalt og tåler den belastningen det er dimensjonert for er det viktig å ha jevnlig oppfølging av vedlikeholdet, og at følgende forhold er i orden:

- Slippolje før injeksjon
- Renhold av utstyr og staver, særlig gjenger på rør (innerrør må skrus godt inn i pakker)

- Slitte komponenter kasseres, for eksempel koblinger og kraner
- Skive mellom ytterrør og oppspenningsmutter må være intakt
- Rengjøring før massen herder ved langvarig bruk av utstyret



Arbeidsbenk for rengjøring av staver

5.4 Rutiner for injeksjon/ montasje av pakkere

Et av de viktigste kriteriene for sikkerhet ved injeksjon er at selve utførelsen er korrekt. For å sikre dette må de utførende være godt kjent med hvordan utstyret skal håndteres, og hvordan de skal kontrollere at det fungerer som det skal. Denne kunnskapen må omsettes i praksis.

Sjekkpunkter ved tilrigging og under pumpeprosessen:

- Tilstand injeksjonsslange
- Tilstand koblinger på slange og gjenger på staver
- Tilstand kobling på pumpe
- Tilstand stengeventil på kraner
- Tilstand trykkavlaster- kran
- Lys
- Slange til pumpe er festet
- Stavene er sikret
- Stengeventil er åpen

Før montasje i fjellet må innerrør skrues godt inn i pakker. Pakker plasseres normalt i 1-2 meters dybde ved godt fjell. Ved høytrykksinjeksjon bør pakker plasseres 3 meter inn. Pakker plasseres før injeksjon starter slik at smøring av hullet unngås. Det bør benyttes verktøy med høyt moment for oppspenning av pakkerne. De bør etterstrammes før slangen festes på for å sikre at de sitter som de skal. Stram aldri en pakke som er satt under trykk!

Stavene må sikres mot utpressing, for eksempel med forankring i hullet, forankret pakke eller utvendig forankring til fjellet. Staven bør stå så langt inne at det er fra 0,5 til maksimalt 1 m som stikker ut. Anhuking i stav kan skape farlige situasjoner ved utglidning dersom staven kommer langt ut og trekkes sideveis av forankringen. Dersom en skal huke i andre staver bør det derfor minimum hukes i 2, helst 3 staver, og det er viktig at stavene det forankres i er på linje med den skal sikre. Dette for å unngå at staven kan bevege seg utover før wire strammes til ved en eventuell utglidning.



Forankring av injeksjonsstaver

Før injeksjonsslange påkobles bør risikoområde mellom injeksjonsutstyr og stuff sperres for unødig ferdsel. Opphold i området foran injeksjonsstaver er ikke tillatt. Oppstramming må kontrolleres før injeksjonsslange kobles på.

Både injeksjonssement, ferdigblandet injeksjonsmasse og resirkulert tunnelvann er sterkt basisk, pH 11-14, og man bør unngå at det kommer i kontakt med huden og øynene. Det vil være noe forskjell på ulike sementtyper, men generelt sett er injeksjonssement irriterende for hud og luftveier, og kan

gi alvorlig øyeskade. Det bør derfor være påbudt med åndedrettsvern (partikkelfilter), øyevern og hansker under alt injeksjonsarbeid.

Staver kan skli ut under trykkoppbygging eller komme ut som et prosjektil uten forvarsel. Dette kan skje både under injeksjon og under demontering. Det bør derfor alltid arbeides som om staven kan komme ut – dvs. at en plasserer seg godt ut til siden for staven og aldri i stavens lengderetning.

Under injeksjon kan massen presses inn i sprekker som ligger over og bak injeksjonsrigger. Dette kan gi utfall i vegger/ heng pga trykkoppbygging. Det skal derfor fortløpende foretas visuell inspeksjon for å registrere utganger og eventuelt justere sikkerhetssonen og flytte mannskap og utstyr.

Pumping skal alltid starte med lavt trykk, og pumpen skal stilles ned for hvert nytt hull. Dette for at luft skal få tid til å evakueres fra hullet. For å unngå groing i injeksjonslinja er det nødvendig med ettersyn underveis. Trykkavlastning av slange skal skje før frakobling, og dette bør alltid sjekkes ved å knekke på slangen før den kobles fra. Dette er spesielt viktig dersom det er mange injeksjonslinjer i gang samtidig, og det kan være vanskelig å følge med. Det er også viktig med god kommunikasjon mellom den som kjører pumpen og den som jobber med av- og påkobling. Her er øyekontakt viktig, og pumpeoperatøren bør kunne se mest mulig av stoffen og staven for å kunne holde seg orientert om hvor alle involverte befinner seg til enhver tid. Kommunikasjonshørselvern kan også være et godt hjelpemiddel her. Det bør alltid være en erfaren operatør på pumpeutstyret. Dersom det er mulig å bytte på arbeidsoppgavene underveis kan dette være med på å holde de utførende bedre skjerpet.

Sjekkpunkter etter injeksjon:

- Injeksjonspumpa er demontert og rengjort
- Slange er rengjort
- Koblinger, kraner og gjenger er rengjort og satt inn med formolje eller fett
- Eventuelle skader på utstyr



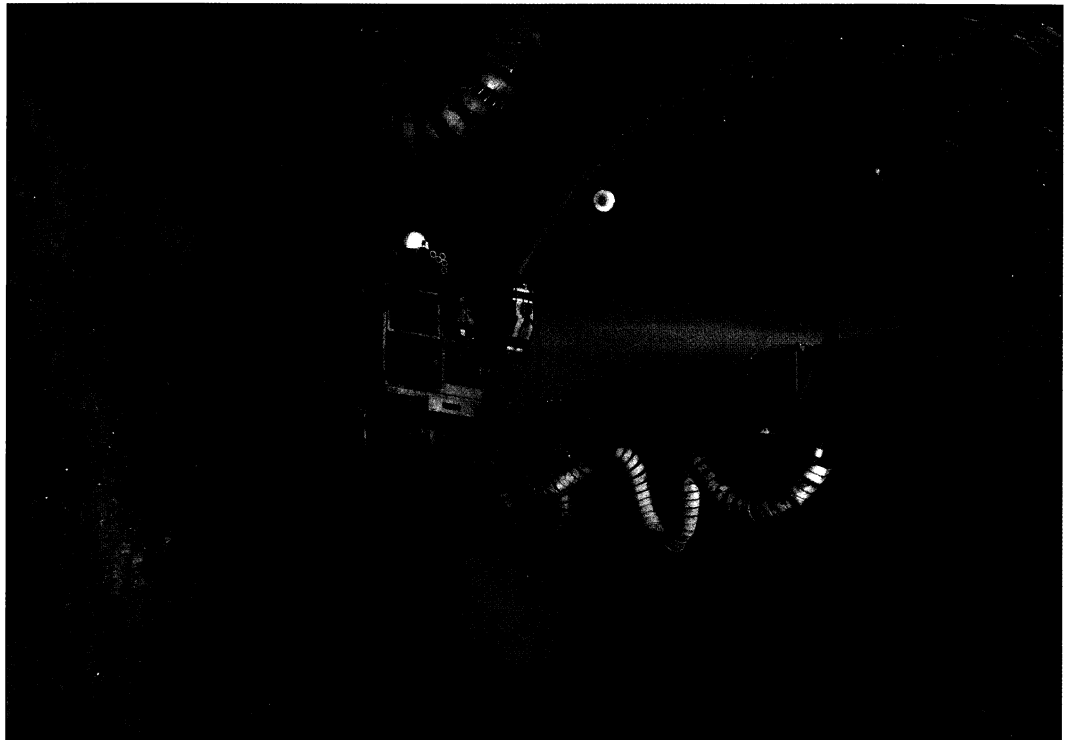
Rengjort injeksjonsrigg

5.5 Rutiner for injeksjon under vanskelige fjellforhold

Uønskede hendelser kan ofte knyttes til situasjoner der det er vanskelige fjellforhold eller svikt i utstyr. I slike situasjoner er det særlig viktig å ha gode rutiner eller prosedyrer.

Det er viktig at den som styrer injeksjonen følger nøye med på fjellforholdene. Produksjonen må tilpasses etter forholdene. Særlig på steder med vanskelige fjellforhold er det viktig å passe godt på ettersom fjellet kan løsne på slepper ved høye trykk.

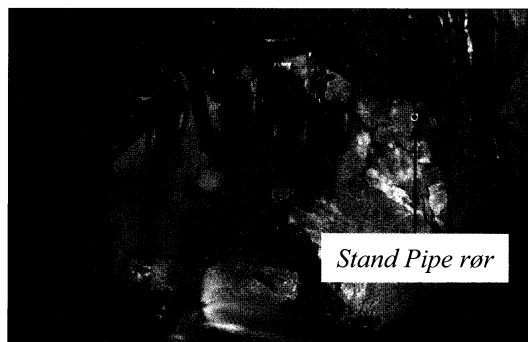
Dersom dårlige fjellforhold gjør det vanskelig å få feste for og tetting rundt pakkeren bør staven støpes fast. Under ekstreme fjellforhold kan det å støpe inn et rør å sette pakkeren i være nødvendig.



Tetningsarbeid, her mot kraftig innlekasje og høyt vanntrykk

5.6 "Stand Pipe"

AF Gruppen har i samarbeid med Elkem Saudefaldene og Edward Dahl utviklet et nytt konsept for sikrere injeksjon ved stor vanninntrengning med høyt vanntrykk som benyttes i Saudaprojektet. Metoden kalles "Stand Pipe" og er videreutviklet fra gruveindustrien. Konseptet benyttes ved systematisk injeksjon og består av innstøping av et 2 meter langt stålrør i stoffen. Stålrøret kan stenges igjen for å hindre vanninntrengning etter injeksjonshulls boring. Selve innpumpingen kan skje kontrollert gjennom stålrøret. Fordelene med å benytte "Stand Pipe" er at risiko for utfall av "pakkeren" er svært liten. I tillegg vil vann kunne stenges av på stoff slik at arbeidsmiljøet blir forbedret og injeksjonen kan foregå på en trygg måte.



Stoff i Saudaprojektet med innstøpt Stand Pipe.

6. Konklusjon

Det vil alltid være risikoelementer knyttet til berginjeksjon. Det er arbeidsgruppas håp at denne rapporten kan være med å sette søkelyset på disse risikomomentene og tiltak for å redusere risikoen, slik at bransjen unngår flere alvorlige ulykker knyttet til injeksjon. Det er videre klart at det ikke er nok med topp utstyr og gode prosedyrer og risikovurderinger. Dersom vi skal lykkes er et tett samarbeid mellom alle involverte parter viktig. Dette gjelder:

- Leverandører av utstyr og materialer
- Tekniske konsulenter
- Kunder og byggherrer
- Entreprenører og operatør på stuff

Operatøren på stuff er kanskje det aller viktigste elementet her, og at han har både kunnskap, erfaring og ikke minst vilje til å sette sikkerhet foran alt annet.

Arbeidsgruppa anbefaler at det også gjennomføres en revisjon av NFF Håndbok Nr. 1 Fjellinjeksjon (Praktisk veiledning i valg av tettestrategi og injeksjonsopplegg), og at deler av arbeidet knyttet til denne tekniske rapporten vil kunne videreføres i dette revisjonsarbeidet.

7. Vedlegg:

Følgende dokumenter vedlegges som eksempler fra et relevant underjordsprosjekt med systematisk injeksjon. NB: Må tilpasses aktuelt prosjekt og kontrakt.

- Vedlegg 1: Instruks for bruk av arbeidsutstyr for boltegysing og injeksjon
- Vedlegg 2: Sjekkliste for inspeksjon av utstyr og materiell ved injeksjonsarbeider
- Vedlegg 3: Momentliste for injeksjonsarbeider

Vedlegg 1

Instruks for bruk av arbeidsutstyr for boltegysing og injeksjon**GYLDIGHET**

Denne instruks gjelder for bruk av arbeidsutstyr ved boltegysing / oppfylling og injeksjonsutstyr ved tetting av fjell og konstruksjoner.

Denne instruks er hjemlet i:

- Forskrift best. nr. 522 Maskiner.
- Forskrift best. nr. 555 Bruk av arbeidsutstyr.

DEFINISJONER

Med arbeidsutstyr for fylling av borehull etc. menes en pumpeenhet og nødvendig blande- og transportutstyr for massen som skal fylle hullet. Enheten kan være mobil.

Med arbeidsutstyr for trykksetting av fjell menes en pumpeenhet og nødvendig blande- / transportutstyr inkludert en trykktett forbindelse (pakker) til hullet som skal injiseres. Enheten kan være mobil.

Mobilitet kan oppnås ved å montere utstyret på en basismaskin med ønskede hjelpefunksjoner.

ANSVAR OG MYNDIGHET

Produksjonsleder er ansvarlig for at prosedyren utarbeides

Driftsleder er ansvarlig for at denne prosedyren blir gjort kjent for de som skal utføre injeksjonsarbeidene.

Formann er ansvarlig for gjennomføringen.

Den enkelte ansatte har ansvaret for at alle krav i forbindelse med bruk av basismaskinen er i varetatt. Operatøren skal være erfaren og ha dokumentert sikkerhetsopplæring for arbeidsutstyret.

KRAVGenerelle aktsomhetskrav

- Gjeldende produktdatablad for de kjemiske stoffene som inngår i blanderesepten skal gjennomgås og gjøres kjent.
- Det skal benyttes verneutstyr iht. leverandørens produktdatablad – tilpasset stedlige forhold.
- Alle komponenter som inngår i trykkretsen mellom pumpe og fjell skal minst være tilpasset maksimalt injeksjonstrykk. Ved injeksjon gjelder dette mellom pumpe og pakker. Pumpen skal før injeksjon stilles på maksimalt injeksjonstrykk for det aktuelle tilfellet.
- Husk å trykkavlaste før demontering.
- Rengjør før massen herder ved langvarig bruk av utstyret.
- Tilpass mengde – unngå rester.
- Rengjør grundig etter bruk.
- Drener / beskytt mot frostskaade ved lagring / transport.
- Ved tiltrekking av injeksjonsstaven benyttes en momentforlenger. Stå godt til siden av injeksjonsstavens lengderetning ved tiltrekking og frigjøring. Staver kan komme ut som prosjektil uten forvarsel under injeksjon. Arbeidet skal derfor alltid foregå i sikker posisjon ved siden av og aldri i stavens lengderetning.

- Pakker kan gli / blåse ut og skal vurderes sikret med sikkerhetsstropp. Sikkerhetssone skal etableres. Dette avklares i en "sikker jobb analyse" (SJA).
- Innenfor sikkerhetssonen skal kun mannskap som er direkte involvert i injeksjonen oppholde seg.
- Under injeksjon kan massen presses inn på sprekker som ligger over/bak injeksjonsriggen. Dette kan gi utfall i vegger/heng på grunn av trykkoppbygging. Det skal derfor foretas visuell inspeksjon for å registrere utganger og eventuelle justere sikkerhetssonen/flytte mannskap/utstyr.

Pakkerplassering ved injeksjon

Pakker plasseres normalt i 1-2 m dybde ved godt fjell.

HMS tiltak

- Det skal alltid foretas en SJA i forkant injeksjonsarbeider.
- Tilfeller der pakkere glir under trykksetting skal rapporteres som "rapport uønsket hendelse" (RUH).
- Negativ erfaring / reaksjoner på produkter som inngår i resept skal varsles til nærmeste overordnede / verneombud. Dette skal også rapporteres som RUH.
- Kjemisk injeksjon krever spesielt utstyr og opplæring.

Vedlegg 2

Sjekkliste for inspeksjon av utstyr og materiell ved injeksjonsarbeider**Inspeksjon skal foretas av Tunnelformann eller tunnelbas.**

Tilrigging:	OK	Defekt	Kommentar	Sign.	Dato .
Tilstand injeksjonslange					
Tilstand koblinger på slange og gjenger på staver					
Tilstand kobling på pumpe					
Tilstand stengeventil på kraner					
Tilstand trykkavlaster- kran					
Lys					
Sikkerhetssone etablert					
Før pumping:					
Slange til pumpe er festet					
Stavene er sikret					
Stengeventil er åpen					
Etter injeksjon:					
Injeksjonspumpa demontert og rengjort					
Slange er rengjort					
Koblinger, kraner og gjenger er rengjort og satt inn med formolje/ fett					

Vedlegg 3

Momentliste for injeksjonsarbeider

- Injeksjon foregår under høye trykk 40 – 100 bar. Dette tilsvarer 400 –1 000 m vannsøyle
- Staver kan gli ut under trykkoppbygging. Nødvendig tiltak er etterstramming. Stav skal forankres.
- Staver kan også komme ut som prosjektil uten forvarsel. Dette kan skje både under injeksjon og under demontering. Arbeid derfor som om staven kan komme ut dvs stå godt til siden for staven og aldri i stavens lengderetning
- Rundt injeksjonsområdet skal det etableres sikkerhetssone. Innenfor sikkerhetssonen skal kun personell som er involvert i injeksjonen bevege seg
- Trykkoppbygging kan skje over og bak injeksjonsområdet. Justering av sikkerhetssonen skal derfor fortløpende vurderes. nødvendige tiltak kan være flytting av mannskap/utstyr
- Alle komponenter som benyttes til injeksjons-arbeidet skal være tilpasset maksimalt injeksjonstrykk. Injeksjonspumpen skal innstilles slik at pumping stopper ved planlagt maksimalt injeksjonstrykk
- Husk trykkavlastning av injeksjonsslange før frakøbling. Kontrolleres ved å knekke slangen.
- Pakkere skal være tilpasset hulldiameter. Dokumentasjon på tillatt trykk for pakkere skal foreligge
- Prosedyre for injeksjonsarbeider skal gjennomgås med injeksjonslagene. Disse er også retningsgivende for valg av utstyr og stoppkriterier.
- Før oppstart injeksjonsarbeider og/eller endringer i injeksjonsarbeider skal det foretas en SJA

NFF



REPRESENTERER FAGKUNNSKAP INNEN

- Bergsprengning og masseflytting
- Tunnel teknologi
- Bergmekanikk og Ingeniørgeologi

FOR FORUNDERSØKELSER, PLANLEGGING OG GJENNOMFØRING AV

erelt, produksjon
g mineraluttak

- Oljeprosjekter
- Planering for landanlegg
 - Landfall av rørledninger
 - Produktlager for olje og gass

Grunnarbeid for hus og industri

Idrettsanlegg, lager, parkeringsanlegg
i fjell, og mye mer.....

med
neler

www.nff.no

Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk
Postboks 34 Grefsen, 0409 Oslo
nff@nff.no
www.nff.no

Håndbøker fra NFF/NBG

- Nr. 1: Fjellinjeksjon. Praktisk veiledning i valg av tettestrategi og injeksjonsopplegg. (kr 200,-)
- Nr. 2: Engineering Geology and Rock Engineering. (kr. 500,-)
- Nr. 3: Arbeidsmiljø under jord. (kr. 150,-)
- Nr. 4: Håndbok for skytebas. (kr. 150,-)
- Nr. 5: Tung bergsikring i undergrunnsanlegg. (kr. 200,-)

Tekniske rapporter fra NFF/NBG (kr. 100,- pr. stk)

- 01: Redningskammer for underjordsdrift
- 02: Diesel under jord. Sluttrapport fra forprosjektet.
- 02E: Diesel Underground – a project report.
- 03: Sikker sprengning i dagen.
- 04: Plastmaterialer i tunneler og bergrom – sikker håndtering i anleggsfasen.
- 05: - Informasjon, takk! Råd og tips om kommunikasjon i en anleggshverdag.
- 06: Sikker boring gjennom sylte.
- 07: Dieseldrift under jord
- 08: Sikkerhet ved berginjeksjon

Norwegian Tunneling Technology

- No. 1: Hard Rock Tunneling
- No. 2: Tunneling Technology
- No. 3: Hydropower Tunneling
- No. 4: Road Tunneling
- No. 5: Tunneling Today
- No. 6: Geology of Norway (a map)
- No. 7: Tunneling Reviewed in the International Press
- No. 8: Subsea Tunneling
- No. 9: Underground Storage
- No. 10: Urban Tunneling
- No. 11: Hard Rock TBM Tunneling
- No. 12: Water Control Tunneling
- No. 13: Health and Safety in Norwegian Tunneling
- No. 14: Norwegian Tunneling
- No. 15: Sustainable Underground Concepts
- No. 16: Underground Construction for the Norwegian Oil and Gas Industry
- No. 17: Underground Openings – Operation, Maintenance and Repair

Fjellsprenningskonferansen (Høstkonferansen)

En årlig konferansebok som er kommet fortløpende ut siden 1963.(Flere årganger er utsolgt)

Rapporten kan bestilles hos:

NFF

Postboks 34 Grefsen

0409 OSLO

Fax: 22 89 11 01

E-post: nff@nff.no

