

Projektnamn

Västlänken och Olskroken planskildhet

Dokumenttyp

PM

Ärendenummer**Skapad av**

Kai Palmqvist

Filnamn

GK3 Tätning Haga 2018

Godkänt av**Godkänt datum**

2018-03-31

Version

2.0

Prefix**Dokumenttitel**

GK3-granskning Tätning E04 Haga

Skede Förfrågningsunderlag

Innehåll

1 Utförd GK3-granskning	3
1.1 Granskade handlingar i FU	3
2 Kommentarer till Teknisk Beskrivning Bergtunnel, Version: G	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.....	14
2.6 CDD.141 Ridåinjektering med cementbaserat injekteringsmedel	14
3 Granskningskommentarer till Ritningar Injektering	16
3.1 Blad 011 Typinjektering Injekteringsklass 1	16
3.2 Blad 012 Typinjektering Injekteringsklass 2.....	16
3.3 Blad 013 Typinjektering Injekteringsklass 3.....	16
3.4 Blad 701 Anpassad sträcka, Spårtunnel.....	16
3.5 Blad 702 Servicetunnel 210 Haga	17
3.6 Blad 510 Otterhällan/Kungsgaraget.....	17
3.7 Blad 532 Servicetunnel 201 Otterhällan	17
3.8 Blad 550 Passage av Götatunneln	17
3.9 Blad 560 Skattehuset.....	17
3.10 Blad 590 Ventilationsschakt Föreningsgatan V2	18
3.11 Blad 620 Servicetunnel Haga, Förskärning	18
3.12 Blad 630 Påslag Hagakyrkan.....	18
3.13 Blad 650 Fläktrum	19
3.14 Blad 651 Fläktrum.....	19
3.15 Blad 660 Stationsrum.....	19
3.16 Blad 670 Mellanplan.....	20
Ändringslogg	21
Bilaga: GK3 Granskningsprotokoll.....	22

1 Utförd GK3-granskning

GK3-granskning Tätning har utförts på handlingar 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	E04-00-010-0000-0009	2016-09-29	G	2018-03-08
6.8.1.1	TYPINJEKTERING, INJEKTERINGSKLASS 1	E00-17-300-0000-011	2016-09-14	B	2018-03-18
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	OTTERHÄLLAN / KUNGSGARAGET, INJEKTERING	E04-17-300-0400-510	2016-09-29	A	2018-03-08
6.8.1.1	SERVICETUNNEL 201 OTTERHÄLLAN, INJEKTERING	E04-17-300-0400-532	2016-09-29	A	2018-03-08
6.8.1.1	PASSAGE AV GÖTATUNNELN, INJEKTERING	E04-17-300-0400-550	2016-09-29	C	2018-03-08
6.8.1.1	SKATTEHUSET, INJEKTERING	E04-17-300-0400-560	2016-09-29	B	2018-03-08
6.8.1.1	STATION HAGA, PÅSLAG HAGAKYRKAN, INJEKTERING	E04-17-300-0500-630	2016-09-29	C	2018-03-08
6.8.1.1	STATION HAGA, FLÄKTRUM, INJEKTERING	E04-17-300-0500-650	2016-09-29	D	2018-03-08
6.8.1.1	STATION HAGA, FLÄKTRUM, INJEKTERING	E04-17-300-0500-651	-	-	-
6.8.1.1	STATION HAGA, STATIONSNUM, INJEKTERING	E04-17-300-0500-660	2016-09-29	D	2018-03-08
6.8.1.1	STATION HAGA, MELLANPLAN, INJEKTERING	E04-17-300-0500-670	2016-09-29	B	2018-03-08
6.8.1.1	VENTILATIONSSCHAKT, FÖRENINGSGATAN V2, INJEKTERING	E04-17-300-0600-590	2016-09-29	B	2018-03-08
6.8.1.1	SERVICETUNNEL HAGA, FÖRSKÄRNING , INJEKTERING	E04-17-300-0600-610	2016-09-29	B	2018-03-08
6.8.1.1	ANPASSAD STRÄCKA HAGA, SPÅRTUNNEL, INJEKTERING	E04-17-300-0600-701	2016-09-29	B	2018-03-08
6.8.1.1	ANPASSAD STRÄCKA, SERVICETUNNEL 210 HAGA, INJEKTERING	E04-17-300-0600-702	2016-09-29	A	2018-03-08

2 Kommentarer till Teknisk Beskrivning Bergtunnel, Version: G

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 G 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 G 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 grundvatten".

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** 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 6.11** 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 för 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 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 Typinjektering; Designunderlag injekteringsmedel anges:

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

Kommentar:

Av citerad text framgår att ramarna 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 bör multihålsinjektering endast tillämpas vid hål med samband.

Att injektera hål med samband när ledig utgång finns medför att tätnings-effekten blir dålig.

Under rubriken **Injekteringstryck** anges att:

Injektering ska efter uppnådd hålfyllnad inledas med ett högt flöde tills angivet injekterings-övertryck (designtryck) uppnåtts. 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 tätningsresultat. Krav på utvärdering, hur den ska göras, ska framgå av kontrollprogram.

Under **Injekteringsklass 1** anges:

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 injekteringsmedel för omgång 2 enligt Tabell TB CDD.11/2.

Kommentar:

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

Injekteringsmedel 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 injektivering 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. Injektivering av gavelhål ska utföras med Blandning 1 i 20 min.

Kommentar:

I dokumentet PM Typinjektivering anges att typinjektiveringslösningar ska ligga till grund för injektiveringsprojektering för att uppnå ställda krav på täthet. Skärmar med typinjektivering 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 i skärmen i övrigt ska tillämpas.

Under rubriken **Anpassat utförande** redovisas för angivna anläggningar vilken Injekteringsklass injekteringen ska baseras på eller utföras i enlighet med.

Under rubriken **Anpassat injekteringsutförande** redovisas föreskrifter för Servicetunnel 201 Otterhällan.

Bergschakt för ledningsrum, samt bergschakt för fläktnisch mellan km 0/015 och 0/045 enligt längdmätning Servicetunnel 201 Otterhällan kan dock utföras utan förinjektering.

Kommentar:

Av CDD.11 Förinjektering framgår att Bergutrymme ska tätas genom förinjektering. Förinjektering ska vara utförd före bergschakt.

Under rubriken **Anpassat utförande** redovisas för Station Haga:

Utökad kontroll av uppnådd täthet genom vattenförlustmätningar i kontrollhål ska utföras inom Station Haga. Vid drivning av central pilottunnel i Stationsrum ska minst sex (6) kontrollhål per skärm utföras. För övriga delar ska minst fyra (4) kontrollhål per skärm utföras.

Kommentar:

Vilken kontroll av uppnådd täthet har föreskrivits så att utökad kontroll ska utföras i varje skärm?

Enligt av Trafikverket beslutat utförande ska kontroll av att täthetskravet är uppfyllt utföras såväl i Injekteringsklass 1 som Injekteringsklass 3.

En täthetskontroll med aktuella areor måste omfatta betydligt fler kontrollhål efter en injekteringsomgång än vad som anges för kontroll av skärm.

Under rubriken **Anpassat utförande** anges för Station Haga, Mellanplan:

*Kontroll av uppnådd täthet av ridåinjektering ska utföras med minst sex (6) kontrollhål.
Botteninjektering för tätning av slutgiltig botten ska utföras med splitspacing förfarande.*

Kommentar:

Det föreskrivna injekteringsutförandet med ridåinjektering och botteninjektering ingår ej i de Typinjekteringar som ska användas för att säkerställa att det före planerad bergschakt utförts en omslutande förinjektering, där godkänd täthet ska föreligga innan bergschakt får ske.

Föreskrivet utförande är oacceptabelt med hänsyn till gällande täthetskrav.

Under rubriken **Anpassat utförande** anges för Station Haga, Fläktrum/teknikrum:

Botteninjektering för tätning av slutgiltig botten ska utföras med splitspacing förfarande.

Kommentar:

Det föreskrivna injekteringsutförandet med ridåinjektering och botteninjektering ingår ej i de Typinjekteringar som ska användas för att säkerställa att det före planerad bergschakt utförts en omslutande förinjektering, där godkänd täthet ska föreligga innan bergschakt får ske.

Föreskrivet utförande är oacceptabelt med hänsyn till gällande täthetskrav.

Under **Kontroll, 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 injekterings-skärmar.

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 att:

Kontrollhål ska utföras inom Injekteringsklass 3 samt:

- *Station Haga Mellanplan och Fläktrum/teknikrum*
- *Spårtunnlar mellan km 458+640 – 458+670*
- *Spårtunnel mellan km 459+695 – 459+722*
- *Parallell Servicetunnel km 0/385 – 0/415*
- *Serviketunnel 210 Haga km 0/590 – 0/620*

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 ska anges 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. Kontrollhål ska sålunda inte begränsas till Injekteringsklass 3 och de angivna delsträckorna.

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.

2.5 CDD.14 Ridåinjektering

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

Kommentar:

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

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 borrning och vattenförlustmätning i kontrollhål tas bort. Borrning 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 701 Anpassad sträcka, Spårtunnel

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

Punkterna 6 och 7 i arbetsgång utgår och ersättes av 6 Borrning och vattenförlustmätning i kontrollhål.

Täthetskrav ska anges som Täthetsklass och l/min och 100 m tunnel, samt kriterium för godkänd täthet i Lugeon.

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

3.5 Blad 702 Servicetunnel 210 Haga

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

Punkten 6 i arbetsgång utgår.

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

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

3.6 Blad 510 Otterhällan/Kungsgaraget

Ritningen kompletteras med kontrollhål i Profil, Sektion, Förklaringar och Föreskrifter.

3.7 Blad 532 Servicetunnel 201 Otterhällan

Ritningen kompletteras med kontrollhål i Sektioner, Förklaringar och Föreskrifter.

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

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

På ritningen är angivet ritningsnummer E04-17-300-0500-532 medan filnamnet är E04-17-300-0400-532.

3.8 Blad 550 Passage av Götatunneln

Efter injektering enligt Injekteringsklass 1 ska uppnådd täthet kontrolleras med hjälp av kontrollhål och vattenförlustmätning. Om täthetskravet ej är uppfyllt ska en andra injekteringsomgång utföras och resultatet kontrolleras (Injekteringsklass 3).

Det framgår ej av ritningen hur kontrollhål och en andra injekteringsomgång ska utföras.

Täthetskrav anges som Täthetsklass och l/min och 100 m tunnel samt kriterium för godkänd täthet i Lugeon.

Det anges under Föreskrifter att om tre eller flera hål i samma del av skärm uppnår maximal injekteringsvolym ska injektering av resterande hål utföras med blandning 3.

Blandning 3 (vct 0,6) är ett stoppbruk och har ingen inträngning i aktuell bergmassa och därmed ingen tätningseffekt. Texten tas bort.

Ritningen kompletteras med kontrollhål och en andra injekteringsomgång i Sektion och Förklaringar.

3.9 Blad 560 Skattehuset

Ritningen kompletteras med kontrollhål i Profil, Sektion, Förklaringar och Föreskrifter.

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

Det anges under Föreskrifter att om tre eller fler hål i samma del av skärm uppnår maximal injekteringsvolym ska injektering av resterande hål utföras med Blandning 3.

Blandning 3 (vct 0,6) är ett stoppbruk och har ingen inträngning i aktuell bergmassa och därmed ingen tätningseffekt. Texten tas bort.

3.10 Blad 590 Ventilationsschakt Föreningsgatan V2

Ritningen visar i Profil A-A ridåinjekteringshål ner till +25 med ansättning $\leq 3,0$ m utanför teoretisk kontur och avstånd $\leq 3,0$ m från borrhålsspets till teoretisk tunnelkontur. Under nivån +25 ska ridåinjektering utföras med hål med ansättning $\leq 2,0$ m och avstånd från borrhålsspets till teoretisk tunnelkontur. Någon borrhålsavvikelse vid borrningen tillåts sålunda ej. Hur ska hålen under nivån +25 över huvud taget kunna utföras?

Stickmått vid injektering från fläktrummet anges vill $\geq 6,0$ m.

Vad som inte beaktas är en mycket närliggande befintlig anläggning.

Med hänsyn till att injektering av Ventilationsrum enligt TB ska baseras på Injekteringsklass 1 är det rimligt att primära ridåinjekteringshål borras med ett inbördes avstånd av 2,5 m. Om kontrollhål visar att täthetskravet ej är uppfyllt utföres sekundära ridåinjekteringshål.

Ett utförande enligt ritning och föreskrifter är ej genomförbart och inte heller acceptabelt med hänsyn till befintlig anläggning.

3.11 Blad 620 Servicetunnel Haga, Förskärning

Enligt Teknisk beskrivning ska anpassad injektering vid påslag baseras på Injekteringsklass 1.

Föreskrivet injekteringsutförande i förskärningen uppfyller inte ens Injekteringsklass 1.

Tätning för att uppfylla gällande täthetskrav ska utföras som förinjektering och uppnådd täthet ska kontrolleras innan bergschakt med hjälp av kontrollhål och vattenförlustmätning. Att täta botten med hjälp av efterinjektering är inte fackmässigt.

Förinjektering utföres med injekteringshål i väggar och botten enligt Injekteringsklass 1. Täthetsresultatet ska vara kontrollerat och godkänt innan bergschakt får ske.

Ny ritning måste tas fram.

3.12 Blad 630 Påslag Hagakyrkan

Ritningen visar ett Injekteringsutförande baserat på Injekteringsklass 1 utan att beakta Trafikverkets föreskrift att uppnådd tätning ska kontrolleras med hjälp av kontrollhål och vattenförlustmätning.

Täthetskrav ska anges som Täthetsklass och l/min och 100 m tunnel. Vidare ska kriterium för godkänd täthet anges i Lugeon.

Vid icke godkänt täthetskrav ska fortsatt injektering utföras enligt Injekteringsklass 3 med angivande av stickmått.

Under Föreskrifter anges:

Vid drivning med central pilot, sidopiloter och fläktrum utföres förinjektering enligt ritning E04-17-300-0500-650 & E04-17-300-0500-660.

En ny injekteringsritning måste tas fram där föreskrifterna för injekteringsutförande beaktar täthetskrav, Injekteringsklass med tillhörande kontroll av täthetsresultatet samt drivningsutförande med central pilot och sidopiloter. Det måste också framgå hur injektering runt tekniktunneln ska utföras.

3.13 Blad 650 Fläktrum

Under Förklaringar anges symbol för dels teoretisk injekterad zon idagare sekvens dels tidigare injekterad bergmassa.

Enligt Teknisk beskrivning ska injektering av fläktrum/teknikrum utföras enligt Injekteringsklass 3.

Det på ritningen redovisade utförandet uppfyller inte ens ett utförande enligt Injekteringsklass 1.

Vid systematisk förinjektering, som gäller för Västlänken, ska förinjektering alltid var utförd före berguttag och bergschakt ska alltid ske i förinjekterad bergmassa.

Förinjektering ska utföras på sådant sätt att en "tätzon" bildas runt planerad tunnel. Ingen del av tak, vägg eller botten lämnas utan tätning.

Under Föreskrifter redovisas att ritning anger injekteringssekvenser kopplat till antagen berguttagsordning.

Det framgår ej hur injektering av teknikutrymme från servicetunnel ska gå till och vilka täthetskontroller som ska utföras i varje skärm.

Ritningen vill visa att omslutande injektering utförs. Att så inte är fallet framgår av Teknisk beskrivning där anges botteninjektering för tätning av slutgiltig botten ska utföras med slitspacing förfarande.

En ny Injekteringsritning som beskriver förinjektering i gällande injekteringsklass IK3 måste tas fram, som visar utförande av omslutande tätzoner för planerade berguttag. Detta är en förutsättning för att föreskrivna kontroller av tätningsresultatet ska kunna utföras.

Ritningen ska också visa antal kontrollhål i skärmar för olika berguttag samt kriterier i Lugeon för godkänd täthet.

3.14 Blad 651 Fläktrum

Enligt Teknisk beskrivning ska injektering av Fläktrum/Teknikrum utföras enligt Injekteringsklass 3.

Det på ritningen redovisade utförandet med ridåinjektering och botteninjektering av slutlig botten med splitspacing uppfyller inte ens Injekteringsklass 1.

En ny ritning måste tas fram, som visar att ingen bergschakt får ske innan en omslutande "tätzon" med kontrollerad och godkänd täthet föreligger runt varje planerad bergschakt.

Ritningen ska också visa antal kontrollhål i skärmar för olika berguttag samt Täthetsklass och kriterier i Lugeon för godkänd täthet.

3.15 Blad 660 Stationsrum

Enligt Teknisk beskrivning ska injektering av Stationsrum utföras enligt Injekteringsklass 3 på sträckan km 459+105 till 459+205.

Ritningen visar inget utförande men anger under Föreskrifter att dessa gäller för Stationstunnel km 459+114,5 till 459+143, km 459+218 till km 459+282 och 459+340 till 459+448.

En ny ritning som beskriver utförande för angivna sträckor måste tas fram. På ritningen ska redovisas Täthetskrav som Täthetsklass och l/min och 100 m tunnel, samt kriterier för godkänd täthet i Lugeon vid kontroll i kontrollhål.

Vidare ska redovisas antal och lägen för kontrollhål med vattenförlustmätning samt åtgärder om godkänd täthet ej uppnåtts.

3.16 Blad 670 Mellanplan

Trafikverkets täthetskrav är TK3 (2 l/min, 100 m tunnel). Enligt Teknisk beskrivning ska injektering utföras enligt Injekteringsklass 1.

Det föreskrivna injekteringsutförandet med ridåinjektering och botteninjektering för tätning av slutlig botten med splitspacing förfarande och ett berguttag i pallar är oacceptabelt med hänsyn till gällande täthetskrav.

Förinjektering med utförande enligt gällande Injekteringsklasser kan ske om förinjektering under Mellanplan utföres från Stationsrum eller Trumpet.

Detta medför också en enklare bergschakt än antagen berguttagsordning med två pallar.

En ny ritning måste tas fram som visar hur en omslutande förinjektering utföres. På ritningen ska redovisas Täthetskrav som Täthetsklass och l/min och 100 m tunnel, Injekteringsklass samt kriterier för godkänd täthet vid kontroll i kontrollhål.

Vidare ska redovisas antal och lägen för kontrollhål med vattenförlustmätningar samt åtgärder om godkänd täthet ej uppnåtts.

Ändringslogg

Version	Datum	Ändring	Godkänt av

Bilaga: GK3 Granskningsprotokoll

Entreprenad: E04	Delområde: Haga	Datum: 2018-03-31
Skede: FU	Ämnesområde: Tätning	
Delprojektledare:	Granskat av: Kai Palmqvist	Befattning:

Nr	Handlingsnummer	Del	Kommentar	Klassificering *	Projektörens åtgärd	Åtgärd signerad (ifylls av granskare)
01	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 tätningåtgärder. Ett mätdike i anslutning till tullgräns måste utföras och vara i funktion så snart tunneldrivningen passerat läget för diket.	1		
02	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		
03	6.6.1.1	CBC.611	Föreskrift saknas om vilka åtgärder som ska vidtagas vid inläckande vatten i salvhål.	2		
04	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		
05	6.6.1.1	CDD.1	Under rubriken Vattenförlustmätning anges att: "Resultat från vattenförlustmätning efter injektering ska lämnas till beställaren inom 1 timme"	2		

Nr	Handlings-nummer	Del	Kommentar	Klassifi-cering *	Projektörens åtgärd	Åtgärd signerad (ifylls av granskare)
			<p>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>			
06	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		
07	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).</p>	2		
08	6.6.1.1	CDD.1	<p>Under rubriken ”Injekteringstryck” anges att: ”Injektering ska efter uppnådd hålfyllnad inledas med ett högt flöde tills angivet injekterings-övertryck (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> <p>Det är därför viktigt att injekteringsutförandet tidigt utvärderas med avseende på tecken på skadlig jacking, stoppkriterier, maxvolym och tätningsresultat.</p>	2		

Nr	Handlingsnummer	Del	Kommentar	Klassificering *	Projektörens åtgärd	Åtgärd signerad (ifylls av granskare)
			Krav på utvärdering och hur den ska göras ska framgå av Kontrollprogram.			
09	6.6.1.1	CDD.1	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. Tätningensresultatet 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. Detta innebär att vad som skrivs om kompletterande hål/omgång baserat på designtryck inte uppnåtts etc inte längre gäller och ska utgå.	2		
10	6.6.1.1	CDD.1	Under "Anpassat utförande" anges för flera av anläggningarna att injektering ska utföras enligt Injekteringsklass 1. Som framgår av Trafikverkets beslut om ändrat utförande är det fel att föreskriva att injekteringen ska utföras enligt Injekteringsklass 1 där täthetskravet är TK2 eller TK3. Injekteringen startar enligt Injekteringsklass 1 men slutlig Injekteringsklass beror på resultaten i kontrollhålen. Detta måste tydligt framgå i Teknisk Beskrivning. Därför måste dels täthetskravet anges, dels det kriterium i täthetskontrollen som visar att täthetskravet i aktuell Täthetsklass är uppfyllt. Texten behöver ses över och kompletteras.	2		
11	6.6.1.1	CDD.1	Under "Servicetunnel 201 Otterhällan" anges att ledningsrum kan utföras utan förinjektering. Bergschakt ska <u>alltid</u> ske i förinjekterad bergmassa.	2		
12	6.6.1.1	CDD.1	Under "Anpassat utförande" för Servicetunnel 201 Otterhällan anges att bergschakt för ledningsrum och fläktnisch kan utföras utan förinjektering. Av CDD.11 framgår att förinjektering ska vara utförd före bergschakt.	2		

Nr	Handlingsnummer	Del	Kommentar	Klassificering *	Projektörens åtgärd	Åtgärd signerad (ifylls av granskare)
13	6.6.1.1	CDD.1	<p>Under "Anpassat utförande" för Station Haga anges att utökad kontroll av uppnådd täthet ska utföras genom vattenförlustmätningar i kontrollhål. Vid drivning av central pilottunnel i Stationsrum ska minst sex (6) kontrollhål per skärm utföras. För övriga delar ska minst fyra (4) kontrollhål per skärm utföras.</p> <p>En täthetskontroll med aktuella areor måste omfatta betydligt fler kontrollhål än vad som anges för kontroll av skärm.</p>	2		
14	6.6.1.1	CDD.1	<p>Under "Anpassat utförande" för Station Haga, Mellanplan och Station Haga, Fläktrum/teknikrum anges att tätningen ska utföras med ridåinjektering och botteninjektering av slutgiltig botten. Det föreskrivna injekteringsutförandet ingår ej i de Typinjekteringar som ska användas för att säkerställa att det före planerad bergschakt utförts en omslutande förinjektering, där godkänd täthet ska föreligga innan bergschakt får ske. Föreskrivet utförande är oacceptabelt med hänsyn till gällande täthetskrav.</p>	2		
15	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. 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 ej 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		
16	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		

Nr	Handlingsnummer	Del	Kommentar	Klassificering *	Projektörens åtgärd	Åtgärd signerad (ifylls av granskare)
17	6.6.1.1	CDD.14	<p>Under "Ridåinjektering" anges maximalt tillåtna borrhålsavvikelser. 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 borrhåls tolerans där maximal avvikelse är 3 % av hållängden.</p> <p>Det anges ej att underkända hål ska ersättas med nya.</p>	2		
18	6.6.1.1	CDD.141	<p>Under "Ridåinjektering förskärning" anges att ridåinjektering av bergmassan ska utföras i förskärning till servicetunnel, kring vertikala schakt samt inom Station Haga.</p> <p>Ridåinjektering kan inte ersätta utförande enligt Injekteringsklass 1 och Injekteringsklass 3 i förskärning och inom Station Haga.</p>	2		
19	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		
20	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> <p>Botteninjektering är efterinjektering och kan ej ersätta förinjekterings-skärm enligt dokument Typinjektering.</p>	2		

Nr	Handlingsnummer	Del	Kommentar	Klassificering *	Projektörens åtgärd	Åtgärd signerad (ifylls av granskare)
21	6.6.1.1	CDD.141	Ridåinjektering vid mätdike. Beskrivning av utförande av mätdike saknas.	2		
22	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		
23	6.8.1.1	Blad 510	Ritningen kompletteras med kontrollhål i profil och sektion samt under Förklaringar och Föreskrifter. Täthetskrav ska anges samt kriterium för godkänd täthet i Lugeon. Vidare ska anges att vid icke uppfyllt täthetskrav ska fortsatt injektering utföras enligt Injekteringsklass 3 med angivande av stickmått.	2		
24	6.8.1.1	Blad 532	Ritningen kompletteras med kontrollhål i profil och sektion samt under Förklaringar och Föreskrifter. Täthetskrav ska anges samt kriterium för godkänd täthet i Lugeon. Vidare ska anges att vid icke uppfyllt täthetskrav ska fortsatt injektering utföras enligt Injekteringsklass 3 med angivande av stickmått.	2		
25	6.8.1.1	Blad 550	Täthetskrav anges som Täthetsklass och l/min och 100 m tunnel samt kriterium för godkänd täthet i Lugeon. Text under Föreskrifter om injektering med Blandning 3 tas bort. Ritningen kompletteras med kontrollhål och en andra injekteringsomgång i Profil, Sektion och Förklaringar.	2		
26	6.8.1.1	Blad 560	Täthetskrav anges som Täthetsklass och l/min och 100 m tunnel samt kriterium för godkänd täthet i Lugeon. Text under Föreskrifter om injektering med Blandning 3 tas bort. Ritningen kompletteras med kontrollhål och en andra injekteringsomgång i Profil, Sektion och Förklaringar.	2		

Nr	Handlingsnummer	Del	Kommentar	Klassificering *	Projektörens åtgärd	Åtgärd signerad (ifylls av granskare)
27	6.8.1.1	Blad 590	Utförande enligt ritning och föreskrifter är ej genomförbart och inte heller acceptabelt med hänsyn till befintlig berganläggning.	2		
28	6.8.1.1	Blad 610	Ny ritning måste tas fram. Erforderlig tätning utföres med Injekteringskärm (utan takinjektering) enligt Injekteringsklass 1. Täthetsresultatet ska vara kontrollerat med kontrollhål och godkänt innan bergschakt får ske.			
29	6.8.1.1	Blad 630	Ritningen visar ett teoretiskt injekteringsutförande baserat på Injekteringsklass 1 utan att beakta Trafikverkets föreskrift att uppnådd tätning ska kontrolleras med hjälp av kontrollhål och vattenförlustmätning. En ny injekteringsritning måste tas fram där föreskrifterna för injekteringsutförande beaktar Täthetskrav, Injekteringsklass med tillhörande kontroll av täthetsresultat samt drivningsutförande med central pilot och sidopiloter. Det måste också framgå hur injektering runt tekniktunneln ska utföras. På ritningen ska anges Täthetsklass och l/min och 100 m tunnel. Vidare ska kriterium för godkänd täthet framgå.	2		
30	6.8.1.1	Blad 650	Enligt Teknisk beskrivning ska injektering av Fläktrum/Teknik utföras enligt Injekteringsklass 3. Den på ritningen redovisade injekterade zonen visar inte ens ett utförande enligt Injekteringsklass 1. Det framgår ej hur injektering av teknikutrymme från servicetunnel ska gå till och vilka täthetskontroller som ska utföras i varje skärm. Ritningen vill visa att en omslutande injektering utförs. Att så inte är fallet framgår av Teknisk beskrivning där anges att botteninjektering för tätning av slutgiltig botten ska utföras med splitspacing förfarande. En ny Injekteringsritning som beskriver förinjektering i gällande Injekteringsklass måste tas fram, som visar omslutande tätzoner för	2		

Nr	Handlingsnummer	Del	Kommentar	Klassificering *	Projektörens åtgärd	Åtgärd signerad (ifylls av granskare)
			planerade berguttag. Detta är en förutsättning för att föreskrivna kontroller av täthetsresultat ska kunna utföras. Ritningen ska också visa antal kontrollhål i skärmar för olika berguttag samt kriterier i Lugeon för godkänd täthet.			
31	6.8.1.1	Blad 651	Enligt Teknisk beskrivning ska injektering av Fläktrum/Teknikrum utföras enligt Injekteringsklass 3. Det på ritningen redovisade utförandet med ridåinjektering och botteninjektering av slutlig botten med splitspacing uppfyller inte ens Injekteringsklass 1. En ny ritning måste tas fram, som visar att ingen bergschakt får ske innan en omslutande "tätzon" med kontrollerad och godkänd täthet föreligger runt varje planerad bergschakt. Ritningen ska också visa antal kontrollhål i skärmar för olika berguttag samt Täthetsklass och kriterier i Lugeon för godkänd täthet.	2		
32	6.8.1.1	Blad 660	Enligt Teknisk beskrivning ska injektering av Stationsrum utföras enligt Injekteringsklass 3 på sträckan km 459+105 till 459+205. Ritningen visar inget utförande men anger under Föreskrifter att dessa gäller för Stationstunnel km 459+114,5 till 459+143, km 459+218 till km 459+282 och 459+340 till 459+448. En ny ritning som beskriver utförande för angivna sträckor måste tas fram. På ritningen ska redovisas Täthetskrav som Täthetsklass och l/min och 100 m tunnel, samt kriterier för godkänd täthet i Lugeon vid kontroll i kontrollhål. Vidare ska redovisas antal och lägen för kontrollhål med vattenförlustmätning samt åtgärder om godkänd täthet ej uppnåts.	2		
33	6.8.1.1	Blad 670	Trafikverkets täthetskrav är TK3 (2 l/min, 100 m tunnel). Enligt Teknisk beskrivning ska injektering utföras enligt Injekteringsklass 1.	2		

Nr	Handlingsnummer	Del	Kommentar	Klassificering *	Projektörens åtgärd	Åtgärd signerad (ifylls av granskare)
			<p>Det föreskrivna injekteringsutförandet med ridåinjektering och botteninjektering för tätning av slutlig botten med splitspacing förfarande och ett berguttag i pallar är oacceptabelt med hänsyn till gällande täthetskrav.</p> <p>Förinjektering med utförande enligt gällande Injekteringsklasser kan ske om förinjektering under Mellanplan utföres från Stationsrum eller Trumpet.</p> <p>Detta medför också en enklare bergschakt än antagen berguttagsordning med två pallar.</p> <p>En ny ritning måste tas fram som visar hur en omslutande förinjektering utföres. På ritningen ska redovisas Täthetskrav som Täthetsklass och l/min och 100 m tunnel, Injekteringsklass samt kriterier för godkänd täthet vid kontroll i kontrollhål.</p> <p>Vidare ska redovisas antal och lägen för kontrollhål med vattenförlustmätningar samt åtgärder om godkänd täthet ej uppnåtts.</p>			
34	6.8.1.1	Blad 701	<p>Ritningen kompletteras med kontrollhål i Profil och Sektion samt under Förklaringar och Föreskrifter.</p> <p>Punkterna 6 och 7 i Arbetsgång utgår och ersättes med 6 Borrning och vattenförlustmätning i kontrollhål.</p> <p>Täthetskrav ska anges som Täthetsklass och l/min och 100 m tunnel, samt kriterium för godkänd täthet i Lugeon.</p> <p>Vid parallell dubbelspårs- och servicetunnel ska båda tunnlarna injekteras runt hela tvärstnittet.</p>	2		
35	6.8.1.1	Blad 702	<p>Ritningen kompletteras med kontrollhål i Profil och Sektion samt under Förklaringar och Föreskrifter.</p> <p>Punkt 6 i Arbetsgång utgår.</p> <p>Täthetskrav anges som Täthetsklass och l/min och 100 m tunnel samt kriterium för godkänd täthet i Lugeon.</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