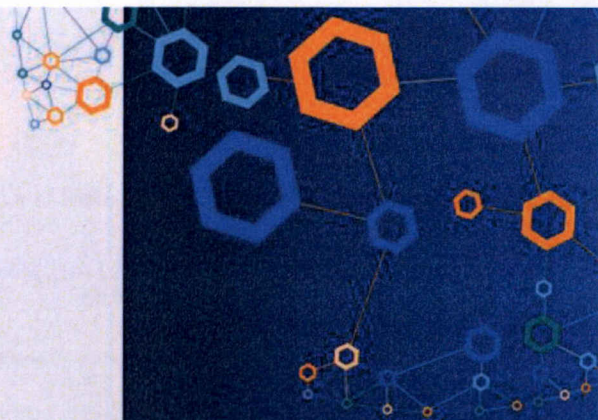




GK3 GRANSKNING BERG VÄSTLÄNKEN

Samgranskningsskede
Magnus Leander

2016-08-08



GK3-GRANSKARES ROLL

I arbetsuppgifterna för en oberoende granskare ingår bl.a. att:

- Följa upp och tillse att tredje mans intressen beaktas.
- Analysera risker för att identifiera kritiska moment.
- Kontrollera projekteringen utgående från dessa kritiska moment.
- Kontrollera att projektörens intentioner framgår i arbetshandlingarna
- Kontrollera att arbetena utförs enligt den grundläggande strategin och att arbetena för de kritiska momenten utförs på ett professionellt sätt.
- Övergripande kontroll av att de verkliga grundförhållandena överensstämmer med de förhållandena som projekteringen bygger på.

DIMENSIONERING

Förväntad arbetsgång vid dimensionering enligt observationsmetoden

- Identifiering av brottmekanismer
- Fastställande av geometriska förutsättningar och dess osäkerhet
- Fastställande av relevanta yt- och punktlaster
- Fastställande av materialegenskaper och dess osäkerhet
- Analys genom analytiska, numeriska och empiriska metoder
- Redovisning av teknisk lösning
- Redovisning av fortsatt hantering av osäkerheter

Dimensionering = Tekniska PM

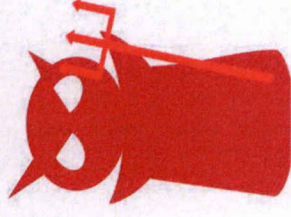
GRANSKNING AV EJ FÄRDIGA HANDLINGAR

- Denna granskning görs i tidigt skede
- Värdefullt för alla parter att synpunkter kan lämnas tidigt
- De brister som påtalas ger projektören större möjlighet att slutföra handlingarna på bra sätt
- Påtalade brister ska inte likställas med att slutresultatet blir dåligt

ALLMÄNNA SYNPKTER

- Bristfällig struktur i leverans av granskningshandling
- Bristfällig statushantering av handlingar
- Otillåten friskrivning avseende indata (Kap 2.2)
- Dimensioneringsgången förefaller bristfällig
- Rubriksättning frångår TRV 2014:144 och hantering av osäkerheter missas därmed
- Identifiering av brottmekanismer och osäkerheter är stor brist
- Fortsatt hantering av osäkerheter är stor brist
- Hemliga anläggningar redovisas inte

RANGORDNING AV PROBLEMMOMRÅDEN



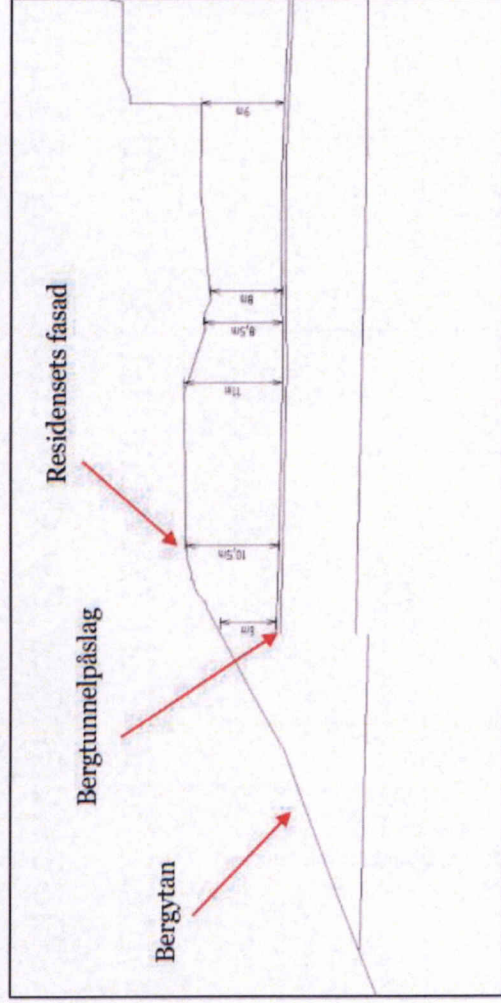
1. Passage av Götatunneln-Kungsgatan
2. Station Haga
3. Station Korsvägen
4. Residenset
5. Påslag Almedal

RISKANALYS – KOMPLETTERANDE LEVERANS 160620

Id	Händelse	Orsak	Påverkan	Skede	Arbetsmiljörisk	TO	Status	Förslag åtgärd	Hänvisning FU
100	Schakt Haga inbegriper många olika tekniskt komplicerade lösningar på liten yta.	Komplicerade förutsättningar: Skattehuset, Rosenlundskanalen och centralt läge	Försenad tidplan.	Byggskede	NEJ	Geoteknik	Överförd till Trv	? ?	Ev överförd till Trv
101	Byggnader med kulturella värden skadas.	Schakten pågår nära värdefulla byggnader.	- Dålig publicitet. - Aterställningskostnader.	Byggskede	NEJ	Huskonstruktions	Under åtgärd	Identifiera dessa byggnader?	
112	Risk att gränsnittet mellan TE och UE skapar problem i bergpåslag.	Gränsnittet sätts mitt i ett komplicerat område. Förutsättningarna för TE kan ha förändrats av UE berg.	- Försenad tidplan.	Byggskede	NEJ	Byggnadsverk	Under åtgärd	Det har beslutats att betongpelarna till fullo ska vara en del av TE. BB levererar laster och utformningskrav till BK, som inarbetar kraven i TB för TE.	Tas hänsyn till i beskrivningsarbetet
325	Fysiska förutsättningar stämmer inte med projekteringen. T.ex: vattenförande lager, sprickzoner i berg.	Vad som finns under mark kan inte förstås med absolut detaljering innan man faktiskt börjar spränga/gräva.	Förseningar byggskede	Byggskede	NEJ	Produktion	Accepterad risk	Beskrivs i PM Abir	

- Händelser och påverkan är bristfälligt utredda
- Konsekvenser av oförutsett dåligt berg behandlas inte tillfredsställande

ENTREPRENAD HAGA - RESIDENSET

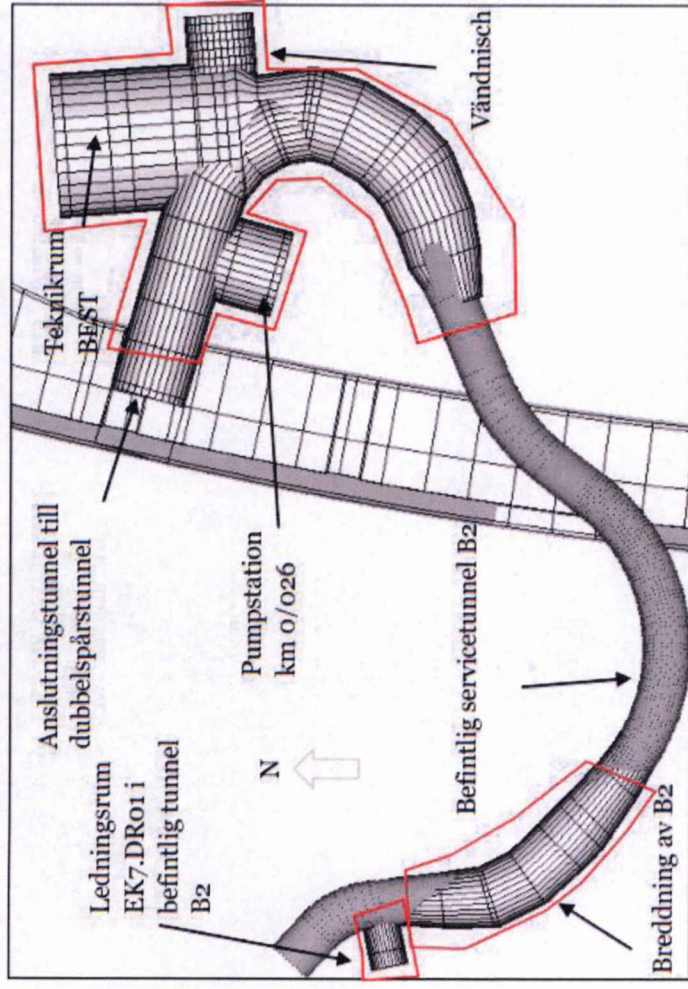


Figur 3 Illustration över bergtäckningen vid bergpåslaget och under Residenset

- Bristfällig riskanalys och identifiering av brottmekanismer
- Bristfällig geometrisk beskrivning
- Bristfällig hantering av osäkerheter
- Bristfällig beskrivning av berguttag
- Bristfällig beskrivning av fortsatt hantering av osäkerheter

Tveksam metod för förbultning. Kompletterande sondering från tunnel saknas.

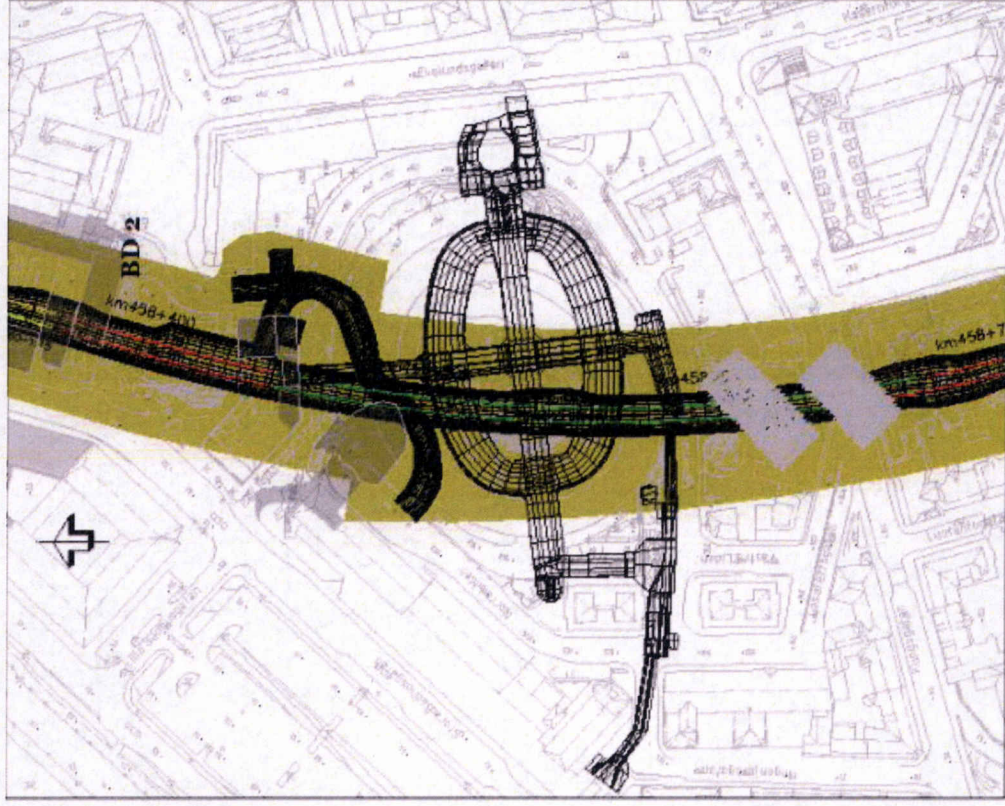
ENTREPRENAD HAGA – SERVICETUNNEL OTTERHÄLLAN



Figur 1 Översiktskarta för aktuellt utbredningsområde som denna PM behandlar

Bristfällig problembeskrivning (inom skyddszon...)
Ett flertal mindre anmärkning i PM:et

ENTREPRENAD HAGA – OTTERHÄLLAN SZCH01



- Bristfällig riskanalys och identifiering av brottmekanismer
- Bristfällig geometrisk beskrivning
- Bristfällig hantering av osäkerheter
- Bristfällig beskrivning av berguttag
- Bristfällig beskrivning av fortsatt hantering av osäkerheter

ENTREPRENAD HAGA – OTTERHÄLLAN STATSARKIVET

5.2 Passage av Stadsarkivet

Det förutsätts att förberedande arbeten, exempelvis förstärkning och övriga skyddsåtgärder, kommer att utföras i Stadsarkivet.

Bergtäckningen mellan Västlänkens spårtunnels tak till botten av Stadsarkivets bergtrum är större än 8 m. Mer än 90% av bergmassan har en kvalitet bättre än $Q_{\text{bas}} = 1$; och 70% bättre än $Q_{\text{bas}} = 4$.

Det bedöms att det inte råder särskild risk för instabilitet som kan orsaka skador på Stadsarkivet och tillhörande anläggning. Vid tunneldrivningen ska dock hänsyn tas till gällande vibrationsrestriktioner.

Det anses att typförstärkningarna kommer att kunna säkerställa spårtunnelns stabilitet för denna passage. Det finns dock en risk att svaghetszonen SZCH01 kan passera i närheten av området och förstärkning ska då anpassas om detta inträffar.

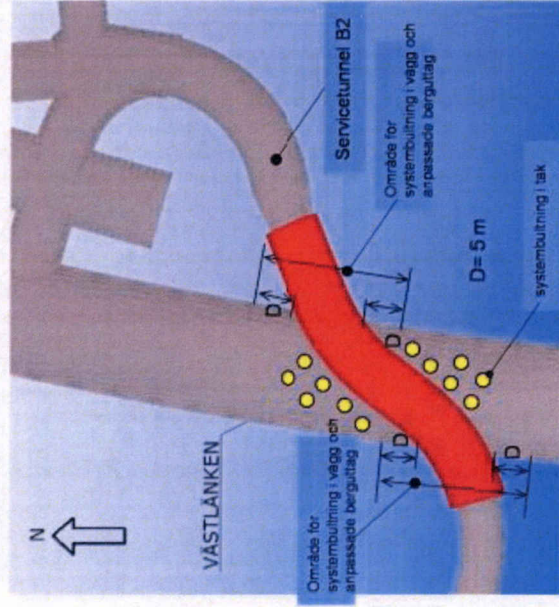
Denna passage kommer inte att särbehandlas och beskrivas i detta PM.

- Vilka förberedande arbeten ska utföras
- Bristfällig geometrisk beskrivning
- Bristfälligt hänsynstagande till SZCH01
- Olämplig skrivning att passagen kan bortses ifrån

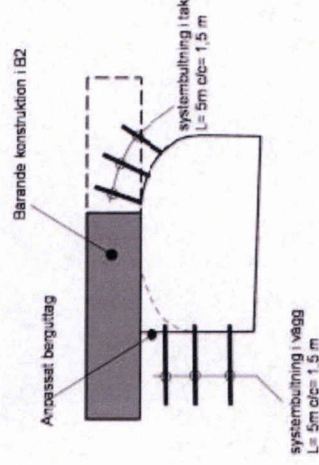
ENTREPRENAD HAGA – OTTERHÄLLAN SERVICETUNNEL B2

Den bärande konstruktionen kommer att grundläggas på berg vid sidor av spår tunneln, därför ska tunnelväggarna förstärkas, se Figur 20. Figuren visar att det anpassade berguttagkonturer, eftersom berget under den bärande konstruktionen inte har tillräckligt bärformåga. Därför berget avlägsnas inom dessa områden.

Tunneltaket förstärkas med systembultning $L=5$ m och $c/e=1,5$ m för att säkra berget som har sämre valvbildning.

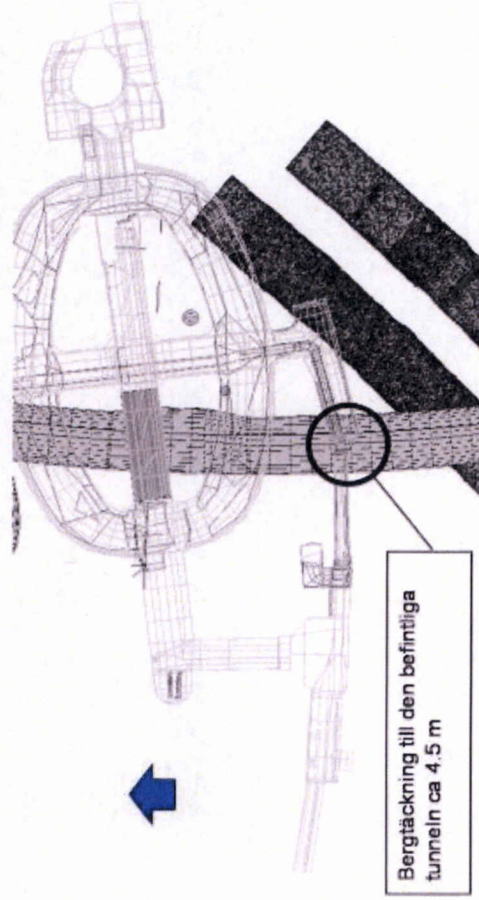


- Bristfällig riskanalys och identifiering av brottmekanismer
- Bristfällig geometrisk beskrivning
- Bristfällig hantering av osäkerheter
- Bristfällig beskrivning av berguttag
- Bristfällig beskrivning av fortsatt hantering av osäkerheter



Figur 20 Anpassade bergförstärkning för passage av servicetunnel B2. Övriga delar av tunneln förstärkas enligt typförstärkning.

ENTREPRENAD HAGA – OTTERHÄLLAN KUNGSGARAGET



Figur 12 Bärande konstruktion i servicetunnel B2 över Västlänkens spärtunnel (skiss enligt systemhandlingen)

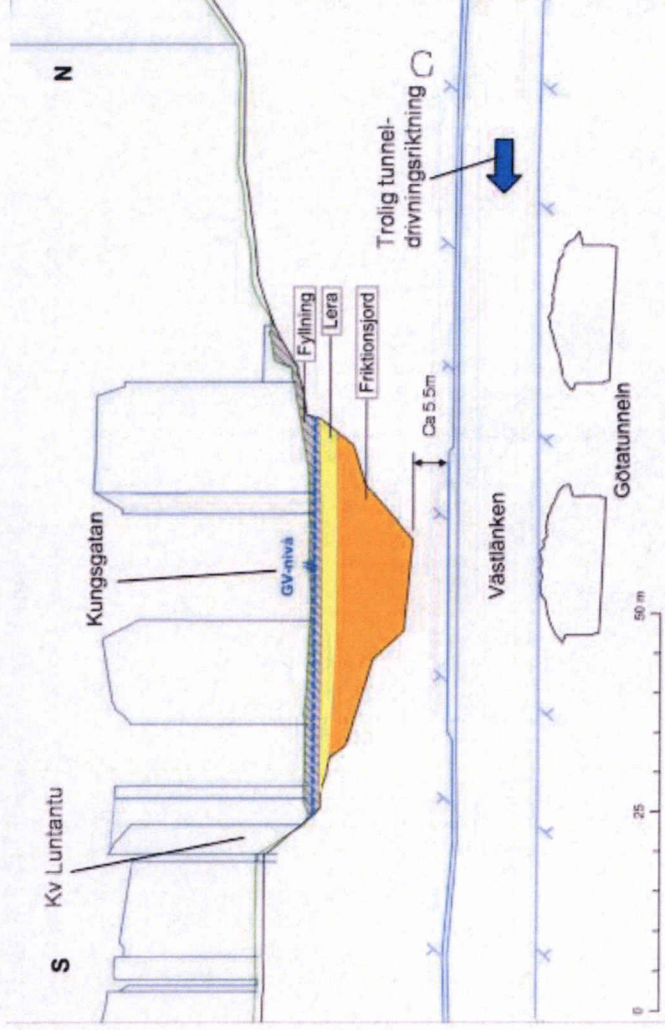
- Bristfällig riskanalys och identifiering av brottmekanismer
- Bristfällig geometrisk beskrivning
- Bristfällig hantering av osäkerheter
- Bristfällig analys
- Bristfällig beskrivning av fortsatt hantering av osäkerheter

För denna passage utförs 2 omgångar förbultning med $L=6\text{m}$, $\phi=25\text{mm}$ och $c/c=1.0\text{ m}$.

Förbultning utförs 3 m före och efter korsningspunkten, mätt från den närmaste tunnelväggen av tillrymningstunneln. Överlappning mellan olika förbultningsomgångar är 2 m.

Bergförstärkning utförs med systembultning $L=3\text{ m}$ och $c/c = 1.5\text{ m}$ samt sprutbetong på 100 mm. Vid val av förstärkning i samband med tunneldrivningen ska också hänsyn tas till svaghetszon SZCH01.

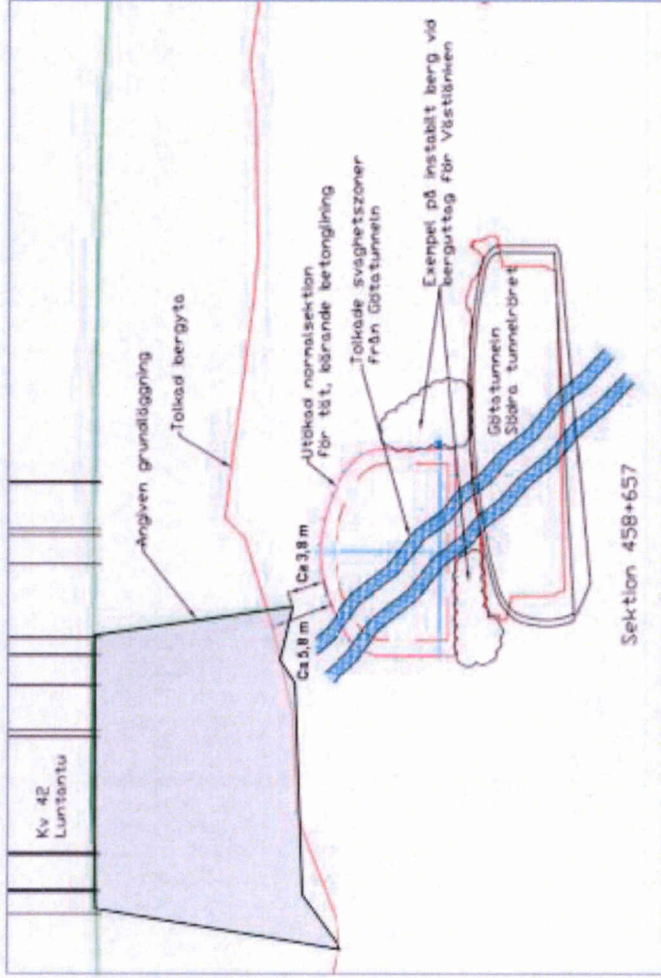
ENTREPRENAD HAGA – OTTERHÄLLAN KUNGSGATAN, KV LUNTANTU OCH SZCH02



Figur 14 Sektionskiss över passager av Götatunneln, Kungsgatan och Kv Luntantu (sett från öster) (modifierad enligt dokument JPSH2-01-025-04_009 i systemhandlingen)

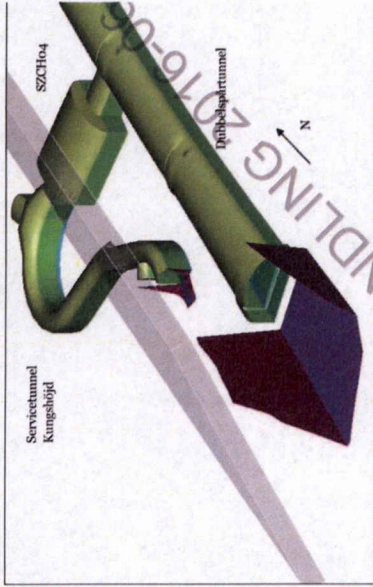
- Olämpligt att lyfta ut götattunneln ur dimensionering=delat ansvar
- Bristfällig riskanalys och identifiering av brottmekanismer
- Bristfällig hantering av osäkerheter
- Bristfällig analys
- Bristfällig beskrivning av fortsatt hantering av osäkerheter

ENTREPRENAD HAGA – OTTERHÄLLAN KUNGSGATAN, KV LUNTANTU OCH SZCH02



- Vad göra om bergtäckning saknas?
- Vilka varianter av SZCH01 är möjliga?
- Är SZCH02 behandlad?
- Analys av spiling saknas helt (bärförmåga, laster, verkningssätt)

ENTREPRENAD HAGA – SERVICETUNNEL KUNGSHÖJD



PM levererat 160719

Kriterier för vilka kritiska snitt som ska hänföras geoteknisk kategori (GK) 3 framgår av E00-17-025-0000-0006 - Redogörelse för förutsättningar och metoder för dimensionering av bergkonstruktioner. I enlighet med detta hänförs det aktuella objektet GK 3.

5 Problemanalys

Projekteringen består av fyra delar, förskärning och bergtunnelpåslag, bergtunnel och anslutning till dubbelspår-tunnel.

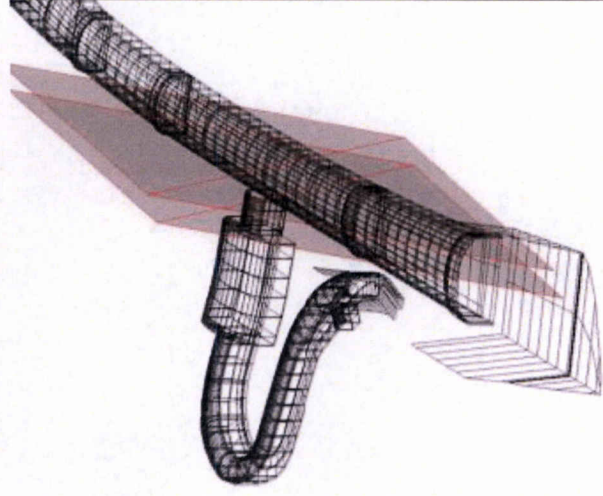
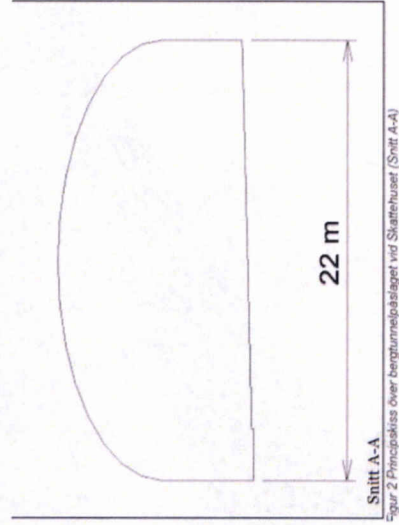
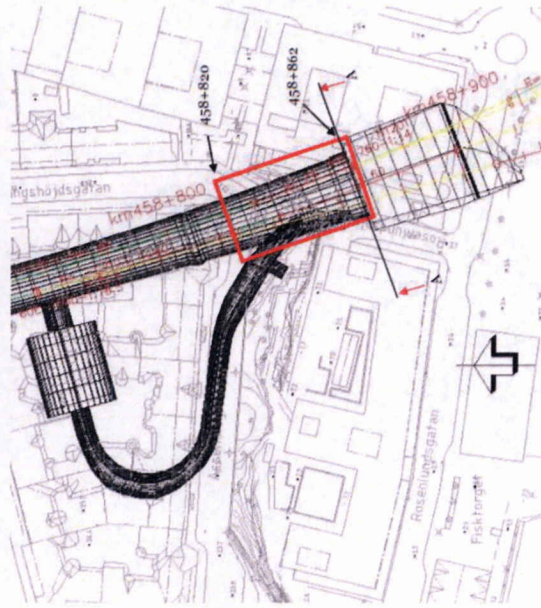
Projekteringen avser tunnelstabilitet samt tätning och drivningsrestriktioner för att uppfylla omgivningskrav.

Under projekteringen krävs att hänsyn tas till följande aspekter:

- Påslaget till dubbelspår-tunnel ligger nära Skattehuset med vibrationskänslig utrustning
- Delar av Skattehuset som står på sättningebenägen mark
- En svaghetszon som skär tunneln vid två ställen
- Passage av underjordsanläggning

Tullgräns från km 0/198 till km 0/025 införs på grund av att servicetunneln passerar ett underjordiskt berg-
rum och vibrationskänsliga byggnader. Vibrationsrestriktion med avseende på acceleration sätts till $a = 2 \text{ g}$
(20 mm/s^2) för undermarksanläggningen. Se Riskanalys dokument E04-03-049-0500-0001. Vibrations-
värden ska följas upp kontinuerligt under framdrivningsfasen av servicetunneln.

ENTREPRENAD HAGA – SKATTEHUSET



8.1.3 Tullgräns och kontroll

Restriktion i form av tullgräns införs vid bergtunnelplåslag vid km 458+862 till km 458+820. Det bedöms att bergtäckningen är den viktigaste faktorn för att få ett stabilt tunnelplåslag med konventionell förstärkning. Designen i detta PM är giltig för bergtäckning > 9 m.

På grund av att Skattehuset är en känslig passage med dålig bergkvalitet, låg bergtäckning och vibration restriktioner.

I händelse av sträckor med dålig bergkvalitet, $Q < 0,1$, ska införande av tullgränser och konvergensmätning övervägas i samråd mellan entreprenör, beställare och, av beställaren anlitad karterande geolog.

Kontroll

Skattehuset är en känslig byggnad, med höga restriktioner gällande sättningar och vibrationer. Skattehuset grundläggning är även en känslig del. Med hänsyn till restriktioner ska omgivningspåverkan kontrolleras vid drivning av tunneln under Skattehuset kontinuerligt och eventuellt justeras med avseende på uppmätta värden.

ENTREPRENAD HAGA – HAGA STATION

In the rock mass of Haga station there is one important weakness zones, a so-called "Svaghetszoner" [5]. [23]. This weakness zone is a fault, consisting of loose rock with low rock quality. An illustration of the weakness zone can be found in Figure 10. One has to be aware that there is an uncertainty concerning the location of the weakness zones of approximately +/- 15 m [11].

- The weakness zone HH 01 cuts the access cavern and the regular station tunnel of Haga. It has a strike direction of 130° to north and a moderate dip of approximately 40°. The weakness zone is characterized as a 0.8 meter thick zone of crushed rock with a size of 3 cm and filled with clay and sand. The weakness zone is oriented in the direction of the dominant joint group SG 1.

The rock mechanical parameters of the weakness zone are discussed later in 7.3-4 the stress and deformation analysis.

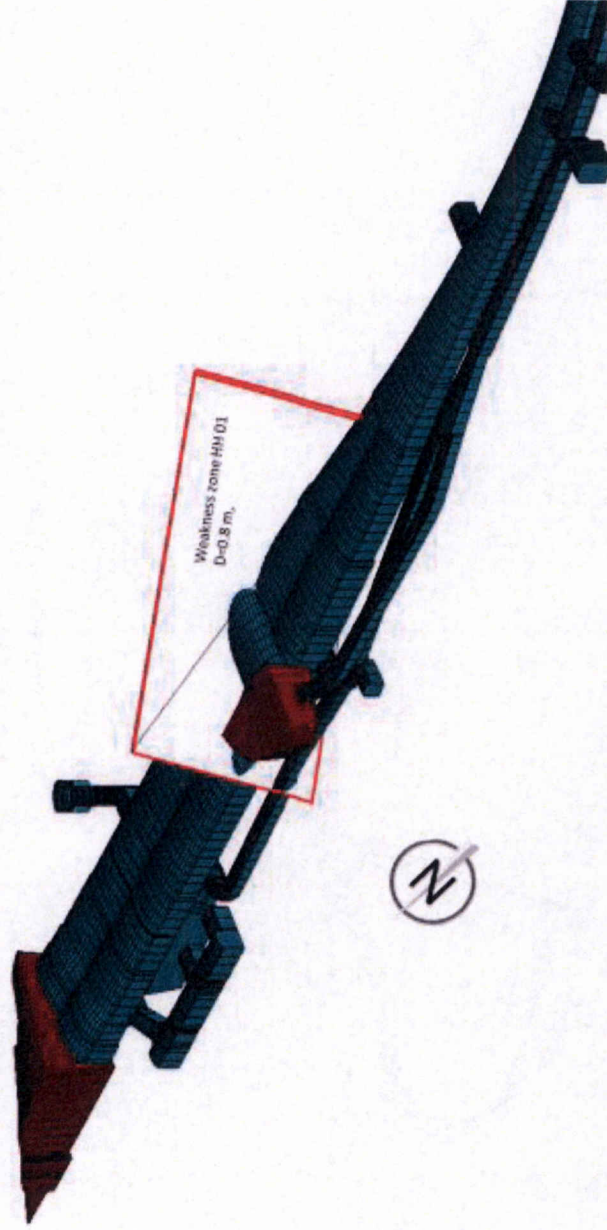
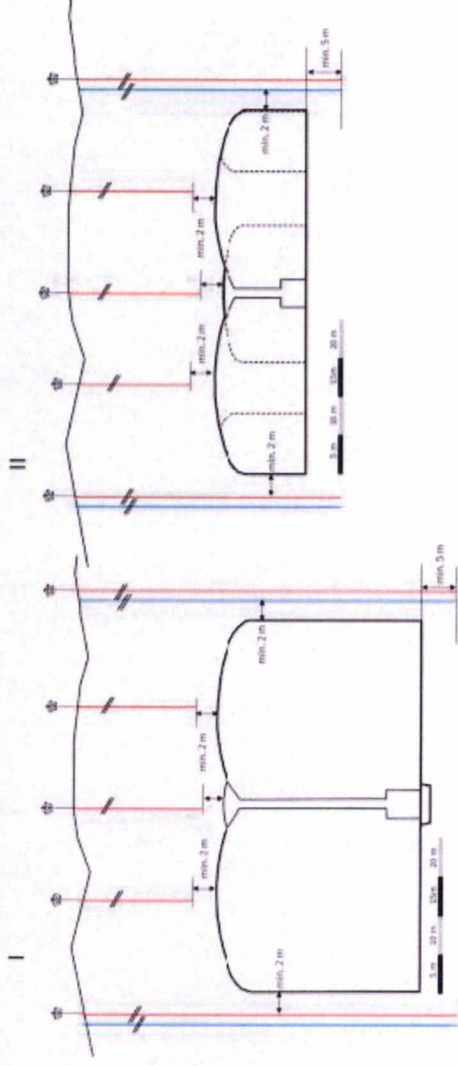


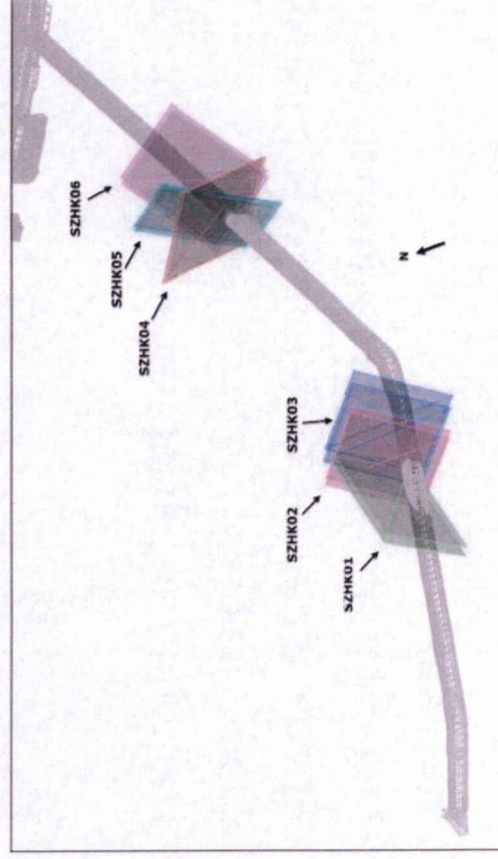
Figure 10 Visualization of the weakness zone HH 01 in the Haga station.

ENTREPRENAD HAGA – HAGA STATION



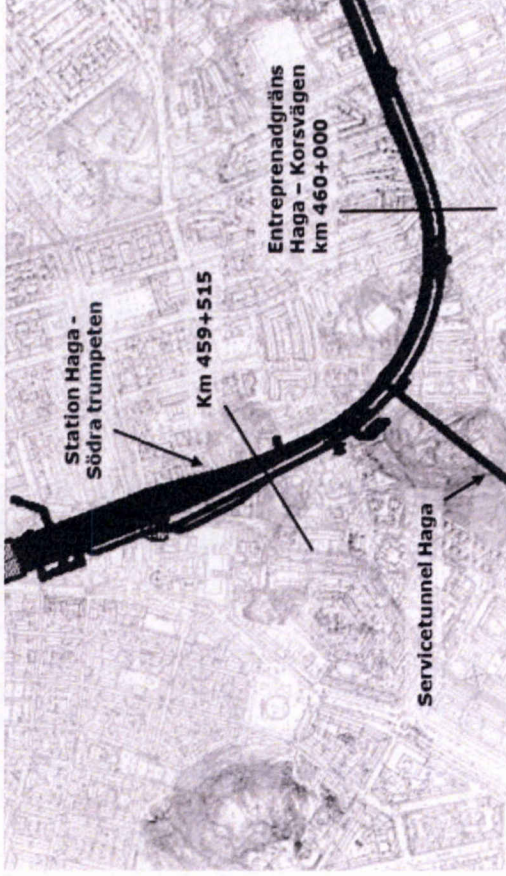
- Tullgränser saknas
- Metod för att verifiera design under berguttag saknas
- Endast förväntad deformation är bristfällig hantering av frågeställningen
- Plan B saknas
- Hantering av påslag saknas

ENTREPRENAD HAGA – SERVICETUNNEL HAGA



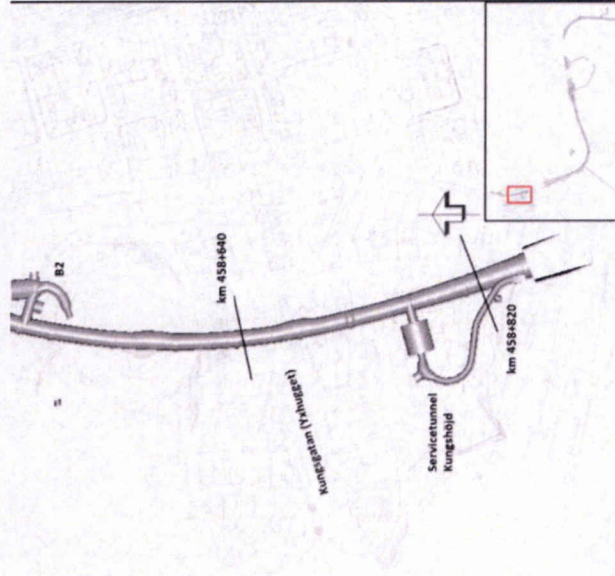
- GK3 pga närhet till anläggningar
- Frågeställningen hanteras sedan inte vidare
- Bristfällig geometrisk beskrivning

ENTREPRENAD HAGA – LINJEN



- Varför GK3?
- Varför tullgräns vid 459+715?
- Problembeskrivning saknas för passage av undermarksanläggning 307

ENTREPRENAD HAGA – ANLÄGGNING 601

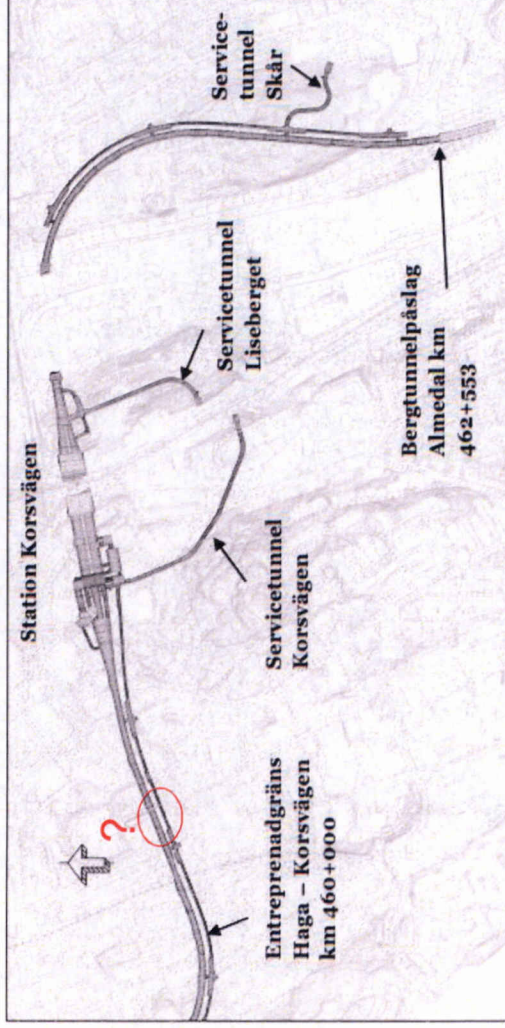


- Varför GK3?
- Var är anläggning 601?
- Kungsgatan har hanterats i annat PM!

Designen som redovisas i denna rapport gäller för bergschakt, förstärkning och injektering av passagen under Residenset samt påslaget i anslutning till Hamnkanalen.

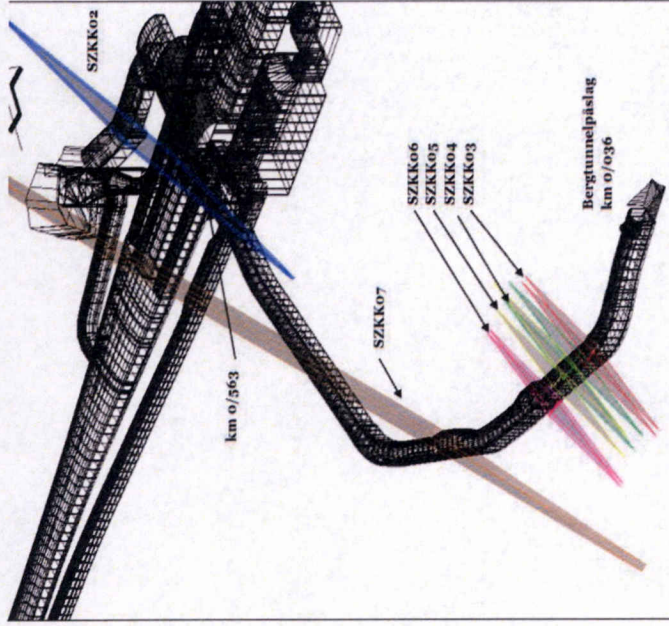
Spännvidden för gällande dubbelspårstunnel är 14,3 meter. Bergtäckningen över samtliga delar av tunneln är mer än en halv spännvidd, utom då tunneln passerar Yxhugget vid Kungsgatan då bergtäckningen sjunker till knappt en halv spännvidd.

ENTREPRENAD KORSVÄGEN – ANLÄGGNING 408



- Geometrisk beskrivning saknas
- Analys av brottmekanism saknas
- Osäkerheter behandlas ej

ENTREPRENAD KORSVÄGEN – SERVICETUNNEL KORSVÄGEN



- Tveksamt motiv till GK3
- Svårt att utläsa slutsatser

Tabell 10 Sammanställning av resultat bergförstärkning

Bergkvalitet (Q$\leq 0,01$)	Q-metoden	Löskärna	Typförstärkning BK IV
Spännvidd [m]	8,7	8,7	5-10
Buttängd [m]	2,8	1,6	3,0
Bultavstånd[m]	1,1 – 1,4	3,8	1,5
Sprutbetongjocklek [mm]	200 – 90	-	75

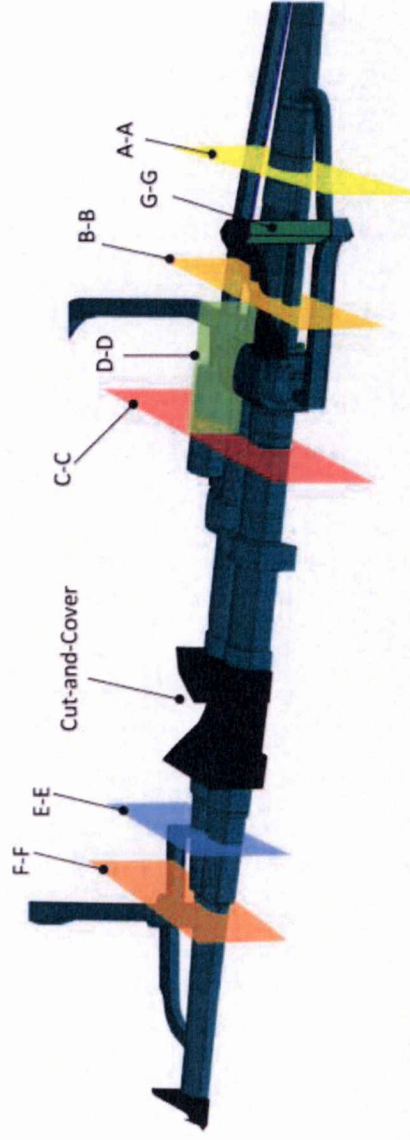
Bergtunnelpåslaget faller inom kriteriet för bergtäckning mindre än halva spännvidden, varpå påslaget hänförs GK 3. Områden med nedsatt bergkvalitet, se Figur 14, hänförs GK 3.

Själva bergtunnelpåslaget och förstärkningen förstärks enligt dokument E00-17-025-0000-0105, Typförstärkning slänter och redovisas inte ytterligare.

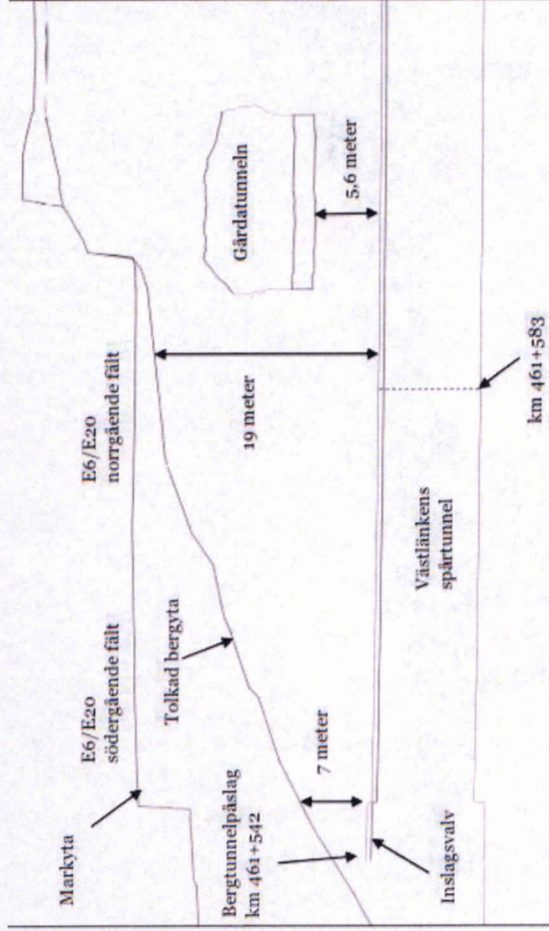
6.1.5 Passage av undermarksanläggning 213

ENTREPRENAD KORSVÄGEN – STATION KORSVÄGEN

- Motsvarar synpunkter för Station Haga



ENTREPRENAD KORSVÄGEN – PÅSLAG OCH PASSAGE UNDER E6



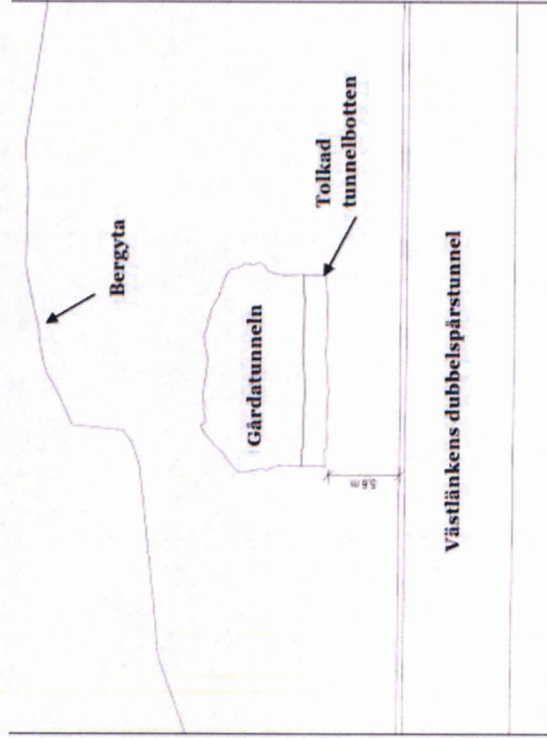
Figur 2 Bergtunnelpåslag för bergtunnelpåslag och passage under E6/E20 (icke skalenlig)

- Tveksamt motiv till GK3
- Bristfällig geometrisk beskrivning
- Bristfällig analys för vald design

Dubbelspårstunnelns påslag och passage under E6/E20 hänförs GK 3 med avseende på närhet till Gårdatunneln.

Bergtunnelpåslaget förstärks med förbultning som består av bergbultar med en längd på 4,0 meter och c/c-avstånd på 1,0 meter. Förbultningen utförs innan bergsprängning av den första salvan för bergtunneln och installeras med en vinkel på 45°.

ENTREPRENAD KORSVÄGEN – PASSAGE UNDER GÅRDATUNNELN



Figur 3 Bergstäckning för passagen under Gärdattunneln, se snitt A i Figur 1

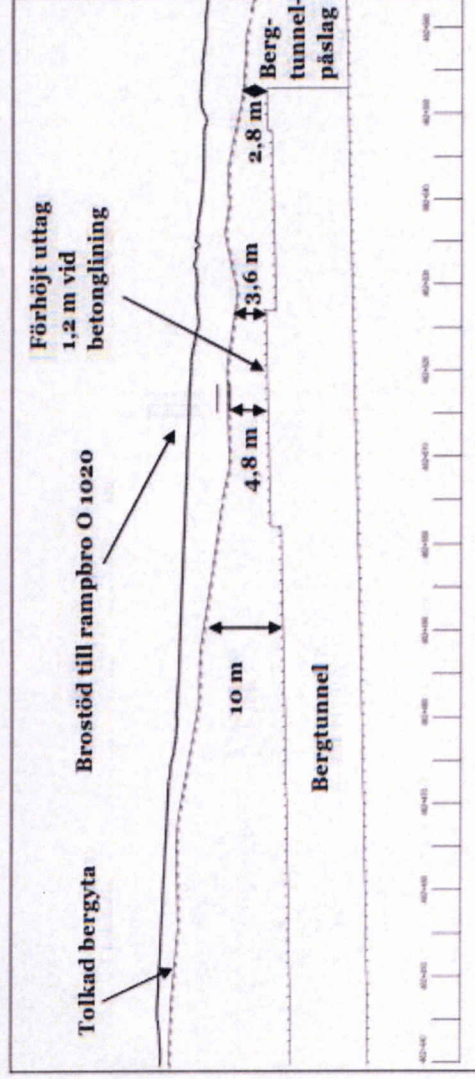
- Bristfällig geometrisk beskrivning
- Bristfällig hantering av osäkerheter
- Bristfällig analys för vald design

8.1.5 Gränser för projekterings giltighet

Projekteringen redovisad i detta PM gäller under följande förhållanden:



ENTREPRENAD KORSVÄGEN – PÅSLAG ALMEDAL



- Bristfällig redovisning av geometrier
- Alternativa designlösningar för mindre bergtäckning rekommenderas
- Utökad sondering avseende bergytans läge rekommenderas

FORTSATT GRANSKNING

- Tekniska PM som saknas
- Omgranskning av tidigare levererade PM
- Teknisk beskrivning med Mängdförteckning
- Kontrollprogram
- Ritningar

UTFÖRANDEPLANERING

”För GK2 och GK3 bör utförandeplanering såsom arbetsordning, tillvägagångssätt och restriktioner anges i Projekterings PM/Geokonstruktion. Utförandeplanen ska vara kopplad till utförd dimensionering/verifiering och kontroll samt vara upprättad av geoprojektören. Arbetsordning tas fram av geoprojektör medan en arbetsberedning tas fram av entreprenören i samråd med geoprojektör.”

- Projekterings PM, TB, Ritning
- Arbetsberedning från Entreprenör

OBSERVATIONSMETODEN I PROJEKTERINGEN

Under projekteringen och innan utförandet ska:

- acceptabla gränser för beteendet bestämmas
- gränserna för möjligt beteende beräknas och det ska visas att sannolikheten är godtagbar för att det verkliga beteendet ligger inom de acceptabla gränserna
- en plan för uppföljning tas fram som ska visa om det verkliga beteendet ligger inom acceptabla gränser. Uppföljningen ska på ett tillräckligt tidigt stadium klargöra detta och med tillräckligt korta tidsintervall för att framgångsrikt kunna vidta korrigerande åtgärder
- en plan för korrigerande åtgärder ska upprättas

OBSERVATIONSMETODEN I BYGGSKEDET

- Under byggskedet ska uppföljningen utföras som planerat. Resultaten av uppföljningen ska utvärderas vid lämpliga steg och de planerade korrigerande åtgärderna ska vidtas om gränserna för beteendet överskrids.
- Utgångspunkten bör vara att projektets parter redan i projekteringskedet betraktar att ny kunskap kommer projektet tillgodo under utförandeskedet som en förutsättning för att reducera osäkerheterna i det geotekniska beteendet. Vidare att en reduktion av osäkerheter kan medföra förändrade villkor både vad gäller dimensionering och utförande.

KONTROLL/ÖVERVAKNING

Geoteknisk kategori 2

Kontrollprogrammet i innefattar grundkontroll samt tilläggskontroll. Grundkontroll omfattar utöver kontroller för GK1, även uppföljning av geokonstruktionens beteende i förhållande till planerat, uppföljning av konstruktionens bärförmåga, funktion och beständighet samt inverkan på omgivningen. Tilläggskontrollen omfattar även kontroll mot i projekteringen upprättade gränsvärden samt kan kompletteras med kontroll utförd av en oberoende granskare, se avsnitt 5.3.4.

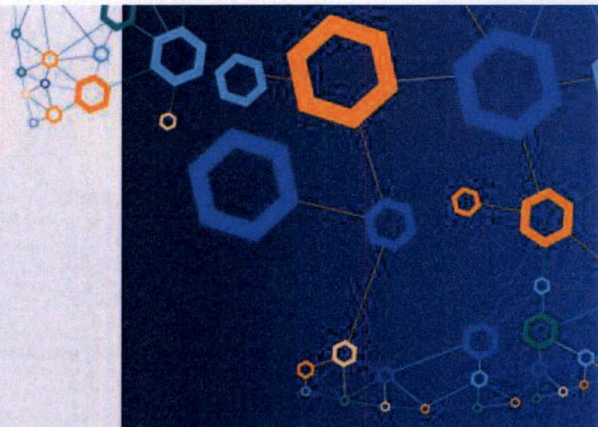
Geoteknisk kategori 3

Kontrollprogrammet innefattar, utöver kontroller enligt GK2, exempelvis kontroller i signifikanta faser i utförandet. Kontroll av geokonstruktioner i GK3 ska utföras enligt beskrivningen för GK2 och vanligen kompletteras med kontroll utförd av en oberoende granskare, se avsnitt 5.3.4.

- Kontrollprogram



 PÖYRY



SLUT

Händelse/Entreprenad	Startmöte GK3	GK3-granskning, godtagande av konstruktionslösning, ÅFs samgranskning	TRV överlämnar synpunkter	GK3-granskare överlämnar synpunkter	ÅF bemöter TRVs synpunkter	Paketering till leverans	Slutleverans	TRVs mottagningskontroll (2 veckor)
Förtydligande		ÅF överlämnar handlingar	Separat möte	Separat möte	Justering påbörjas	ÅF justerar klart	Leverans till TRV	
Haga	160426	160607	160808	160808	160815	160915?	160929	
Korsvägen	160426	160915?	?	?	?	?	161115	
Kvarnberget	160426	161018	161115	161116	161122	161130	161214	

