

Maj 2015

# Lokaliseringsutredning Sofia-Gullmarsplan/söderort

PM Spår

Titel: Lokaliseringsutredning Sofia-Gullmarsplan/söderort, PM Spår

Konsult: Sweco

Uppdragsledare: Cornelis Harders och Gunilla Yström (bitr.), Sweco

Rapportansvarig: Sven-Ove Larsson, Sweco

Bilder & illustrationer: SWECO om inget annat anges

Diarienummer: FUT 1502-0022

Utgivningsdatum: Maj 2015

Distributör: Stockholms läns landsting, förvaltning för utbyggd tunnelbana  
Box 225 50, 104 22 Stockholm. Tel: 08 737 25 00. E-post: [nyatunnelbanan@sll.se](mailto:nyatunnelbanan@sll.se)

# Innehållsförteckning

1	Inledning	3
1.1	Bakgrund	3
1.2	Mål	3
2	Förutsättningar	4
2.1	Underlag	4
3	Projektspecifika krav/riktlinjer	6
3.1	Längdmätning	6
3.2	Spårgeometri, dimensionerande riktlinjer/krav vid nyanläggning	6
4	Utredningsalternativ	13
4.1	Alternativen	14
4.2	Växelförbindelser	14
4.3	Plattformar	15
4.4	Stationsdjup	15
4.5	Alternativ Blå	16
4.6	Alternativ Svart, Rosa och Grön	18
5	Effekter och konsekvenser	21
5.1	Alternativ Blå	21
5.2	Alternativ Svart, Rosa och Grön	21
6	Samlad bedömning	23
6.1	Alternativ Blå	23
6.2	Alternativ Svart, Rosa och Grön	24
6.3	Skillnader mellan utredningsalternativ	24
7	Fortsatt arbete	25

# 1 Inledning

## 1.1 Bakgrund

Som en del av överenskommelserna från 2013 års Stockholmsförhandling ska Blå linje förlängas från Kungsträdgården via Sofia till Gullmarsplan, för att mellan Gullmarsplan och Sockenplan länkas samman med Gröna linjens Hagsätragren.

De olika utredningsalternativ som har tagits fram i denna Lokaliseringsutredning utvärderas på en övergripande nivå.

Lokaliseringsutredningens syfte är att ta fram underlag för val av sträckningskorridor för en koppling mellan station Sofia på Södermalm på förlängningen av den Blåa linjen och Hagsätragrenen på den Gröna linjen.

Fokus vid arbetet med spårdragningar har legat på att stödja beslutsprocessen avseende lokalisering av tunnelbanan. Detta har inneburit ett arbete med att ta fram geometrier för de enskilda alternativen, med sådan precision att man med stor sannolikhet kan avgöra om ett alternativ är möjligt att genomföra och att försöka belysa de för- och nackdelar som finns.

Målsättningen vid utformningen av spårlinjerna har också varit att uppfylla de tekniska kraven som redovisas under avsnitt 3 och samtidigt, på bästa sätt, möjliggöra de i studien framkomna önskemålen om placering av tunnelbanans stationer och uppgångar.

Lösningarna ska samtidigt vara tekniskt och ekonomiskt genomförbara och kunna ligga till grund för en detaljutformning i senare skeden. Bygg- och driftskostnaderna är beroende av en mängd faktorer, bland annat materialval och utformning av tunneltvärsnitt, som inte är fastställda i detta tidiga skede och även delvis ligger utanför teknikområde spår. Det innebär att alla lösningar i detta skede måste ha marginaler så att man kan hålla alla möjligheter öppna för framtida val av lösningar.

Syftet med detta PM är att beskriva de olika spårdragningsalternativ som har tagits fram under Lokaliseringsutredningen och beskriva deras respektive för- och nackdelar ur spårtekniskt perspektiv för att på så sätt kunna vara ett stöd vid val av alternativ.

## 1.2 Mål

Som projektmål har satts ”Attraktiva resor”, ”En tillgänglig och sammanhållen region” och ”Effektiva resor med låg miljö- och hälsopåverkan”.

Målen presenteras närmare i huvudrapport för Lokaliseringsutredningen. Spår utvärderas inte utifrån projektmål.

## 2 Förutsättningar

Ett antal olika förutsättningar och underlag av olika härkomst har legat till grund för studiens alternativ. Flera av dessa har ärvts från tidigare skeden samt angränsande utredningar, såsom *Idéstudie Utbyggnad av tunnelbana till Gullmarsplan/Söderort* och *Förstudie Tunnelbana till Nacka* liksom ett antal kartor och terrängmodeller. Uppdraget var att i första hand utgå från det material som fanns och i så liten utsträckning som möjligt komplettera. Vi har därför arbetat vidare med detta material under förutsättningen att kvaliteten är tillräcklig för att användas som underlag även i denna Lokaliseringsutredning. Inga kompletterande inmätningar av befintliga anläggningar har gjorts.

Vid utformningen av den spårgeometri som redovisas i denna Lokaliseringsutredning har vissa förenklingar gjorts. Spåravståndet har generellt antagits till 15 meter utom nära anslutningar till befintliga spår med annat spåravstånd. Dessutom har plattformar som illustration i spårmodellen placerats med konstant bredd mellan spåren varvid den illustrerade bredden har varit den bredd (cirka 12 meter) som ryms mellan spåren vid ett avstånd av 15 meter mellan spårmitt. Detta spåravstånd stämmer även ganska väl med det minsta spåravstånd man kan ha mellan spåren för att vid separata enkelspårstunnlar få en bergpelare mellan spåren på 7 meter vilket har förutsatts som ett minimikrav.

Växlarnas slutliga placering är inte klart i detta skede. De växelförbindelser som redovisas i respektive alternativ bör ses som förslag eller möjliga växelplaceringar.

I samtliga alternativ har förutsatts att lutningar upp till 50 promille accepteras eftersom detta är nödvändigt för att klara stigningen på cirka 91 meter från Sofia till Sockenplan. Detta gäller även sträckor där växlar och förbindelser placeras.

### 2.1 Underlag

En stor del av det material som har legat till grund för Lokaliseringsutredningen har inhämtats från de tidigare utredningarna: *Idéstudie Utbyggnad av tunnelbana till Gullmarsplan/Söderort* och *Förstudie Tunnelbana till Nacka*. Geometrier som togs fram i samband med dessa studier har varit utgångspunkt för fortsatt arbete. Även grundkartor och terrängmodeller liksom modellfiler över projekterade spår från tidigare skeden inhämtades från dessa utredningar. Detta material har tillhandahållits genom Förvaltning för utbyggd tunnelbana (FUT).

Genom direktkontakt med projektörer på Atkins respektive WSP erhöles kompletterande material som geometrier liksom terrängmodeller i originalformat för Rail Track som är det program som har använts för beräkning av geometrier i denna studie. Avsikten var dels arbetsbesparing och dels att minska risken för fel. Detta var samtidigt en av förutsättningarna för uppdraget.

Modellfiler över befintliga spår på Grön tunnelbana i plan och profil mot Hagsätra samt i viss mån grundkartan har använts som underlag gällande befintlig geometri. Filerna har tidigare erhållits från SLL i samband med andra projekteringsuppdrag på tunnelbanan. Aktuellt höjdsystem i dessa profiler var RH 00 varför hänsyn till framtida justering till RH 2000 har tagits vid beräkningarna (höjderna ska justeras med ett tillägg av cirka +0,5 meter). Ingen ytterligare kontroll av kvaliteten på detta material har gjorts.

Underlag för befintliga och planerade undermarksanläggningar/tunnlar som har använts har tagits fram av SWECOs Bergteknikgrupp inom detta uppdrag. Som underlag för läget av den planerade Citylink, har använts *Arbetsmaterial Citylink 2014-05-26*, erhållet via mail från FUT.

## 3 Projektspecifika krav/riktlinjer

Utgångspunkt för de redovisade projektspecifika kraven har varit Underlagsrapport *Förstudie Tunnelbanan till Nacka, Projektspecifika krav för nyanläggning av Tunnelbana (TN 2013-0479)*, daterad 2013-11-18 tillsammans med SL:s säkerhetsbestämmelser *SÄK-0403 Spårteknik* samt *SÄK-0338 Utrymmeskrav för tunnelbanan och TRI-TUB*.

Förutsättningarna har även samordnats med *Förstudie tunnelbana till Nacka, Bilaga 4 PM Spår* med avsikten att samma förutsättningar ska gälla för både denna Lokaliseringsstudie och för den planerade linjen till Nacka C.

### 3.1 Längdmätning

Längdmätningen för spår mot Nacka/söderort startar med kilometer 0+000 vid en punkt i spårmitt som är vinkelrät mot södra änden av plattformen på station Kungsträdgården i CAD-modellen. Längdmätningen för spår mot söderort fortsätter kontinuerligt genom grenspåren i växlarna efter station Sofia där spåren mot söderort grenas av.

Huvudlängdmätningen ligger i spår S och angivna längdmätningar relateras till spår S om inget annat anges. Varje spår har dock individuell längdmätning.

### 3.2 Spårgeometri, dimensionerande riktlinjer/krav vid nyanläggning

Av komfort-, slitage- och underhållsskäl ska en så rak spårgeometrisk utformning som möjligt eftersträvas. Där kurvor anordnas ska så stora radier som möjligt väljas. Riktningförändringar ska om möjligt koncentreras till så få ställen som möjligt med långa raksträckor däremellan. För att ge en mjukare övergång mellan raklinjer och radier och mellan radier med motsatt krökning ska övergångskurvor anordnas mellan dessa. I kritiska passager ska bästa möjliga lösning som uppfyller krav enligt *SÄK-0338* eftersträvas.

Nedan redovisas dimensionerande riktlinjer och krav i tabellform.

#### 3.2.1 Hastighet

Vid dimensionering av spårgeometrin ska eftersträvas att STH (största tillåtna hastighet) för spåren ska uppfylla eller överstiga kravet på dimensionerande hastighet.

Tabell 3.1 Dimensionerande hastighet

Dimensionerande hastighet	90 km/h
Största tillåtna hastighet vid passage av plattform.	50 km/h (enl. TRI-TUB)

### 3.2.2 Horisontalgeometri

Horisontalradier ska beräknas med jämna meter, undantaget parallella spår där radien beräknas med grundradie +/- spåravståndet.

Tabell 3.2 Horisontalradier

Minsta radie mellan stationer	450 m (vid 90 km/h förutsätts ha = 120 mm vilket kräver TF:s godkännande i varje enskilt fall)
Minsta radie vid plattform	800 m
Riktvärde för radie vid 90 km/h	600 m (ha = 100 mm, hb = 60 mm)

Tabell 3.3 Rälsförhöjning och rälsförhöjningsbrist

Minsta rälsförhöjning som anordnas	30 mm
Maximal tillåten rälsförhöjning, ha	100 mm (upp till 150 mm med TF:s godkännande i varje enskilt fall)
Maximalt tillåten rälsförhöjningsbrist, hb	100 mm
Största tillåtna rälsförhöjning vid plattform	40 mm (Rälsförhöjning vid plattform bör undvikas)
Anm: Vid 90 km/h och horisontalradie < 480 m krävs ha > 100 mm för att hb inte ska överstiga 100 mm.	

Förklaringar:

ha = Anordnad rälsförhöjning

hb = Rälsförhöjningsbrist

Ramplutning =  $\frac{\text{Rälsförhöjning}}{\text{Ramplängd (normalt övergångskurvas längd)}}$



Tabell 3.4 Övergångskurvor/Rälsförhöjningsramper

Minsta tillåtna godhetstal, q	6
Riktvärde för godhetstal, q	8
Största ramplutning	400

### 3.2.3 Vertikalgeometri

Tabell 3.5 Vertikalradier

Minsta vertikalradie vid 90 km/h	2 000 m
Normalvärde för vertikalradie vid 90 km/h	4 000 m (Riktvärde 3 240 m)
Minsta vertikalradie i växel:	
Konvex radie	5 000 m
Konkav radie	3 000 m

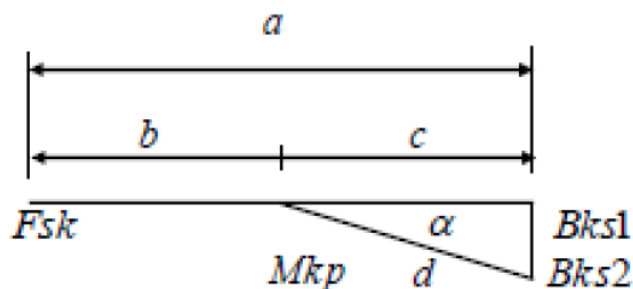
Tabell 3.6 Lutningar

Minsta lutning i tunnel för vattenavrinning (undantaget vid plattform)	5 ‰
Största tillåtna lutning normalt	40 ‰
Största lutning vid kritiska passager (enligt Förstudie tunnelbana till Nacka C, Bilaga 4 PM Spår, TF:s godkännande krävs i varje enskilt fall)	50 ‰
Lutning vid plattform	0-2,5 ‰ (minsta möjliga lutning)
Anm. Lutningar på 50 ‰, är i samtliga alternativ nödvändiga för att klara nivåskillnaden från station Sofia till anslutningspunkten vid Sockenplan.	

### 3.2.4 Växlar

Växlar ska företrädesvis placeras i horisontal raklinje och liten vertikallutning alternativt stor vertikalradie.

Standardväxlar för tunnelbanan



R Grenspårsradie

FSK Främre stödrälsskarv

MKP Matematisk korsningspunkt

BKS1 Bakre korsningsskarv, normalt belägen i icke avvikande spår

BKS2 Bakre korsningsskarv, normalt belägen i avvikande spår

BKS - SLS Avståndet Bakre korsningsskarv – Sista långsliper i spårmitt

Vid önskad fortsatt radie efter växeln ska växel med kurvad korsning väljas.

Tabell 3.7 Standardväxlar för tunnelbanan, Genomgående radie/Kurvad korsning

Typ	R (m)	$\alpha$ (gon)	a (m)	b (m)	c (m)	d (m)	Avstånd BKS-SLS (m)
50-1:3,453	50,7175	17,9458	14,386	7,196	7,190	7,196	1,280
100-1:4,9	99,2845	12,7809	20,000	10,000	10,000	10,000	1,840
100-1:5	100,0000	12,5666	19,804	9,902	9,902	9,902	2,237
140-1:6	140,0000	10,5137	23,174	11,587	11,587	11,587	3,900
179-1:6,838	179,2845	9,2444	26,080	13,040	13,040	13,040	3,972
179-1:7,51	179,2825	8,4274	25,756	11,884	13,872	13,872	4,000
300-1:9	300,0000	7,0447	33,230	16,615	16,615	16,615	4,675
400-1:10,68	400,0000	5,9454	37,385	18,692	18,693	18,693	7,568
600-1:12,8	599,2845	4,9631	42,045	19,137	22,908	22,908	9,480

Tabell 3.8 Standardväxlar för tunnelbanan, Rak korsning

Typ	R (m)	$\alpha$ (gon)	a (m)	b (m)	c (m)	d (m)	Avstånd BKS-SLS (m)
50-1:5	50,7175	12,5666	14,268	5,022	9,246	9,246	3,930
100-1:6	99,2845	10,5137	20,000	8,217	11,783	11,783	3,349
140-1:7	140,0000	9,0334	23,174	9,949	13,225	13,225	3,900
179-1:9	179,2845	7,0447	26,080	9,930	16,150	16,150	5,457
210-1:9	209,2845	7,0447	26,080	9,926	16,154	16,152	5,440
300-1:12	300,0000	5,2929	33,230	12,478	20,752	20,752	9,040
400-1:12	400,0000	5,2929	37,706	16,638	21,068	21,068	7,600
600-1:15	599,2845	4,2379	42,045	15,802	26,243	26,243	10,877

Tabell 3.9 Minst tillåtna radier för växlar i trafikspår

Minsta tillåtna radie för växlar i trafikspår	179 m
---	-------

#### Växelförbindelser

För att kunna uppnå minsta möjliga längd på växelförbindelser väljs växlar med genomgående radie som möjliggör fortsatt radie efter BKS.

Tabell 3.10 Växelförbindelser

Växeltyp i förbindelser (Förstahandsval)	50E3-300-1:9 (STH i växelns grenspår 50 km/h då växelns stamspår är rakt)
--	---

Växelkryss anordnas i första hand som separata växelförbindelser där detta är möjligt. Kryss med korsande spår bör undvikas om det är möjligt.

### Växlar vid avgrening till annat spår

Vid avgrening från spår mot Nacka ska växeltyp som tillåter så hög hastighet som möjligt användas. Bland SL:s standardväxlar innebär det 50E3-600-1:12,8 (överskärande) respektive 50E3-600-1:15. Båda dessa växlar har grenspårsradie 600 meter vilket medger 70 km/h i grenspåret då växelns stamspår är rakt. Vid trafik med lägre hastighet ger dessa växlar bättre komfort än växlar med mindre radie samtidigt som slitaget minskas.

### Uppställnings-/vändspår

Inga uppställnings- eller vändspår på sträckan Sofia – Sockenplan har studerats.

## 3.2.5 Utrymmesbehov och spåravstånd

### Normalsektioner

Normalsektioner utformas med mått enligt TF: s Säkerhetsbestämmelse SÄK-0338 Tunnelbanan, Minsta fritt utrymme och minsta skyddsutrymme i samråd med Strategisk Utveckling/Trafik och Infrastrukturutveckling.

Spåröverbyggnad för tunnlar skall utformas enligt typsektioner i bilaga 1 till Underlagsrapport Förstudie Tunnelbanan till Nacka, Projektspecifika krav för nyanläggning av Tunnelbana.

Tabell 3.11 Utrymmesbehov

Minsta avstånd spårmitt - tunnelvägg vid skyddsutrymme	2,10 m (2,40 m då kabelkonsol monteras på vägg)
Minsta tunnelhöjd över RÖK	4,20 m

## Plattformer

Tabell 3.12 Plattformars dimensioner

Plattformshöjd vid rakspår	1,125 m över RÖK (i kurva tillkommer tillägg för ev. rälsförhöjning)
Plattformslängd	145 m
Plattformsbredd	≥16-17 m (kan variera beroende på resandemängd, Arbete pågår med typstationer och dimensionerande krav)
Avstånd spårmitt - plattformskant vid rakspår	1,465 m (i kurva tillkommer tillägg för radie och ev. rälsförhöjning)

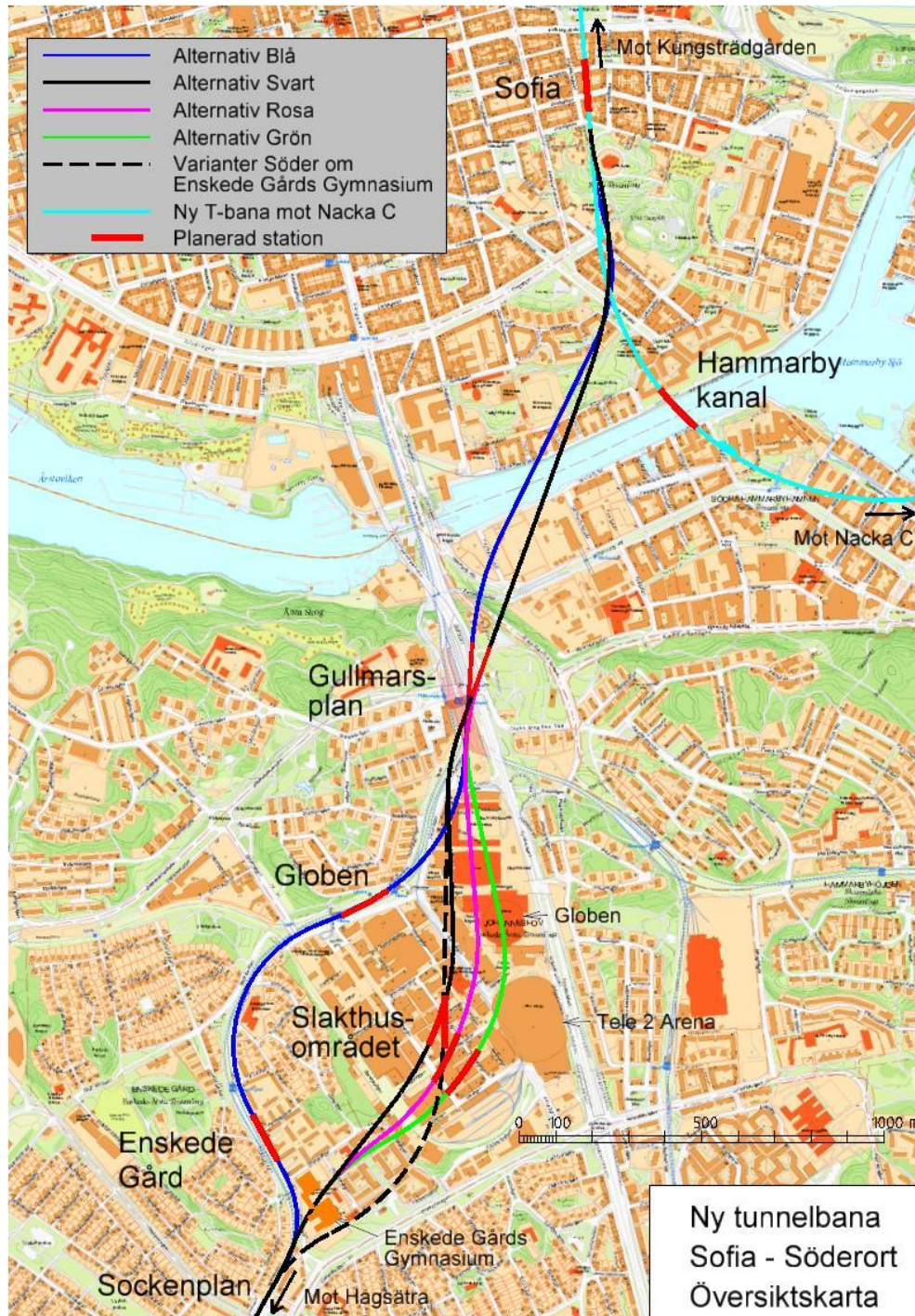
## Spåravstånd

De södergående- respektive norrgående spåren ska i största möjliga mån vara parallella. Undantag från detta kan behöva göras av olika anledningar som till exempel närhet till plattformer eller anslutningar till befintliga spår med annat avstånd. Även hänsyn till yttre hinder eller dålig bergkvalitet kan vara anledningar.

Tabell 3.13 Spåravstånd

Minsta spåravstånd vid dubbelspår	3,30 m
Normalt spåravstånd vid dubbelspår	3,50 m
Spåravstånd vid separata enkelspårstunnlar, normalt	Ej fastställt i detta skede

## 4 Utredningsalternativ



Figur 4.1 De fyra utredningsalternativen samt, enbart schematiskt, möjligheten att gå söder om Enskede Gårds gymnasium. Samtliga är tunnelalternativ.



## 4.1 Alternativen

Till grund för utredningsalternativens utformning har varit önskemål om stations- och uppgångsplaceringar och krav på spårgeometrier, se även Huvudrapporten samt övriga PM.

I samtliga alternativ förekommer korsningar med olika typer av befintliga eller planerade undermarksanläggningar av olika typ. Strävan har varit att försöka undvika konflikter med dessa vilket till stor del har legat till grund för alternativens utformning i både plan och profil. För en del av dessa anläggningar är det exakta läget dock inte fullständigt känt utan bygger på antaganden om framför allt höjdläge. Detta innebär att viss osäkerhet råder huruvida det kan finnas behov av åtgärder vid korsningarna. Bedömningen är ändå att alla alternativ som har redovisats i denna Lokaliseringsutredning är genomförbara spårmissigt.

De flesta korsningar med undermarksanläggningar, och de mest kritiska, ligger på sträckan Sofia - Gullmarsplan där alternativen löper parallellt. De kända korsningarna utgör vissa begränsningar av frihetsgraderna vid den geometriska utformningen, men inget direkt hinder. Den mest kritiska passagen sker i anslutning till station Gullmarsplan mellan två anläggningar, där den ena ligger nära under och den andra nära över tunnelbanan.

Det är stor nivåskillnad mellan den planerade stationen vid Sofia och den befintliga stationen vid Sockenplan. Nivåskillnaden mellan stationerna är cirka 91 meter medan längden mellan anslutningspunkterna är 3 421 – 3 631 meter för de olika alternativen. Medellutningen inklusive stationer skiljer därmed inte så mycket mellan alternativen - alla alternativ faller inom intervallet 25,1 – 26,6 promille.

Samtliga alternativ innehåller lutningar på 40 – 50 promille, vilket är stora lutningar som normalt inte tolereras eller är på gränsen. De kraftiga lutningarna är en följd av den stora nivåskillnaden på cirka 91 meter mellan station Sofia och Sockenplan i kombination med att stationerna endast har en lutning på +/- 2.5 promille samtidigt som profilen har anpassats för att undvika konflikter med befintliga och planerade undermarksanläggningar.

## 4.2 Växelförbindelser

Vilka växlingsmöjligheter som behövs i respektive alternativ är inte klart i detta skede utom vid avgreningen från Nackalinjen. De växelförbindelser som är redovisade är därför endast förslag.

Växlar har i samtliga fall placerats i raklinje. Nivåskillnaderna mellan stationerna Sofia och Sockenplan gör dock att maximal lutning (upp till 50 promille) måste anordnas på stora delar av sträckorna mellan stationerna varför hänsyn till önskemålet avseende låg lutning vid placering av växlar inte kan tas.

Försök att minska lutningen skulle innebära att sträckningarna måste förlängas vilket innebär anslutningen söder om Sockenplan. Detta skulle dels innebära att även station

Sockenplan skulle behöva sänkas vilket skulle innebära att bron över Sockenvägen skulle behöva byggas om eller rivas och att längden av spårtunnlar skulle öka. Detta har inte ingått i förutsättningarna för uppdraget och har inte utretts vidare.

Vid avgrening från linjen Kungsträdgården – Nacka C till linjen mot Söderort har för samtliga alternativ valts växlar av typ Ev-50E3-600-1:12.8 som är överskärande med genomgående radie. STH för växeltypen är 70 km/h vid rakt utförande. Den har valts för att man får största möjliga tillåten hastighet vid växling till Söderortslinjen. Dessutom avviker växeltypen snabbare än med alternativet, växel Ev-50E3-600-1:15, från stamspåret. Detta gör att man så tidigt som möjligt kan börja driva en separat tunnel för det avvikande spåret.

För växelkryss har valts växlar av typen Ev-50E3-300-1:9 som är tangerande och har genomgående radie vilket är en fördel då man kan välja fortsatt radie efter BKS för att få en så kort förbindelse som möjligt. STH för det avvikande spåret för denna växeltyp är 50 km/h vid placering i rakspår.

Den kraftiga lutningen på upp till 50 promille på sträckorna där växlar placeras innebär att de fordon som passerar genom förbindelserna vid färd nedför, kommer att utsättas för en negativ rälsförhöjning. Detta kommer dels att leda till ett förhöjt slitage av rälerna samtidigt som det kan innebära att STH i växlarna måste sänkas till 45 km/h i det avvikande spåret.

## 4.3 Plattformar

Samtliga plattformar har placerats på vertikala raklinjer och har en lutning av +/- 2.5 promille och har i detta skede, som förenkling, förutsatts ha konstant bredd på cirka 12 meter längs hela plattformslängden vilket är den bredd som får plats mellan spår vid ett spåravstånd på 15 meter. Verklig plattformsbredd ska vara cirka 16 - 17 meter eller mer, beroende på antalet på-/avstigande vid de olika stationerna. Slutgiltig stationsutformning och därmed plattformsbredd kommer att läggas fast i arbetet med att ta fram typstationer.

I samtliga alternativ förekommer plattformar placerade vid spår med horisontalradie på 800 meter utan rälsförhöjning, vilket teoretiskt skulle medge STH 80 km/h. Enligt TRI-TUB är dock största tillåtna hastighet vid passage av plattformar 50 km/h. Om man i en framtid med eventuella skyddsskärmar mot tåg på plattformarna, önskar höja STH till 90 km/h vid passage krävs rälsförhöjning, vilket i normala fall helst undviks vid plattform. Den minsta rälsförhöjning som anordnas är 30 millimeter vilket är tillräckligt för att uppnå STH 90 km/h vid radie 800 meter.

## 4.4 Stationsdjup

Djupen från RÖK (räls överkant) till markytan, är liknande för respektive stationsläge oberoende av alternativ. Detta beror på att stationernas höjdläge styrs av samma parametrar i de olika alternativen, nämligen maximal profillutning, planläge och



hänsynstagande till andra undermarksanläggningar. Tabell 5.1 nedan redovisar stationsdjupen i de olika alternativen. Djupen för varianterna söder om Enskede Gårds gymnasium är lika sina respektive huvudalternativ varför dessa inte redovisas separat.

Tabell 4.1: Stationsdjup från markyta till RÖK

Station	Alt Blå	Alt Svart	Alt Rosa	Alt Grön
Sofia	105 m	105 m	105 m	105 m
Gullmarsplan	68 m	70 m	70 m	70 m
Slakthuset	-	41 m	40 m	38 m
Globen	46 m	-	-	-
Enskede Gård	20 m	-	-	-
Sockenplan	Marknivå	Marknivå	Marknivå	Marknivå

## 4.5 Alternativ Blå

Alternativ Blå börjar strax efter den planerade stationen Sofia. Därifrån går spåren i en båge västerut så att spår S (södergående spår) korsar under sträckningen för tunnelbanan mot Nacka C som går med maximal lutning uppåt. Hammarby kanal korsas strax innan passagen under Gullmarsplan och strax därefter Globen. Från Globen följer spåren i plan ungefär den befintliga tunnelbanelinjen till Hagsätra via Enskede Gård. Efter att ha passerat station Enskede Gård i undermarksläge kommer spåren upp i ytläge och ansluter till befintliga spår strax norr om Sockenplan.

Idestudiens tanke om att ansluta till befintliga spår strax norr om station Enskede Gård uppfylls inte beroende på nödvändiga hänsynstaganden till befintliga undermarksanläggningar.

Ur spårgeometrisk synpunkt uppfyller Alternativ Blå varken kravet på minimiradier eller STH 90 km/h i de Projektspecifika kraven. Geometrin innehåller, efter station Globen, små horisontalradier som begränsar hastigheten. Från Globen till Enskede Gård finns en kurva med radie 355 meter vilket ger STH 75 km/h. I sista kurvan in mot Sockenplan (radie 225 meter, ha=100) begränsas STH till 60 km/h. Alternativet innehåller flera horisontalkurvor med radie 450 meter vilket innebär att rälsförhöjning på 120 millimeter måste anordnas för att uppnå STH 90 km/h. Plattformen vid Gullmarsplan ligger delvis i övergångskurva och är, i sin norra ände, krökt till en horisontalradie av cirka 1485 meter medan hela plattformen vid station Globen ligger i radie 800 meter.

På sträckan passeras flera befintliga eller planerade undermarksanläggningar till vilka hänsyn måste tas. Dessa korsningar medför inget direkt hinder utan, framför allt begränsningar avseende utformningen i profil, som innebär att man inte kan komma

upp till marknivå norr om Enskede Gård vilket var avsikten enligt idéstudien. Två korsningar med anläggningar vars vertikala lägen inte är kända innebär en osäkerhet. Stationen vid Enskede Gård har placerats under mark, och anslutningen till befintliga spår mot Hagsätra sker strax norr om norra landfästet till bron över Sockenvägen. Detta ger en längre tunnel än vad som var tanken i idéstudien.

Alternativet har få raksträckor som är lämpliga för placering av växlar och växelövergångar. Efter korsningen med den planerade linjen till Nacka C finns en tillräckligt lång raksträcka för att placera ett växelkryss med separata växelövergångar utan spårkorsning. Lutningen på denna sträcka är 50 promille. Avsaknaden av sträckor med låg lutning begränsar också möjligheten att anordna uppställningsspår.

Tre sträckor med en lutning av 50 promille finns i Alternativ Blå. Den sammanlagda längden hos dessa är cirka 1155 meter.

Tabell 4.2 Sammanställning av Alternativ Blå

Längd Sofia – Sockenplan	3631 m
Längd i tunnel	3245 m
Lägsta STH	60 km/h
Genomsnittlig STH (Räknat med 50 km/h vid stationer)	82,3 km/h
Minsta horisontalradie	355 m (vid 70 km/h, övergångskurvans längd Lr 50, anordnad rälsförhöjning ha=75 mm)
Största lutning	50 ‰
Genomsnittslutning, Sofia – Sockenplan	25,1 ‰
Minsta vertikalradie	2000 m

#### 4.5.1 Variant av Alternativ Blå

En variant av Alternativ Blå är att bygga station Enskede Gård på en lite högre nivå, cirka 10 meter under befintlig marknivå men i samma planläge. Själva bygget skulle då utföras som ”cut and cover”, d.v.s. stationsbygget skulle utföras i ett öppet schakt som däckas över med ett betongtak. Detta ger ingen skillnad på horisontalgeometrin jämfört med Alternativ Blå. Skillnaden skulle bli att lutningen från station Globen till Enskede Gård skulle starta lite tidigare och bli lite längre. Efter Enskede Gård skulle sträckan till Sockenplan endast få en svag lutning uppåt.

## 4.6 Alternativ Svart, Rosa och Grön

Alternativ Svart, Rosa och Grön är, spårmissigt ganska lika och innehåller bara mindre skillnader, såväl plan- som profilmässigt. Det som skiljer dem åt är sträckan från Gullmarsplan via passagen genom Slakthusområdet fram till Enskede Gårds Gymnasium. Alternativ Svart har det västligaste läget av de tre varefter Alternativ Rosa har ett något östligare läge och Alternativ Grön ligger längst österut. För vardera av dessa huvudalternativ finns dessutom en variant med dragning söder/öster om Enskede Gårds Gymnasium. Detta beskrivs under avsnitt *4.6.1 Variant söder om Enskede Gårds Gymnasium*.

Alternativ Svart, Rosa och Grön avviker gemensamt från linjen mot Nacka C direkt efter station Sofia på Södermalm. Spåren gör sedan en båge söder-/västerut, mot Gullmarsplan innan de avviker söderut direkt efter Gullmarsplan. Slakthusområdet passeras i olika lägen för respektive alternativ. Strax norr om Enskede Gårds gymnasium går alternativen åter samman och löper därefter, under skolan, åter i gemensamt läge, varefter spåren för de tre alternativen ansluter till befintliga spår strax norr om bron över Sockenvägen vid Sockenplan.

Passagen under Enskede Gårds gymnasium sker i dessa alternativ på ett djup av cirka 9,2 meter från RÖK (räls överkant) till befintlig grundläggningsnivå under skolan. Det innebär ett vertikalt avstånd från tunneltak till grundläggningsnivån på 3 - 4 meter vid en tunnelhöjd på 5,4 meter över RÖK, vilket preliminärt har bedömts tekniskt möjligt att utföra. En viss osäkerhet finns dock i detta då bron över Sockenvägen innebär en låsning i höjd som gör att man inte kan sänka spåren ytterligare under skolan för att få större marginal utan att öka lutningen i profil utöver de 50 promille som nu gäller.

Hela plattformen i Slakthusområdet ligger i horisontalradie på 800 meter.

Alternativ Svart, Rosa och Grön uppfyller kravet på STH 90 km/h längs hela sträckningen. Samtliga innehåller dock flera horisontalkurvor med minimiradie 450 meter vilket innebär att rälsförhöjning på 120 millimeter måste anordnas för att kunna hålla 90 km/h.

Alternativ Svart blir genom sitt västligare läge i Slakthusområdet något rakare än Alternativ Rosa respektive Grön. Ju längre österut man kommer desto mer måste man svänga vilket ger något fler och längre kurvor. Alternativ Rosa blir alltså något krokigare än Alternativ Svart och Alternativ Grön är krokigast och har dessutom något mindre radier. Inget av dessa alternativ har dock någon radie som underskrider minimiradien 450 meter.

Raksträckan mellan Gullmarsplan och Slakthusområdet är med nuvarande spårutformning, i alla tre alternativen, något för kort för placering av ett särdraget växelkryss, dvs. med separata växelövergångar utan spårkorsning. Eventuellt kan ett kryss placeras, men då med reducerad hastighet. Lutningen på denna sträcka är 50 promille. Längden är dock tillräcklig för att placera en enkel växelövergång (ett halvt kryss) alternativt ett växelkryss med korsande spår. Mellan Sofia och Gullmarsplan finns en raklinje med tillräcklig längd för att antingen placera ett särdraget växelkryss eller en växelövergång. Lutningen är här 40 promille. Man kan alltså välja mellan att placera ett kryss mellan Sofia och Gullmarsplan eller med halva krysset norr respektive

söder om Gullmarsplan. Avsaknaden av sträckor med låg lutning begränsar också möjligheten att anordna uppställningsspår.

Alternativ Svart har två delsträckor med en lutning på 50 promille. Den sammanlagda längden hos dessa är 841 meter. Dessutom finns en delsträcka med lutning på 40 promille med en längd av 524 meter.

Alternativ Rosa har två delsträckor med lutningen 50 promille. Den sammanlagda längden av dessa är 802 meter. Dessutom finns en lutning på 40 promille med längden 522 meter.

Alternativ Grön har en sträcka med lutningen 50 promille och längden 323 meter, en sträcka med lutningen 45 promille i 582 meter samt en sträcka med lutningen 40 promille och längden 478 meter.

Tabell 4.3 Sammanställning av Alternativ Svart, Rosa och Grön

	Alternativ Svart	Alternativ Rosa	Alternativ Grön
Längd Sofia – Sockenplan	3421 m	3460 m	3563 m
Längd i tunnel	3245 m	3284 m	3363 m
Lägsta STH	90 km/h	90 km/h	90 km/h
Genomsnittlig STH (Räknat med 50 km/h vid stationer)	86,6 km/h	86,6 km/h	86,7 km/h
Minsta horisontalradie	450 m	450 m	450 m
Största lutning	50 ‰	50 ‰	50 ‰
Genomsnittslutning, Sofia – Sockenplan	26,6 ‰	26.3 ‰	25.8 ‰
Minsta vertikalradie	2000 m	2000 m	2000 m

#### 4.6.1 Variant söder om Enskede Gårds Gymnasium

Då det i detta skede inte kunnat säkerställas att passage med tunnel under Enskede Gårds Gymnasium verkligen är möjlig, har som varianter av huvudalternativen Svart, Rosa och Grön även undersökts om spåren kan dras söder om Enskede Gårds Gymnasium. Liksom huvudalternativen är även dessa varianter mycket snarlika varandra, varför endast ett av dem, baserat på Alternativ Svart beskrivits nedan.

Utgångspunkten är samma geometriska utformning som i huvudalternativen Svart, Rosa och Blå fram till och med Gullmarsplan. Man kan nå samma önskade stationslägen i Slakthusområdet som i huvudalternativen, dock i en lite annan, lite rakare sydlig riktning. Kurvan norr om Sockenplan precis innan anslutningen till befintligt spår förskjuts emellertid lite söderut varför en liten horisontalradie på

340 meter måste användas för att kunna ansluta till befintliga spår innan bron över Sockenvägen. Denna kurva ger en begränsning av STH till max 70 km/h.

Vid en spårdragning söder om skolan får man längre raklinjer mellan stationerna vid Gullmarsplan och Slakthusområdet vilket i sin tur ger möjlighet till placering av en särdragen kryssförbindelse på sträckan.

Profilmässigt är dessa dragningar helt jämförbara med Alternativ Svart, Rosa och Blå.

*Tabell 4.4 Sammanställning av Alternativ Svart söder om Enskede Gårds Gymnasium*

Längd Sofia – Sockenplan	3466 m
Längd i tunnel	3254 m
Lägsta STH	70 km/h
Minsta horisontalradie	340 m
Största lutning	50 ‰
Genomsnittlig lutning	26,3 ‰
Minsta vertikalradie	2000 m

## 5 Effekter och konsekvenser

Gränsen för vad som normalt anses acceptabelt avseende lutning för tunnelbanan är 40 promille. På grund av nivåskillnaden på 91 meter mellan station Sofia och Sockenplan måste i samtliga alternativ lutningar på upp till 50 promille accepteras. Spåren går till största delen under mark.

I samtliga alternativ måste dessutom växlar placeras i lutningar på 40 - 50 promille vilket inte är önskvärt, eftersom det innebär ökad påfrestning och slitage på spår och växlar, men måste accepteras för att kunna göra kryssmöjlighet på sträckan möjlig.

### 5.1 Alternativ Blå

Alternativ Blå följer, efter Gullmarsplan, i stort sett befintlig sträckning för Tunnelbana 1 mot Hagsätra som går i ytläge. En ny dragning under mark skulle innebära förbättrad geometrisk standard i plan jämfört med dagsläget. Hastigheten (STH) skulle delvis kunna bli 90 km/h med minimiradie 450 meter. På den södra delen från Globen och söderut finns dock kurvor som begränsar hastigheten till 70 km/h respektive 60 km/h. Vad detta innebär i realiteten är osäkert med tanke på att avstånden mellan stationerna, där tågen ändå stannar, är relativt små.

Spårdragningen blir dock till stor del blir kurvig, framför allt mellan Globen och Sockenplan, varför man troligen är hänvisad till sträckan mellan Sofia och Gullmarsplan för placering av ett eventuellt växelkryss, åtminstone om krökta växlar ska undvikas.

I alternativet förekommer flera sträckor med lutningar på 50 promille. Lutningen vid infarten norrifrån upp mot Sockenplan är 27 promille vilket är mindre än i övriga alternativ och därför ger mindre risk för att problem med lövhalka ska uppstå.

#### 5.1.1 Variant av alternativ Blå

En ny station vid Enskede Gård i öppet schakt skulle utföras i Palmfeltsvägen. Denna skulle då behöva stängas för trafik, minst under byggtiden för själva överdäckningen. Rent teoretiskt skulle den nya stationen kunna byggas under befintlig station, trafiken på Hagsätragrenen i detta fall behöva stängas under hela byggtiden för den nya stationen, till dess den nya stationen är klar att tas i drift.

### 5.2 Alternativ Svart, Rosa och Grön

Dessa tre alternativ ger samtliga bättre övergripande standard avseende spårgeometri än Alternativ Blå. Alla tre ger möjlighet att uppnå STH 90 km/h längs hela den nya

sträckningen. De har inte heller några radier mindre än minimiradien på 450 meter enligt Projektspecifika kraven.

Passagen under Enskede Gårds Gymnasium bedöms möjlig, men sker på ett ganska litet djup av endast drygt 9 meter från RÖK (räls överkant) till skolans grundläggningsnivå. Utan åtgärder kan det finnas risk för buller och vibrationer i lokalerna.

Den kraftiga lutningen på upp till 50 promille, vid infart norrifrån upp mot sockenplan, där man kommer ut ur tunneln kan eventuellt medföra risk för lövhalka, särskilt när tåg måste starta i motlut efter stopp.

Dessa alternativ ger något större valmöjligheter beträffande placering av växelförbindelser än Alternativ Blå då man har möjlighet att placera en växelövergång i ett särdraget växelkryss (ett halvt kryss) på södra sidan om Gullmarplan.

Alternativ Svart är det rakaste, medan alternativ Grön är det kurvigaste, av dessa tre. Alternativ Grön har istället något gynnsammare profil då det endast innehåller en lutning på 50 promille. Alternativ Rosa är ett mellanting mellan dessa både vad gäller plan och profil.

### 5.2.1 Söder om Enskede Gårds Gymnasium

En dragning söder om skolan är med stor sannolikhet bättre ur buller- och vibrationshänseende avseende skolan.

Man får större valmöjligheter beträffande placering av växelkryss än i övriga alternativ eftersom raksträckan mellan Gullmarsplan och stationen i Slakthusområdet blir lång, vilket ger möjlighet att placera ett särdraget växelkryss på denna sträcka, dock i lutning 50 promille.

De stationslägen som nås i Alternativ Svart, Rosa och Blå, kan nås även i detta alternativ. Dock måste plattformarna vridas till en mer nord-sydlig riktning. Detta medför även att infartskurvan, med radie 340 m, norrifrån mot Sockenplan får en STH begränsad till 70 km/h vilket inte uppfyller kravet enligt de Projektspecifika kraven att STH ska vara minst 90km/h. Det är emellertid så nära stationen, där tågen ändå ska stanna, att det är osäkert om det i realiteten innebär någon större begränsning.

## 6 Samlad bedömning

Samtliga alternativ, liksom deras respektive varianter, bedöms genomförbara ur spårteknisk synpunkt.

Alla alternativ har dock profillutningar på upp till 50 promille. Lutningar över 40 promille är normalt inte acceptabla, men accepteras i kritiska fall enligt de Projektspecifika kraven. I samtliga alternativ som har studerats krävs att lutningar upp till 50 promille anordnas för att klara stigningen på cirka 91 meter från Sofia till Sockenplan.

Inget av alternativen uppfyller önskemålet att placering av växlar ska ske i partier med låg lutning. Inga fasta gränser för vad som är låga- respektive höga lutningar anges emellertid. I samtliga alternativ måste växelkryss mellan stationerna placeras i lutningar på 40 till 50 promille, vilket måste anses vara höga lutningar.

### 6.1 Alternativ Blå

Alternativ Blå uppfyller inte de krav som ställs i de Projektspecifika kraven. Kravet på STH 90 km/h i och med att det finns sträckor där STH begränsas till 70 respektive 60 km/h. Inte heller kravet på minsta radie 450 meter uppfylls, då det mellan station Globen och Sockenplan finns radier på 355 respektive 225 meter.

Lutningar på upp till 50 promille måste tillåtas på grund av den stora nivåskillnaden mellan station Sofia och Sockenplan. Detta gäller även i växellägen. Alternativets fördel är att lutningen då man kommer ut ur tunnel strax norr om Sockenplan endast blir cirka 27 promille, vilket är mindre än övriga alternativ.

#### 6.1.1 Variant av Alternativ Blå

Varianten av Alternativ Blå, att bygga station Enskede Gård i öppet schakt, nedsänkt i Palmfeltsvägen, så kallat ”cut and cover” är geometriskt jämförbart med huvudalternativet. Lutningsförhållandet på sträckan mellan Enskede Gård och Sockenplan dock ännu bättre än i huvudalternativet. Avstängning av Palmfeltsvägen under byggtiden måste emellertid göras varför det är osäkert om denna variant är genomförbar.

Att bygga en ny station vid Enskede Gård med ”cut and cover”-metod i samma planläge som den befintliga stationen skulle kräva avstängning av tunnelbanetrafiken på Hagsätragrenen från byggstart och till dess den nya stationen är klar att tas i drift. Detta har inte betraktats som genomförbart.



## 6.2 Alternativ Svart, Rosa och Grön

Alternativ Svart, Rosa och Grön uppfyller de krav som ställs i Projektspecifika krav. Kravet på STH 90 km/h liksom kravet på att radier inte får understiga 450 meter uppfylls.

Lutningar på upp till 50 promille måste tillåtas på grund av den stora nivåskillnaden mellan station Sofia och Sockenplan. Detta gäller även i växellägen.

### 6.2.1 Söder om Enskede Gårds Gymnasium

Med en dragning söder om Enskede Gårds Gymnasium uppfylls varken kravet på STH 90 km/h eller kravet på minsta radie 450 meter. Dessa underskrids i och med den 340 strax norr om Sockenplan som begränsar hastigheten till 70 km/h.

Lutningar på upp till 50 promille måste tillåtas på grund av den stora nivåskillnaden mellan station Sofia och Sockenplan. Detta gäller även i växellägen.

## 6.3 Skillnader mellan utredningsalternativ

Alternativ Blå är det sämsta alternativet i denna studie om man enbart ser till spårgeometrin. Det är sämre än övriga med tanke på flera små radier som orsakar slitage och minskad livslängd för anläggningen samt begränsning av STH på delar av sträckan. Varianten att bygga station Enskede Gård som så kallad "cut and cover" begränsas dessutom eventuellt av möjligheten att stänga av Palmfeltsvägen under byggtiden.

Alternativ Svart, Rosa och Grön är i stort sett jämbördiga när det gäller geometrisk standard. STH 90 km/h klaras på hela sträckan. De är också de bästa alternativen om man ser till spårgeometri. Alternativ Svart är något rakare medan alternativ Grön har något gynnsammare profil. Alternativ Rosa är mittemellan Svart och Grön både när det gäller plan och profil. Skillnaderna mellan dessa tre alternativ, när det gäller geometriska förutsättningar, är dock så pass små att, om man står inför ett val mellan dessa tre alternativ är det troligen andra parametrar, som möjlighet att uppnå önskade lägen för uppgångar, som bör vara avgörande snarare än skillnaden i spårgeometrisk utformning.

Möjligheten att gå söder om Enskede Gårds Gymnasium med en variant av alternativen Svart, Rosa respektive Grön ger något sämre geometrisk standard än huvudalternativen som passerar under skolan. För att klara anslutning innan bron över Sockenvägen tvingas man i en kurva intill station Sockenplan begränsa STH till max 70 km/h. Kurvan ligger emellertid så nära station Sockenplan, där tågen normalt ändå stannar, att det är tveksamt om det innebär någon märkbar begränsning. I övrigt jämförbart med huvudalternativen.

## 6.4 Fortsatt arbete

Det finns ett antal osäkerheter som framför allt rör undermarksanläggningar. I några fall saknas helt uppgifter om höjdläge och i andra fall är endast ett fåtal punkter kända. Dessutom är det i många fall inte känt vilket höjdsystem angivna höjder härstammar från. Detta är osäkerheter som inte är acceptabla inför ett fortsatt arbete med att ta fram system- och bygghandlingar. Korsande anläggningar måste därför mätas in kring passagerna.

En studie för att hitta en optimal konfiguration avseende placeringar av växlar och växelförbindelser för att uppnå bästa funktion/kapacitet med de krav avseende trafikering som gäller behöver utföras.

Även spår-/plattformskonfigurationen vid station Sofia är något som behöver studeras för att se hur de behov som finns, dels avseende trafikering och kapacitet, men också när det gäller trafikanternas behov vid byten, kan uppfyllas på bästa sätt.

En djupare studie av vilka effekterna på skolmiljön kan tänkas bli om man bygger tunnelbanan tätt under grunden vid Enskede Gårds Gymnasium måste göras. Även vilka möjligheter till bullerdämpande åtgärder som finns måste utredas, för att säkerställa att sådana arbetsmiljöproblem i form av buller och vibrationer från tunnelbanan orsakas, att lokalerna inte kan användas för utbildningsverksamhet.



