

Projektnamn

Västlänken och Olskroken planskildhet

Dokumenttyp

PM

Ärendenummer**Skapad av**

Kai Palmqvist

Filnamn

GK3 Tätning Korsvägen 2018

Godkänt av**Godkänt datum**

2018-03-31

Version

2.0

Prefix**Dokumenttitel****GK3-granskning Tätning E05 Korsvägen**

Skede Förfrågningsunderlag

Innehåll

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1 Utförd GK3-granskning | 3 |
| 1.1 Granskade handlingar i FU | 3 |
| 2 Granskningskommentarer till Teknisk Beskrivning Bergtunnel, Version: D | 4 |
| 2.1 BBC.14 Hydrogeologisk undersökning | 4 |
| 2.2 CBC Bergschakt..... | 5 |
| 2.3 CDD.1 Injektering..... | 5 |
| 2.4 CDD.11 Förinjektering..... | 8 |
| 2.5 CDD.14 Ridåinjektering..... | 13 |
| 2.6 CDD.141 Ridåinjektering med cementbaserat injekteringsmedel | 14 |
| 3 Granskningskommentarer till Ritningar Injektering | 15 |
| 3.1 Blad 011 Typinjektering Injekteringsklass 1 | 15 |
| 3.2 Blad 012 Typinjektering Injekteringsklass 2..... | 15 |
| 3.3 Blad 013 Typinjektering Injekteringsklass 3..... | 15 |
| 3.4 Blad 571 Station Korsvägen, Påslag Liseberget öst..... | 15 |
| 3.5 Blad 580 Station Korsvägen, Östra trumpeteten | 16 |
| 3.6 Blad 591 Station Korsvägen, Påslag Liseberget väst..... | 16 |
| 3.7 Blad 611 Station Korsvägen, Påslag Landeriet | 16 |
| 3.8 Blad 620 Station Korsvägen, Stationsrum | 16 |
| 3.9 Blad 640 Station Korsvägen, Fläktrum | 16 |
| 3.10 Blad 650 Station Korsvägen, Mellanplan | 17 |
| 3.11 Blad 660 Station Korsvägen, Uppgång Renströmsparken | 17 |
| 3.12 Blad 701 Anpassad sträcka, Spårtunnel..... | 17 |
| Ändringslogg | 19 |
| Bilaga: GK3 Granskningsprotokoll..... | 20 |

1 Utförd GK3-granskning

GK3-granskning Tätning har utförts på handlingar med med revisionsdatering fram till och med 2018-03-08.

1.1 Granskade handlingar i FU

| Nr | Handling | Filnamn | Datum | Rev. | Rev. datum |
|---------|------------------------------------------------------------|----------------------|------------|------|------------|
| 6.6.1.1 | Teknisk Beskrivning Bergtunnel | E05-00-010-0000-0005 | 2016-09-14 | D | 2018-03-08 |
| 6.8.1.1 | TYPINJEKTERING, INJEKTERINGSKLASS 1 | E00-17-300-0000-011 | 2016-09-14 | B | 2018-03-08 |
| 6.8.1.1 | TYPINJEKTERING, INJEKTERINGSKLASS 2 | E00-17-300-0000-012 | 2016-09-14 | B | 2018-03-08 |
| 6.8.1.1 | TYPINJEKTERING, INJEKTERINGSKLASS 3 | E00-17-300-0000-013 | 2016-09-14 | B | 2018-03-08 |
| 6.8.1.1 | ANPASSAD STRÄCKA KORSVÄGEN, SPÅRTUNNEL, INJEKTERING | E05-17-300-0600-701 | 2016-09-14 | B | 2018-03-08 |
| 6.8.1.1 | STATION KORSVÄGEN, PÅSLAG LISEBERGET ÖST, INJEKTERING | E05-17-300-0700-571 | 2016-09-14 | C | 2018-03-08 |
| 6.8.1.1 | STATION KORSVÄGEN, ÖSTRA TRUMPETEN, INJEKTERING | E05-17-300-0700-580 | 2016-09-14 | C | 2018-03-08 |
| 6.8.1.1 | STATION KORSVÄGEN, PÅSLAG LISEBERGET VÄST, INJEKTERING | E05-17-300-0700-591 | 2016-09-14 | C | 2018-03-08 |
| 6.8.1.1 | STATION KORSVÄGEN, PÅSLAG LANDERIET, INJEKTERING | E05-17-300-0700-611 | 2016-09-14 | C | 2018-03-08 |
| 6.8.1.1 | STATION KORSVÄGEN, STATIONS- RUM, INJEKTERING | E05-17-300-0700-620 | 2016-09-14 | C | 2018-03-08 |
| 6.8.1.1 | STATION KORSVÄGEN, FLÄKTRUM, INJEKTERING | E05-17-300-0700-640 | 2016-09-14 | C | 2018-03-08 |
| 6.8.1.1 | STATION KORSVÄGEN, MELLAN- PLAN, INJEKTERING | E05-17-300-0700-650 | 2016-09-14 | C | 2018-03-08 |
| 6.8.1.1 | STATION KORSVÄGEN, UPPGÅNG RENSTRÖMSPARKEN, INJEKTERING | E05-17-300-0700-660 | 2016-09-14 | C | 2018-03-08 |

2 Granskningskommentarer till Teknisk Beskrivning Bergtunnel, Version: D

2.1 BBC.14 Hydrogeologisk undersökning

I ursprunglig version av Teknisk Beskrivning angavs att:

Inläckage av grundvatten i tunnlar och bergschakt ska mätas för att visa att täthetskrav uppfylls under byggtiden. Mätvallar eller likvärdiga mätningar ska anläggas med c/c 200 m. (Ska kompletteras med avseende på mätmetodik under byggskedet.)

I föreliggande version D har BBC.14 Hydrogeologisk undersökning tagits bort. I dokumentet PM Typinjektering anges under 10.1.5 Kontroll och uppföljning av Injekteringsklass 1 bl.a.:

Uppföljning av inläckage ska inom Injekteringsklass 1 främst utföras i temporära mätdammar.

Under 10.3.5 Kontroll och uppföljning anges bl.a.:

Förutom temporära mätdammar ska även kontrollhål utföras inom Injekteringsklass 3, då det är viktigt att säkerställa att tillräcklig tätning uppnåtts.

Krav på kontroller anges till entreprenör i Kontrollprogram och dess utförande beskrivs i Teknisk Beskrivning i bygghandlingarna.

I föreliggande version D anges under **CDD.11 Förinjektering** bl.a.:

Kontroll av erhållen täthet ska utföras genom mätning av inläckande vatten.

Under CDD.141 redovisas en rubrik "Injektering vid mätdike för mätning av inläckande vatten".

Kommentar:

I föreliggande TB finns ingen beskrivning över var, när och hur inläckande vatten ska mätas.

I BeFo Rapport 104 Mätningar av vatten till bergtunnlar anges:

- Intention med mätningarna
- Hur dag- och dräneringsvatten ska separeras
- När mätningar ska påbörjas
- Var mätningar ska göras
- Vilken typ av mätanordning som ska användas
- Hur ofta mätningar ska göras, samt hur mätningar ska rapporteras
- Skötsel- och kalibreringsinstruktioner

Handlingarna ska också innehålla skrivningar om konsekvenserna i de fall inte direktiven följs.

2.2 CBC Bergschakt

Under **CBC Bergschakt**, Drivningsrestriktioner anges:

Behovet och val av drivningsrestriktioner är inte lika tydligt kopplat till mätbara eller observerbara parametrar jämfört med val av förstärkning.

Kommentar:

Läckande vatten i salvhål måste innebära en drivningsrestriktion med innebörd att läckande salvhål ska injekteras. Laddning får ej ske i läckande salvhål. Beskrivning av åtgärder saknas.

Under **CBC.611** anges att:

Tunneldrivning får utföras till max 150 m från ej färdigställt mätdike. Mätdiket ska vara färdigställt för kontinuerlig mätning innan fortsatt tunneldrivning får utföras. Föreskrivet funktionskrav för del i totalentreprenad framgår av dokument Teknisk Beskrivning Mark och Anläggning, EO4-00-010-0000-0002.

Kommentar:

Avståndet 150 m är orimligt med hänsyn till att mätning av inläckande vatten måste utföras i takt med framdrift och utförda tätningsåtgärder. Ett mätdike vid tullgräns måste utföras och vara i funktion så snart tunneldrivningen passerat läget för diket. Tunneldrivning får utföras max 50 m från ej färdigställt dike.

I Tekniskt PM Bergteknik anges att:

Resultat redovisade i denna PM ska vara styrande för ritningar, beskrivningar och kontrollprogram, vilka i sin tur anger krav på utformning, materialegenskaper, utförande samt kontroll av bergförstärkning, bergdrivning, injektering och dess komponenter.

Föreskriven teknisk lösning för mätdike ska framgå av Teknisk beskrivning Bergtunnel och ej genom hänvisning till Teknisk beskrivning Mark och Anläggning.

Lägen för mätdiken ska framgå av bygghandlingarna. Mätdiken måste finnas i gräns mellan sträckor med olika täthetskrav, annars är det omöjligt att kontrollera om täthetskraven uppfyllts.

Mätning av inläckande vatten är en viktig del i det Kontrollprogram som ska ingå i Bygghandlingarna.

2.3 CDD.1 Injektering

Under rubriken **Injekteringsutrustning för cementbaserat injekteringsmedel** anges att:

Kapacitet på injekteringspumpar ska ej vara begränsande vid injektering. Pumpkapacitet ska vara minst 70 l/min vid 4 MPa och minst 100 l/min vid 0,5 MPa tryck. Injektering ska kunna utföras med tryck mellan 0,5 MPa – 6 MPa.

Kommentar:

Injekteringsdesignen i dokumentet PM Typinjektering nämner inte dessa tryck och flöden. Risk för jacking föreligger redan vid < 2 MPa och betydligt mindre flöden i aktuell berggrund. Entreprenören kan uppfatta att det är fritt fram att starta injekteringen med högre tryck och flöde än vad som i föreskrifter anges som max injekteringstryck (vanligen ≤ 2 MPa). Ett sådant förfarande är katastrofalt för tätningsresultatet och medför stor risk för skadlig omgivningspåverkan.

Det är däremot viktigt hur många pumpar som erfordras för att samtidigt kunna injektera hål med samband. Utrustning för samtidig injektering av ≥ 5 hål bör krävas. Sambandshål, som injekteras när pump blir ledig, är ett förlorat hål med dålig tätningseffekt.

Injekteringsutrustning omfattar också blandare (kolloidkvarn) med hög dispergeringseffekt, varvtal minst 1 750 varv/min. Vidare krävs mellanlagringskärl med omrörare, ett kärl per pump.

Injektering av flera hål utan inbördes hydraulisk förbindelse med samma pump leder till sämre tätningsresultat och bör undvikas.

Krav på registrering vid injektering av flera hål med samma pump saknas.

Under rubriken **Utförandekrav** avseende Borrning för injektering anges att:

Borrhål får ej utföras närmare än 5 m från befintlig berganläggning.

Kommentar:

Det måste anges vilka borrhåstoleranser som gäller.

Under rubriken **Vattenförlustmätning** anges att:

Vattenförlustmätning efter injektering ska utföras vid:

- *områden med särskilt täthetskrav*
- *utökad kontroll t.ex. vid utvärdering av inledande injektering eller uppföljning av injekteringsutförande*

Kommentar:

Alla områden omfattas av särskilda täthetskrav (Trafikverkets täthetskrav). Vad menas med särskilt täthetskrav? Avses TK2 och TK3? Vad innebär utökad kontroll? Vattenförlustmätning ska utföras i Injekteringsklass 1 och i injekteringsklass 3.

Under rubriken **Vattenförlustmätning** anges vidare att:

Resultat från vattenförlustmätning efter injektering ska lämnas till beställaren inom 1 timme efter utförande. Resultatet ska utgöra underlag för beställarens beslut om fortsatt bergschakt.

Kommentar:

Det ska framgå av bygghandlingarna vilket vattenförlustvärde som på aktuell sträcka verifierar att täthetskravet är uppfyllt. Om täthetskravet ej är uppfyllt ska det framgå av bygghandlingarna vilka ytterligare tätningsåtgärder som ska vidtagas.

Under rubriken **Kontroll, Förundersökning av injekteringsmedel** anges att:

För att påvisa repeterbarhet av uppnådda egenskaper och riktvärden ska minst två (2) separata blandningar utföras för respektive blandning (recept).

I dokument PM Typinjektering; Designunderlag injekteringsmedel anges:

Detta innebär att utgående från kravställan gällande erforderlig inträngningsförmåga, erforderlig inträngningslängd samt hållfasthetskrav ska ramor upprättas för designen. Ramorna ska innehålla riktvärden för injekteringsmedlens egenskaper.

Kommentar:

Av citerad text framgår att ramorna ska innehålla riktvärden för injekteringsmedlens egenskaper. Riktvärden för olika egenskaper ska anges.

I Tabell TB CDD.1/1 Kontroller vid förundersökning redovisas Filtreringsstabilitet, som är en viktig egenskap, för att kunna uppnå ett bra tätningsresultat. Under Utvärderingskriterium ska anges att prov ska ligga inom riktvärden.

Det är viktigt att en förundersökning resulterar i bruksblandningar med så bra egenskaper som möjligt. För detta krävs att riktvärden, baserade på egenskaper som uppnåtts med bra utrustning (blandare) och bra recept, anges. Krav på blandare ställs under Injekteringsutrustning. Resultatkrav vid fortlöpande provning är att resultaten vid godkänd förprovning ska uppnås.

Under rubriken **Fortlöpande kontroll av injekteringsmedel** anges att:

Beställaren beslutar om toleranser (gränsvärden) inför fortsatt fortlöpande kontroll baserat på resultat från förundersökning.

Kommentar:

Samma utrustning som använts vid förprovningen ska användas vid den fortlöpande provningen. Samma resultat vid den fortlöpande provningen visar att injekteringen sker med vid förundersökningen godkänd bruksblandning (filterpump). Medelvärden inom angiven tolerans är ej vad som ska gälla.

2.4 CDD.11 Förinjektering

Under rubriken **Injekteringsteknik** anges att:

Hål med konstaterat samband ska injekteras samtidigt eller direkt när ledig utgång finns.

Injektering får utföras i upp till tre hål samtidigt med en pump, s.k. multihålsinjektering.

Fler än tre hål per pump får injekteras samtidigt om registrering av pumptid, injekterad volym, tryck och flöde kan göras för respektive hål.

Multihålsinjektering ska eftersträvas för hål med liknande inläckage och vid hål med samband.

Kommentar:

För att uppnå en effektiv tätning av varje hål utföres multihålsinjektering endast vid hål med samband.

Att injektera hål med samband när ledig utgång finns medför att tätningseffekten blir dålig och ska undvikas.

Under rubriken **Injekteringstryck** anges att:

Injektering ska efter uppnådd hålfyllnad inledas med ett högt flöde tills angivet injekteringsövertryck (designtryck) uppnått. Tryck ska därefter hållas konstant under resterande injekteringstid.

Kommentar:

Konsekvensen av föreskriven injektering är att vissa sprickkanaler jackas (utvidgas) varigenom bruksblandningen okontrollerat sprids utanför planerad tätzon. En annan konsekvens är att det vid öppningen till små sprickkanaler bildas filtreringskakor som förhindrar tätning av de små kanalerna. I den aktuella berggrunden med föreliggande höga till mycket höga täthetskrav är det av största vikt att förekommande små sprickkanaler tätas.

Det är därför viktigt att injekteringsutförandet tidigt utvärderas med avseende på tecken på skadlig jacking, stoppkriterier, max volym och tätningresultat. Krav på utvärdering, hur den ska göras, ska framgå av kontrollprogram.

Under rubriken **Injekteringsklass 1** anges att:

Injektering ska inledas med borrhning av sonderingshål vilka ingår i injekteringskärm. Inflödesmätningar ska utföras i sonderingshål innan resterande injekteringshål borrar.

Injekteringsomgång 1 ska injekteras med Blandning 1.

Beslut avseende justering av injekteringsförfarande ska tas baserat på resultat av inflödesmätningar i sonderingshål. Vid inflöde över gränsvärde ska injektering utföras med blandning 3 alternativt ska injektering utföras enligt Injekteringsklass 2. Beställaren tillhandahåller underlag för entreprenörens beslut.

Kommentar:

Vad gäller krav avseende tätning har täthetskrav för samtliga delsträckor ställts av Trafikverket som projekteringsförutsättning. På sträckor där Trafikverkets

täthetskrav är TK3, vilket enligt PM Typinjektering kräver utförande enligt Injekteringsklass 3, har angivits att utförandet ska baseras på Injekteringsklass 1.

Med anledning av att utförande i beskrivningar och ritningar baseras på Injekteringsklass 1 har Trafikverket beslutat om ett ändrat utförande och kontroll av systematisk förinjektering.

Detta innebär att på sträckor där, trots täthetskrav 3, handlingarna anger ett utförande baserat på Injekteringsklass 1, startas injekteringen med Injekteringsklass 1. Tätningens resultatet kontrolleras med hjälp av vattenförlustmätning i kontrollhål. Visar hålen att täthetskravet inte uppfyllts utföres en andra injekteringsomgång och utförandet går över i Injekteringsklass 3 med tillhörande kontrollhål, efter andra omgångens injektering.

Injekteringsklass 2 utgår.

Under rubriken **Kompletterande hål/omgång** anges:

Beslut om kompletterande hål eller hel omgång tas av beställaren. Beslut ska baseras på antal hål som inte uppnått designtryck inom 10 min alternativt hål som uppnått maximal injekteringsvolym och ska utföras då:

- *Tre (3) eller fler hål i botten inte uppnått designtryck inom 10 min alternativt uppnått maximal injekteringsvolym*
- *Fyra (4) eller fler närliggande hål i övriga delar av skärmen inte uppnått designtryck inom 10 min alternativt uppnått maximal injekteringsvolym*

Kompletterande hål utförs mellan tidigare utförda injekteringshål och ska omsluta del av skärm som ska kompletteras. Vid komplettering av hål i botten ska kompletterande hål utföras i hela botten.

Kompletterande hel andra omgång ska utföras då antalet kompletterande hål överstiger 50 % av antalet hål i inledande omgång.

I områden där kontrollhål utförs ska beslut om kompletterande omgång baseras på resultat från vattenförlustmätningar i kontrollhål.

Kompletterande injektering ska utföras med Blandning 1.

Kommentar:

Av Kommentar till Injekteringsklass 1 ovan framgår att kontrollhål alltid utföres för kontroll av tätningens resultatet.

Det innebär att vad som anges beträffande kompletterande hål/omgång saknar relevans och utgår.

Däremot krävs kompletterande text som tydliggör vid vilka vattenförluster tätningens resultat uppfyller Trafikverkets täthetskrav på olika sträckor.

Föreskriften att kompletterande injektering ska utföras med Blandning 1 gäller ej generellt. Byggledningen bestämmer om injekteringen t.ex. ska utföras med Blandning 2.

Under rubriken **Injekteringsklass 2** anges att:

Injektionsomgång 1 ska injekteras med Blandning 3. Injektionsomgång 2 ska injekteras med Blandning 1.

Kommentar:

Förfaringssättet saknar relevans i aktuell berggrund.

Injekteringsklass 2 utgår.

Under rubriken **Injekteringsklass 3** anges att:

Injektionsomgång ska injekteras med Blandning 1. Riktlinje för val av injektionsmedel för omgång 2 enligt Tabell TB CDD.11/2.

Kommentar:

Anvisad tabell innebär att bergtäckning avgör vilket injektionsmedel som ska väljas.

Injektionsmedel väljs med hänsyn till vad kontrollhål, utförda efter start med Injekteringsklass 1, visar. Vid start med Injekteringsklass 3 utföres även injektionsomgång 2 med Blandning 1.

Under rubriken **Kompletterande hål/omgång** anges att:

Beslut om kompletterande hål eller hel omgång tas av beställaren baserat på uppmätt täthet i kontrollhål och/eller antal hål i andra omgången som inte uppnått designtryck inom 10 min alternativt hål som uppnått maximal injektionsvolym.

Kompletterande injektering ska utföras med samma injektionsmedel som Injektionsomgång 2.

Kommentar:

Kontrollhålens funktion är att visa att täthetskravet enligt uppsatta kriterier är uppfyllt. Om täthetskravet ej är uppfyllt utföres en kompletterande omgång.

Val av injektionsmedel baseras på vad kontrollhålen visar.

Under rubriken **Anpassat injektionsutförande** anges att:

Permanent gavel ska injekteras med hål i gaveln. Injektionshållängd minst 6 m förbi gavelläge med hålavstånd max 5 meter. Injektering av gavelhål ska utföras med Blandning 1 i 20 min.

Kommentar:

I dokumentet PM Typinjektering anges att typinjekteringslösningar ska ligga till grund för injektionsprojektering för att uppnå ställda krav på täthet. Skärmar med typinjektering för ändamålet är Injekteringsklass 1 och Injekteringsklass 3.

Anpassning av skärmarna kan omfatta skärmlängd, stickmått mm. Skärmarna ska omsluta planerad bergschakt och tätningen ska utföras som förinjektering.

Bergschakt får ske först sedan kontrollhål visat att gällande täthetskrav är uppfyllt.

Injekteringskärm avslutas inte vid permanent gavel utan fortsätter med längd för överlapp. Extra hål innanför teoretisk kontur i sista skärmen kan ingå i skärmen.

Samma Blandning och injektering som skärmen i övrigt ska tillämpas.

Under rubriken **Anpassat injekteringsutförande** redovisas föreskrifter för:

Sekretessanläggning 408, Passage Gårdatunneln, Bergtunnelpåslag E6, Bergtunnelpåslag Almedal, Pumpstation Gårda, Station Korsvägen inklusive Västra Stationsrummet, Servicetunnel 101, Mellanplan, Fläktrum, Östra Trumpeten och Uppgång Renströmsparken, Servicetunnel Korsvägen, Servicetunnel Liseberget och Servicetunnel Skår.

Det anges att anpassad injektering för Sekretessanläggning 408, Passage Gårdatunneln, Servicetunnel 101, Servicetunnel Korsvägen, Servicetunnel Liseberget och Servicetunnel Skår ska baseras på Injekteringsklass 1.

Anpassad injektering för Bergtunnelpåslag E6, Bergtunnelpåslag Almedal och Station Korsvägen ska baseras på Injekteringsklass 3.

Kommentar:

Att anpassad injektering baseras på Injekteringsklass 1 innebär att skärmen injekteras i en omgång. Uppnådd täthet kontrolleras med hjälp av kontrollhål och vattenförlustmätning. Om gällande täthetskrav ej är uppfyllt utföres en andra injekteringsomgång och tätningsutförandet går över i Injekteringsklass 3. Detta innebär att kontroll av uppnådd täthet utföres efter andra omgångens injektering, vilket kan leda till ytterligare en injekteringsomgång.

Att anpassad injektering baseras på Injekteringsklass 3 innebär att skärmen injekteras i två omgångar varefter kontroll av uppnådd täthet utföres, vilket kan leda till ytterligare en injekteringsomgång.

Under **Station Korsvägen** anges att:

Vid drivning av central pilottunnel ska minst sex (6) kontrollhål per skärm utföras. För övriga delar ska minst fyra (4) kontrollhål per skärm utföras.

Kommentar:

En täthetskontroll med aktuella areor måste omfatta betydligt fler kontrollhål än vad som anges för kontroll av skärm. Bara kontroll av täthet i botten av central pilottunnel kräver minst fem (5) kontrollhål och kontroll av botten inom övriga delar minst tre (3) kontrollhål.

Under **Mellanplan och Fläktrum** beskrivs ett tätningsutförande med ridåinjektering och botteninjektering.

Kommentar:

Under Mellanplan och Fläktrum beskrivet tätningsutförande motsvarar inte ens tätning i Injekteringsklass 1 och än mindre angiven Injekteringsklass 3 med minst två omslutande injekteringsomgångar i varje skärm. Angivet utförande strider mot dokument Typinjektering och är oacceptabelt.

Under **Kontroll av erhållen täthet** anges att:

Kontroll av erhållen täthet ska utföras genom mätning av inläckande vatten.

Kommentar:

Var, när och hur?

Detta ska framgå av Kontrollprogram.

Under **Kontrollhål** anges att:

Kontrollhål ska utföras för utökad kontroll av uppnådd täthet i enskilda injekteringsskärmar.

Kompletterande injekteringshål ska utföras då vattenförlust överstiger 2,5 l/min (vid 1 MPa vattenförlustövertryck).

Kompletterande hel injekteringsomgång ska utföras då ett av följande kriterier infaller:

- *Vattenförlust överstiger 2,5 l/min (vid 1 MPa vattenförlustövertryck) i minst hälften av kontrollhålen.*
- *En total vattenförlust överstigande totalt 10 l/min i samtliga kontrollhål*

Kommentar:

Kontrollhål ska utföras i såväl Injekteringsklass 1 som Injekteringsklass 3 och inte enbart i enskilda skärmar.

I vilken täthetsklass och vid vilken borrhålslängd gäller redovisade kriterier?

I dokument Typinjektering anges under Injekteringsklass 3 (som utföres vid täthetskrav 2 l/min, 100 m tunnel) att:

Kompletterande injekteringsomgång ska utföras enligt följande preliminära krav:

- *Vid vattenförlust överstigande 0,5 l/min per hål (vid vattenförlustövertryck på 1 MPa) i två eller fler kontrollhål.*
- *Vid en total vattenförlust överstigande 2 l/min (vid vattenförlustövertryck på 1 MPa) i samtliga kontrollhål.*

Kriterier för godkänd tätning i använda täthetsklasser måste redovisas och anges i Lugeon, så att även borrhålslängd beaktas.

Redovisat antal kontrollhål per skärm i spårtunnlar, servicetunnlar och pilottunnlar är för litet för att resultaten ska visa om täthetskrav har uppfyllts eller om ytterligare injekteringsomgång ska utföras.

Vidare anges under **Kontrollhål** att:

Kontrollhål ska utföras inom Injekteringsklass 3 samt inom områden med särskilda täthetskrav inom övriga injekteringsklasser. Kontrollhål ska även utföras enligt särskild beställning för utvärdering av injekteringskoncept eller för förhöjd uppföljning vid misstanke om bristande uppnådd täthet.

Kontrollhål ska utföras innanför teoretisk bergkontur.

Kontrollhål ska vattenförlustmätas med 1 MPa övertryck under minst 3 minuter med konstant flöde. Resultat redovisas som vattenförlust angivet med liter per minut och angivet tryck.

Kommentar:

Med undantag av Injekteringsklass 3 ska kontrollhål utföras efter varje injekteringsomgång för att kontrollera om tätningsresultatet uppfyller täthetskravet i aktuell tätningsklass eller om en ny injekteringsomgång ska utföras. Trafikverket har angivit gällande täthetskrav för alla ingående delar av entreprenaden.

Resultat av vattenförlustmängningar ska redovisas i Lugeon, så att även borrhåslängd beaktas.

Syftet med kontrollhålen är att kontrollera tätheten på den injekterade zon som omger planerad bergschakt. Kontrollhålen ska därför utföras i den tätade zonen och inte innanför teoretisk bergkontur.

Resultat av vattenförlustmätningar i kontrollhål ska redovisas i Lugeon, så att resultatet direkt kan jämföras med täthetskriterier i Lugeon i aktuell täthetsklass.

Kontrollprogram för kontroll av erhållen täthet med lägen för mätdiken mm saknas.

Likaså saknas tullgränser för tätning.

2.5 CDD.14 Ridåinjektering

Under **Borrning för injektering** anges:

Ridåinjektering av bergmassan ska utföras i förskärning till servicetunnel, kring vertikala schakt samt inom Station Korsvägen.

Kommentar:

Ridåinjektering kan inte ersätta utförande enligt Injekteringsklass 1 och Injekteringsklass 3 i förskärning och inom Station Korsvägen.

Under **Injekteringsteknik** anges att:

Ridåinjektering ska utföras enligt "split-spacing" förfarande. Detta innebär att inledningsvis borrar vartannat håll och injektering av dessa utförs. Därefter borrar och injekteras mellanliggande håll.

Kommentar:

Vid utförande i Injekteringsklass 3 ska kontroll av uppnådd täthet utföras med hjälp av kontrollhål och vattenförlustmätning.

Vid utförande i Injekteringsklass 1 ska kontroll av uppnådd täthet utföras efter första omgången. Om täthetskravet ej är uppfyllt övergår utförandet med en andra injekteringsomgång enligt Injekteringsklass 3 följt av kontroll av uppnådd täthet.

2.6 CDD.141 Ridåinjektering med cementbaserat injekteringsmedel

Under **Ridåinjektering förskärning** anges att:

Omfattning beslutas av beställaren. Beslut om eventuell Omgång 3 tas av beställaren baserat på injekteringsmedelsåtgång i Omgång 2.

Kommentar:

Ridåinjektering kan inte ersätta utförande enligt Injekteringsklass.

Projektören, inte beställaren, ska föreskriva åtgärder med hänsyn till täthetsbehov och vilka kontroller och åtgärder som ska utföras för att verifiera att gällande täthetskrav är uppfyllt.

Under **Ridåinjektering vertikala schakt** anges att:

Injektering ska utföras med nivåinjektering. Maximal injekterad sektionlängd, tryck, injekteringstid och max injekteringsvolym ska anpassas till bergtäckning enligt Tabell TB CDD.141/2.

Kommentar:

Föreskrifterna är märkliga. Varför föreskriva ett utförande där angiven maxvolym över huvud taget inte har med tätning runt schaktet att göra? Endast vid jacking kan sådana maxvolym inträffa. Var finns kopplingen i föreskrivet utförande med gällande täthetskrav och Injekteringsklass?

Hur kontrolleras att täthetskravet är uppfyllt i Injekteringsklass 3?

Beställaren ska inte besluta något om Omgång 3. Projektören, inte beställaren, ska föreskriva åtgärder med hänsyn till täthetsklass och vilka kontroller som ska utföras för att verifiera att erforderlig tätning utförts.

3 Granskningskommentarer till Ritningar Injektering

3.1 Blad 011 Typinjektering Injekteringsklass 1

I dokument PM Typinjektering föreskrivs sondering för att identifiera mer vattenförande sträckor. Där sonderingen visar inflöde över angivna gränser föreskrivs att injektering ska utföras i två omgångar enligt Injekteringsklass 2.

Eftersom ett utförande enligt Injekteringsklass 2 inte längre är motiverat, utföres förinjektering enligt Injekteringsklass 1 respektive Injekteringsklass 3.

Efter injektering i en omgång enligt Injekteringsklass 1 har Trafikverket föreskrivit att uppnådd täthet enligt gällande täthetskrav på sträckan (Täthetsklass) ska kontrolleras. Om täthetskravet ej är uppfyllt utföres en andra injekteringsomgång enligt Injekteringsklass 3 följt av kontroll av uppnådd täthet med hjälp av kontrollhål och vattenförlustmätning.

Av ovanstående följer att sonderingshål utgår och att Förklaringar och Föreskrifter arbetsgång uppdateras. "Eventuellt kompletterande hål" utgår i text och i Typsektion och kontroll ska utföras. Eventuell borrhning och vattenförlustmätning i kontrollhål tas bort. Borrhning och vattenförlustmätning i kontrollhål ska utföras. Det ska anges att om kontrollhålen visar att täthetskravet ej uppfyllts övergår utförande i Injekteringsklass 3.

Kontroll av uppnådd täthet ska ske med kontrollhål i den omslutande tätskärmen och ej med kontrollhål innanför teoretisk sektion. Hålens läge ska framgå av typsektionerna. Hålens längd 3 m kortare än injekteringshål.

Vid parallell dubbelspårs- och servicetunnel ska båda tunnlarna injekteras runt hela tvärsnittet.

3.2 Blad 012 Typinjektering Injekteringsklass 2

Ritningen utgår.

3.3 Blad 013 Typinjektering Injekteringsklass 3

Under Förklaringar och Föreskrifter samt i Typsektion utgår "eventuellt kompletterande injekteringshål". Kontrollhål ska utföras. Om täthetskravet ej är uppfyllt utföres en kompletterande injekteringsomgång.

Under Föreskrifter anges:

Kontroll av uppnådd täthet ska ske med kontrollhål i den omslutande tätskärmen och ej med kontrollhål innanför teoretisk sektion. Hålens läge ska framgå på typsektionerna. Hålens längd 3 m kortare än injekteringshål.

Vid parallell dubbelspårs- och servicetunnel ska båda tunnlarna injekteras runt hela tvärsnittet.

3.4 Blad 571 Station Korsvägen, Påslag Liseberget öst

Ritningen är ofullständig och något svårtolkad. I Föreskrifter anges tre pilot tunnlar. Sektion A-A visar tre enheter inom teoretisk sektion. Alla kan inte vara pilot tunnlar. Om central pilot utförs först ska den förinjekteras så att den omslutes av en tätzon som uppfyller gällande täthetskrav. Före uttag av sidostrossarna ska dessa injekteras enligt Föreskrifter och uppfylla gällande täthetskrav.

Täthetskrav är Täthetsklass 3 vilket innebär 2 l/min och 100 m tunnel. Detta innebär att Injekteringsklass 3 ska tillämpas. Injektering utföres i två omgångar följt av kontroll av uppnådd täthet med hjälp av kontrollhål och vattenförlustmätning. Vilka stickmått gäller för omgång 2? Hur många kontrollhål ska utföras och var?

Vilket kriterium i Lugeon gäller för godkänd täthet i kontrollhål? Vilket kriterium gäller för att utföra ytterligare en injekteringsomgång?

Ritningen måste förtydligas med angivande av täthetsklass och kriterium för godkänd täthet i Lugeon, och kompletteras med en beskrivning av utförande och åtgärder när uppnådd täthet ej är godkänd.

3.5 Blad 580 Station Korsvägen, Östra trumpeten

Täthetsklass, täthetskriterier, injekteringsklass, kontrollhål, kontroll av uppnådd täthet, injekteringsutförande vid en andra injekteringsomgång och åtgärder vid ej uppfyllt täthetskrav saknas.

Ritningen måste kompletteras med utförliga föreskrifter som minst innehåller vad som saknas enligt ovan.

3.6 Blad 591 Station Korsvägen, Påslag Liseberget väst

Allt som framgår av ritningen är teoretisk injekterad zon. Injekteringssekvenser kopplade till antagen bergguttagsordning saknas.

Täthetsklass, täthetskriterier, injekteringsklass, kontrollhål, kontroll av uppnådd tätning, injekteringsutförande vid en andra injekteringsomgång och åtgärder vid ej uppfyllt täthetskrav saknas.

Ritningen måste kompletteras med utförliga föreskrifter som minst innehåller vad som saknas enligt ovan.

3.7 Blad 611 Station Korsvägen, Påslag Landeriet

Allt som framgår av ritningen är teoretisk injekterad zon. Injekteringssekvenser kopplade till antagen bergguttagsordning saknas.

Täthetsklass, täthetskriterier, injekteringsklass, kontrollhål, kontroll av uppnådd tätning, injekteringsutförande vid en andra injekteringsomgång, åtgärder vid ej uppfyllt täthetskrav saknas.

Ritningen måste kompletteras med utförliga föreskrifter som minst innehåller vad som saknas enligt ovan.

3.8 Blad 620 Station Korsvägen, Stationsrum

Allt som framgår av ritningen är teoretisk injekterad zon. Injekteringssekvenser kopplade till antagen bergguttagsordning saknas.

Täthetsklass, täthetskriterier, injekteringsklass, kontrollhål, kontroll av uppnådd tätning, injekteringsutförande vid en andra injekteringsomgång, åtgärder vid ej uppfyllt täthetskrav saknas.

Ritningen måste kompletteras med utförliga föreskrifter som minst innehåller vad som saknas enligt ovan.

3.9 Blad 640 Station Korsvägen, Fläktrum

Enligt dokument Typinjektering ska förinjektering utföras för att uppnå ställda täthetskrav. Vidare anges att typinjekteringslösningarna ska ligga till grund för injekteringsprojektering.

Det redovisas ingen typinjekteringslösning för ridå- och botteninjektering i dokument Typinjektering.

Det som redovisas på ritningen som botteninjektering är efterinjektering och inte förinjektering.

Täthetskrav är Täthetsklass 3 vilket innebär ett tillåtet inläckage på 2 l/min och 100 m tunnel. Vid Täthetsklass 3 ska tätningen enligt dokument Typinjektering utföras i Injekteringsklass 3. I varje skärm ska injektering utföras i minst två omgångar. Injekteringen ska i varje omgång skapa en omslutande tätzon kring planerad bergschakt.

Injekteringen på ritningen är inte omslutande och omfattar endast tak och övre del av vägg. Ingen tätning utföres av botten.

Det föreskrivna tätningsutförandet kan omöjligt resultera i att täthetskravet uppfylls. På ritningen redovisas heller inte hur kontroll av uppnådd täthet ska utföras.

Det föreskrivna tätningsutförandet är oacceptabelt.

En ny ritning med tätningsutförande baserat på omslutande förinjekteringssskärmar enligt Typinjektering måste tas fram. Av ritningen ska minst framgå Täthetsklass, täthetskriterier, injekteringsklass, kontrollhål, kontroll av uppnådd täthet samt injekteringsutförande och åtgärder vid ej uppfyllt täthetskrav.

3.10 Blad 650 Station Korsvägen, Mellanplan

Enligt dokument Typinjektering ska förinjektering utföras för att uppnå ställda täthetskrav. Vidare anges att typinjekteringslösningarna ska ligga till grund för injekteringsprojektering.

Det redovisas ingen typinjekteringslösning för ridå- och botteninjektering i dokument Typinjektering.

Det som redovisas på ritningen som botteninjektering är efterinjektering och inte förinjektering.

Täthetskrav är Täthetsklass 3 vilket innebär ett tillåtet inläckage på 2 l/min och 100 m tunnel. Vid Täthetsklass 3 ska tätningen enligt dokument Typinjektering utföras i Injekteringsklass 3. I varje skärm ska injektering utföras i minst två omgångar. Injekteringen ska i varje omgång skapa en omslutande tätzon kring planerad bergschakt.

Injekteringen på ritningen är inte omslutande och omfattar endast tak och övre del av vägg. Ingen tätning utföres av botten.

Det föreskrivna tätningsutförandet kan omöjligt resultera i att täthetskravet uppfylls. På ritningen redovisas heller inte hur kontroll av uppnådd täthet ska utföras.

Det föreskrivna tätningsutförandet är oacceptabelt.

En ny ritning med tätningsutförande baserat på omslutande förinjekteringssskärmar enligt Typinjektering måste tas fram. Täthetskrav och kriterium i Lugeon för godkänd täthet ska framgå av ritningen.

3.11 Blad 660 Station Korsvägen, Uppgång Renströmsparken

Ritningen visar ej hur injekteringen ska utföras kopplat till berguttag med pilot och stross. En ny ritning måste tas fram.

Av ritningen ska minst framgå Täthetsklass, täthetskriterier, injekteringsklass, kontrollhål, kontroll av uppnådd täthet samt injekteringsutförande.

3.12 Blad 701 Anpassad sträcka, Spårtunnel

Ritningen kompletteras med kontrollhål i sektion och profil samt under Förklaringar och Föreskrifter.

Punkterna 6 och 7 i arbetsgång utgår och ersättes av Kontroll av täthet.

Tätetskrav anges som Tätetsklass och l/min och 100 m tunnel, samt kriterium för godkänd täthet i Lugeon.

Vidare ska anges att vid icke godkänt tätetskrav ska fortsatt injektering utföras enligt Injekteringsklass 3 med angivande av stickmått.

Båda tunnlarna ska injekteras runt hela tvärsnittet.

Ändringslogg

| Version | Datum | Ändring | Godkänt av |
|---------|-------|---------|------------|
| | | | |
| | | | |

Bilaga: GK3 Granskningsprotokoll

| | | |
|--------------------------|-----------------------------------|--------------------------|
| Entreprenad: E05 | Delområde: Korsvägen | Datum: 2017-04-12 |
| Skede: FU | Ämnesområde: Tätning | |
| Delprojektledare: | Granskat av: Kai Palmqvist | Befattning: |

| Nr | Handlingsnummer | Del | Kommentar | Klassificering * | Projektörens åtgärd | Åtgärd signerad (ifylls av granskare) |
|----|-----------------|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|---------------------|---------------------------------------|
| 01 | 7.5.1 | Tabell 26 – 42 | Av tabellerna framgår att den bergtekniska prognosen upprättades utan att beakta Trafikverkets täthetskrav. | 2 | | |
| 02 | 6.6.1.1 | BBC.14 | I TB saknas beskrivning över var, när och hur inläckande vatten ska mätas. | 3 | | |
| 03 | 6.6.1.1 | CBC.611 | Det anges att tunneldrivning får utföras till max 150 m från ej färdigställt mätdike. Avståndet är orimligt med hänsyn till att mätning av inläckande vatten fortlöpande måste utföras i takt med framdrift och utförda tätningsåtgärder. Ett mätdike i anslutning till tullgräns måste utföras och vara i funktion så snart tunneldrivningen passerat läget för diket. | 1 | | |
| 04 | 6.6.1.1 | CBC.611 | Under rubriken ”Bergschakt vid mätdike i tunnel” anges att: ”Beställaren anvisar läge för mätdike.” Lägen för mätdiken ska framgå av bygghandlingarna. | 2 | | |
| 05 | 6.6.1.1 | CBC.611 | Föreskrift saknas om vilka åtgärder som ska vidtagas vid inläckande vatten i salvhål. | 2 | | |
| 06 | 6.6.1.1 | CDD.1 | Under rubriken ”Injekteringsutrustning för cementbaserat injekteringsmedel” behandlar texten enbart injekteringspumpar. Det är viktigt att ange krav på hur många pumpar som ska finnas, så att hål med samband kan injekteras samtidigt. Krav ska också ställas på övrig injekteringsutrustning såsom blandare (kolloidkvarn) och mellanlagerskärl. Blandare ska ha ett varvtal som är minst 1 750 varv/min. Till varje pump ska finnas ett mellanlagerskärl. | 2 | | |

| Nr | Handlingsnummer | Del | Kommentar | Klassificering * | Projektörens åtgärd | Åtgärd signerad (ifylls av granskare) |
|----|-----------------|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|---------------------|---------------------------------------|
| 07 | 6.6.1.1 | CDD.1 | <p>Under rubriken Vattenförlustmätning anges att: "Resultat från vattenförlustmätning efter injektering ska lämnas till beställaren inom 1 timme efter utförande. Resultatet ska utgöra underlag för beställarens beslut om fortsatt bergschakt."</p> <p>Det ska framgå av bygghandlingarna vilket vattenförlustvärde som på aktuell sträcka verifierar att täthetskravet är uppfyllt. Om täthetskravet ej är uppfyllt ska det framgå av bygghandlingarna vilka ytterligare tätningsåtgärder som ska vidtagas.</p> | 2 | | |
| 08 | 6.6.1.1 | CDD.1 | <p>Det är viktigt att en förundersökning resulterar i bruksblandningar med så bra egenskaper som möjligt. För detta krävs att riktvärden, baserade på egenskaper som uppnåtts med bra utrustning (blandare) och bra recept, anges. Detta gäller speciellt för filterpump, som också används vid den fortlöpande provningen.</p> | 2 | | |
| 09 | 6.6.1.1 | CDD.1 | <p>Under rubriken "Fortlöpande kontroll av injekteringsmedel anges att: "Beställaren beslutar om toleranser (gränsvärden) inför fortsatt fortlöpande kontroll baserat på resultat från förundersökning."</p> <p>Vid den fortlöpande provningen ska samma resultat uppnås som vid godkänd förprovning (filterpump) enligt riktvärden.</p> | 2 | | |
| 10 | 6.6.1.1 | CDD.1 | <p>Under rubriken "Injekteringstryck" anges att: "Injektering ska efter uppnådd hålfyllnad inledas med ett högt flöde tills angivet injekteringsövertryck (designtryck) uppnåtts. Tryck ska därefter hållas konstant under resterande injekteringstid."</p> <p>Konsekvensen av föreskriven injektering är att vissa sprickkanaler jackas (utvidgas) varigenom bruksblandningen okontrollerat sprids utanför planerad tätzon. En annan konsekvens är att det vid öppningen till små sprickkanaler bildas filtreringskakor som förhindrar tätning av de små kanalerna. I den aktuella berggrunden med föreliggande höga till mycket höga täthetskrav är det av största vikt att små sprickkanaler tätas.</p> | 2 | | |

| Nr | Handlingsnummer | Del | Kommentar | Klassificering * | Projektörens åtgärd | Åtgärd signerad (ifylls av granskare) |
|----|-----------------|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|---------------------|------------------------------------------|
| | | | <p>Det är därför viktigt att injekteringsutförandet tidigt utvärderas med avseende på tecken på skadlig jacking, stoppkriterier, maxvolym och tätningresultat.</p> <p>Krav på utvärdering och hur den ska göras ska framgå av Kontrollprogram.</p> | | | |
| 11 | 6.6.1.1 | CDD.1 | <p>Trafikverket har beslutat om ett ändrat utförande och kontroll av förinjektering. Detta innebär att där inte Injekteringsklass 3 föreskrivits, ska injekteringen starta med Injekteringsklass 1. Tätningresultatet kontrolleras med hjälp av kontrollhål. Visar hålen att täthetskravet inte uppfyllts utföres en andra injekteringsomgång och utförandet går över i Injekteringsklass 3 med tillhörande kontrollhål, efter andra omgångens injektering.</p> <p>Detta innebär att vad som skrivs om kompletterande hål/omgång baserat på designtryck inte uppnåts etc inte längre gäller och ska utgå.</p> | 2 | | |
| 12 | 6.6.1.1 | CDD.1 | <p>Under "Anpassat injekteringsutförande" anges för flera av anläggningarna att injektering ska baseras på Injekteringsklass 1.</p> <p>Att anpassad injektering baseras på Injekteringsklass 1 innebär att skärmen injekteras i en omgång. Uppnådd täthet kontrolleras med hjälp av kontrollhål och vattenförlustmätning. Om gällande täthetskrav ej är uppfyllt utföres en andra injekteringsomgång och tätning utförandet går över i Injekteringsklass 3. Detta innebär att kontroll av uppnådd täthet utföres efter andra omgångens injektering, vilket kan leda till ytterligare en injekteringsomgång.</p> <p>Att anpassad injektering baseras på Injekteringsklass 3 innebär att skärmen injekteras i två omgångar varefter kontroll av uppnådd täthet utföres, vilket kan leda till ytterligare en injekteringsomgång.</p> <p>Texten i TB ska kompletteras och förtydligas.</p> | 2 | | |

| Nr | Handlingsnummer | Del | Kommentar | Klassificering * | Projektörens åtgärd | Åtgärd signerad (ifylls av granskare) |
|----|-----------------|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|---------------------|------------------------------------------|
| 13 | 6.6.1.1 | CDD.1 | Under "Station Korsvägen" anges att vid bergschakt i sekvenser, t.ex. flera pallar eller genom drivning med pilot och strossning, ska berg som inte schaktas inom 1 månad förinjekteras. <u>Inget berg får schaktas innan omslutande förinjektering utförts och kontroll visat att gällande täthetskrav uppfyllts.</u> | 2 | | |
| 14 | 6.6.1.1 | CDD.1 | Under "Station Korsvägen" anges vidare att vid drivning av central pilottunnel ska minst sex (6) kontrollhål per skärm utföras. För övriga delar ska minst fyra (4) kontrollhål per skärm utföras. En täthetskontroll med aktuella areor måste omfatta betydligt fler kontrollhål än vad som anges för kontroll av skärm. Bara kontroll av täthet i botten av central pilottunnel kräver minst fem (5) kontrollhål och kontroll av botten inom övriga delar minst tre (3) kontrollhål. | 2 | | |
| 15 | 6.6.1.1 | CDD.1 | Under "Mellanplan" och "Fläktrum" beskrivs ett tätningsutförande med ridåinjektering och botteninjektering. Beskrivet tätningsutförande motsvarar inte ens tätning i Injekteringsklass 1 och än mindre angiven Injekteringsklass 3 med minst två omslutande injekteringsomgångar i varje skärm. <u>Angivet tätningsutförande strider mot dokument Typinjektering och är oacceptabelt.</u> | 2 | | |
| 16 | 6.6.1.1 | CDD.1 | Under "Kontroll av erhållen täthet" anges att kontroll av erhållen täthet ska utföras genom mätning av inläckning. Kontrollprogram som anger var, när och hur mätning ska utföras saknas. | 3 | | |
| 17 | 6.6.1.1 | CDD.1 | Under "Kontrollhål" anges att kompletterande injekteringshål ska utföras då vattenförlust överstiger 2,5 l/min (vid 1 MPa vattenförlusttryck). Kompletterande hel injekteringsomgång etc. Det anges ej i vilken täthetsklass och vid vilken borrhålslängd angivna kriterier gäller. | 2 | | |

| Nr | Handlingsnummer | Del | Kommentar | Klassificering * | Projektörens åtgärd | Åtgärd signerad (ifylls av granskare) |
|----|-----------------|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|---------------------|------------------------------------------|
| | | | <p>Kriterier för godkänd tätning måste redovisas för de tre täthetsklasserna och anges i Lugeon.</p> <p>Angivna antal kontrollhål per skärm i spårtunnlar, servicetunnlar och pilottunnlar är för litet för att resultaten ska kunna visa om täthetskraven har uppfyllts eller om ytterligare injekteringsomgång ska utföras.</p> | | | |
| 18 | 6.6.1.1 | CDD.1 | <p>Det anges att kontrollhål ska utföras inom Injekteringsklass 3 samt inom områden med särskilda täthetskrav inom övriga injekteringsklasser etc.</p> <p>Varje område har ett särskilt täthetskrav, angivet av Trafikverket.</p> <p>Med undantag av Injekteringsklass 3 ska enligt Trafikverket kontrollhål utföras efter varje injekteringsomgång.</p> <p>Kontrollhål ska utföras i den tätade zonen och <u>ej</u> innanför teoretisk bergkontur.</p> <p>Resultat av vattenförlustmätningar ska redovisas i Lugeon, så att resultatet direkt kan jämföras med täthetskriterier i Lugeon i aktuell tätningssklass.</p> | 2 | | |
| 19 | 6.6.1.1 | CDD.1 | <p>Under "Kontroll av borrhålsavvikelse" anges att om krav på tillåten hålavvikelse ej uppfylls etc.</p> <p>Det saknas föreskrifter om vilka borrhålsavvikelser som maximalt kan tillåtas.</p> | 2 | | |
| 20 | 6.6.1.1 | CDD.14 | <p>Under "Ridåinjektering" anges maximalt tillåtna borrhålsavvikelser.</p> <p>Kontrollmätning och dokumentation av att borrhål kan utföras inom angiven tolerans ska utföras på begäran av beställaren.</p> <p>Det är entreprenören som ska visa att borrhålen är utförda inom angiven tolerans.</p> <p>Det räcker att ange en borrhålsavvikelse där maximal avvikelse är 3 % av hållängden.</p> <p>Det anges ej att underkända hål ska ersättas med nya.</p> | 2 | | |

| Nr | Handlingsnummer | Del | Kommentar | Klassificering * | Projektörens åtgärd | Åtgärd signerad (ifylls av granskare) |
|----|-----------------|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|---------------------|------------------------------------------|
| 21 | 6.6.1.1 | CDD.14 | <p>Under ”Injekteringsteknik” anges att ridåinjektering ska utföras enligt split spacing-förfarande etc.</p> <p>Vid utförande i Injekteringsklass 3 ska kontroll av uppnådd täthet, efter andra injekteringsomgången, utföras med hjälp av kontrollhål och vattenförlustmätning.</p> <p>Vid utförande i Injekteringsklass 1 ska kontroll av uppnådd täthet utföras efter första injekteringsomgången. Om täthetskravet ej är uppfyllt övergår utförandet till en andra injekteringsomgång enligt Injekteringsklass 3, följt av kontroll av uppnådd täthet.</p> | 2 | | |
| 22 | 6.6.1.1 | CDD.141 | <p>Under ”Ridåinjektering förskärning” anges att: ”Omfattning beslutas av beställaren. Beslut om eventuell Omgång 3 tas av beställaren baserat på injekteringsmedelsåtgång i Omgång 2.”</p> <p>Projektören, inte beställaren, ska föreskriva åtgärder med hänsyn till täthetsbehov och vilka kontroller som ska utföras för att verifiera att gällande täthetskrav är uppfyllt.</p> | 2 | | |
| 23 | 6.6.1.1 | CDD.141 | <p>Under ”Ridåinjektering vertikala schakt” anges bl.a. att injektering ska utföras med nivåinjektering.</p> <p>Var finns kopplingen i föreskrivet utförande med gällande täthetskrav och Injekteringsklass?</p> <p>Hur kontrolleras att täthetskravet är uppfyllt i Injekteringsklass 3?</p> <p>Beställaren ska inte besluta något om Omgång 3. Projektören, inte beställaren, ska föreskriva åtgärder med hänsyn till täthetsklass och vilka kontroller som ska utföras för att verifiera att erforderlig tätning utförts.</p> | 2 | | |
| 24 | 6.6.1.1 | CDD.141 | <p>Under ”Botteninjektering förskärning” anges att omfattning av botteninjektering beslutas av beställaren utgående från injekterad volym i ridåinjektering och eventuellt karterat inläckage i förskärning.</p> <p>Det är projektören och inte beställaren som föreskriver åtgärder.</p> | 2 | | |

| Nr | Handlingsnummer | Del | Kommentar | Klassificering * | Projektörens åtgärd | Åtgärd signerad (ifylls av granskare) |
|----|-----------------|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|---------------------|---------------------------------------|
| | | | Botteninjektering är efterinjektering och kan ej ersätta förinjekterings-skärm enligt dokument Typinjektering. | | | |
| 25 | 6.6.1.1 | CDD.141 | Ridåinjektering vid mätdike. Beskrivning av utförande av mätdike saknas. | 2 | | |
| 26 | 6.8.1.1 | Blad 011 | Kontroll av uppnådd täthet ska ske med kontrollhål i den omslutande tätskärmen och ej med kontrollhål innanför teoretisk sektion. Hålens läge ska framgå av sektioner och profiler. Förklaringar och Föreskrifter arbetsgång uppdateras. Vid parallell dubbelspårs- och servicetunnel ska båda tunnlarna injekteras runt hela tvärsnittet. | 2 | | |
| 27 | 6.8.1.1 | Blad 012 | Ritningen utgår då Blandning 3 vct 0,6 inte tränger in i aktuella bergförhållanden. | 2 | | |
| 28 | 6.8.1.1 | Blad 013 | Kontroll av uppnådd täthet ska ske med kontrollhål i den omslutande tätskärmen och ej med kontrollhål innanför teoretisk sektion. Vid parallell dubbelspårs- och servicetunnel ska båda tunnlarna injekteras runt hela tvärsnittet. | 2 | | |
| 29 | 6.8.1.1 | Blad 571 | Täthetskrav är Täthetsklass 3 vilket innebär 2 l/min och 100 m tunnel. Enligt TB ska Injekteringsklass 3 tillämpas. Ritningen kompletteras med kontrollhål i profil, sektion och under Förklaringar och Föreskrifter. Täthetskrav ska anges som Täthetsklass och l/min och 100 m tunnel, samt kriterium för godkänd täthet i Lugeon. Stickmått för omgång två ska redovisas. | 2 | | |
| 30 | 6.8.1.1 | Blad 580 | Ritningen ska kompletteras med minst Täthetsklass, täthetskriterier, injekteringsklass, kontrollhål, kontroll av uppnådd täthet samt injekteringsutförande och åtgärder vid ej uppfyllt täthetskrav. | 2 | | |

| Nr | Handlingsnummer | Del | Kommentar | Klassificering * | Projektörens åtgärd | Åtgärd signerad (ifylls av granskare) |
|----|-----------------|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|---------------------|---------------------------------------|
| 31 | 6.8.1.1 | Blad 591 | Ritningen ska kompletteras med minst Täthetsklass, täthetskriterier, injekteringsklass, kontrollhål, kontroll av uppnådd täthet samt injekteringsutförande och åtgärder vid ej uppfyllt täthetskrav. | 2 | | |
| 32 | 6.8.1.1 | Blad 611 | Ritningen ska kompletteras med minst Täthetsklass, täthetskriterier, injekteringsklass, kontrollhål, kontroll av uppnådd täthet samt injekteringsutförande och åtgärder vid ej uppfyllt täthetskrav. | 2 | | |
| 33 | 6.8.1.1 | Blad 620 | Ritningen ska kompletteras med minst Täthetsklass, täthetskriterier, injekteringsklass, kontrollhål, kontroll av uppnådd täthet samt injekteringsutförande och åtgärder vid ej uppfyllt täthetskrav. | 2 | | |
| 34 | 6.8.1.1 | Blad 640 | En ny ritning med tätningsutförande baserat på omslutande förinjekteringskårmar enligt Typinjektering måste tas fram. Av ritningen ska minst framgå Täthetsklass, täthetskriterier, injekteringsklass, kontrollhål, kontroll av uppnådd täthet samt injekteringsutförande. | 2 | | |
| 35 | 6.8.1.1 | Blad 650 | En ny ritning med tätningsutförande baserat på omslutande förinjekteringskårmar enligt Typinjektering måste tas fram. Av ritningen ska minst framgå Täthetsklass, täthetskriterier, injekteringsklass, kontrollhål, kontroll av uppnådd täthet samt injekteringsutförande. | 2 | | |
| 36 | 6.8.1.1 | Blad 660 | Ritningen visar inte hur inekteringen ska utföras kopplat till berguttag med pilot och stross. En ny ritning måste tas fram. Av ritningen ska minst framgå Täthetsklass, täthetskriterier, injekteringsklass, kontrollhål, kontroll av uppnådd täthet samt injekteringsutförande. | 2 | | |

| Nr | Handlingsnummer | Del | Kommentar | Klassificering * | Projektörens åtgärd | Åtgärd signerad (ifylls av granskare) |
|----|-----------------|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|---------------------|------------------------------------------|
| 37 | 6.8.1.1 | Blad 701 | <p>Ritningen kompletteras med kontrollhål i sektion och profil samt under Förklaringar och Föreskrifter. Punkterna 6 och 7 i arbetsgång utgår och ersättes av Kontroll av täthet.</p> <p>Täthetskrav anges som Täthetsklass och l/min och 100 m tunnel, samt kriterium för godkänd täthet i Lugeon.</p> <p>Vidare ska anges att vid icke godkänt täthetskrav ska fortsatt injektering utföras enligt Injekteringsklass 3 med angivande av stickmått.</p> <p>Båda tunnlarna ska injekteras runt hela tvärsnittet.</p> | 2 | | |

* Förklaringar till *Klassificering*:

1. - mindre allvarlig, kan åtgärdas i ny leverans
2. - allvarlig, ska åtgärdas i ny leverans
3. - mycket allvarlig, separat möte ska hållas för fortsatt arbete