



En analys av rapporterna från GK3-granskningen av bygghandlingarna till Västlänkens entreprenader Haga och Korsvägen avseende teknikområde Tätning

av

**Ulf Wennerlöf**

2018-08-08

<b>INLEDNING</b> .....	<b>2</b>
<b>OTILLRÄCKLIG TÄTNING</b> .....	<b>3</b>
<b>SKADLIGA TÄTNINGSMETODER</b> .....	<b>4</b>
<b>ENTREPRENAD HAGA</b> .....	<b>5</b>
<b>ENTREPRENAD KORSVÄGEN</b> .....	<b>6</b>

## Inledning

Västlänksbygget tillhör Geoteknisk Kategori 3 (GK3) som är den mest komplexa. För GK3-projekt kräver regelverket Eurokod att oberoende granskare tillsätts som skall säkerställa att tredje mans intressen beaktas och att omgivande miljö inte påverkas. GK3-granskaren skall också analysera risker, identifiera kritiska moment under genomförandefasen och kontrollera att såväl proaktiva som reaktiva åtgärder utförs i erforderlig omfattning.

Så har också skett för Västlänken. Det är förstås utmärkt, men för att det skall vara någon mening med det måste förstås Trafikverket ta till sig av den kritik och de synpunkter som GK3-granskarna lämnar och justera bygghandlingarna därefter.

Av granskningsrapporterna för det oerhört viktiga teknikområdet Tätning framgår att så inte är fallet. Samma allvarliga kritik återkommer gång på gång utan att Trafikverket åtgärdar felen mellan granskningsvarven. Det handlar framför allt om att Trafikverket föreskriver injekteringsmetoder (tätningmetoder) som är både otillräckliga och inte fackmässiga samt att de inte tänker mäta resultatet av den utförda injekteringen.

Trafikverkets följer inte sina egna krav i de bygghandlingar man tagit fram och som man nu använt som underlag när man upphandlat entreprenaderna Haga och Korsvägen.

Resultatet blir antingen en läckande tunnel med sättningsskador på omgivande bebyggelse som följd, eller kraftiga fördyringar och förseningar av projektet om man skulle ändra sig och be entreprenörerna följa täthetskraven.

Det här dokumentet innehåller några exempel från granskningsprotokollen där allvarliga brister påtalas och där man kan utläsa att felen inte rättats till.

## Otillräcklig tätning

**Ett genomgående tema i granskningsprotokollen är kritiken mot att Trafikverket föreskrivit otillräckliga injekteringsmetoder för de delar av tunneln som skall uppfylla de högsta graderna av täthet, TK2 och TK3. Här skall motsvarande injekteringsklasser IK2 respektive IK3 användas, men Trafikverket vill snåla och föreskriver konsekvent den lägsta (och billigaste) injekteringsklassen IK1.**

**Här är ett exempel från ett av granskningsprotokollen för entreprenad Haga.**

**Kolumnen Klassificering indikerar hur allvarlig anmärkningen är. Den kan ha värdena 1,2 eller 3 ungefär som den gamla skalan på bilbesiktningen. En 1:a är en mindre allvarlig anmärkning. En 2:a är en allvarlig anmärkning som SKALL vara åtgärdad i nästa version av den granskade handlingen och en 3:a är den allvarligaste typen av anmärkning ("körförbud") som kräver ett möte för beslut om åtgärd:**



### Bilaga: GK3 Granskningsprotokoll

Entreprenad:	Delområde:	Datum:
Skede:	Ämnesområde:	
Delprojektledare:	Granskat av:	Befattning:

Nr	Handlingsnummer	Del	Kommentar	Klassificering *	Projektörens åtgärd	Åtgärd signerad (ifylls av granskare)
01	7.5.1	5.1 Tabell 24	IK1 och anpassad IK1 anges. För en 20 m lång sträcka anges IK3. Täthetsklass TK2 och TK3 gäller och därmed IK2 och IK3.	3		
02	7.5.1	Tabell 25	IK1 och anpassad IK1 anges. Täthetsklass TK3 gäller. Injekttering ska då utföras i IK3.	3		
03	7.5.1	Tabell 26	IK1 och anpassad IK1 anges. Täthetsklass TK1 och därmed IK1 gäller till 459+920. Därefter gäller TK3 och IK3.	3		
04	7.5.1	Tabell 27	Anpassad IK1 anges. Täthetsklass TK2 gäller och därmed IK2.	3		
05	7.5.1	Tabell 28	IK1 och anpassad IK1 anges. TK2 och TK3 gäller och därmed IK2 och IK3.	3		
06	7.5.1	Tabell 29	IK1 och anpassad IK1 anges. TK3 gäller och därmed IK3.	3		
07	7.5.1	Tabell 30	Anpassad IK1 anges. TK3 gäller och därmed IK3.	3		
08	7.5.1	Tabell 31	IK1 anges. TK3 gäller och därmed IK3.	3		
09	7.5.1	Tabell 32	IK1 anges. TK3 gäller och därmed IK3.	3		
10	7.5.1	Tabell 33	IK1 anges. TK3 gäller och därmed IK3.	3		
11	7.5.1	Tabell 34	IK1 och anpassad IK1 anges. TK1 och TK3 gäller och därmed IK1 och IK3.	3		
12	7.5.1	Tabell 35	IK1 och anpassad IK1 anges. TK3 gäller och därmed IK3.	3		

## Skadliga tätningsmetoder

**Trafikverket har avseende kapacitet på injekteringspumpar angett höga injekteringstryck och stora flöden av bruksblandning.**

**Detta innebär stor risk för "jacking" dvs att man vidgar befintliga sprickor där bruksblandningen tränger in. Detta leder till att bruksblandningar som avses täta berget runt tunneln istället pumpas iväg bort från tunneln med stor risk att tränga upp i ovanförliggande jordlager med sättningskador som följd.**

**Här är ett av många ställen där detta påpekas i granskningsrapporterna (se kommentaren):**

PM GK3-granskning Tätning E04 Haga, PM\_GK3\_161114, 1.0



### 2.4.4 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  $\leq 2$  MPa). Ett sådant förfarande är katastrofalt för tätningsresultatet.

## Entreprenad Haga

**I granskningsprotokollet för GK3-granskningen av Tätning för entreprenad Haga daterat 2017-03-03 finns bland andra följande allvarliga anmärkningar:**

Nr	Handlingsnummer	Del	Kommentar	Klassificering*
01	7.5.1	Tabell 26 - 42	Av tabellerna framgår att den bergtekniska prognosen upprättades utan att beakta Trafikverkets täthetskrav. Överensstämmer ej med vad som anges i Teknisk beskrivning.	2
02	6.6.1.1	BBC.14	I TB saknas beskrivning över var, när och hur inläckande vatten ska mätas.	3

15	6.6.1.1	CDD.1	Under "Station Haga" 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. Allt berg ska vara förinjekterat innan bergschakt (omslutande tätzon).	2
16	6.6.1.1	CDD.1	Under "Station Haga" anges att utökad kontroll av uppnådd täthet genom vattenförlustmätningar i kontrollhål ska utföras. Vilken kontroll av uppnådd täthet har gjorts så att <u>utökad kontroll</u> ska utföras i varje skärm? Enligt av Trafikverket beslutat utförande ska kontroll av uppnådd täthet utföras efter varje injekteringsomgång vid start injektering i Injekteringsklass 1. En täthetskontroll med aktuella areor måste omfatta betydligt fler kontrollhål efter en injekteringsomgång än vad som anges för kontroll av skärm.	2
17	6.6.1.1	CDD.1	Under "Kontroll, Kontroll av erhållen täthet" anges att kontroll av erhållen täthet ska utföras genom mätning av inläckande vatten. Kontrollprogram som anger var, när och hur saknas.	3

\* 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

**I nästa version av handlingarna är dessa fel inte åtgärdade vilket framgår av följande stycke i granskningsprotokollet för samma handlingar daterat 2017-06-05:**

## 2 Granskningskommentarer

### 2.1 Tidigare GK3-granskning Tätning

I dokument GK3-granskning Tätning E04 Haga daterat 2017-03-03, som bl.a. innefattat granskning av Teknisk Beskrivning Bergtunnel och ritningar Injektering, redovisas granskningskommentarer och GK3 Granskningsprotokoll.

I GK3 Granskningsprotokoll redovisas klassificering med avseende på åtgärder. Med avseende på Teknisk Beskrivning och ritningar har klassificering utförts av 35 objekt. Klassificering 2 har angivits för 31 objekt och klassificering 3 för 1 objekt.

Enligt Förklaringar till Klassificering gäller:

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

Innebörden av lämnade granskningskommentarer är att säkerställa att Teknisk Beskrivning och Ritningar Injektering uppfyller krav i styrande dokument TRVK Tunnel 11 samt krav i av Trafikverket beslutat ändrat utförande och kontroll av systematisk förinjektering.

Det är ytterst anmärkningsvärt att RevideringsPM E04-005 inte innefattar revideringar med anledning av GK3 Granskningsprotokoll daterat 2017-03-03.

## Entreprenad Korsvägen

***I granskningsprotokollet för GK3-granskningen av entreprenad Korsvägen daterat 2017-04-12 finns bland andra följande allvarliga anmärkningar om bristen på kontrollprogram för grundvattenläckage.***

Nr	Handlings-nummer	Del	Kommentar	Klassificering *
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
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

## 6 Sammanfattande kommentarer till Tekniskt PM, Bergteknik, Bergteknisk prognos, Teknisk beskrivning och ritningar

I granskade Tekniska PM Bergteknik anges under 1 Inledning, 1.1 Allmänt att redovisade resultat ska vara styrande för ritningar, beskrivningar och kontrollprogram, vilka i sin tur anger krav på utformning, material-egenskaper, utförande samt kontroll av bergförstärkning, bergdrivning, injektering och dess komponenter.

Under 2 Förutsättningar, 2.1 Underlag anges att för krav avseende täthet, se:

*Ansökan om tillstånd enligt miljöbalken för anläggande av Västlänken och Olskroken planskildhet.*

För injektering av bergtunnlar hänvisas till PM Typinjektering.

Under 2.3 Projekteringsmetodik anges att projekteringen är utförd med hänsyn tagen till allmänna och objektspecifika krav redovisade i TRVK Tunnel 11 och Västlänkens kravdatabas.

Däremot nämns inte att Trafikverket för samtliga delsträckor ställt täthetskrav som projekteringsförutsättning.

I granskade Tekniska PM Bergteknik, som anges vara styrande för ritningar, beskrivningar och kontrollprogram, lämnas föreskrifter om injekteringsutförande, som inte beaktar angivna täthetsklasser.

Inte heller beaktas TRVK Tunnel 11. Enligt dokumentet ska vid projektering av tätning bl.a. anges:

- De observationer och kontroller som ska ligga till grund för att verifiera successivt uppnådd och slutlig täthet.
- Åtgärder då avsedd täthet inte uppnås och risk för betydande skada fortfarande kvarstår.

Det som anges avseende injekteringsutförande och kontroll kan sålunda inte ligga till grund för ritningar, beskrivningar och kontrollprogram.

Av granskad Bergteknisk prognos framgår att den bergtekniska prognosen upprättats utan att beakta de täthetskrav Trafikverket angivit som projekteringsförutsättning.

I avsnitt 1.1 i den Bergtekniska prognosen anges att resultaten syftar till att utgöra ett kalkylerbart underlag för anbudsräkning.

Ett underlag för anbudsräkning måste grundas på ett fackmässigt tätningsutförande baserat på föreskrifter och krav. En mycket stor del av injekteringskärmarna kommer med stor sannolikhet att behöva utföras i två eller fler injekteringsomgångar och inte i en injekteringsomgång (IK 1).

Den Bergtekniska prognosen avseende injektering utgör visserligen ett kalkylerbart underlag men med kraftigt underskattade mängder.

Granskad Teknisk Beskrivning Bergtunnel har upprättats utan att beakta Trafikverkets täthetskrav och kontrollkrav i TRVK Tunnel 11. Detsamma gäller framtagna ritningar.

**Att Trafikverket inte tagit fram något kontrollprogram för täthetsmätningar är en brist av det allvarligaste slaget (kategori 3).**

**Att den bristen inte åtgärdats i nästa revision av den tekniska beskrivningen (TB) framgår av följande kommentarer i granskningen av TB version G 2018-03-08 (Granskningen är daterad till 2018-03-31):**

GK3 Tätning Korsvägen 2018, 2.0



## 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.



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.