

Förstudie Tunnelbana till Nacka – underhandsrapport till statens förhandlingspersoner



Fotomontage Rundquist Arkitekter

UNDERHANDSRAPPORT
2013-06-05

Diarienummer
SL-2013-00510

Förord

Trafikförvaltningen inom Stockholms läns landsting leder arbetet med en förstudie för Tunnelbana till Nacka enligt en politisk överenskommelse mellan Stockholms läns landsting, Stockholms stad samt Nacka och Värmdö kommuner. Förstudien ska vara färdigställd under 2013.

Regeringen har utsett statliga förhandlingspersoner som ska leda förhandlingar om finansiering av Tunnelbana till Nacka och ett antal andra projekt där tunnelbaneutbyggnad kan vara aktuell.

Förhandlingspersonerna har begärt ett första underlag från Trafikförvaltningen senast den 31 maj. Därför lämnar Trafikförvaltningen nu denna underhandsrapport. Den omfattar material från arbetet med förstudien för Tunnelbana till Nacka samt idéstudien för avgrening från Nackagrenen till Grön linje och idéstudien för förstärkt kollektivtrafik till Barkarby. En motsvarande underhandsrapport avseende tunnelbana till nordostsektorn (inklusive Hagastaden) finns i ett separat dokument.

I den här underhandsrapporten görs inga bedömningar av vilka alternativ som bör väljas. Det är enbart information om de resultat som hittills finns framtagna.

Det är viktigt att poängtera att arbetet med förstudien för tunnelbana till Nacka kommer att fortsätta under hela 2013. Det krävs bland annat för att underlag från det genomförda samrådet med allmänheten och organisationer ska kunna beaktas och för att mer utförliga konsekvensbeskrivningar ska kunna ligga till grund för val av alternativ. I slutet av 2013 planeras förstudiearbetet ha kommit så långt att projektet kan göra en samlad bedömning av alternativen och en rangordning där alla studerade aspekter – trafikering, ekonomi, teknisk genomförbarhet, miljöpåverkan etc. beaktas.

UNDERHANDSRAPPORT
2013-06-05

Diarienummer
SL-2013-00510

Innehållsförteckning

Sammanfattning.....	7
1 Bakgrund och innehåll.....	17
2 Projektspecifika krav/riktlinjer	18
2.1 Dubbelspår eller enkelspår	18
2.2 Djupa stationer	19
2.3 Utformning av djup station med hisslösning	20
2.4 Säkerhet vid utrymning i allmänhet samt vid djupa stationer	24
2.5 Ventilationsprincip	26
2.6 Minimiradier, maxlutningar	28
2.7 Kostnadseffektiva krav	28
3 Trafikering.....	34
3.1 Tunnelbanan.....	34
3.2 Tvärbana	34
3.3 Saltsjöbanan	34
3.4 Buss	34
4 Tunnelbana till Nacka	36
4.1 Sänktunnel eller bergtunnel.....	36
4.2 Fullortsborrning eller borrning och sprängning	40
4.3 Produktionsplanering.....	42
4.4 Bussterminal Nacka Forum	42
4.5 Linjesträckningar mellan Kungsträdgården och Nacka Forum	43
4.6 Resande och resenärsnyttor	76
4.7 Kostnadskalkyl.....	79
4.8 Förändringar av markvärden	84
5 Avgrening från Tunnelbana till Nacka till Grön linje söderut..	86
5.1 Bakgrund och syfte	86
5.2 Omstigning vid Gullmarsplan	88

5.3	Anslutning norr om Enskede gård	90
5.4	Anslutning norr om Sockenplan	92
5.5	Spårsträckningar	93
5.6	Övergripande beskrivning av teknisk genomförbarhet	95
5.7	Kostnadskalkyl.....	99
5.8	Resande och resenärsnyttor	97
6	Förlängning av Blå linje till Barkarby	104
6.1	Bakgrund.....	104
6.2	Förutsättningar.....	105
6.3	Linjesträckning Akalla – Barkarby	106
6.4	Linjesträckning Hjulsta – Barkarby	110
6.5	Funktion i trafiksystemet	112
6.6	Resande och resenärsnyttor	113
6.7	Kostnadskalkyl.....	114
7	Fordon och depå för Blå linje med avgrening	119
7.1	Sammanfattning	119
7.2	Trafikering och tågbehov	119
7.3	Fordon.....	121
7.4	Depå	122
7.5	Tidplan och produktion.....	129
8	Övriga åtgärder	130
8.1	Kapacitetsökning på Blå linje.....	130
8.2	Kymlinge station.....	140

Bilaga 1 Ritningar Tunnelbana till Nacka

Bilaga 2 Ritningar Avgrening mot Grön linje

Bilaga 3 Ritningar Förlängning av Blå linje till Barkarby

Sammanfattning

Bakgrund

Förstudie Tunnelbana till Nacka är inne i ett skede då resultat från analyser och tekniska studier börjar ta form. Stockholmsförhandlingen 2013 arbetar parallellt med förstudien och behöver underlag. Förhandlingspersonerna har därför bett om den här underhandsrapporten. I rapporten görs inga bedömningar av vilka alternativ som ska väljas. Det är enbart information om de resultat som hittills finns framtagna.

Projektspecifika krav/riktlinjer

Inom ramen för arbetet med förstudien tar Trafikförvaltningen fram projektspecifika krav. Dessa fokuserar på att skapa förutsättningar för en kravstandard som tar hänsyn till säkerhetskrav, funktionella krav (inklusive tillgänglighetskrav), robusthet och redundans i anläggningen samt ekonomisk kostnadseffektivitet. De ska omfatta teknisk och geometrisk utformning av anläggningar såsom spår, tunnlar, stationer och elsystem.

De tekniska krav som hanteras inom förstudien omfattar bland annat:

- Dubbelspår eller enkelspår - där enkelspår bedöms som det mest kostnadseffektiva
- Hur djupa stationer kan hanteras genom att enbart ha hissar även för utrymning
- Ventilationsprinciper och geometriska krav på spåren

Tunnelbana till Nacka

Sträckningsalternativ och produktionsmetoder

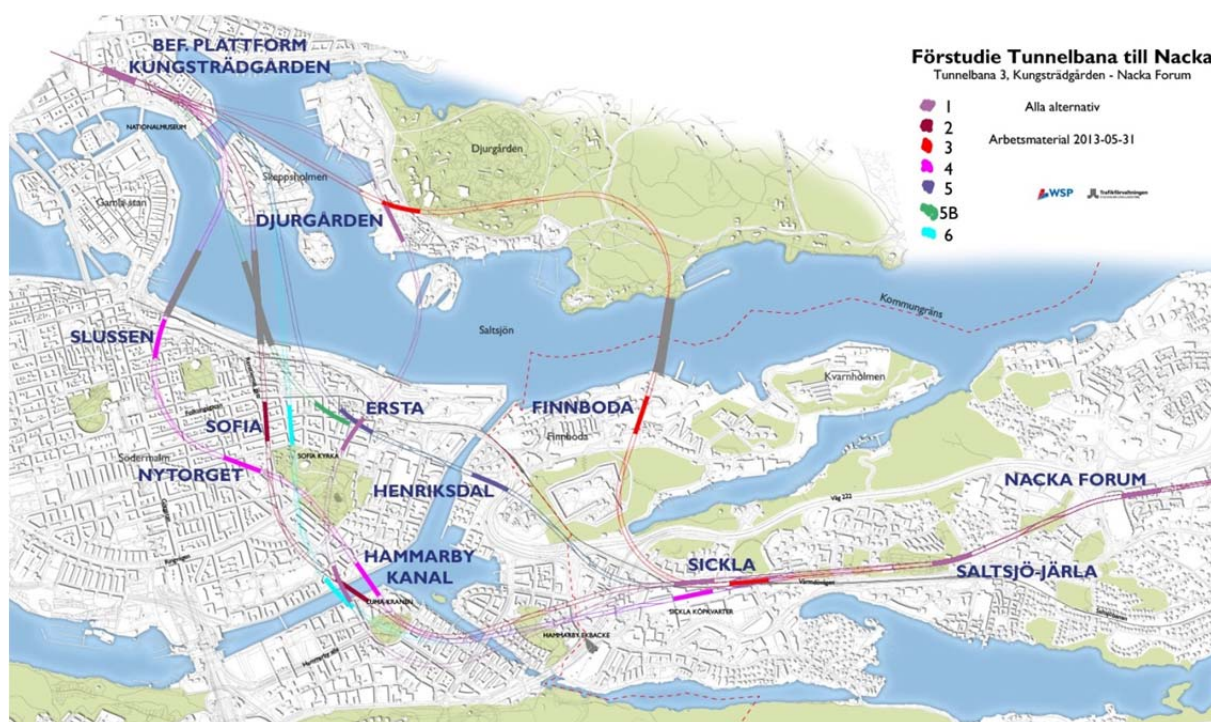
Under arbetet med förstudien har flera olika alternativa sträckningar studerats. Alla sträckningar utgår från befintlig tunnelbanestation vid Kungsträdgården och går till Nacka Forum. De linjesträckningar som beskrivs ska ses som korridorer/förslag till sträckningar.

Alternativen är:

- Alternativ 1: Bergtunnel under Djurgården via östra Södermalm och Hammarby sjöstad
- Alternativ 2: Sänktunnel via östra Södermalm och Hammarby sjöstad
- Alternativ 3: Sänktunnel i östlig sträckning, samlokaliserad med vägförbindelse

- Alternativ 4: Sänktunnel med station vid Slussen, via östra Södermalm och Hammarby sjöstad
- Alternativ 5: Bergtunnel under Skeppsholmen, via östra Södermalm och Henriksdal
- Alternativ 5b: Som alternativ 5 men med sänktunnel under Saltsjön
- Alternativ 6: Bergtunnel under Skeppsholmen, via östra Södermalm och Hammarby sjöstad

För varje alternativ linjesträckning finns förslag på ett antal stationslägen. De på kartan redovisade stationslägena är mycket ungefärligt placerade.



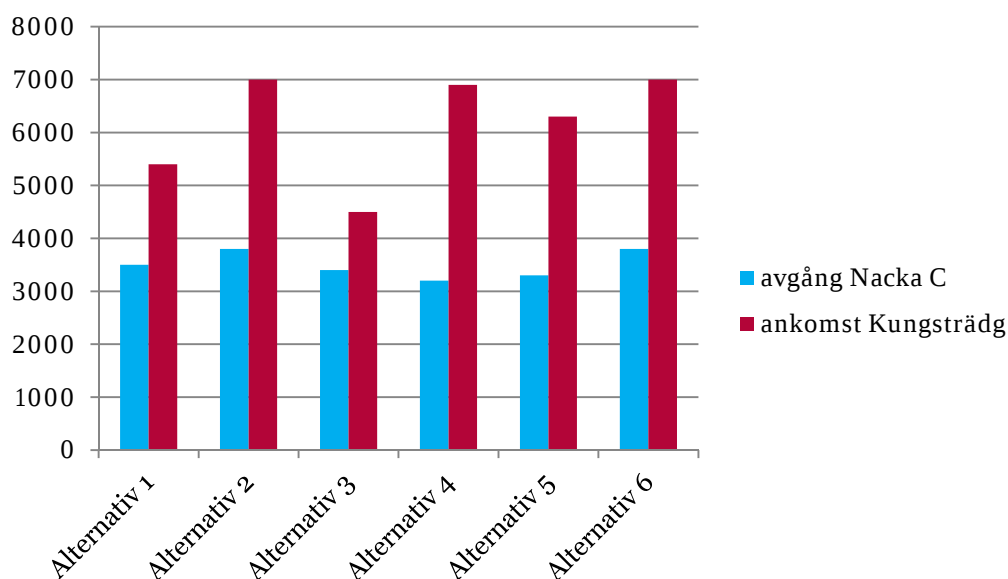
Det finns olika val att göra avseende produktions- och byggmetoder. En sänktunnel eller bergtunnel under Saltsjön har utretts. En sänktunnel är dyrare och mer riskfylld att anlägga än en bergtunnel, men den ger ett grundare stationsläge på östra Södermalm.

För att kunna bygga tunnelbanan till Nacka på ett effektivt sätt behöver ett antal arbetstunnlar anläggas. I centrala Stockholm är det svårt att finna bra lägen för

dess. En översiktlig analys visar på ett behov av minst tre nya arbetstunnlar, förutom den befintliga på Blasieholmen. En fjärde arbetstunnel är önskvärd.

Resande och resenärsnyttor

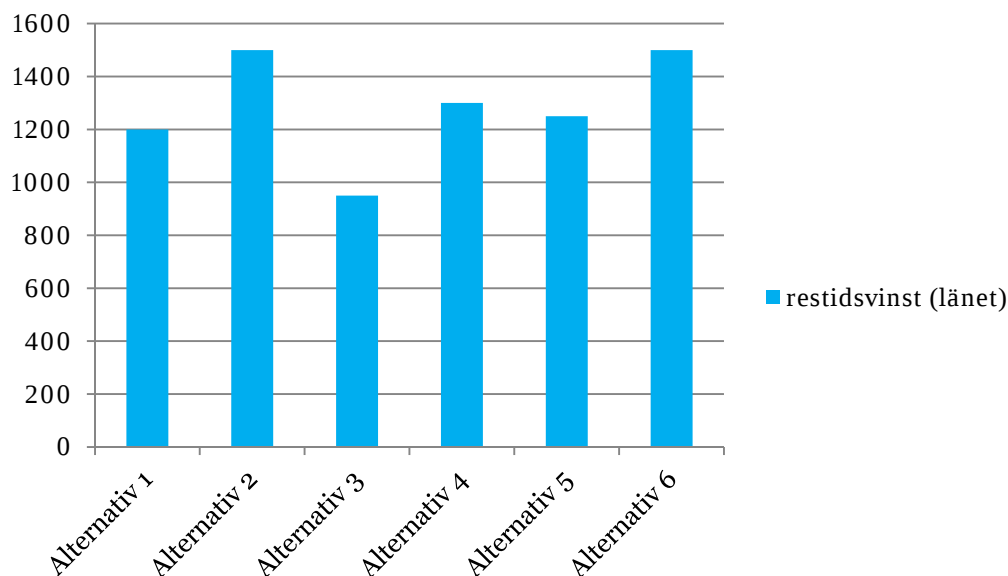
I det diagrammet nedan visas resandeströmmen (antal personer) i riktning in mot T-centralen



Antal resenärer avgång Nacka respektive ankomst Kungsträdgården, morgonens maxtimme en vardag 2030.

Från Nacka centrum reser mellan 3200-3800 personer. Alternativ 2 och 6 är de sträckningar som ger flest resenärer från Nacka, sträckningarna ger Nacka en koppling till Södermalm, är relativt gena samt har en station mindre än exempelvis Alternativ 4, vilket ger en kortare restid till Stockholm city. Vid ankomst Kungsträdgården har Alternativ 2, 4 och 6 flest resenärer. För Alternativ 3 är antalet ankommande resenärer till Kungsträdgården något lägre än för övriga alternativ.

Följande diagram visar den totala restidsvinsten i timmar under morgonens maxtimme 2030. Restidsvinsten är en viktig del av den samhällsnytta som senare i förstudien kommer att beskrivas i en samhällsekonomisk kalkyl.



Restidsvinst i form av kortare upplevd restid, morgonens maxtimme en vardag 2030.

På länsnivå ger de olika sträckningarna till Nacka relativt likvärdiga resenärsnyttor (resenärsnyttor i form av kortare upplevd restid). Alternativ 2 och 6 ger den största vinsten, ca 1500 timmar. Lägst är nyttan för Alternativ 3, ca 900 timmar. För övriga alternativ är vinsten ca 1150-1250 timmar.

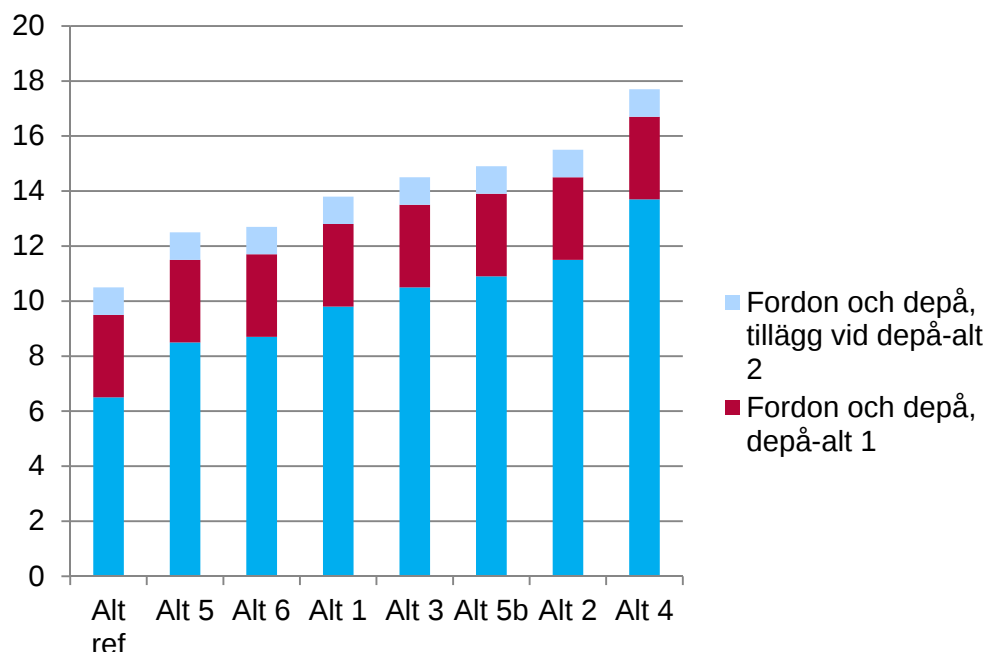
Investeringskostnader

Kalkyler av investeringskostnader har genomförts för samtliga sträckningsalternativ.

Dessutom har en kostnadskalkyl gjorts för ett alternativ som här kallas Referensalternativ. I Referensalternativet (Alt ref) är sträckningen som i alternativ 5, men kostnaden har reducerats med två stationer för att spegla ett alternativ med låg investeringskostnad.

Två olika depåalternativ har studerats. I depåalternativ 1 har antagits att Rissnedepån kan byggas ut och att uppställningsspår byggs efter Nacka Forum. Depåalternativ 2 innebär en fullständig depå med verkstadsplatser och uppställning i Nacka eller Barkarby.

Kostnaderna för de olika sträckningsalternativen framgår i följande diagram.



Sammanställning av investeringskostnader vid depåalternativ 1 samt tillägg vid depåalternativ 2, miljarder kronor.

Bergtunnelalternativen (Alt ref, 5, 6 och 1) har lägre investeringskostnad än sänktunnelalternativen (Alt 3, 5b, 2, och 4). Allra lägst kostnad får Referensalternativet följt av Alternativ 5 och 6. Därefter följer Alternativ 1 som har en ytterligare station på Djurgården och en något längre utbyggnadssträcka än Alternativ 6. Högst blir investeringskostnaden för Alternativ 4 som är ett sänktunnelalternativ med en ytterligare station vid Slussen jämfört med övriga alternativ.

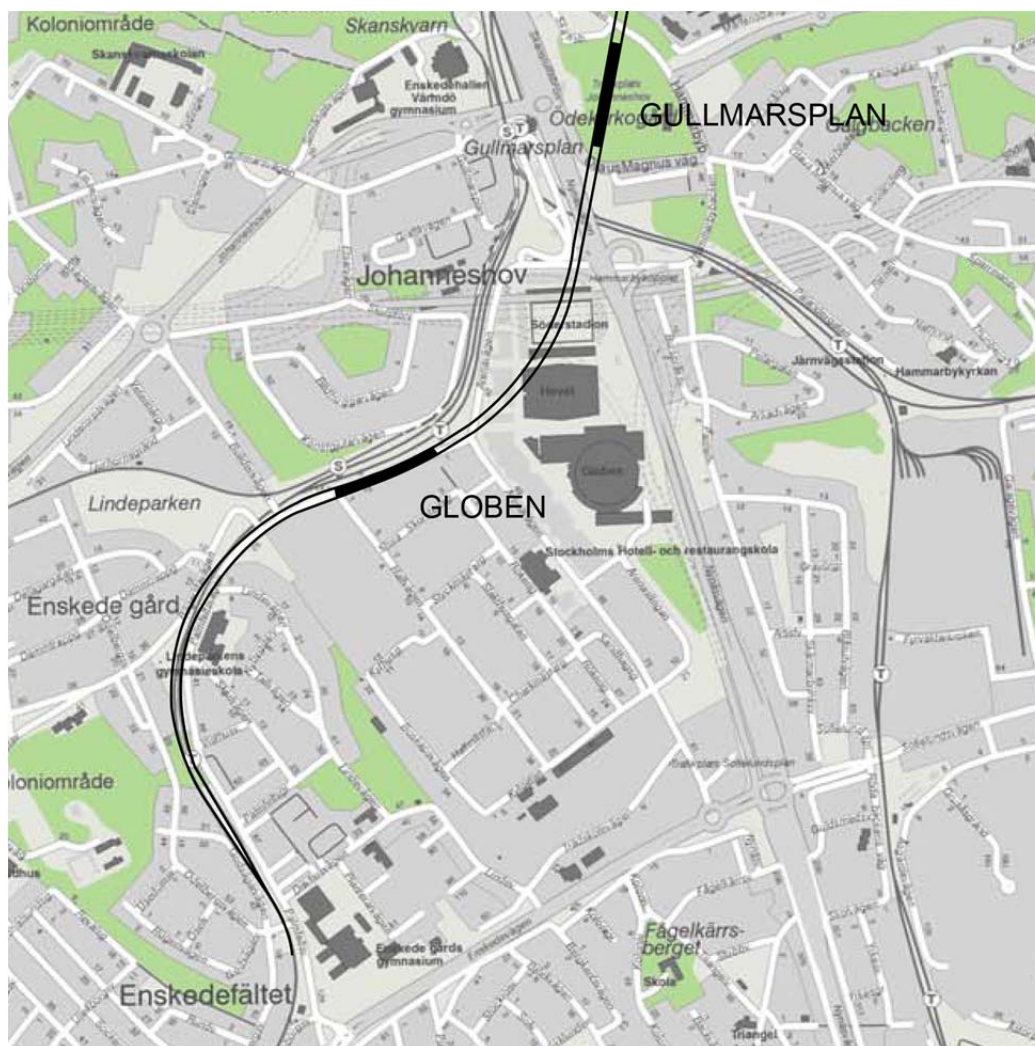
Avgrening från Tunnelbana till Nacka till Grön linje söderut

Sträckningsalternativ

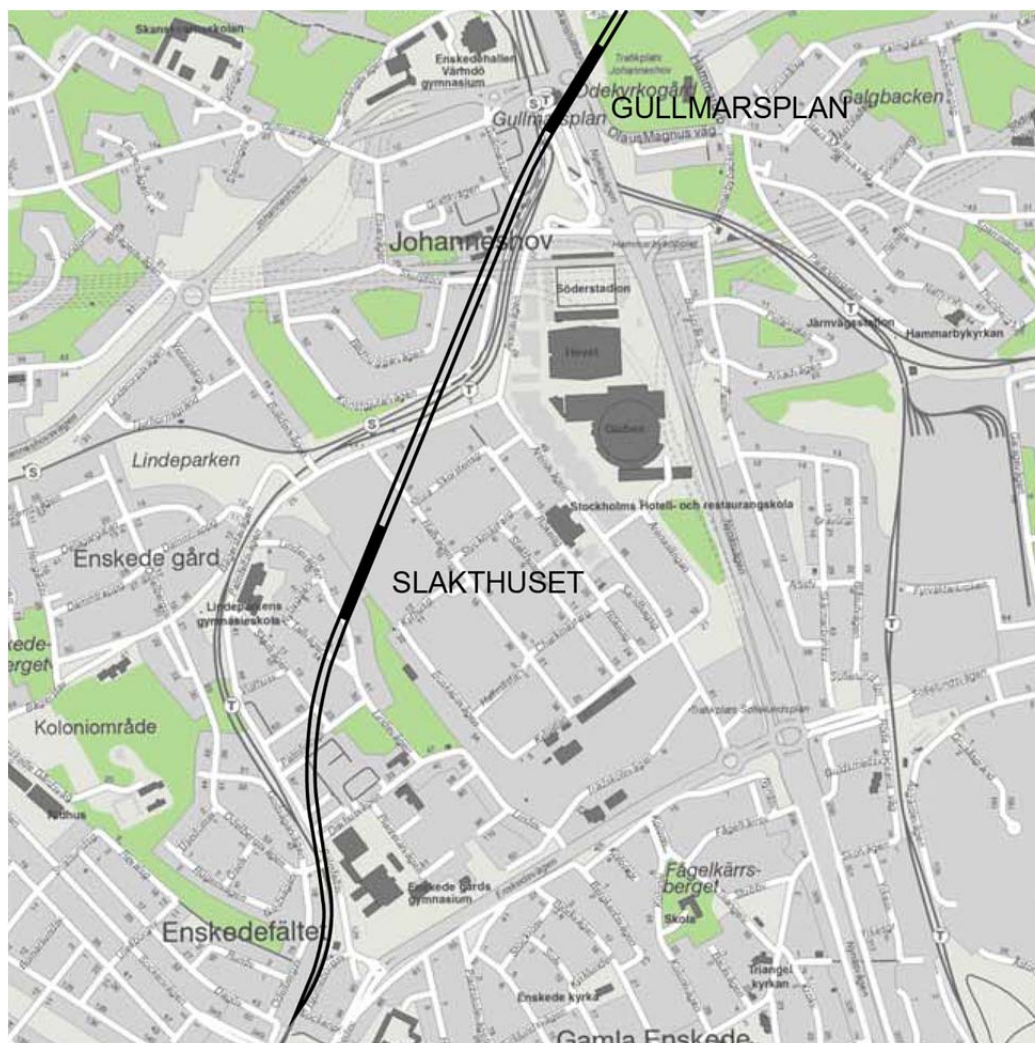
Inom förstudien Tunnelbana till Nacka genomförs en idéstudie avseende en avgrening från Tunnelbana till Nacka mot Grön linje söderut. Studien visar att det är möjligt att avgrena och ansluta till Grön linje. Avgrening till Hagsätragrenen bedöms, i jämförelse med de andra två gröna benen söderut, ge bäst möjligheter till framtida exploateringar i området söder om Gullmarsplan.

En omstigningsmöjlighet anordnas vid Gullmarsplan, men spåren från avgreningen kopplas ihop med Hagsätragrenens spår först söder om

Gullmarsplan. De går under mark till anslutningen till spåren söder om Gullmarsplan som ligger på ytan. En omläggning av spåren i tunnel söder om Gullmarsplan innebär att de befintliga spåren på ytan kan rivas och marken användas för andra ändamål. Två alternativa anslutningspunkter har studerats: norr om station Enskede gård eller norr om station Sockenplan.



Anslutning norr om station Enskede gård



Anslutning norr om station Sockenplan

Sträckningen mellan Gullmarsplan och anslutningen till Hagsätralinjen förskjuts österut i förhållande till dagens sträckning. Globens tunnelbanestation förskjuts också österut, vilket gör att den kommer längre in i Slakthusområdet

En anslutning längre söderut på Hagsätragrenen gör det möjligt att anlägga en station längre in i Slakthusområdet. Med en anslutning norr om Sockenplans station, kan Globens station och Enskede gårds station ersättas med en ny station "Slakthuset".

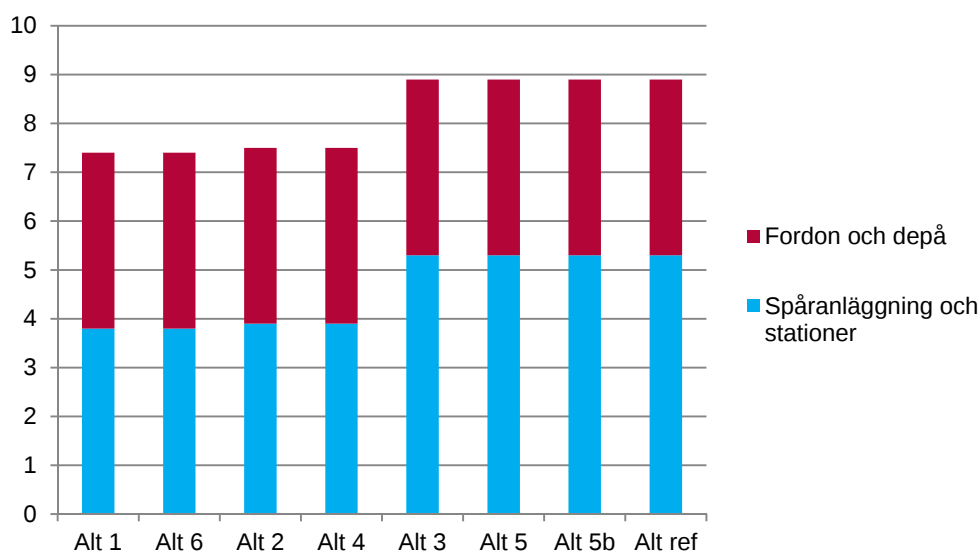
Resande och resenärsnyttor

En avgrening från sträckningen till Nacka mot Grön linje, ger stor avlastning på två av tunnelbanans mest belastade snitt Slussen – Gamla stan och Skanstull – Gullmarsplan.

Beroende på vilket av alternativen som väljs för sträckningen till Nacka, så ger avgreningen i kombination med Tunnelbana till Nacka restidsvinster på länsnivå på mellan 1700 och 2200 timmar under maxtimmen ett vardagsdygn 2030. I dessa restidsvinster ingår effekten av både Tunnelbana till Nacka och avgreningen till Grön linje.

Kostnader

Kostnaden för avgreningen beror på vilket av sträckningarna som väljs för tunnelbanan till Nacka och också beroende på vilket depåalternativ som väljs. Vid beräkningarna här har utgångspunkten varit ett scenario där en ny blå depå byggs längs Hagsätralinjen. Dagens Högdalsdepå förblir grön och en komplettering sker med ett nytt spår mellan Farstagrenen och Högdalsdepån. Kostnaden för avgrening från de olika sträckningsalternativen för Tunnelbana till Nacka visas i följande diagram (miljarder kronor).



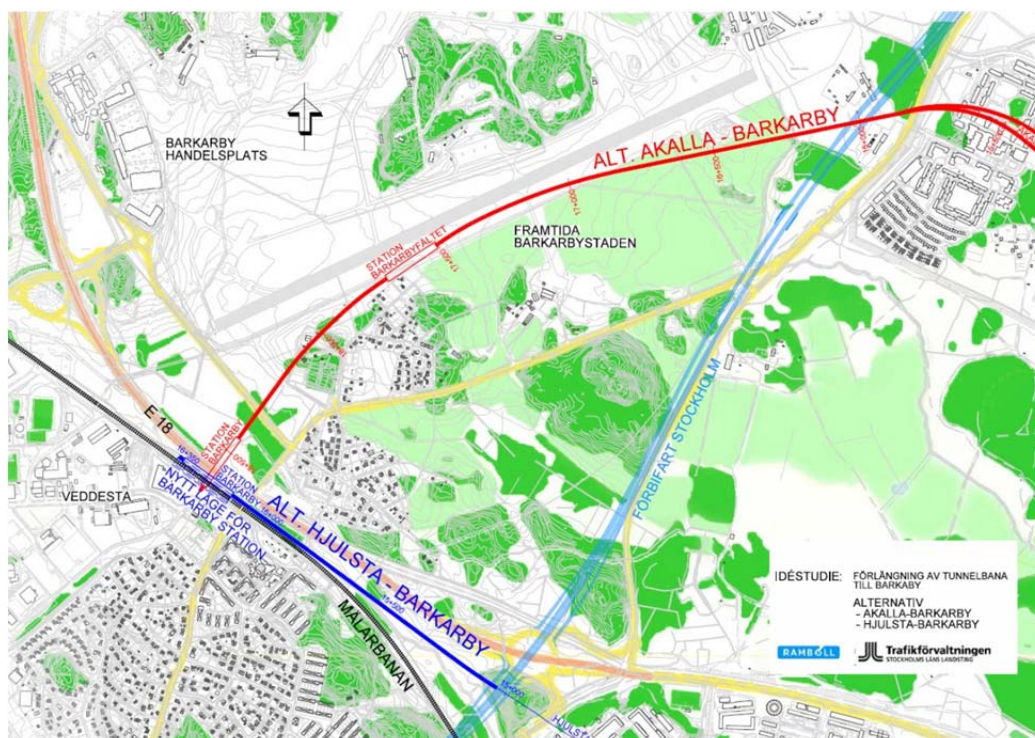
Sammanställning av investeringskostnader för avgrening till Grön linje söderut, miljarder kronor.

De sträckningsalternativ som innebär avgreningar från de västligare sträckningarna för Tunnelbana till Nacka har lägst investeringskostnad (Alt 1, 6, 2 och 4). Avgrening från de östligare sträckningarna av Tunnelbana till Nacka är dyrare (Alt 3, 5, 5b och Referensalternativet).

Kostnaden för fordon och depå står för en hög andel av den totala investeringskostnaden – för de västligare alternativen nästan 50 procent. Anledningen är att utbyggnadssträckan är relativt kort, medan den antagna ökningen av trafikeringen är omfattande. För att åstadkomma trafikeringsökningen behövs investering i 18 fullängdståg och depåplatser för dessa.

Förlängning av Blå linje till Barkarby

Förlängningen av tunnelbanan till Barkarby syftar till att knyta ihop tunnelbanan med pendeltågsstationen och den framtida regionaltågstationen Stockholm Väst (Barkarby) på Mälarenbanan. Två alternativ av förlängning av tunnelbanan är möjliga, dels från Akalla, dels från Hjulsta.



En förlängning från Akalla till Barkarby station, ger en mycket bra koppling till flera stora arbetsplatsområden utefter sträckningen. En förlängning från Hjulsta till Barkarby ger inte samma regionala effekt som en förlängning från

Akalla. Barkarby handelsplats ligger i sträckningens förlängning och skulle kunna vara en möjlig framtida förlängning.

Restidsvinsten för en förlängning från Akalla är 700 timmar medan en förlängning från Hjulsta är 550 timmar under maxtimmen ett vardagsdygn 2030.

Kostnaden för förlängningen beror på vilket av sträckningarna som väljs. En förlängning från Akalla är kalkylerad (på idéstudienivå) till ca 2,9 Mdkr för spåranläggning och stationer. En förlängning från Hjulsta är kalkylerad (på idéstudienivå) till ca 1,5 Mdkr för spåranläggning och stationer.

Uppställningsplatser är möjliga att ordna på befintliga uppställningsspår efter Hjulsta varför det inte behövs någon investering i depå.

Vid en utbyggnad kring år 2020 behövs inte heller någon investering i nya fordon. Då antas nämligen att de C20-tåg som byts ut mot nya i samband med det pågående införandet av nytt signalsystem på Röd linje används för att täcka det nya trafikeringsbehovet till Barkarby.

Vid en utbyggnad kring 2030 antas att C20 har uppnått sin tekniska och ekonomiska livslängd och behöver bytas ut mot en ny generation fordon. Då tillkommer en investering i fordon på ca 0,4 mdr kr.

1 Bakgrund och innehåll

Trafikförvaltningen inom Stockholms läns landsting leder arbetet med en förstudie för Tunnelbana till Nacka enligt en politisk överenskommelse mellan Stockholms läns landsting, Stockholms stad samt Nacka och Värmdö kommuner. Förstudien ska vara färdigställd under 2013.

Regeringen har utsett statliga förhandlingspersoner som ska leda förhandlingar om finansiering av Tunnelbana till Nacka och ett antal andra projekt där Tunnelbaneutbyggnad kan vara aktuellt.

Förhandlingspersonerna har begärt ett underlag från Trafikförvaltningen senast den 31 maj. För att möjliggöra en leverans under arbetet med förstudien har Trafikförvaltningen prioriterat om i projektplanen. Det är dock viktigt att poängtera att förstudiearbetet kommer att fortsätta även efter leveransen den 31 maj. Det krävs bland annat för att resultatet av samrådet med allmänheten ska kunna sammanställas, presenteras och användas på ett sätt som är i enlighet med lagstiftningen och för att en miljökonsekvensbeskrivning ska kunna ligga till grund för val av alternativ. I det fortsatta arbetet med konsekvensbeskrivningar ingår bland annat samhällsekonomiska kalkyler för sträckningsalternativen. En idéstudie för en framtida förlängning från Nacka Forum till Orminge kommer att genomföras under hösten 2013.

I slutet av 2013 planeras förstudiearbetet ha kommit så långt att projektet kan göra en samlad bedömning av alternativen och en rangordning där alla studerade aspekter – trafikering, ekonomi, teknisk genomförbarhet, miljöpåverkan etc. beaktas.

Trafikförvaltningens underhandsrapport omfattar material för projekten Tunnelbana till Nacka, avgrening från Nackagrenen till Grön linje, förlängning av Blå linje till Barkarby samt Tunnelbana till nordostsektorn. Underhandsrapporten är uppdelad i två dokument, ett för Tunnelbana till Nacka, avgrening från Nackagrenen till Grön linje samt förlängning av Blå linje till Barkarby och ett för tunnelbana till nordostsektorn

2 Projektspecifika krav/riktlinjer

Inom ramen för arbetet med förstudien tar Trafikförvaltningen fram projektspecifika krav. De ska omfatta teknisk och geometrisk utformning av anläggningar såsom spår, tunnlar, stationer och elsystem. Planerare och projektörer ska kunna använda kraven som en grund vid utformning av nya anläggningar.

Projektspecifika krav ska ansluta och vara motiverade med utgångspunkt från Trafikförvaltningens strategiska principer och tekniska riktlinjer.

I den här versionen av de projektspecifika kraven har man tagit höjd för att kraven ska passa samtliga sträckningsalternativ. När projektet går in i nästa skede, bör således de projektspecifika kraven för nyanläggning av tunnelbana mot Nacka revideras och uppdateras för att möta de krav på detaljer och instruktioner som projektörer och planerare efterfrågar i den fasen.

2.1 Dubbelspår eller enkelspår

Två typer normalsektioner är framtagna, en för enkelspårstunnlar och en för dubbelspårstunnlar. Dubbelspårstunnlar och enkelspårstunnlar finns för tre alternativa utföranden: bergtunnel, betongtunnel och cirkulærtunnel (fullortsborrad tunnel).

2.1.1 Normalsektion dubbelspårstunnel

Normalsektionen för dubbelspår finns i två alternativa utföranden för utrymning vid olyckor. Den ena med en lösning för utrymning i nivå med spårbäddens makadam och den andra med en lösning för utrymning i samma nivå som tågets vagngolv. Bredvid dubbelspårstunneln finns en utrymningstunnel som ska användas för utrymning av passagerare vid olyckor i dubbelspårstunneln. Förbindelse mellan utrymningstunnel och spårstunnel finns ca var 200-300 meter.

2.1.2 Normalsektion enkelspårstunnlar

Även normalsektionen för enkelspår finns i två alternativa utföranden, ett med utrymning vid olyckor i nivå med spårbäddens makadam och ett med utrymning i samma nivå som tågets vagngolv. Mellan enkelspårstunnlarna finns en tvärförbindelse som ska användas för utrymning av passagerare från ena enkelspårstunneln till den andra. Tvärförbindelsen utrustas med dörrar för att

hindra att rökutveckling sprids mellan tunnlarna vid brand. Även här är avståndet 200-300 meter mellan förbindelserna.

2.1.3 Utrymning

Vid brand eller annan olycka sker utrymningen, som nämnts ovan, på olika sätt vid enkelspårs- respektive dubbelspårstunnel.

I enkelspårstunnlar sker utrymning via genomslag med brandsluss till intilliggande spårstunnel. I dubbelspårstunnel sker utrymning till en intilliggande utrymningstunnel.

Dubbelspårstunnel kräver alltså en brandavskild intilliggande tunnel för att utrymning ska kunna ske på ett säkert sätt. Denna tunnel, som även fungerar som servicetunnel, bör utformas med väginfarter så att räddningsfordon kan framföras där. Det finns då möjligheter för en effektiv evakuering samt släckinsats. I servicetunneln kan också ventilation och annan teknik placeras för att minska antalet installationer i spårstunneln.

Enkelspårstunnlarna brandavskiljs sinsemellan och vid utrymning måste skydd för påkörning av tåg i intilliggande tunnel beaktas. Vid den här utformningen måste också transport av räddningstjänstpersonal och utrustning lösas. Det är inte troligt att tillträde och framkomlighet med vägfordon kan ordnas.

Vid rökutveckling i en dubbelspårstunnel kan det finnas större risk för driftsstörning. I enkelspårstunnel finns större möjligheter att fortsätta trafik i ett tunnelrör.

2.2 Djupa stationer

Oavsett vilken sträckning man väljer i projektet tunnelbana till Nacka kommer det att handla om stationer där djupet kommer att variera mellan 20-40 meter för de flesta stationer. Utöver dessa stationer kan det komma att handla om extra djupa stationer vid vissa lägen på östra Södermalm. Djupen där varierar mellan 60 ner till 100 meters djup.

Detta djup för stationer är dock inget unikt. Det finns djupa stationer på många tunnelbanelinjer runt om i världen¹. Inom förstudien för tunnelbana till Nacka gjordes ett besök i Barcelona där man på Metro de Barcelona så sent som 2011 öppnade en station på 86 meters djup (El Coll/Teixonera). I Barcelona har man

¹ Stationer på dessa djup finns på tunnelbanelinjer ibland annat följande städer: Barcelona, London, Moskva, Kiev, Petersburg, Pyongyang (Nord Korea).

valt lösningar med hissar i kombination med utrymningstrappa för sina djupa stationer (45-86 meters djup).

I exempelvis Ryssland (Moskva; Park Pobedy, 84 meters djup) har man istället² valt att använda rulltrappor (126 meter) vilket ökar transportsträckan och tiden att ta sig till plattformen avsevärt. Utöver detta ökar man känslan av att vara på väg någonstans djupt när det tar lång tid att ta sig ner till plattform.

Hisslösningar utifrån Barcelonas exempel uppfyller kraven för säkerhets- och utrymningskoncept som har ställts upp inom arbetet med förstudien.

I nästa avsnitt finns ritningar över hur en djup station (ca 100 meters djup) skulle kunna vara konstruerad så att samtliga krav på säkerhet-, utrymning-, samt tillgänglighetskrav tillgodoses.

Eftersom hissar inte tidigare använts som enda valbara förflyttningssätt på stationer i Stockholm i denna omfattning och människor kan känna obehag för hiss (klaustrofobi eller annat obehag) betyder det att man måste ta höjd för eventuell problematik med beteenden rörande hissar. Närmast kommer därför en studie i människors beteenden kring hissar och användning av hissar att göras för att så tidigt som möjligt kunna fånga upp ytterligare frågeställningar kring en stationslösning med enbart hiss (se nästa avsnitt).

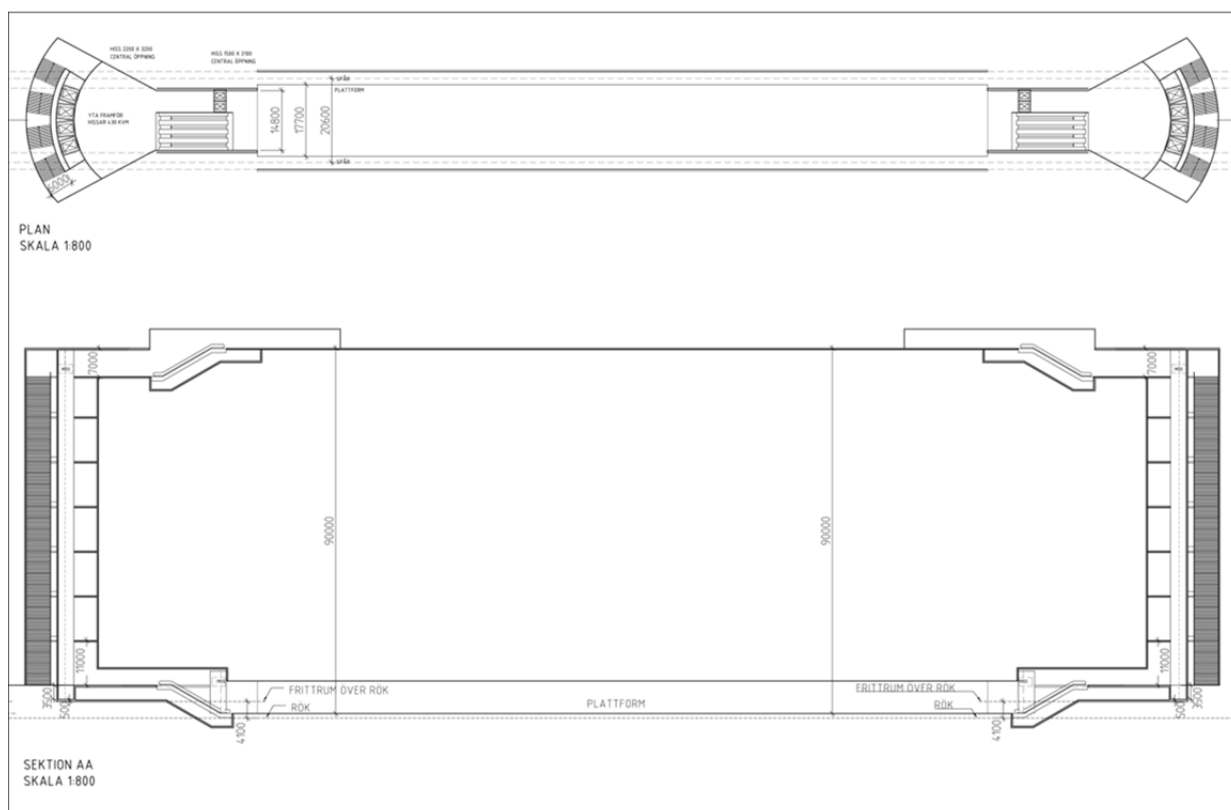
2.3 Utformning av djup station med hisslösning

Stationslösningen som visas i figurerna nedan är en för Stockholm och Sverige ny typlösning där stationen ligger i ett djupt läge, ca 90-100 meter under markytan. Lösningen använder stora snabbgående hissar istället för rulltrappor.

Nedan visas två ur utrymning-, brand samt tillgänglighetsaspekter säkrade utformningar av en sådan djup station. Dessa har fyra hissar.

Hissarna tar mycket utrymme och kan därför inte anordnas direkt från plattform vilket gör att en första transport måste ske till ett ovanliggande plan. Hissarna går då troligtvis mellan det ovanliggande planet och biljetthallen som ligger under markplan. Två alternativa placeringar av hisschakt har identifierats, ett ovanliggande plan i vardera änden av plattform samt ett ovanliggande plan ungefär mitt över plattform.

² Stationer på dessa djup finns på tunnelbanelinjer ibland annat följande städer: Barcelona, London, Moskva, Kiev, St Petersburg, Pyongyang (Nord Korea).



TUNNELBANA NACKA

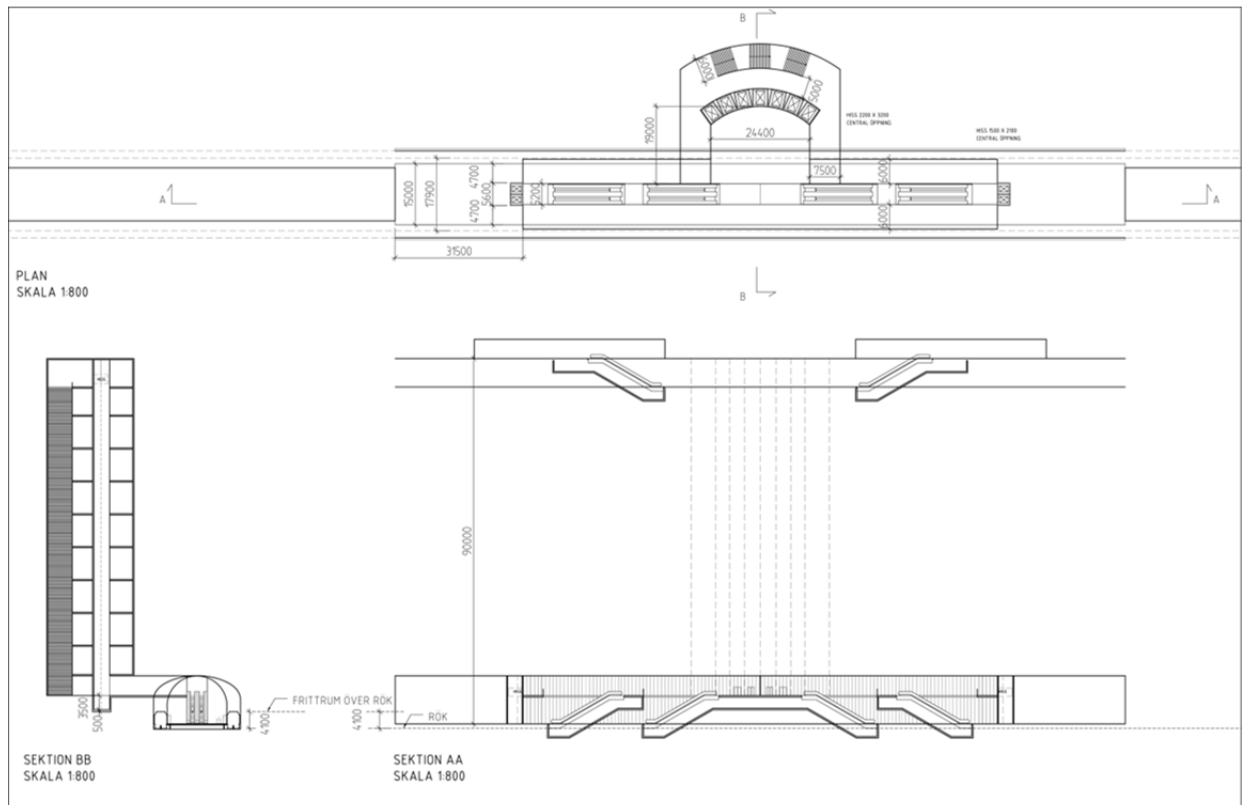
&RUNDQUIST

ALTERNATIV 3: Utgång i plattformssändar, lösning med två schakt

WWW.RUNDQUIST.SE TEL: +46(0)8 545 132 80

2013-04-26

Hisslösning med utgång i vardera änden av plattform med utrymningstrappor bakom hissarna. Förflyttning från plattform till det ovanliggande planet sker med fyra rulltrappor och två hissar.



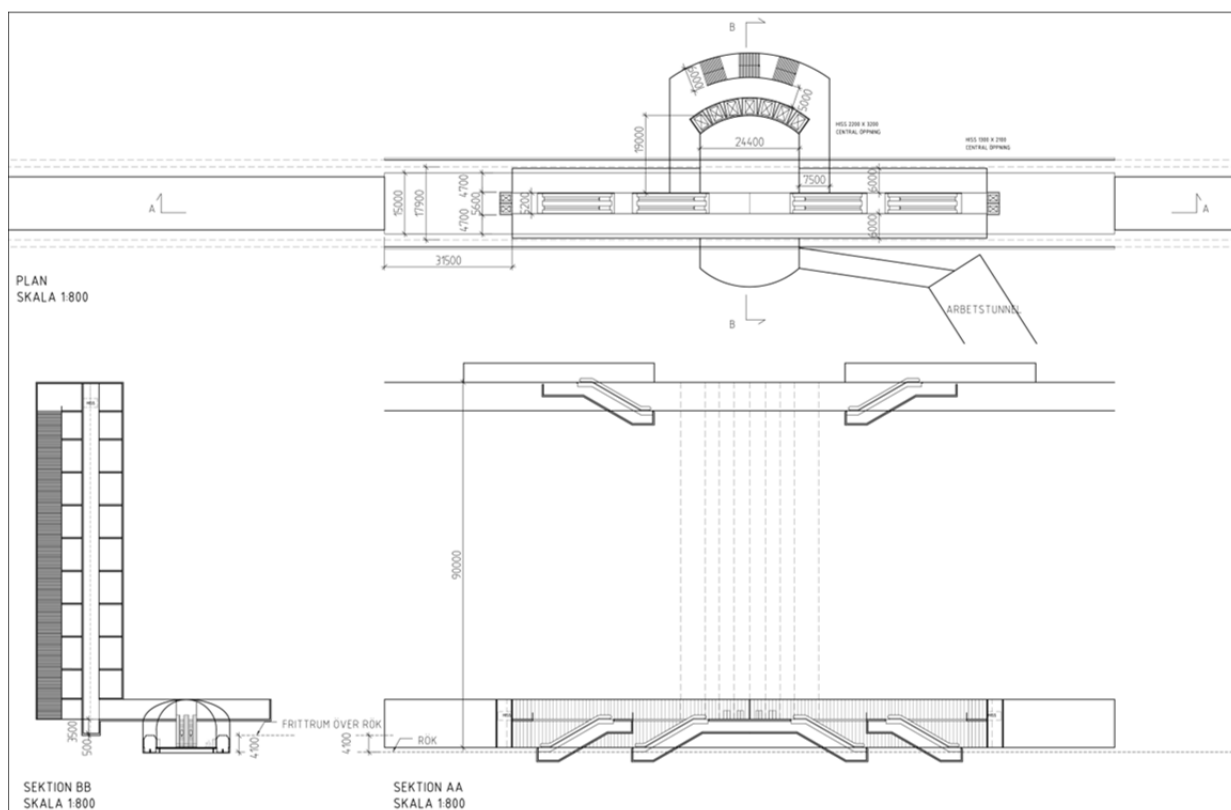
TUNNELBANA NACKA

ALTERNATIV 4: Utgång i stort mitschakt.

&RUNDQUIST
WWW.RUNDQUIST.SE TEL: +46(0)8 545 132 80

2013-04-26

Hisslösning med utgång mitt på plattform med utrymningstrappor.



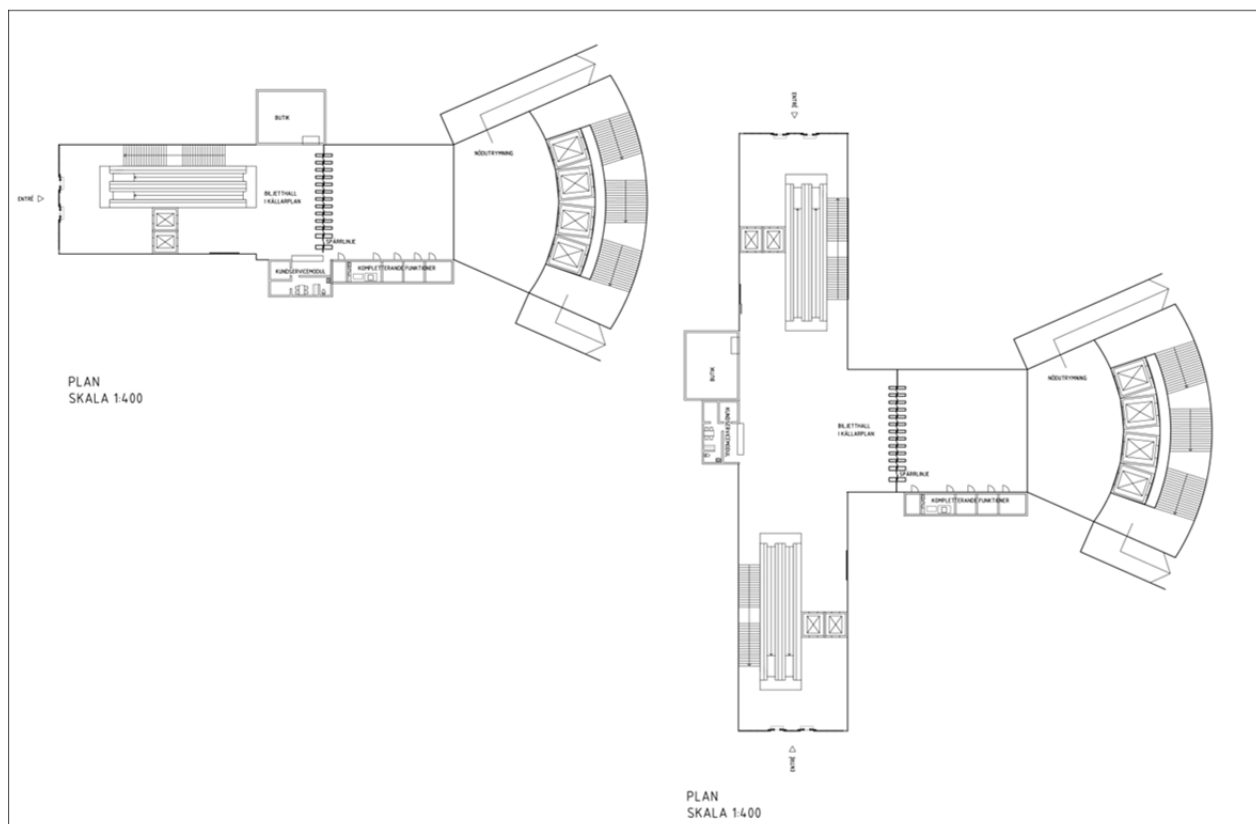
TUNNELBANA NACKA

ALTERNATIV 5: Utgång i mittschakt, samt utrymning via arbetstunnel.

&RUNDQUIST
WWW.RUNDQUIST.SE TEL: +46(0)8 545 132 80

2013-04-26

Hisslösning med utgång mitt på plattform med utrymningstrappor samt en utrymningstunnel.



TUNNELBANA NACKA

2 VARIANTER BILJETTHALL MED HISSAR 7 METER UNDER MARKNIVÅ

2013-04-26

&RUNDQUIST
WWW.RUNDQUIST.SE TEL: +46(0)8 545 132 80

Två varianter på utformning av entré- och biljetthall för hisslösning med bakomliggande trappor.

Om stationen utformas så att huvudkommunikationen endast sker med hiss ställs krav på att hissarna utformas så att det blir en attraktiv miljö och att förflyttningarna blir effektiva mellan markytan och plattformarna.

Måtten och hastigheten för hissarna måste då bli betydligt större än dagens och utredas speciellt. Hastigheten för hiss bör då vara ca 3 m/s och storleken på hisskorgen dimensioneras för fler personer än dagens antagna flöden.

2.4 Säkerhet vid utrymning i allmänhet samt vid djupa stationer

Vid brand eller rökutveckling på en station ska en utrymning från plattform till det fria i huvudsak ske via de normala uppgångarna. Det ska alltid finnas två av varandra oberoende uppgångar. Alternativa specifikt anordnade utrymningsvägar som inte normalt används ska om möjligt undvikas.

Utformning av vägledande markeringar, hänvisningar och nödbelysning behöver utredas ytterligare.

För att klara utrymning från en plattform som betjänas av rulltrappor och enstaka hissar krävs fyra rulltrappor och två hissar i vardera uppgången. Lyfthöjden kan göra att det krävs ett mellanplan och i sådant fall behöver behovet av brandavskiljning där utredas ytterligare.

Behov av brandavskiljningar i biljetthall är avhängigt av om kommersiella ytor ska tillåtas och i vilken utsträckning.

För en station med hissar istället för rulltrappor, finns två alternativ för utrymning: hissar med anslutande utrymningstrappa samt hissar och separata utrymningsvägar till tidigare arbetstunnel.

Förflyttning från plattform till det ovanliggande planet ska ske med minst fyra rulltrappor och två hissar från vardera plattformssänden. Det är Plan- och bygglagen, PBL, med dess föreskrifter Boverkets byggregler, BBR, som anger grundkraven för att dimensionera utrymning. I byggreglerna anges att den här typen av "lokal" ska dimensioneras analytiskt vilket betyder att man använder data från verksamheten, data från regler och råd kopplat till BBR och beräknar i analysverktyg. Detta gäller oavsett om förflyttningen går till separata plan eller ett gemensamt. Ett gemensamt mittenplan ska brandavskiljas så att det blir två separerade utrymningsvägar.

Hissar och utrymningstrappor ska vara brandavskiljda och kunna användas som två olika alternativ. En utredning och bedömning behöver göras om risker vid användande av utrymningstrappor, hur personer som inte orkar gå ska hjälpas eller risken för obehörigt användande som exempel.

Om alternativ utrymningsväg utgörs av en före detta arbetstunnel finns möjligheten att räddningsfordon kan använda tunneln, vilket kan ge effektivare insats och stöd för utrymning. Trapporna vid hissarna behöver då heller inte utformas för utrymning, vilket minskar bredden där betydligt.

En första beräkning visar att sju hissar med en kapacitet på 40 personer och en trappa med 6 meters bredd klarar utrymningsbehovet då ett hisschakt används från ovanliggande plan. För två separata ovanliggande plan/hisschakt klarar fyra hissar à 40 personer och en trappa med 4 meters bredd i vardera uppgången utrymningsbehovet.

Om stationen utformas med en enda hissuppgång kan biljetthallen behöva utformas med brandavskiljningar och separat utgång till det fria.

Bakgrunden till de säkerhetskrav som nu ställs för utrymning på stationer är den grundläggande principen att två fullastade tåg ska kunna utrymmas

samtidigt på en station, ett "worst case" scenario. Denna princip ligger även till grund för antaganden gjorda i andra liknande projekt, såsom exempelvis Citybanan i Stockholm. Den grundläggande principen betyder för tunnelbanan att 2400 personer måste kunna utrymmas samtidigt. Detta föranleder bredare plattformar för att inrymma det antal rulltrappor som krävs för att klara utrymning även om en rulltrappa är ur funktion. "Worst case" scenariot bygger också på att brand med en viss uppskattad intensitet uppstår i tåg. Idag finns inte någon djupare utredning huruvida dessa krav kan revideras eller om de kan skilja sig i olika delar av Stockholms tunnelbana. En utredning kommer att påbörjas för att se hur utrymning och övrigt brandskydd kan dimensioneras utifrån exempelvis trafik/resenärsintensitet samt analyserade brandrisker i infrastrukturen, vilket kan ge mindre omfattande installationer.

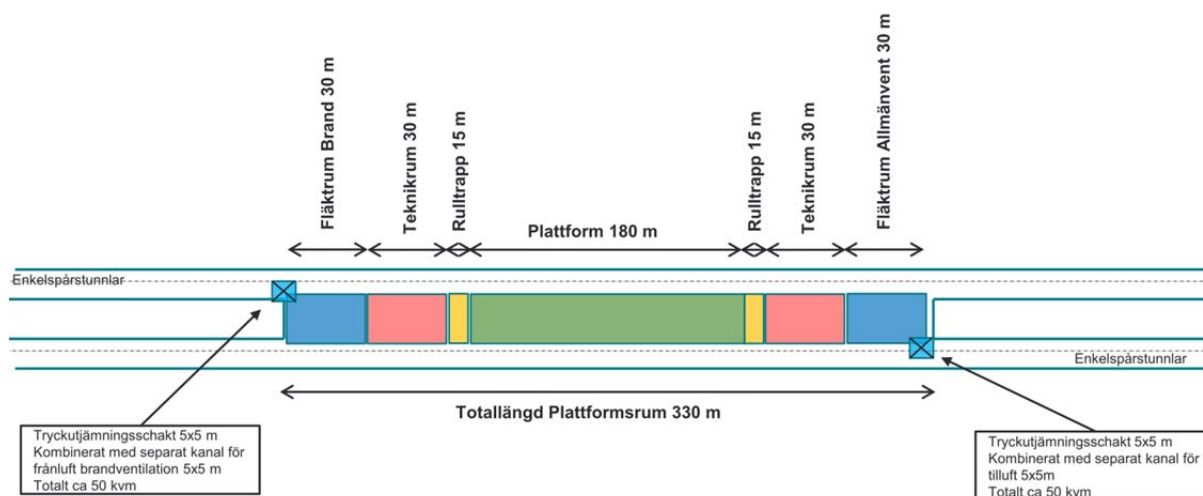
2.5 Ventilationsprincip

Stationer och sträckor utmed den planerade utbyggnaden av tunnelbanan kommer att utformas för att uppfylla krav på komfort och säkerhet för trafikanter och de som arbetar i tunnelbanan. Detta innebär att ventilationssystem system installeras för att hantera luftkvalitet, luftströmmar, luftstöt vågor samt system för att effektivt kunna ventilera bort eventuella rökgaser.

2.5.1 Allmänventilation

Principen för allmänventilation omfattar ett fläktrum i ena plattformssändan samt kanaler för att föra in frisk luft till plattformssrummet. Tilluft tas från markytan via kanaler i sprängda vertikalschakt för tryckutjämning. Kapaciteten antas i detta skede till 10 000 liter/sekund.

Den luft som trycks in i plattformssrummet ska fortsätta ut i spårtunnlarna och tas ut via ett frånluftsfläktrum och ett vertikalschat (tryckutjämningsschakt) placerat mellan stationerna.



Systemskiss för fläktrum och teknikrum vid stationer

Om möjlighet finns kan fläktrum placeras på markytan och luft tryckas ner till stationen via ventilationskanaler. Detta skulle underlätta underhållsarbetena i fläktrummen.

Vid extremt kallt eller varmt väder installeras möjligheten att kyla eller värma tilluften till stationerna.

2.5.2 Tryckutjämningschakt

För att minska lufttrycksvågen/lufthastigheten på plattformarna installeras tryckutjämningschakt vid varje station. Ett schakt vid vardera änden på inkommande spår. Tryckutjämningschakten är vertikalschakt från markytan och ner till spårtunneln eller stationsmiljön. Storleken har i detta skede uppskattats till 25 m². Schaktet kan utökas till 50 m² för att även kunna rymma kanaler för brandventilation eller allmänventilation.

Tryckutjämningschakten kommer att medföra frostnedträngning till tunnelarna. Detta hanteras genom att isolera och frostskydda utrustning och kanaler.

2.5.3 Brandventilation

Principen för brandventilation omfattar ett fläktrum i ena plattformssändan samt kanaler för att suga ut rökgaser från plattformssrummet. Rökgaserna trycks i kanaler från fläktrummet upp till markytan via tryckutjämningschakten.

Kapaciteten antas i detta skede till 300 000 liter/sekund.

Rulltrappsschakt till plattformsrummet förses med radiella fläktar (Jet fans) för att vid brand trycka ner luft till plattformsrummet. Detta medför att rökgaser inte sprider sig till utrymningsvägar, utrymmande möts av friskluft samt erhålls tilluft för brandventilationen.

Utredningar kommer att genomföras för att titta på möjligheten att samutnyttja fläktrummen för allmänventilation och brandgasevakuerings. Vinsten med detta är framförallt att vi använder system för brandevakuering som är i daglig drift. Behovet av att regelbundet testköra/funktionstesta de sällan utnyttjade systemen minskar. Om detta är genomförbart återstår att utreda.

2.5.4 Partikelrening

För att minska spridningen av luftburna partiklar från spårtunnlarna till plattformsrummen kommer systemet med allmänventilation att utnyttjas. Den friskluft som trycks in i plattformsrummet ska tas ut i spårtunnlarna och sugas ut mellan stationerna med ett frånluftsfläktrum. Detta fläktrum trycker tunnelluften upp till markytan via ett av de befintliga vertikalschakten alternativt byggs ett separat vertikalschakt för detta om avståndet mellan stationerna blir för stort, exempelvis mellan Kungsträdgården och första stationen på Södermalm/Finnboda.

2.6 Minimiradier, maxlutningar

Den tekniska beskrivningen för spår enligt nedan syftar till att beskriva banstandard vid nybyggnationen av tunnelbanan till Nacka med avseende på spårgeometri och banöverbyggnad och kraven enligt SL:s säkerhetsbestämmelse och föreskrifter.

Spårgeometri:

Horistonalgeometri:	Minsta kurvradie =450m
Vertikalgeometri:	Minsta kurvradie =2000m
Lutning:	Största lutningen på linje=50 ‰
Lutning vid station:	Största lutning=2,5 ‰

2.7 Kostnadseffektiva krav

De tekniska krav som har tagits fram inom ramen för förstudien fokuserar på att skapa förutsättningar för en kravstandard som tar hänsyn till säkerhetskrav,

funktionella krav (inklusive tillgänglighetskrav), robusthet och redundans i anläggningen samt ekonomisk kostnadseffektivitet. De krav som har tagits fram och som är kopplade till säkerhet, tillgänglighet och miljö ska ansluta till lagstadgade krav och normer. Tekniska krav ska utformas i enlighet med Trafikförvaltningens strategiska principer, vilka bland annat beaktar livcykelkostnader och sårbarhetsaspekter.

Utgångspunkten har varit att hitta kostnadseffektiva lösningar och att utforma kraven på sådant sätt att framtagandet av kostnadseffektiva lösningar möjliggörs i det fortsatta planerandet och utförandet av utbyggandet av tunnelbanan.

2.7.1 Kostnadseffektivitet Anläggning

Utgångspunkten för att ta fram kostnadseffektiva lösningar med avseende på anläggningskostnader har varit att;

Försöka hitta tillfredsställande dragningar i bergtunnlar. Trafikförvaltningen har för att möjliggöra detta reviderat krav på maximal lutning till 50 ‰ , tidigare 40 ‰ .

I första hand utgå från ett koncept med enkelspårstunnlar för att eliminera behovet av en räddningstunnel. Detta koncept har använts vid byggandet av förlängningen av tunnelbanan i Helsingfors. Tekniska svårigheterna att säkerställa brandskyddskrav i växelpartier i tunnarna ökar dock därmed och robustheten minskar.

Standard med avseende på bland annat livslängd och övriga tekniska krav utgår från branschens krav (TRVK Tunnel 11 (2011:087)). Analyser av möjliga avsteg från dessa normer kan utföras i fortsatta skeden av planeringen men måste då vägas mot ökade underhållskostnader och ökad sårbarhet på infrastrukturen.

2.7.2 Kostnadseffektivitet BEST

De tekniska krav som har tagits fram för banöverbyggnad/spåranläggning har genomgående beaktat livscykelkostnader i enlighet med Trafikförvaltningens strategiska principer.

Allmänna krav på bana (största tillåtna hastighet, STH 90 km/h) är baserat på krav som gäller för den befintliga anläggningen (Blå linje). Detta innebär inte per automatik att det är möjligt att köra 90 km/h på hela anläggningen utan endast på spåravsnitt där spårgeometrin så tillåter. Att spårgeometriskt projektera rätt från början skapar en bra anläggning med mindre underhåll vilket är kostnadseffektivt.

Ballastfria spår är stabila spår som är underhållsfria upp till 40 år jämfört med ballastspår som man ofta måste justera. Investeringskostnaden är större för ballastfria spår jämfört med ballastspår men ur ett livscykelperspektiv kan det vara kostnadseffektivt.

Normalsektionen beskriver en normal standard med ballastspår och så kallad vignolräl. Det är samma standard som används i Norden och övriga europeiska länder. Investeringskostnaderna för spåranläggningen ligger på samma nivå som övriga länder.

Investeringskostnaderna ska ställas i jämförelse med vad slutprodukten levererar. Alltså vilken trafik utför man på den transportanläggning man har färdigställt, t.ex. passagerarkapacitet, turtäthet, medelhastighet, etc. samt vilka drift- och underhållskostnader som finns i trafikverksamheten.

Förstudien innefattar ingen detaljerad projektering av EST. Detaljerade riktlinjer för dessa system kommer att tas fram i senare skede.

2.7.3 Kostnadseffektivitet Station

Kostnadseffektiviteten avseende stationer handlar först och främst om att välja rätt antal stationer i förhållande till den nytta den gör för våra resenärer. En extremt djup station i förhållande till ett lågt resenärsantal är ingen kostnadseffektiv lösning, men det kan finnas andra tungt vägande skäl att ändå göra en. Vidare är det kostnadseffektivt att studera målpunkter i förhållande till var själva stationsrummet hamnar för att få korta gångvägar och därmed en mindre anläggning. Andra kostnadseffektiva lösningar är att bygga stationerna med liknade utformningselement så att en större serie kan tillverkas och därmed få en billigare totallösning. Detta gäller även utrustning som exempelvis belysning, högtalare etc. Ett ytterligare sätt att minska kostnaderna är att göra färre uppgångar till gatan vid varje stationsnedgång. Vidare bör överytor i anläggningen ses över för att därigenom effektivisera anläggningen.

2.7.4 Kostnadseffektivitet Säkerhet, Brand och utrymning

Brand eller rökutveckling som gör att en utrymning och/eller större skadeavhjälpande insats behöver ske förekommer sällan. Detta gör att specifika tekniska installationer som krävs för brandsäkerheten sällan träder i kraft vilket medför att kontroll och underhåll måste ske med täta intervall. Detsamma gäller organisatoriska åtgärder om dessa avviker från dagliga rutiner - utbildning och övning måste ske kontinuerligt.

Att utforma separata system som enbart ska fungera vid brand- och/eller utrymning är både utrymmes- och kostnadskrävande.

För att nå effektiva brandsäkerhetssystem har följande utgångspunkter använts vid dimensionering och utformning:

- Brandsäkerhetssystem ska bedömas relaterat till bedömd riskbild, omfattning på systemet, uppnådd effekt samt installations och driftskostnad.
- Brandskyddsfunktioner ska så långt som möjligt integreras i system som krävs för den dagliga driften. Exempelvis möjlig integrering av brandventilation i systemet för daglig ventilation.
- Större tekniska installationer som kräver mekanisk rörelse för att erhålla brandskyddsfunktion ska om möjligt undvikas. Till exempel större brandportar som ska stängas vid en brand.

Exempel på bedömning av vissa brandsäkerhetssystem:

- Vattensprinkler, bedöms inte som en kostnadseffektiv installation vare sig i tunnel eller på station om brandbelastningen hålls låg.
- Fysiska rökavskiljningar mellan plattform och rulltrappa/hiss bedöms mycket kostnadseffektivt jämfört med till exempel enbart ventilationslösningar.
- Möjligheten ska ses över att, i rörledning från pumphus, integrera släckvattenledning för räddningstjänsten.

2.7.5 Kostnadseffektivitet Miljö

Krav avseende energieffektiva lösningar är bra ur miljösynpunkt och innebär en lägre kostnad i driftskedet. Även om själva investeringskostnaden skulle vara högre för energieffektiva lösningar så innebär det en lägre kostnad i ett livscykelperspektiv.

Att minimera resursförbrukningen är bra ur miljösynpunkt genom minskat naturresursutnyttjande. Detta innebär i sin tur att materialkostnaden blir lägre.

Planering för minskade avfallsmängder genom t.ex. dimensionering, prefab etc. är bra ur miljösynpunkt men innebär även en lägre kostnad för avfallshanteringen i genomförandeskedet genom exempelvis mindre behov av transporter och lägre kostnad för avlämnande av avfall på avfallsanläggning.

Att utforma riktlinjer som bidrar till uppfyllandet av Landstingets miljömål /Trafikförvaltningens miljömål kan inte väljas bort utan är krav som är fastslagna av Landstinget.

Om buller- eller vibrationsnivåerna från tunnelbanan blir för höga i omgivande byggnader störs människor som vistas där och byggnadernas användbarhet kan minska. Det kan t.ex. vara så att byggnaden inte kan användas som bostad, vårdlokal och inte heller för tyst kontorsverksamhet eller som butiks-/restauranglokal med tyst verksamhet. Därmed försvinner en stor del av det potentiella nyttjande som önskas i stadsmiljö till förmån för industriverksamhet, eller möjligen viss typ av affärsverksamhet (där högre ljudnivå kan accepteras).

Buller- och vibrationskrav är svåra och därmed dyra att åtgärda i efterhand. För att på ett kostnadseffektivt sätt säkerställa goda boende- och vistelsemiljöer är det därmed viktigt att ha bra lösningar från början. Det är särskilt viktigt att minimera stomljud och vibrationer, där stora delar av spårkroppen annars kan behöva byggas om.

2.7.6 Kostnadseffektivitet Tillgänglighet

Trafikförvaltningens långsiktiga tillgänglighetsplan 2010-2021 fastslår att "vid nyanskaffning av fordon och byggande av anläggningar ska full tillgänglighet alltid prioriteras". Eftersom tunnelbanan till Nacka blir en nybyggnad är det viktigt att tillgänglighetsaspekterna genomsyrar hela projektet. Att "göra rätt från början" håller kostnaderna nere. För att göra rätt från början krävs att vid varje tids rådande lagkrav, förordningar och riktlinjer följs.

De åtgärder som görs för att få en tillgänglig och användbar tunnelbana gynnar samtliga resenärer genom bättre orienterbarhet, tydliga flöden, säker utrymning och tillgänglig information.

För mer information, se RiTill och RiBarn.

Förutom texten ovan finns det tre avsnitt i de projektspecifika kraven som tar upp tillgänglighet.

- Säkerhet, brand och utrymning, ska följa dagens och morgondagens lagkrav på säkerhet för personer med funktionsnedsättning. Inget annat är rimligt att tänka sig.
- Hissar, viktigt är att klara den kapacitet som krävs samtidigt som det är bra ur räddningssynpunkt att få till hissar som klarar utrymning med bårtransport och mått för att vända en rullstol vid stora lyfthöjder, därav krav på 150x210 cm.
- Fasta och raka spår vid plattform, ger tillgängligt in- och utsteg till fordonen. Dessutom är det kostnadseffektivt ur ett livscykelperspektiv

då dessa spår inte behöver mätas in och justeras var tredje år. De är också lättare att städa.

Det är viktigt att tänka kostnadseffektivt ur ett underhålls- och livscykel-perspektiv utöver investeringsperspektivet.

3 Trafikering

3.1 Tunnelbanan

År 2030 antas 2,5-minuters trafik vara möjlig på den gemensamma sträckan på Blå linjens tunnelbana. I trafikanalyserna har förutsatts att båda blå linjerna, från Akalla respektive Hjulsta, förlängs till Nacka vilket ger 2,5-minuters trafik. En ytterligare förlängning av Blå linje till Barkarby, från antingen Akalla eller Hjulsta har analyserats. Till/från Barkarby skulle tunnelbanan gå i 5-minuters trafik.

År 2050 har den tekniska livslängden för dagens signalsystem, på Blå linje, passerats och då systemet bytts ut och uppgraderats skulle det vara möjligt att utöka trafiken till 2-minuters trafik på den gemensamma sträckan. I de trafikanalyser som gjorts med utblick mot år 2050 antas att Blå linje förgrenats till både Nacka och Stockholm söderort, Hagsätragrenen. För Nacka innebär det att turtätheten blir 4 minuter och det samma gäller för Hagsätragrenen. I samband med att Hagsätragrenen görs om till Blå linje frigörs kapacitet för de kvarvarande gröna benen (Farsta Strand respektive Skarpnäck) som vardera kan trafikeras i 4-minuters trafik.

3.2 Tvärbana

Tvärbanan antas vara utbyggd från Sickla Udde till Sickla station. Vid Sickla station har därmed en ny bytespunkt mellan Tvärbanan, Saltsjöbanan och tunnelbanan skapats.

3.3 Saltsjöbanan

I trafikanalyserna har antagits att Saltsjöbanan rustats upp på ett sådant sätt att dagens trafikering kan upprätthållas. Det innebär 20-minuters trafik mellan Saltsjöbaden och Slussen samt en kort linje mellan Solsidan och Igelboda (med byte för fortsatt resa till/från Slussen).

3.4 Buss

Det framtida linjenätet för Nacka och Värmdö vid en tunnelbaneförlängning till Nacka är inte låst, men principerna för genomförda trafikanalyser och för dimensioneringen av bussterminalen i Nacka är:

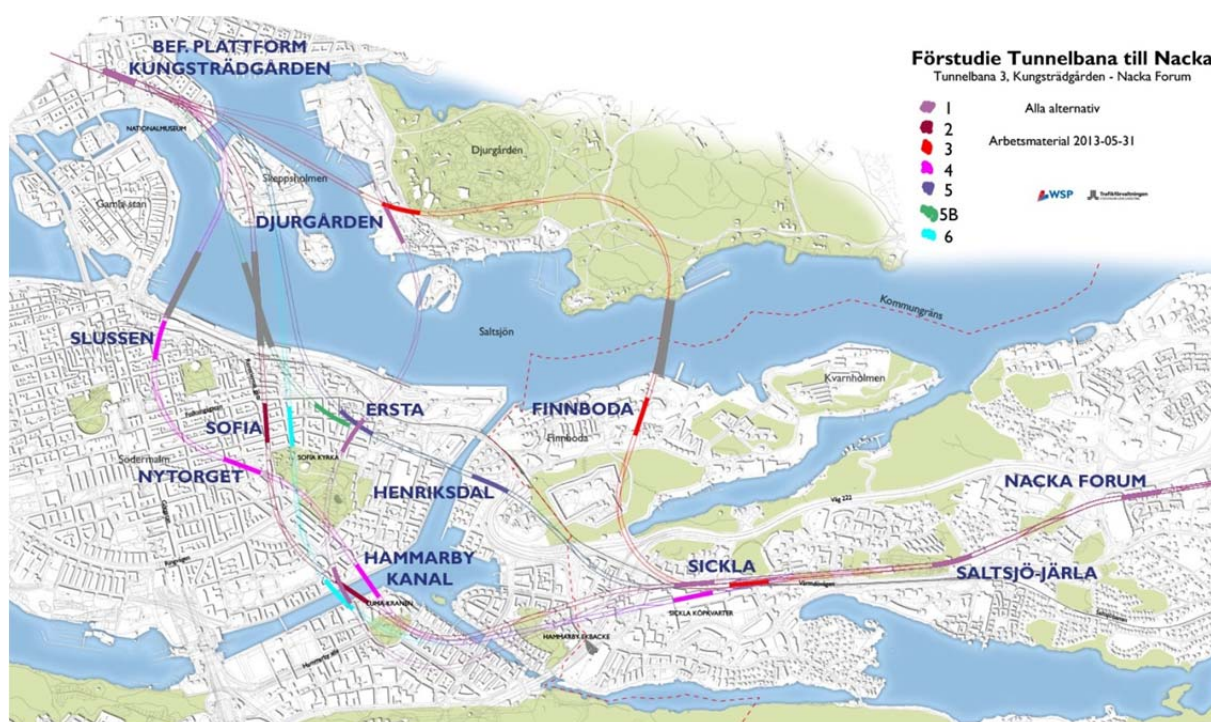
- linjer för resor mot Stockholms city avkortas till den nya terminalen i Nacka (ex linje 413 från Björknäs)

- linjer med lokala funktioner behålls (ex linje 74)
- linjer som har en kort sträcka återstående då de korsar tunnelbanan behålls (ex linje 401 från Älta)
- ingen ”matning bakåt”, dvs. man ska inte tvingas resa med buss i fel riktning innan man kan byta till tunnelbanan
- tunga områden, ex Orminge, får behålla viss direktbusstrafik till Slussen (ex linje 446)
- Linjer från Värmdö går fortsatt kvar till Slussen

4 Tunnelbana till Nacka

Under arbetet med förstudien har flera olika alternativa sträckningar studerats. Alla sträckningar utgår från befintlig tunnelbanestation vid Kungsträdgården och går till Nacka Forum. Kungsträdgårdens tunnelbanestation ska vara i drift under genomförandetiden.

Här redovisas sex sträckningar som studerats och kostnadsberäknats.



4.1 Sänktunnel eller bergtunnel

Tunnelbanans passage av Saltsjön är en av de stora tekniska utmaningarna i det här projektet. Passagen är svår beroende på geologiska förhållanden och det stora djupet till berg.

Det finns idag inga tunnlar som passerar under Saltsjön. Parallellt med Trafikförvaltningen utför Svenska Kraftnät en studie om att passera under Saltsjön med en djupt förlagd bergtunnel för en högspänningskabel, kallad City Link.

Citybanan i Stockholm bygger för närvarande en sänktunnel mellan Riddarholmen och Södermalm för pendeltågstrafiken. Citybanans sänktunnel passerar således inte under Saltsjön utan under Mälaren/Riddarfjärden.

Vägverket utförde under 90-talet omfattande studier för en sänktunnel under Saltsjön mellan Djurgården och Finnboða/Henriksdal, projekt Österleden. Arbetet resulterade i en Arbetsplan (Vägplan).

Utöver dessa projekt finns det endast någon enstaka enkel betongrörstunnel för installationer som passerar under Mälaren/Riddarfjärden.

4.1.1 Geotekniska förutsättningar

Inom ramen för förstudien har geotekniska undersökningar utförts, huvudsakligen i syfte att säkerställa genomförbarheten, för de olika alternativ som studeras. I Saltsjön har borrhningar utförts från pråmar i tre olika linjesträckningar. Dessa borrhningar ger en bra bild av bergytans läge samt förutsättningar för att kunna välja rätt grundläggningsmetod för en eventuell sänktunnel.

Detaljerade undersökningar av jordlager och berggrundens variationer kommer att utföras i ett senare skede i projektet. Vi bedömer att vi utifrån befintlig information om geotekniska förhållanden från bl.a Byggnadsgeologiska kartan, undersökningar från angränsande projekt samt de undersökningar som genomförs i detta projekt, kan göra en rimlig bedömning av den tekniska genomförbarheten av de 6 alternativ som studeras inom ramen för förstudien.

4.1.2 Bergtunnel under Saltsjön

De undersökningar som utförts i detta projekt verifierar den tidigare uppfattningen att djupet till berg är ca 70 m från vattenytan i Saltsjön. Detta är på en relativt kort sträcka, 10 m – 20 m. I detta tidiga projektskede placeras en eventuell bergtunnel på ett sådant djup att en bergtäckning på två gånger tunnelns spännvidd erhålls, ca 10 m. Spårets nivå blir då -85 m under havsytan som djupast under Saltsjön.

Nackdelen med detta djupa läge är att det påverkar nivån för de stationer som planeras på östra Södermalm. Den första stationen vid Ersta eller Sofia hamnar drygt 95 m under mark. Stationer på ett så stort djup kräver nya lösningar för vertikala transporter av trafikanter. Djupaste stationen på befintligt tunnelbanenät ligger 40 m under mark, Kungsträdgårdens tunnelbanestation.

Även stationen under Hammarby kanal påverkas av det djupa bergläget under Saltsjön. Stationsläget förändras från 30 m (vid sänktunnel under Saltsjön) till

45 m under mark på grund av bergläget under Saltsjön. Detta trots maximala 50 % lutning mellan stationslägena.

De undersökningar som genomförts i detta projekt och inom projekt City Link visar även att berget under Saltsjön är kraftigt påverkat av de rörelser som historiskt förekommit i förkastningszonen som löper parallellt med norra delen av Södermalm. Bergmassan är både omvandlad och ställvis uppkrossad.

Med dagens drivningsteknik är det fullt möjligt att passera detta område med konventionell borrhning och sprängning. Framdriften blir långsam, men då det är en begränsad sträcka påverkar det troligen inte den totala genomförandetiden.

4.1.3 Betongtunnel under Saltsjön

Det finns olika tekniska lösningar för att bygga en betongtunnel under vatten. Den lösning som vi bedömer vara mest tillämpbar i passagen av Saltsjön är en sänktunnel.

En sänktunnel byggs i element, här valda till ca 100 meter långa. Elementen byggs normalt i torrhet på annan plats och bogseras till byggplatsen. Därefter sänks de ner och grundläggs på förberedda stöd på sjöbotten eller på fyllning på berg om sådant finns tillgängligt.

Den svåra delen är övergången mellan sänktunnel och bergtunnel. Det normala är att övergången genomförs i torrhet innanför en spontkonstruktion. Denna spontkonstruktion blir relativt djup och komplicerad för de föreslagna tunnarna inom detta projekt.

Den här byggmetoden används idag vid genomförandet av sänktunneln för Citybanan mellan Riddarholmen och Södermalm. Det är även den byggmetod som Vägverket förordade i den vägplan som upprättades inom projekt Österleden. (*kommentar: I Österleden förordades att bygga inslagsvalven i bergkammare, sprängda "inifrån"*)

Som alternativ till att bygga övergången (inslagsvalvet) mellan berg- och betongtunnel i torrhet inom spont kan inslagsvalvet byggas i torrhet i ett bergrum i bergtunneln. Därefter monteras en tvärgående temporär tätvägg och den utvändiga bergskäringen kan sprängas klart under vatten. Sedan kan tunnelelementet flottas in och anslutas till inslagsvalvet och bergtunneln.

Denna metod är tänkt för de djupare anslutningarna i föreslagna alternativ.

Tekniskt är en sänktunnel för tunnelbanan genomförbar. Nackdelen är att det blir en dyr lösning, dyrare per meter än den sänktunnel som idag byggs inom projekt Citybanan.

Orsaken till detta är företrädelsevis de skilda förutsättningar som råder för byggandet av en sänktunnel innanför jämfört med utanför Slussen. En sänktunnel i Saltsjön för tunnelbanan måste skyddas från påsegling eller kapsejsning av betydligt större fartyg än motsvarande sänktunnel i Riddarfjärden för Citybanan. Dessutom är bottenförhållandena så dåliga i Saltsjön att en bred pålad betongplatta, påldäck, måste byggas för att ta laster från skyddsfyllning och kapsejsande fartyg. Problematiken kan illustreras med bild 1 och 2.

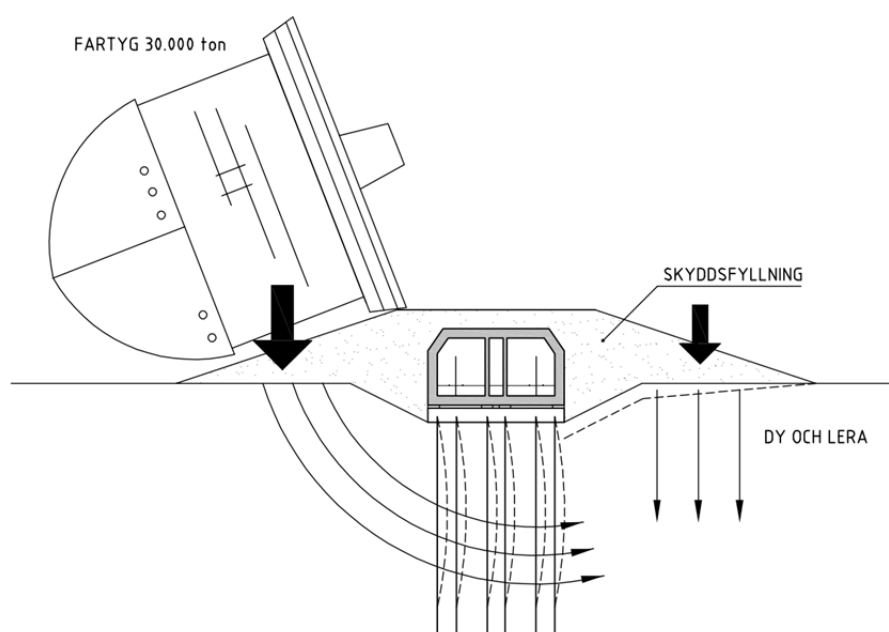


Bild 1. Ett kapsejsande fartyg eller lasten från skyddsfyllningen kan knäcka pålarna som betongtunneln grundläggs på.

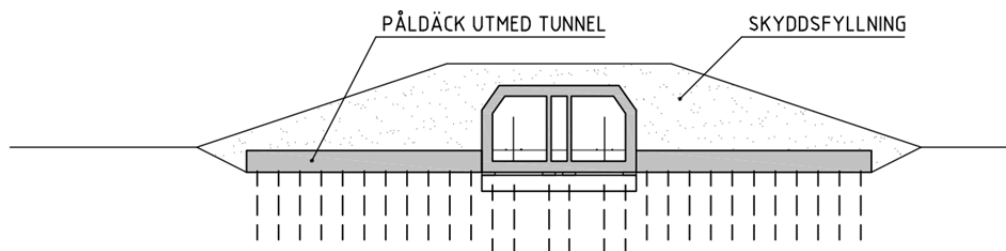


Bild 2. Ett pålgrundlagt betongdäck, påldäck, skyddar betongtunnelns grundläggningskonstruktion.

En sänktunnel medför större tekniska risker, ökade risker för förseningar och bedöms också ge markant ökade produktionskostnader jämfört med en bergtunnel på motsvarande sträcka.

Lokalt är sedimenten i Saltsjön kraftigt förorenade. Detta kan påverka arbetet med en sänktunnel och hantering av muddermassor.

De stora fördelarna med en sänktunnel är att de planerade stationerna på östra Södermalm kan placeras grundare. Stationerna Slussen, Ersta och Sofia kan placeras ca 40 m under mark, i stället 90-100 m som gäller för bergtunnelalternativet, vilket ökar stationernas tillgänglighet.

Under byggtiden kommer de stora schakten för övergångskonstruktionerna mellan betongtunnel och bergtunnel att störa biltrafiken på Stadsgårdsleden samt begränsa fartygsrörelserna inom området. Det kommer alltid finnas en passage för fartyg under hela byggtiden men på en begränsad yta. När bygget av sänktunneln är klart finns inga begränsningar för bil- eller fartygstrafik.

4.2 Fullortsborrning eller borrar och sprängning

Inom förstudien har en övergripande analys gjorts av metodik för byggande av bergtunnlar. Det normala i Sverige är att vi bygger bergtunnlar med det vi kallar konventionell borrar och sprängning. Metodiken är väl beprövad och tekniska lösningar finns för att passera olika typer av geologiska förhållanden. Nackdelen med denna metodik är när berget blir mycket dåligt, eller får jordliknande egenskaper, i kombination med mycket vatten/grundvatten. Då finns risken för oplanerade störningar i produktionen som kan leda till

kostnadsökningar och förseningar. Den teknik som idag används för att lösa detta är frysning av berget/jorden innan tunneln drivs genom området.

Att bygga bergtunnel genom fullortsborrning med en TBM (Tunneling Boring Machine) är en metodik som ofta används internationellt men även i Sverige och Stockholm. Både Saltsjötunneln och Ormen är två fullortsborrade tunnlar i Stockholm för hantering av avloppsvatten. Dessa har dock relativt liten storlek, ca 3,5 meter i diameter.

Det finns flera olika typer av fullortsborrmaskiner (TBM). De kan delas in i två huvudklasser, de som är helt öppna, anpassade för hårt och torrt berg, samt de som bygger tunnel med kontinuerlig betonglining, anpassade för lösare bergarter med mycket vatten. Det vi studerat inom ramen för denna studie är en TBM som både kan bygga tunnel med kontinuerlig betonglining, när berget är dåligt och drivas utan betonglining när berget är bra.

Det finns många fördelar med att bygga tunnel med TBM. Vi får en mycket bra tunnel med minskat underhållsbehov, vi minskar behovet av sprängningsarbeten, vi kan hantera dåligt berg med vattenförande zoner på ett effektivt sätt, vi kan eventuellt minska behovet av arbetstunnlar, etc.

Kostnader för drift och underhåll av bergtunnlar för trafik är idag mycket hög i Sverige. Uppskattningsvis kommer enbart Trafikverket att lägga ner 500 Mkr totalt per år i underhåll av bergtunnlar när tunnelarna för Förbifart Stockholm och Norra Länken är klara.

Normalt är framdriften med TBM hög. Man kan bygga 150-250 m i veckan under gynnsamma förhållanden. Det som i Sverige/Stockholm minskar framdriften är att vi normalt inte tillåter inläckage av grundvatten till tunneln, vilket skulle kunna orsaka stora skador på omgivningen. Inläckaget kan antingen hanteras genom att bygga en vattentät kontinuerlig betonglining eller injektera berget tätt med så kallad förinjektering. Kontinuerlig betonglining är mycket dyrt och förinjektering av berget tar lång tid, då TBM måste stå still under tiden för injekteringsarbetena.

Fördelarna med TBM minskar då man i efterhand måste utföra kompletterande bergarbeten med konventionell borrning och sprängning. De kompletterande arbetena berör tvärtunnlar var 2-300:de meter (*behövs inte om ett system med dubbelspårstunnel väljs*), plattformsrums, 5st x 330m, rulltrappsschakt, vertikalschakt för hissar och ventilation, teknikrum vid stationerna, spårväxlar mellan enkelspårstunnlar (*behövs inte om ett system med dubbelspårstunnel väljs*). Av den totala tunnelsträckan utförd med TBM måste ca 30 % kompletteras med konventionell borrning och sprängning.

En nackdel med TBM är störningskänsligheten för projektet i genomförandeskedet. Metoden bygger på en stor entreprenad för all drivning av spårtunnlar. Om TBM-utrustningen krånglar blir all framdrift stoppad. Med konventionell tunneldrivning etableras 5 – 6 entreprenader med tunneldrivning på upp till 30 fronter. Detta minskar störningskänsligheten och ökar konkurrenssituationen vid upphandling.

Fortsatta studier måste utföras innan den kompletta bilden av ett genomförande med TBM kan erhållas.

4.3 Produktionsplanering

För att kunna bygga tunnelbanan till Nacka på ett effektivt sätt behöver ett antal arbetstunnlar anläggas. I normalfallet behöver man en arbetstunnel per anläggningsentreprenad. Även för de efterföljande stomkompletterings-/installationsentreprenaderna är det viktigt med flera arbetstunnlar för att kunna erhålla ett effektivt genomförande.

I centrala Stockholm är det svårt att finna bra lägen för arbetstunnlar genom vilka bergmassor kan transporteras bort. Transporter av bergmassor och utrustning är omfattande och kommer att störa boende och näringsidkare. Det är därför viktigt att finna arbetstunnlar som mynnar i anslutning till större genomfartsleder eller närheten av kajer där berget kan lastas över till pråmar.

En översiktlig analys visar på ett behov av minst 3 nya arbetstunnlar, förutom den befintliga arbetstunneln på Blasieholmen. En fjärde arbetstunnel är önskvärd. Arbetstunneln på Blasieholmen riskerar att få en begränsad användning, då den mynnar i ett mycket känsligt innerstadsområde. Det är dock önskvärt om även denna tunnel kan användas för bergtransporter. Troligen blir det nödvändigt att några arbetstunnlar delas mellan entreprenörerna.

Antalet arbetstunnlar påverkar produktionstakten och den totala produktionskostnaden.

4.4 Bussterminal Nacka Forum

Det har gjorts en grov uppskattning för dimensioneringen av en bussterminal vid tunnelbanan vid Nacka centrum. Utgångspunkt har varit att terminalen ska utformas som dockningsterminal, men det utesluter inte andra lösningar. Samtliga linjer förutsätts vända i terminalen.

Med de antaganden om trafikering som gjorts i kapitel 3 behövs följande i en bussterminal vid Nacka Forum:

- Gater/hållplatser: 12 hållplatser
- Avstigningsplatser: 6 platser
- Uppställningsplatser: 11 platser

Erfarenhetsmässigt så ger det ett ytbehov på ca 8 400 kvm.

Som jämförelse finns exempelvis Liljeholmens terminal som är en dockningsterminal för 9 linjer i två plan. I övre plan sker avstigning i tät uppställning, därefter kör bussarna till reglering eller påstigning. I nedre plan finns 12 hållplatser för påstigning. Grovt räknat är terminalen ca 7 500 kvm att jämföra med 8 400 kvm som SLs terminalhandbok Riterm-08 anger som tumregel för en terminal med 12 gater.

4.5 Linjesträckningar mellan Kungsträdgården och Nacka Forum

De linjesträckningar som beskrivs nedan ska ses som korridorer/förslag till sträckningar där den framtida tunnelbanan kan komma att gå. Eventuellt kan kommande fördjupningar av det geotekniska underlaget och val av stationslägenas placering komma att förändra sträckningarna till viss del både i plan och i profil.

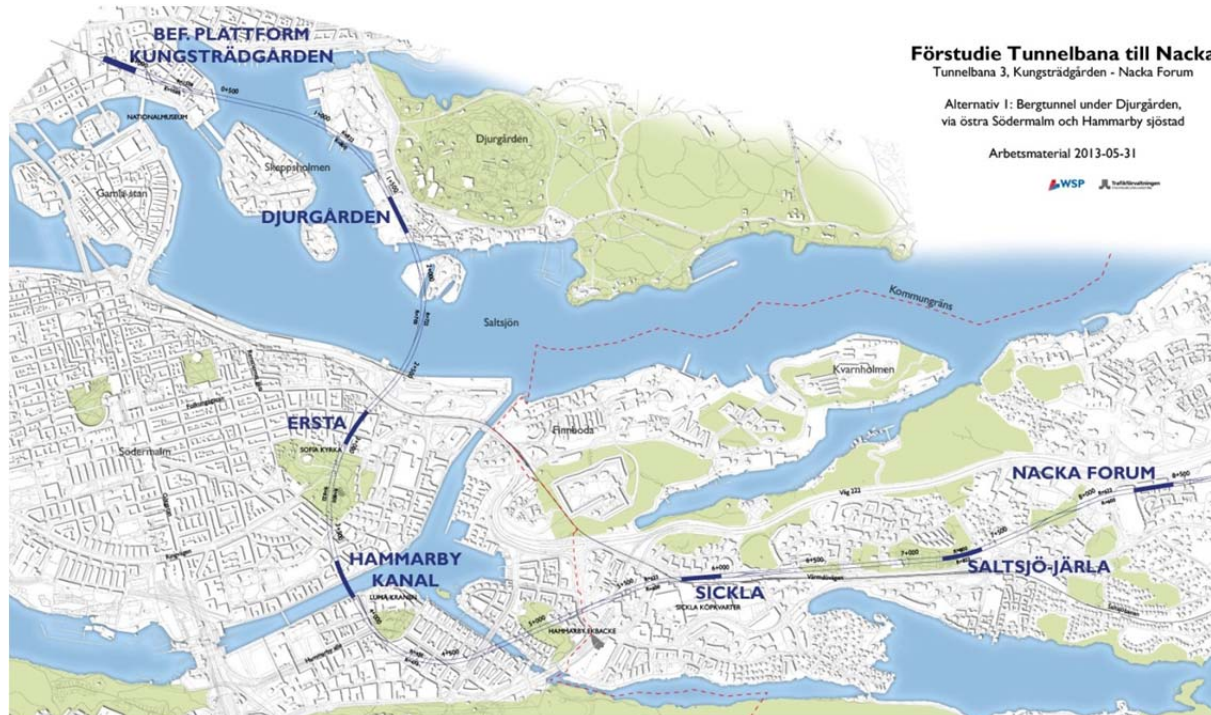
För varje alternativ linjesträckning som beskrivs redovisas ett antal stationslägen. De på kartan redovisade stationslägena är mycket ungefärligt placerade. Läget för uppgångar från stationerna kommer att studeras tillsammans med kommunerna efter förstudien inom ramen för arbetet med järnvägsplan och detaljplaner. Vissa stationslägen kan efter fortsatta utredningar eventuellt utgå om resandeunderlaget visar sig för lågt för att motivera en station.

I samtliga studerade linjesträckningar är stationerna Saltsjö-Järla och Nacka Forum identiska. De kommer därför endast att beskrivas under Alternativ 1.

Alternativ 1, 5 och 6 går helt i bergtunnel, även för passagen av Saltsjön. Dessa alternativ har det gemensamt att den första stationen på östra Södermalm hamnar djupt ner under marknivån, mellan 95 och 100 m.

Alternativ 2, 3, 4 och 5B har det gemensamt att de alla passerar Saltsjön i en sänktunnel. Nivån för den första stationen på östra Södermalm blir där betydligt ytligare än för de alternativ som går helt i bergtunnel.

4.5.1 Alternativ 1: Bergtunnel under Djurgården via östra Södermalm och Hammarby sjöstad



Linjesträckning i plan se Bilaga 1.1.1 och i profil Bilaga 1.1.2

Detta alternativ går i bergtunnel hela vägen från Kungsträdgården till Nacka. Den totala sträckan, inklusive uppställningsspår efter Nacka, är 9 000 m.

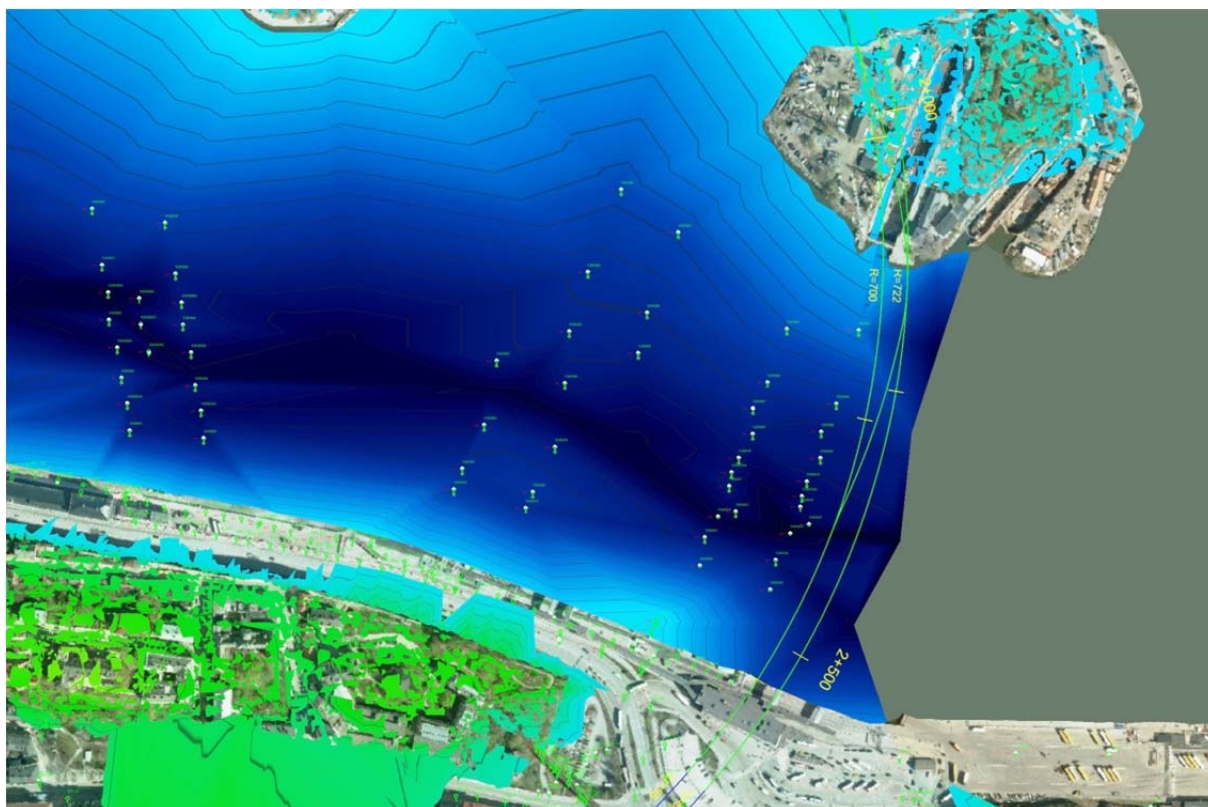
Spårstandarden är relativt bra med endast en kurva som utnyttjar min-radien 450 m. I profil utnyttjas dock den maximal tillåtna lutning på 50 % på flera delsträckor fram till station Hammarby kanal. Samtliga stationer, utom Saltsjö-Järsla, kan placeras i rakspår med vertikallutning på 2,5 %.

I förstudien redovisas sträckningen med sex möjliga stationslägen. Vissa stationslägen kan efter fortsatta utredningar eventuellt utgå.

- Djurgården
- Ersta
- Hammarby kanal
- Sickla
- Saltsjö-Järsla
- Nacka Forum

Så snart det är möjligt efter station Kungsträdgården dyker tunnlarna ner under Ladugårdslandsviken och vidare mot Djurgården med en lutning på maximala 50 ‰. Resultaten från geotekniska undersökningar visar på att berget ligger djupt, ca 35 m under havsytan. En maximal lutning från Kungsträdgården är därför nödvändig för att erhålla bergtäckning.

På Djurgården finns ett stationsläge som kan ges uppgångar i närheten av Gröna lund och Skansen. Stationen ligger ca 65 m under mark. Avståndet från station Kungsträdgården blir drygt 1 500m.



Alternativ 1 passage under Saltsjön mellan Beckholmen och Stadsgårdskajen (i nederkanten av bilden). Bilden illustrerar planlägen, utförda undersökningar i Saltsjön och djupkurvor för berget.

Därefter passeras Saltsjön i bergtunnel, via Beckholmen, på ett största djup av - 85 m under vattenytan, vilket ger en teoretisk bergtäckning på ca 10 m. Så snart berget stiger mot land, går tunnlarna uppåt med en lutning på 50 ‰.



Alternativ 1 passage under Saltsjön mellan Beckholmen och Stadsgårdskajen (Masthamnen). Bilden illustrerar tunnelprofil, utförda undersökningar i Saltsjön och djup till för berget.

I höjd med Ersta sjukhus planas tunnelarna ut för att kunna anlägga en station. Stationen ligger ca 100 m under mark. Avståndet från Kungsträdgården blir knappt 2 800 m och från Djurgården drygt 1 000 m.

Uppgångar från djupt liggande stationer kan göras med hissar i ett eller två vertikalschakt. Se kap 2.3.

Efter stationen fortsätter tunnelarna att stiga med 50 % lutning fram till Hammarby sjö där profilen planas ut för att anlägga en station under Hammarby kanal.

Station Hammarby kanal ligger ca 45 m under mark. Djupläget beror på att profilen måste planas ut för station Ersta vilket påverkar djupläget för station Hammarby kanal, trots att maxlutning 50 % utnyttjas.

Stationen under Hammarby kanal har uppgångar dels på Södermalm, Norra Hammarbyhamnen, och dels i Hammarby sjöstad. Det skulle kunna ge en möjlighet för även andra än SLs resenärer att passera under Hammarbykanalen till fots. Stationens västliga läge i Hammarby beror på en djupsvacka i berget öster om stationen.

Därefter svänger tunnelarna av för att gå vidare mot Sickla. En station anläggs på ca 32-40 m djup i anslutning till Sickla köp kvarter. Avståndet från station Hammarby kanal blir knappt 2 000 m. Det relativt djupa läget beror på att

spårtunnlarna måste passera under befintliga tunnlar på sträckan mellan Hammarby och Sickla. Från stationen är uppgångar möjliga till köpcentrat och till befintlig station Sickla Bro på Saltsjöbanan.

Bergtunnlarna går vidare mot Saltsjö-Järla där en station anläggs ca 30 meter under mark. Avståndet från Station Sickla blir ca 1 200 m.

Station Saltsjö-Järla hamnar i en kurva. Tillåten minsta radie för att placera en station i kurva är 800 m. Radien på stationen påverkas av placeringen av station Nacka Forum. Uppgångar är möjliga till flera områden. Uppgång med anslutning till station Saltsjö-Järla på Saltsjöbanan är möjlig.

Efter Saltsjö-Järla svänger tunnlarne norrut för att nå Nacka Forum. Avståndet från station Saltsjö-Järla till Nacka Forum blir ca 900 m. Stationens läge i förhållande till köpcentra och ny bussterminal är osäker. Det finns goda möjligheter att ändra planläget i ett senare skede för att anpassa uppgångar till befintliga och nya målpunkter.

Djupläget styrs delvis av schaktbottennivåer för Nacka Forum.

I och med utbyggnaden av tunnelbanan ökar behovet av fler tåg. För detta ändamål behövs en ny depå eller utbyggnad av befintlig depå, se kap 7.4. I detta projektskede har antagits att uppställningsspår behövs efter stationen i Nacka Forum. Det slutliga behovet av uppställningsspår i Nacka styrs av vilket depåalternativ som väljs under fortsatta utredningar. De på planritningarna markerade uppställningsspåren kan vid en eventuell framtida förlängning av tunnelbanan öster ut konverteras till vanliga spårtunnlar.

Stationen vid Nacka Forum kommer att passera nära en befintlig VA-tunnel i berget. Kompletterande profilstudier måste genomföras för att säkerställa att konflikt inte uppstår.

Teknisk genomförbarhet samt bedömda risker, Alternativ 1

Det finns inget idag som tyder på att Alternativ 1 inte är tekniskt genomförbart. Tekniska problem på sträckan går att lösa både med konventionell borrning och sprängning eller med fullortsborrning, TBM. Se även kap 4.2.

Det finns några områden med en förhöjd riskbild avseende bergtäckning och passage av större zoner med dåligt berg. Geotekniska undersökningar har utförts i den omfattning som bedömts vara rimligt i detta projektskede.

Det första området är Ladugårdslandsviken, området mellan Blasieholmen, Djurgården och Skeppsholmen. Utförda undersökningar visar på en bergyta som varierar kraftigt. Det är inte uteslutet att det finns djupare partier än de

som hittills lyckats lokaliseras med jord-bergsonderingar. Med maximal lutning från station Kungsträdgården erhålls en teoretisk bergtäckning på ca 5 m i den mest kritiska passagen. Risken finns att tunneln tappar bergtäckning på en kortare sträcka. Bedömningen är dock att det finns tekniska lösningar om detta skulle inträffa.

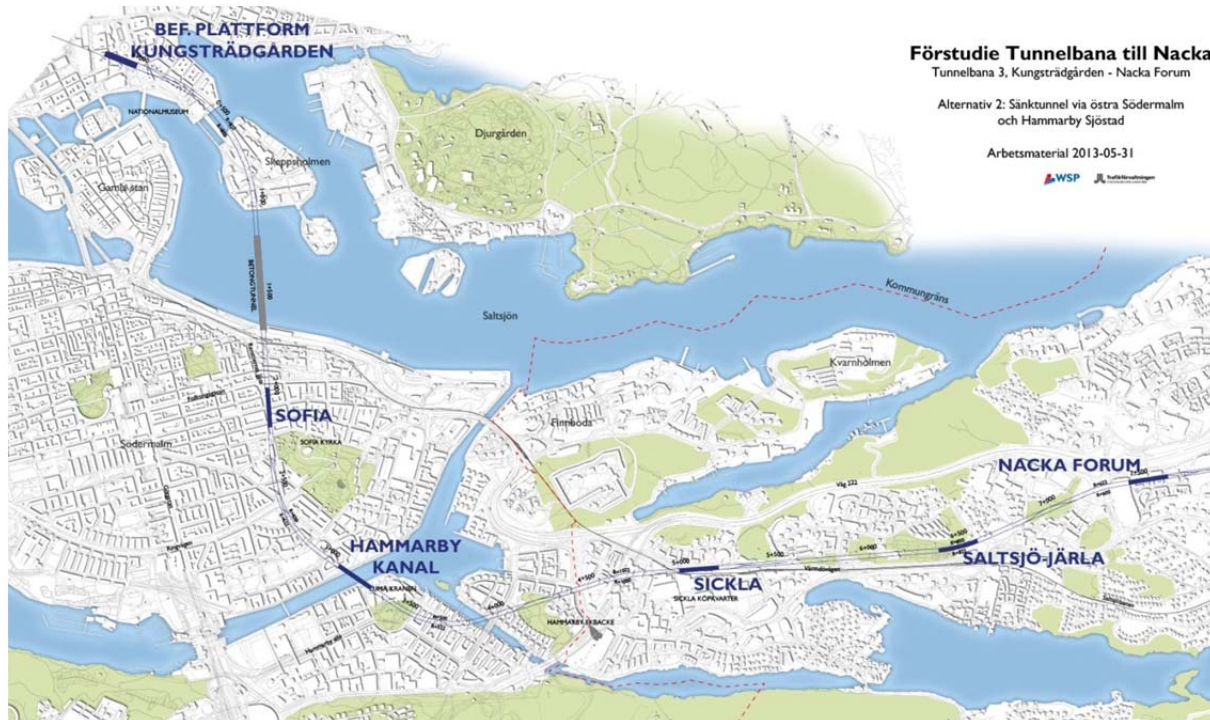
Även för passagen under Saltsjön finns en förhöjd riskbild. Se beskrivning under kap 4.1.

I Norra Hammarbyhamnen finns några lerfyllda svackor i berget där det finns en risk för lite bergtäckning till spårtunnlarna på sträckan mellan station Sofia och Hammarby kanal. Kompletterande undersökningar behöver utföras i ett senare skede om detta alternativ blir aktuellt.

Utmed linjesträckningen finns ett flertal befintliga bergtunnlar. Med det förslagna plan- och profilläget bedöms risken för konflikt med befintliga tunnlar liten. Fortsatta utredningar krävs dock då informationen om befintliga tunnlar läge är något begränsad.

Det kan finnas behov av förstärkningsåtgärder i några befintliga tunnlar för att vibrationer från sprängningsarbetena inte ska orsaka skada på tunnlar eller installationer.

4.5.2 Alternativ 2: Sänktunnel via östra Södermalm och Hammarby sjöstad



Linjesträckning i plan se Bilaga 1.2.1 och i profil Bilaga 1.2.2

Detta alternativ passerar under Saltsjön i en sänktunnel. I övrigt går tunneln i berg från Kungsträdgården till Nacka. Den totala sträckan, inklusive uppställningsspår efter Nacka, är 8 200 m.

Sänktunnelns längd blir ca 480 m. För detaljer kring sänktunneln se Bilaga 1.2.3

Spårstandarden är mycket bra. I profil utnyttjas den maximal tillåtna lutning på 50 % för att erhålla bergtäckning i svackan efter Blasieholmen samt för att klara att gå över den befintliga Saltsjö-tunneln. I övrigt medger lutningarna en bra spårstandard. Samtliga stationer, utom Saltsjö-Järla, kan placeras i rakspår med vertikallutning på 2,5 %.

I förstudien redovisas sträckningen med fem möjliga stationslägen. Vissa stationslägen kan efter fortsatta utredningar eventuellt utgå.

- Sofia
- Hammarby kanal
- Sickla

- Saltsjö-Järla
- Nacka Forum

Så snart det är möjligt efter station Kungsträdgården dyker tunnlarna ner under Ladugårdslandsviken och vidare mot Skeppsholmen med en lutning på maximala 50 ‰. Direkt efter passagen under djupsvackan i berget måste spåret vända upp med 50 ‰ för att erhålla tillräcklig bergtäckning till Saltsjötunneln. Det är nödvändigt att passera över Saltsjötunneln för att sänktunneln under Saltsjön inte ska komma för djupt. Ett djupt läge för sänktunneln kan skapa stora problem vid övergången till bergtunnel.

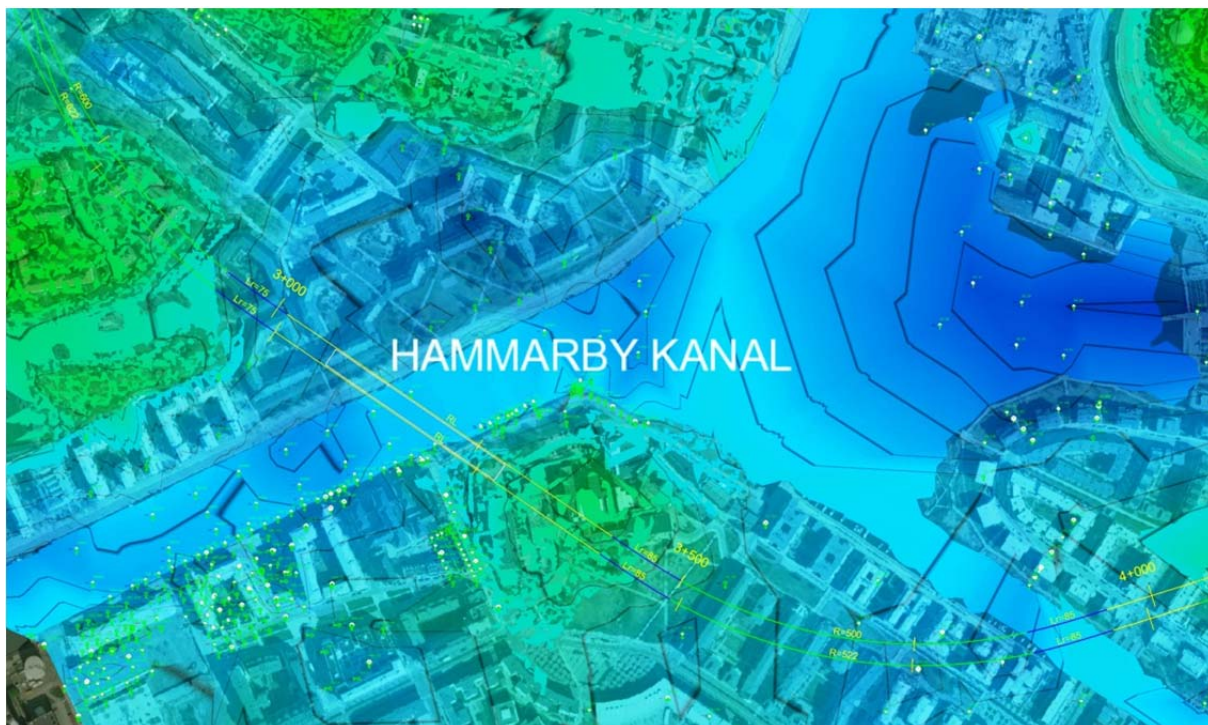
Ca 200 m ut från Skeppsholmen övergår bergtunneln till en sänktunnel. En stor öppen undervattensschakt måste byggas ute i vattnet för möjliggöra övergången från berg- till sänktunnel. Då berget lutar flackt i denna del av Saltsjön måste omfattande undervattenssprängningar utföras utmed den 140 m långa förskärningen. I förskärningen grundläggs betongtunneln på fyllning på plansprängt berg.

Efter förskärningen grundläggs sänktunneln på sju pålade stöd. På denna sträcka, ca 280 m, erfordras även en bred pålad betongplatta på tunnelns bägge sidor, ett så kallat påldäck, för att kunna ta laster från kapsejsande båtar och skyddsfyllning. Se även kap 4.1.

Övergång till bergtunnel på Södermalm erhålls uppskattningsvis ett 20-tal meter in på Stadsgården. Preliminärt kan övergången mellan berg- och sänktunnel byggas med endast mindre störningar av trafiken på Stadsgårdsleden. I detta område finns dock resultat från utförda undersökningar som visar på en omfattande sprick- och krosszon i berget. Det exakta läget för övergången till bergtunnel är därför osäker.

Mellan Folkungagatan och Vita bergen/Sofia planas tunnlarna ut för en station 45 m under markytan. Avståndet från Kungsträdgården blir ca 2 000 m. Uppgångar är möjliga till Folkungagatan, Renstiernas gata samt i kanten av Nytorget. Efter Sofia sjunker bergtunnlarna ner till Hammarby kanal.

Station Hammarby kanal ligger ca 30 meter under vattenytan i kanalen. Avståndet från station Sofia blir 800 m. Utförda undersökningar visar att bergytan ligger 10-12 m under vattenytan. Detta ger en teoretisk bergtäckning för stationen på ca 10 m. Längre öster ut, mot Hammarby sjö, ligger en djupsvacka i berget norr om kanalen. Största djup till berg har noterats till ca 20 m. Detta begränsar stations placering i ett mer östligt läge.



Alternativ 2 Station Hammarby kanal. Bilden illustrerar svackan i berget under Norra Hammarbyhamnen samt utförde geotekniska undersökningar.

Stationen under Hammarby kanal har uppgångar dels på Södermalm, Norra Hammarbyhamnen, och dels i Hammarby sjöstad. Det skulle kunna ge en möjlighet för även andra än SLs resenärer att passera under Hammarbykanalen till fots.

Station Sickla till Nacka Forum utformas på samma sätt som Alternativ 1.

Teknisk genomförbarhet samt bedömda risker

Det finns inget idag som tyder på att Alternativ 2 inte är tekniskt genomförbart. Tekniska problem på sträckan går att lösa både med konventionell borrhning och sprängning eller med fullortsborrning, TBM. Se även Kap 4.2.

Det finns goda erfarenheter att bygga sänktunnlar i innerstadsmiljöer. Dock är bygget av en sänktunnel förknippat med en förhöjd riskbild avseende tider och kostnader. Bygget av en sänktunnel medför även tillfälliga störningar för omgivningen och båttrafiken samt en större påverkan på miljön i jämförelse med en bergtunnel. Både tekniska risker och miljörisker går att hantera i

projekteringen och genomförandeskedet med en systematisk riskhanteringsprocess.

Det finns några områden med en förhöjd riskbild avseende bergtäckning och passage av större zoner med dåligt berg. Geotekniska undersökningar har utförts i den omfattning som bedömts vara rimligt i detta projektskede.

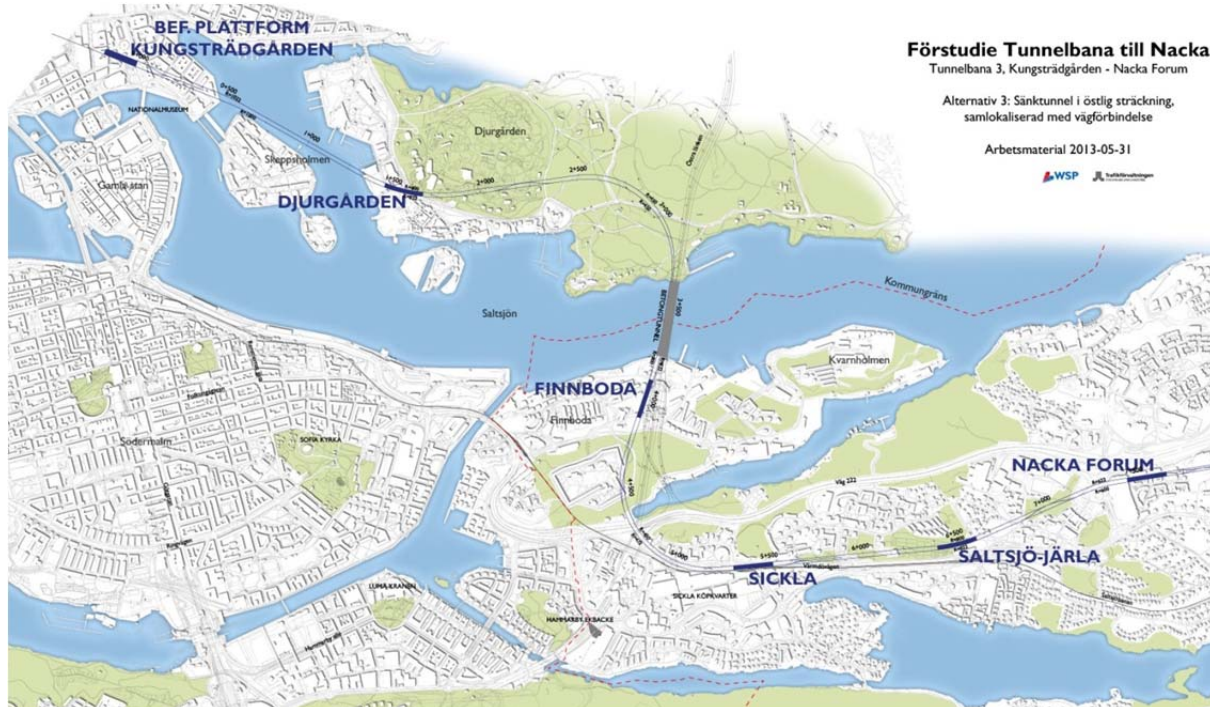
Det första området är sundet mellan Blasieholmen och Skeppsholmen. Äldre undersökningar visar att berget har en lågpunkt under sundet men en lägsta nivå på -31 under vattenytan. Det är inte uteslutet att det finns djupare partier än de vi lyckats lokalisera med jord-bergsonderingar. Med maximal lutning från station Kungsträdgården erhålls en teoretisk bergtäckning på ca 5 m i det mest kritiska passagen. Risken finns att tunneln tappar bergtäckning på en kortare sträcka. Vår bedömning är dock att det finns tekniska lösningar om detta skulle inträffa.

I Norra Hammarbyhamnen finns några lerfyllda svackor i berget där det finns en risk för lite bergtäckning till spårtunnlarna på sträckan mellan station Sofia och Hammarby kanal. Kompletterande undersökningar behöver utföras i ett senare skede om detta alternativ blir aktuellt.

Utmed linjesträckningen finns ett flertal befintliga bergtunnlar. Med det förslagna plan- och profilläget bedöms risken för konflikt med befintliga tunnlar liten. Fortsatta utredningar krävs dock då informationen om befintliga tunnlar läge är något begränsad.

Det kan finnas behov av förstärkningsåtgärder i några befintliga tunnlar för att vibrationer från sprängningsarbetena inte ska orsaka skada på tunnlar eller installationer.

4.5.3 Alternativ 3: Sänktunnel i östlig sträckning, samlokaliserad med vägförbindelse



Linjesträckning i plan se Bilaga 1.3.1 och i profil Bilaga 1.3.2

Detta alternativ passerar under Saltsjön i en sänktunnel samförlagd med en vägförbindelse. I övrigt går tunnelbanan i egen bergtunnel från Kungsträdgården till Nacka. Den totala sträckan, inklusive uppställningsspår efter Nacka, är 8 200 m.

Sänktunnelns längd blir knappt 390 m. För detaljer kring sänktunneln se Bilaga 1.3.3

Spårstandarden är bra. I plan utnyttjas minsta radien 450 m på långa sträckor för att få rätt vinkel till sänktunneln och att efter sänktunneln komma till Sickla med möjligheter till station intill köpcentrat. I profil utnyttjas den maximal tillåtna lutning på 50 ‰ för att erhålla bergtäckning i svackan efter Blasieholmen. I övrigt medger lutningarna en bra spårstandard. Samtliga stationer, utom Djurgården och Saltsjö-Järla, kan placeras i rakspår med vertikallutning på 2,5 ‰. Station Djurgården och Saltsjö-Järla placeras i kurva 800m.

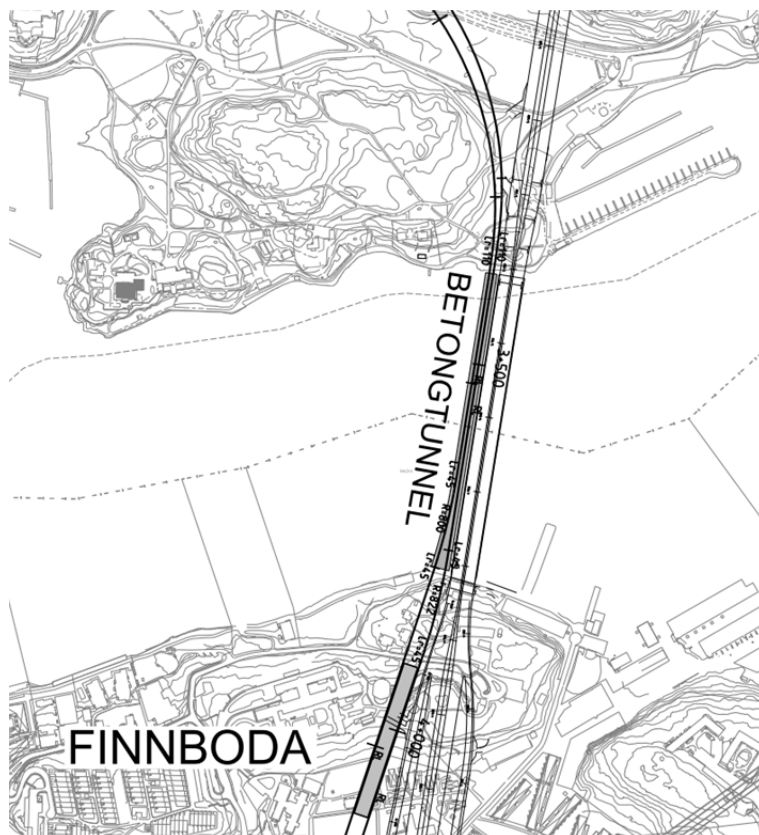
I förstudien redovisas sträckningen med fem möjliga stationslägen. Vissa stationslägen kan efter fortsatta utredningar eventuellt utgå.

- Djurgården
- Finnboda
- Sickla
- Saltsjö-Järla
- Nacka Forum

Så snart det är möjligt efter station Kungsträdgården dyker tunnlarna ner under Ladugårdslandsviken, norr om Skeppsholmen, och vidare mot Djurgården med en lutning på maximala 50 %. Resultaten från geotekniska undersökningar visar på att berget ligger djupt, ca 35 m under havsytan i Ladugårdslandsviken. En maximal lutning från Kungsträdgården är därför nödvändig för att erhålla bergtäckning.

På Djurgården finns ett stationsläge som kan ges uppgångar i närheten av Gröna lund och Skansen. Stationen ligger ca 30 m under mark. Avståndet från station Kungsträdgården blir knappt 1500m.

Tunnlarna fortsätter under Skansen, Djurgården, med svag lutning i skarp kurva med minsta radien 450 fram till Biskopsudden, där bergtunneln övergår i sänktunnel.

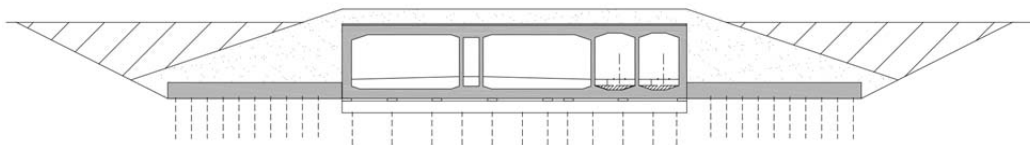


Alternativ 3 Sänktunnel mellan Biskopsudden och Finnboda

Övergången mellan berg- och sänktunnel blir i strandlinjen vid Biskopsudden. En öppen undervattensschakt, ca 50 m x 50 m djup ca 40 m, byggs från strandlinjen och ut i Saltsjön. Schaktet behövs för att möjliggöra byggnation av övergången mellan berg- och sänktunnel. Storleken krävs för att rymma både vägtunnel och spårtunnel.

Berget lutar brant ut i sjön så förskärningen i berg kan göras kort och effektiv. Förskärningen kan antingen sprängas inom den öppna schakten eller utföras som undervattenssprängningar för att minska omfattningen av tillfälliga spontkonstruktioner. I förskärningen grundläggs sänktunneln på fyllning på plansprängt berg.

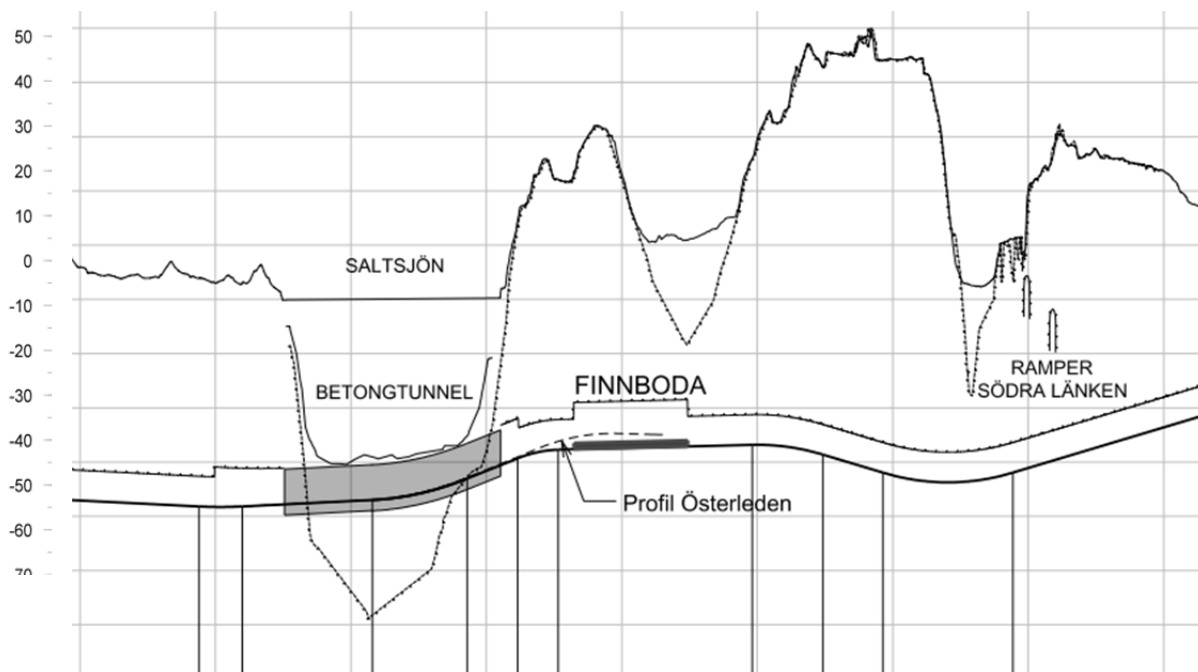
Efter förskärningen grundläggs sänktunneln på sex pålade stöd samt två bergrundlagda stöd. På denna sträcka, ca 210 m, erfordras även en bred pålad betongplatta på tunnelns bägge sidor, ett så kallat påldäck, för att kunna ta laster från kapsejsande båtar och skyddsfyllning. Se även kap 4.1.



Alternativ 3 Sektion genom sänktunnel för kombinerad spår- och vägtunnel med påldäck på sidorna. Bredd inkl. påldäck ca 90 m.

Övergång till bergtunnel vid Finnboda kan byggas vid strandlinjen. Bergytan i detta område är flackare än på Djurgårdssidan varför förskärningen i berg blir längre, ca 100 m.

Efter sänktunnel lutar spåren uppåt med 40 ‰ för att kunna anlägga en station i Finnboda så ytligt som möjligt. En lerfylld svacka i berget begränsar djupläget. En teoretisk bergtäckning på ca 10 m erhålls om stationen placeras -27 m ö h. Stationens djup blir mellan 50 och 25 m under markytan. Stationens läge under markytan varierar pga av den branta topografin i Finnboda.



Alternativ 3 Station Finnboda. Bilden illustrerar de djupa lerfyllda svackor i berget som begränsar stationsens höjdläge.

Efter Finnboda måste profilen sänkas för att komma under vägtunnlarna och den djupa svackan i berget under Svindersviken

En kurva med minsta radien 450 m erfordras sedan för att komma till Sickla. Station Sickla kommer 25 till 30 m under mark, ca 1200 m från station Finnboda. Med nuvarande spårlayout gör kurvspåren att stationen hamnar mellan Saltsjöbanans stationer Sickla Bro och Nacka.

Stationerna i Saltsjö-Järla och Nacka Forum utformas som i Alternativ 1.

Teknisk genomförbarhet samt bedömda risker

Det finns inget idag som tyder på att Alternativ 3 inte är tekniskt genomförbart. Tekniska problem vid byggandet av bergtunnlar går att lösa både med konventionell borrhning och sprängning eller med fullortsborrning, TBM.

Det finns goda erfarenheter att bygga sänktunnlar. Den kombinerade sänktunneln för både spår- och vägtrafik är dock mycket bred. Problem kan uppstå vid sjötransporter av tunnelement om dessa förtillverkas på annan plats än i Stockholm.

Det kan även bli svårt att hitta lämplig tillverkningsplats för dessa breda element. En möjlig lösning är att vid en kaj i Stockholm bygga en stor temporär tvärstämpt "spontlåda" med förankrad tätplatta av UV-betong. I denna byggs sedan sänktunnelementen i den storlek som krävs för en samförlagd konstruktion.

Fördelen att samförlägga de båda trafiktyperna är att kostnader förknippade med sänktunnelarbetena blir totalt sätt mindre än om de utfördes var för sig. Detta beror till stor del på behovet av det breda påldäcket vilket kan samutnyttjas för den samförlagda sänktunneln.

Bygget av en bred sänktunnel på dessa stora djup och i en tättrafikerad farled är förknippat med en förhöjd riskbild avseende tider, kostnader och miljöpåverkan.

De relativt stora tekniska risker och även miljörisker som förknippas med bygget av sänktunnlar går att hantera i projekteringen och genomförandeskedet med ett systematiskt riskhanteringsarbete.

Undersökningar från Trafikverkets Arbetsplan för Österleden var mycket omfattande och det finns goda kunskaper om de geotekniska och bergtekniska förhållandena vid passagen av Saltsjön. Undersökningarna omfattade även djupsvackan mitt på Finnboda och Svindersviken.



Alternativ 3 Undersökningar utförda av Trafikverket i bergsvackorna under Svindersviken och Finnboda.

Det finns ett område med en förhöjd riskbild avseende bergtäckning och passage av större zoner med dåligt berg. Geotekniska undersökningar har utförts i den omfattning som bedömts vara rimligt i detta projektskede.

Området är Ladugårdslandsviken, från Blasieholmen, förbi Vasahamnen och ner till Gröns Lund på Djurgården. Utförda undersökningar visar på en bergyta som varierar kraftigt. Det är inte uteslutet att det finns djupare partier än de vi lyckats lokalisera med jord-bergsonderingar. Med maximal lutning från station Kungsträdgården erhålls en teoretisk bergtäckning på ca 5 m i det mest kritiska

passagen. Risken finns att tunneln tappar bergtäckning på en kortare sträcka. Vår bedömning är dock att det finns tekniska lösningar om detta skulle inträffa.

Utmed linjesträckningen efter passagen av Finnboda, finns ett flertal befintliga bergtunnlar. Med det förslagna plan- och profilläget bedöms risken för konflikt med befintliga tunnlar relativt stor. Fortsatta utredningar krävs då informationen om befintliga tunnlar läge är något begränsad.

Det kan finnas behov av förstärkningsåtgärder i befintliga tunnlar för att vibrationer från närliggande sprängningsarbetena inte ska orsaka skada på tunnlar eller installationer.

4.5.4 Alternativ 4: Sänktunnel med station vid Slussen, via östra Södermalm och Hammarby sjöstad



Linjesträckning i plan se Bilaga 1.4.1 och i profil Bilaga 1.4.2 .

Detta alternativ passerar under Saltjön i en sänktunnel. I övrigt går tunneln i berg från Kungsträdgården till Nacka. Den totala sträckan, inklusive uppställningsspår efter Nacka, är 8 550 m.

Sänktunnelns längd blir ca 480 m. För detaljer kring sänktunneln se Bilaga 1.4.3

Spårstandarden är bra. I plan utnyttjas minsta radien 450 m för att kunna passera över Saltsjötunneln och få en bra vinkel på sänktunnelns anslutning till Slussen samt för att få en station så långt öster ut som möjligt på Södermalm. I profil utnyttjas den maximal tillåtna lutning på 50 ‰ för att erhålla bergtäckning i svackan efter Blasieholmen samt klara att gå över den befintliga Saltsjötunneln. I övrigt medger lutningarna en bra spårstandard. Samtliga stationer, utom Slussen och Saltsjö-Järla, kan placeras i rakspår med vertikallutning på 2,5 ‰. Station Slussen och Saltsjö-Järla placeras i kurva 800m.

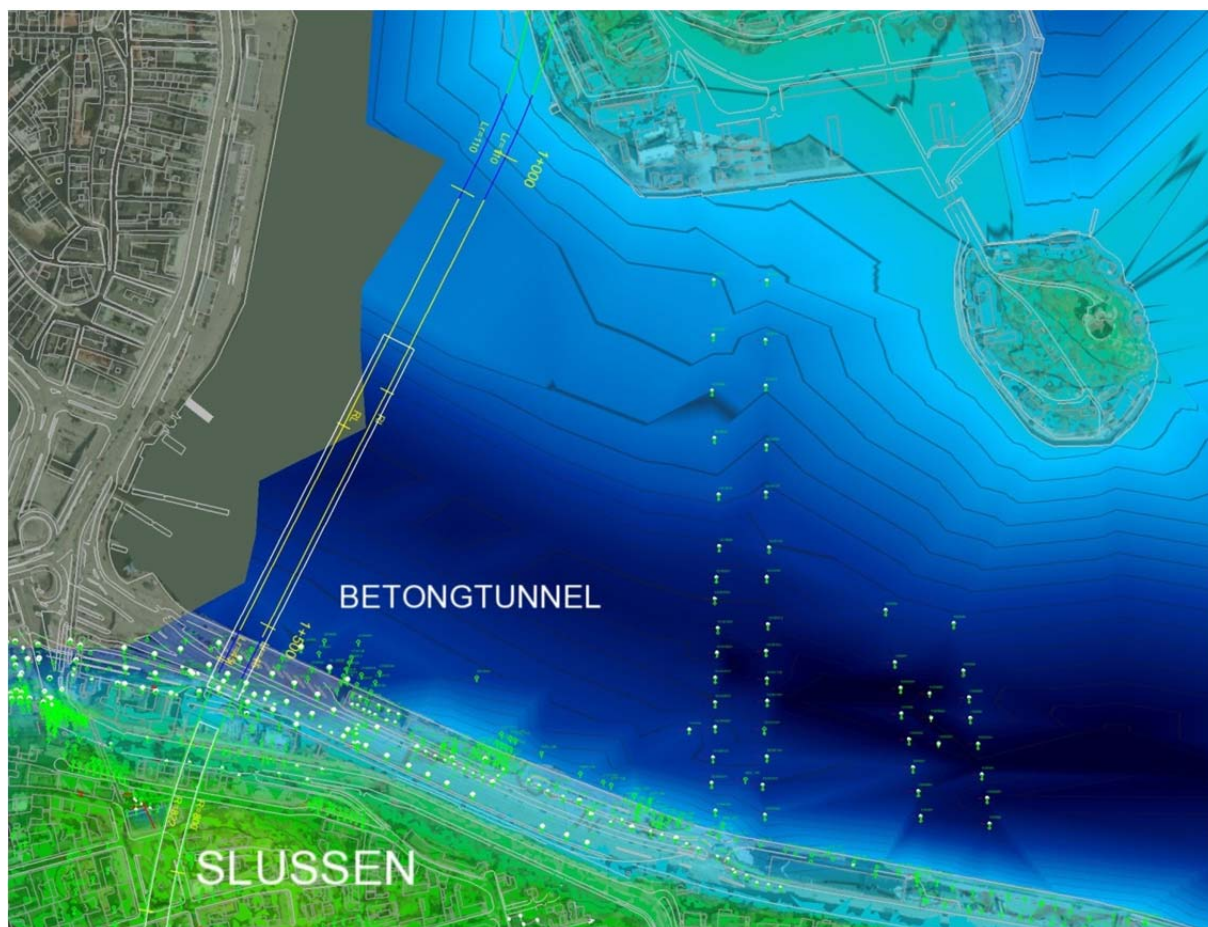
I förstudien redovisas sträckningen med sex möjliga stationslägen. Vissa stationslägen kan efter fortsatta utredningar eventuellt utgå.

- Slussen
- Nytorget
- Hammarby kanal
- Sickla
- Saltsjö-Järla
- Nacka Forum

Så snart det är möjligt efter station Kungsträdgården dyker tunnlarna ner under sundet mellan Blasieholmen och Skeppsholmen med en lutning på maximala 50 ‰ för att möjliggöra bergtäckning under sundet. Direkt efter passagen av djupsvackan i berget måste spåret vända upp med 50 ‰ för att erhålla tillräcklig bergtäckning för passage över Saltsjötunneln. Det är nödvändigt att passera över Saltsjötunneln för att sänktunneln under Saltsjön inte ska komma för djupt. Ett djupt läge för sänktunneln kan skapa stora problem vid övergången till bergtunnel.

Ca 250 m ut från Skeppsholmen övergår bergtunneln till en sänktunnel. En öppen undervattenschakt måste byggas ute i vattnet för möjliggöra övergången från berg- till sänktunnel. Förskärningen i berg blir ca 120 m och utförs till stor del som undervattensprängningar. I förskärningen grundläggs sänktunneln på fyllning på plansprängt berg.

Det ska noteras att inga geotekniska undersökningar av bergytans läge under Saltsjön har genomförts för detta alternativ. Redovisade bergnivåer baseras på tolkningar från utförda undersökningar i intilliggande projekt, Slussen och City Link.

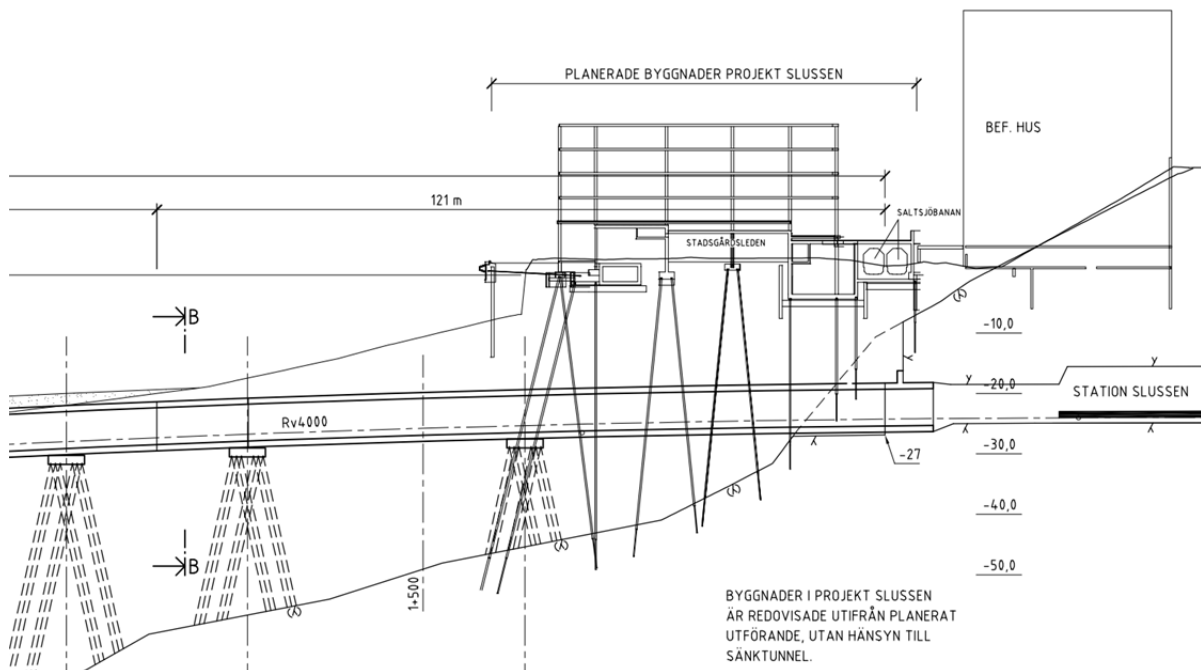


Alternativ 4 passage av Saltsjön. Bilden illustrerar avsaknaden av geotekniska undersökningar för betongtunneln under Strömmen.

Efter förskärningen grundläggs sänktunneln på sju pålade stöd samt ett stöd grundlagt på berg. De pålade stöden måste skyddas med ett påldäck på tunnelns bägge sidor. Behovet av påldäcket finns på en sträcka av ca 270 m. Det bör dock noteras att påldäckets omfattning styrs av bergläget som är relativt osäkert i denna linjesträckning under Saltsjön.

Delar av sänktunnelns pålade grundläggning utförs in under projekt Slussens befintliga och planerade konstruktioner. För att möjliggöra bygget av sänktunneln måste omfattande försvarsarbeten utföras inledningsvis i projekt Slussen. Försvarsarbetena omfattar bygget av en 30 m djup, 80 m lång och 20 m bred schaktgrop som sidostabiliseras med någon typ av borrarad spontkonstruktion typ sekantpålar eller liknande, för att möjliggöra grundläggning av sänktunneln. Spontar och slagna pålar kommer troligen inte att vara möjligt då

det finns mycket gamla grundläggningskonstruktioner i marken som måste passeras genom.



Alternativ 4 Sänktunnel in under Slussen. Bilden illustrerar problematiken med passage under projekt Slussens planerade byggen.

Denna schaktgrop kommer att skära rakt genom kajer, vägar, tunnlar och även Saltstjärnan vid Slussen. Detta är tekniskt sett genomförbart men oerhört komplicerat, dyrt och riskfyllt. Det är med viss tvekan som detta bedöms vara praktiskt genomförbart innan omfattande utredningar genomförts.

Konsekvenserna av detta är stora förseningar inom projekt Slussen, förlängda avstängningar av Saltstjärnan in mot Slussen och stora merkostnader. Det pågår utredningar för att kvantifiera konsekvenserna storlek och omfattning. Uppskattningsvis rör det sig om förseningar på 3-4 år för projekt Slussen betydande merkostnader.

Sänktunneln kommer att skära nära Mälarens utlopp via Slussen till Saltstjärnan. Detta medför att sänktunneln måste placeras så djupt att strömningsförhållandena påverkas så lite som möjligt. Närheten till Mälarens utlopp vid Slussen kan medföra problem vid bygget av sänktunneln då det periodvis är mycket strömt i detta område.

Omfattande muddringsarbeten i sjöbotten måste utföras i samband med grundläggningsarbetena. Då bottensedimenten delvis är förorenade finns risk för spridning av miljögifter till omgivningen. Detta kan hanteras med länsar, vilket dock försvåras om kraftig ström genom Slussen föreligger. Muddring på stora djup, ner till 40 m under vattenytan, är relativt ovanligt och måste utföras med särskild utrustning. Liknande muddringsarbeten har utförts för sänktunnlarna under Bosporen, Turkiet, för projekt Marmaray.

En station planeras under Slussen på nivå -23 under vattenytan i Saltsjön. Avståndet till Kungsträdgården blir ca 1 600 m. Från stationen kan uppgångar byggas i anslutning till Saltsjöbanans planerade station, befintlig tunnelbanestation och den planerade bussterminalen i Katarinaberget. Stationen djupläge medför begränsad bergtäckning mot bussterminalen, ca 5 m.

Stationen med anslutande spårtunnlar kommer att kollidera med ett flertal befintliga ledningstunnlar. Dessa tunnlar och anslutande ledningar i mark måste flyttas innan tunnelbanan byggs.

Efter Slussen läggs en kurva med minradie 450 m för att nästa station vid Nytorget ska komma så långt österut som möjligt på Södermalm. Avståndet till station Slussen blir ca 700 m. Station Nytorget kan utföras ca 44 m under mark. I området finns osäkerheter angående bergytans läge. Det finns undersökningar med ett djupaste bergläge 20 m under mark. Detta ger en teoretisk bergtäckning på ca 10m.

Uppgångar är möjliga till Nytorget/ Renstiernas gata och Bondegatan/ Södermannagatan.

Efter station Nytorget sänks spårprofilen ner till en station under Hammarby kanal. Station Hammarby kanal ligger ca 30 meter under vattenytan i kanalen. Avståndet från station Nytorget blir 700 m. Utförda undersökningar visar att bergytan ligger 10-12 m under vattenytan. Detta ger en teoretisk bergtäckning för stationen på ca 10 m. Längre öster ut, mot Hammarby sjö, ligger en djupsvacka i berget norr om kanalen. Största djup till berg har noterats till ca 20 m. Detta begränsar stations placering i ett mer östligt läge.

Stationen under Hammarby kanal har uppgångar dels på Södermalm, Norra Hammarbyhamnen, och dels i Hammarby sjöstad. Det skulle kunna ge en möjlighet för även andra än SLs resenärer att passera under Hammarbykanalen till fots.

Station Sickla till Nacka Forum utformas på samma sätt som Alternativ 1.

Teknisk genomförbarhet samt bedömda risker

Det bedöms vara mycket svårt att genomföra Alternativ 4, avseende sänktunneln in under Slussen. Det finns flera problem med det tekniska genomförandet och merkostnader för detta alternativ:

- Stor påverkan på projekt Slussens tidplan
- Stora risker under byggtiden för förseningar och kostnadsökningar
- Flytt av befintliga ledningstunnlar
- Risker i genomförandet vid grundläggning av sänktunneln intill Mälarens utlopp i Saltsjön
- Miljörisker i samband med muddringsarbeten under genomförandet
- Omfattande merkostnader för den tekniska lösningen för sänktunneln och anslutning till Slussen, flytt av befintliga tunnlar och anslutande ledningar, grundförstärkning av Skeppsbron.
- Begränsad fartygstrafik till Skeppsbron under byggtiden

Innan genomförbarheten kan säkerställas behövs omfattande utredningar för att belysa ovanstående problem.

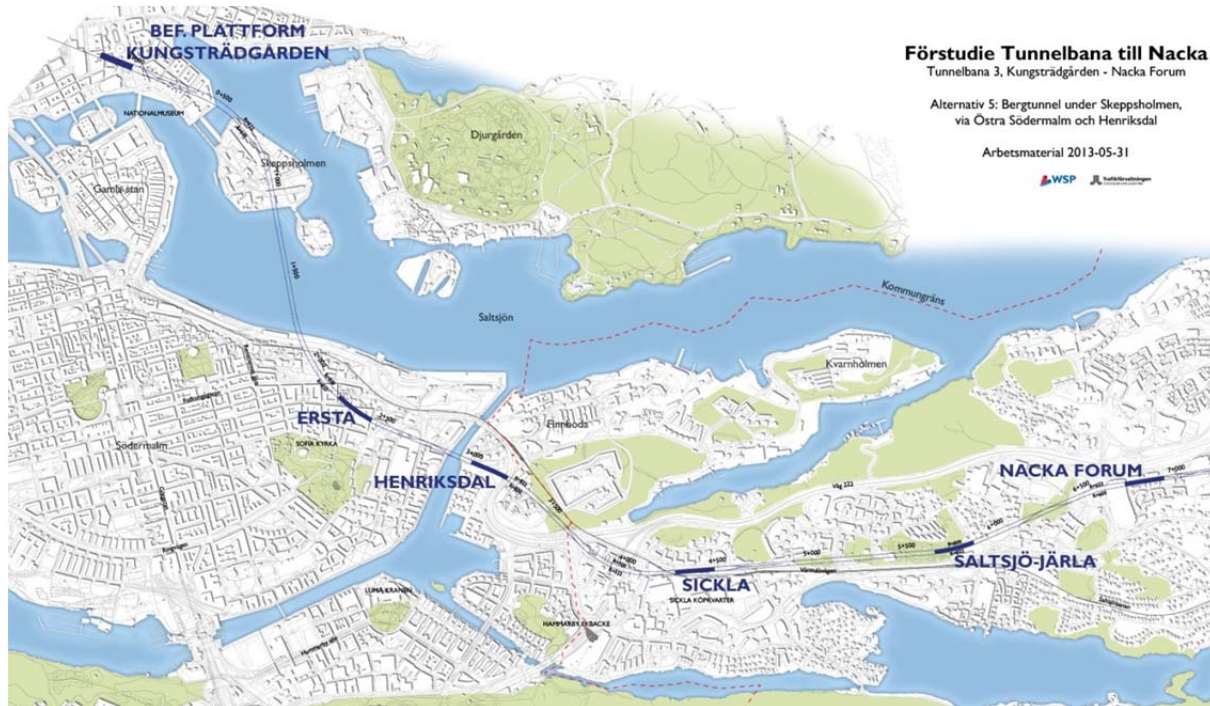
Bergtunnlarna bedöms som genomförbara både med konventionell drivning och med fullortsborrning. En förutsättning är dock att befintliga tunnlar flyttats till nya lägen.

Det finns några områden med en förhöjd riskbild avseende bergtäckning och passage av större zoner med dåligt berg. Geotekniska undersökningar har utförts i den omfattning som bedömts vara rimligt i detta projektskede.

Det första området är sundet mellan Blasieholmen och Skeppsholmen. Äldre undersökningar visar att berget har en lågpunkt under sundet men en lägsta nivå på -31 under vattenytan. Det är inte uteslutet att det finns djupare partier än de som lokaliserats med jord-bergsonderingar. Med maximal lutning från station Kungsträdgården erhålls en teoretisk bergtäckning på endast ett par meter m i det mest kritiska passagen. Risken finns att tunneln tappar bergtäckning på en kortare sträcka. Vår bedömning är dock att det finns tekniska lösningar om detta skulle inträffa.

I Norra Hammarbyhamnen finns några lerfyllda svackor i berget där det finns en risk för lite bergtäckning för station Hammarby kanal. Kompletterande undersökningar behöver utföras i ett senare skede om detta alternativ blir aktuellt.

4.5.5 Alternativ 5: Bergtunnel under Skeppsholmen, via östra Södermalm och Henriksdal



Linjesträckning i plan se Bilaga 1.5.1 och i profil Bilaga 1.5.2

Detta alternativ går i bergtunnel hela vägen från Kungsträdgården till Nacka. Den totala sträckan, inklusive uppställningsspår efter Nacka, är 7 500 m.

Spårstandarden är mindre bra, vilket påverkar bland annat hastighet och komfort. I profil utnyttjas den maximala tillåtna lutning på 50 % för att erhålla bergtäckning under sundet mellan Blasieholmen och Skeppsholmen samt under Saltsjön. Stationerna Ersta, Henriksdal och Saltsjö-Järla ligger alla i kurvspår.

I förstudien redovisas sträckningen med fem möjliga stationslägen. Vissa stationslägen kan efter fortsatta utredningar eventuellt utgå.

- Ersta
- Henriksdal
- Sickla
- Saltsjö-Järla
- Nacka Forum

Så snart det är möjligt efter station Kungsträdgården dyker tunneln ner under sundet mellan Blasieholmen och Skeppsholmen med en lutning på maximala 50 ‰ för att möjliggöra bergtäckning under sundet.

Med fortsatt maximal lutning kan spårtunneln dras under Saltsjötunneln och ner under Saltsjön på ett största djup av -85 meter under vattenytan, vilket ger en teoretisk bergtäckning på ca 10 meter. Så snart berget stiger mot land, går tunneln uppåt med en lutning på 50 ‰.

I höjd med Ersta sjukhus planas tunneln ut för att kunna anlägga en station. Stationen ligger ca 100 meter under mark. Avståndet från Kungsträdgården blir knappt 2 200 m. Stationen ligger i kurvspår och kan förskjutas för att optimera läget i förhållande till djup och uppgångsschaktens placering. Uppgångar från djupt liggande stationer kan göras med hissar i ett eller två vertikalschakt. Se kap 2.3.

Efter stationen fortsätter tunneln att stiga med 50 ‰ lutning, under Danviks kanal och fram till en ny station under Henriksdal. Avståndet från station Ersta blir ca 600 m. Stationens djup blir ca 50 m under markytan. Uppgångar är möjliga i anslutning till Henriksdals station och Henriksdalshamnen.



Alternativ 5 Station Henriksdal med möjlighet till uppgångar mot Henriksdalshamnen och Henriksdals station på Saltsjöbanan.

Därefter svänger tunnlarna av under Henriksdals reningsverk och tunnlarna för Södra Länken upp mot Sickla köp kvarter.

Station Sickla, Saltsjö-Järla och Nacka Forum utformas enligt Alternativ 1.

Teknisk genomförbarhet samt bedömda risker bergtunnel

Det finns idag inget som tyder på att detta alternativ inte är tekniskt genomförbart. Tekniska problem på sträckan går att lösa både med konventionell borrhning och sprängning eller med fullortsborrhning, TBM. Se även Kap 4.2.

Det finns några områden med en förhöjd riskbild avseende bergtäckning och passage av större zoner med dåligt berg. Geotekniska undersökningar har utförts i den omfattning som bedömts vara rimligt i detta projektskede.

Det första området är sundet mellan Blasieholmen och Skeppsholmen. Äldre undersökningar visar att berget har en lågpunkt under sundet men en lägsta nivå på 31 m under vattenytan. Nyare undersökningar genomförda i detta projekt visar på bergdjup 36 m under vattenytan. Det är inte uteslutet att det finns djupare partier än de som lokaliserats med jord-bergsonderingar. Med maximal lutning från station Kungsträdgården erhålls en teoretisk bergtäckning på endast ett par meter m i det mest kritiska passagen. Risken finns att tunneln tappar bergtäckning på en kortare sträcka. Vår bedömning är dock att det finns tekniska lösningar om detta skulle inträffa.

Även för passagen under Saltsjön finns en förhöjd riskbild. Se beskrivning under kap 4.1

Utmed linjesträckningen finns ett flertal befintliga bergtunnlar. Med det förslagna plan- och profilläget bedöms risken för konflikt med befintliga tunnlar liten. Fortsatta utredningar krävs dock då informationen om befintliga tunnlar läge är något begränsad.

Det kan finnas behov av förstärkningsåtgärder i några befintliga tunnlar för att vibrationer från sprängningsarbetena inte ska orsaka skada på tunnlar eller installationer.

4.5.6 Alternativ 5B: Sänktunnel under Skeppsholmen, via östra Södermalm och Henriksdal



Linjesträckning i plan se Bilaga 1.6.1 och i profil Bilaga 1.6.2

Detta alternativ passerar under Saltsjön i en sänktunnel. I övrigt går tunneln i berg från Kungsträdgården till Nacka. Den totala sträckan, inklusive uppställningsspår efter Nacka, är 7 400 m.

Sänktunnelns längd blir ca 420 m. För detaljer kring sänktunneln se Bilaga 1.6.3

Spårstandarden är bra. I plan är minsta kurvradien 500 m. I profil utnyttjas den maximal tillåtna lutning på 50 % för att komma ner från station Ersta till station Henriksdal och under de befintliga tunnlar som finns i området. I övrigt medger lutningarna en bra spårstandard. Station Ersta, Henriksdal och Saltsjö-Järta ligger alla i kurvspår 800 m.

I förstudien redovisas sträckningen med fem möjliga stationslägen. Vissa stationslägen kan efter fortsatta utredningar eventuellt utgå.

- Ersta
- Henriksdal
- Sickla

- Saltsjö-Järla
- Nacka Forum

Så snart det är möjligt efter station Kungsträdgården svänger tunnlarna väster ut för att passera över Saltsjötunneln. I detta läge är djupet till berg i sundet mellan Blasieholmen och Skeppsholmen mindre, mellan 25 och 30 m. Efter passage av Saltsjötunneln dyker tunnlarna ner mot sänktunneln med 20 ‰ lutning. Det är nödvändigt att passera över Saltsjötunneln för att sänktunneln under Saltsjön inte ska komma för djupt. Ett djupt läge för sänktunneln kan skapa stora problem vid övergången till bergtunnel.

Ca 200 m ut från Skeppsholmen övergår bergtunneln till en sänktunnel. Ett stort öppet schakt måste byggas ute i vattnet för möjliggöra övergångskonstruktionen från berg- till sänktunnel. Då berget lutar flackt i denna del av Saltsjön måste omfattande undervattenssprängningar utföras utmed den 80 m långa förskärningen. I förskärningen grundläggs sänktunneln på det plansprängda berget.

Efter förskärningen grundläggs sänktunneln på sju pålade stöd. På denna sträcka, ca 260 m, erfordras även en bred pålad betongplatta på tunnelns bägge sidor, ett så kallat påldäck, för att kunna ta laster från kapsejsande båtar och skyddsfyllning. Se även kap 4.1.



Alternativ 5B Passage av Saltsjön i sänktunnel. Geotekniska undersökningar och en övergång till bergtunnel framför Fotografiska Muséet.

Övergång till bergtunnel på Södermalm erhålls uppskattningsvis ett 20-tal meter in på Stadsgården, just före Fotografiska Muséet. Preliminärt kan övergången mellan berg- och sänktunnel byggas med endast mindre störningar av trafiken på Stadsgårdsleden. I detta område finns dock resultat från utförda undersökningar som visar på en omfattande sprick- och krosszon i berget. Det exakta läget för övergången till bergtunnel är därför osäker. Om övergång till bergtunnel inte kan erhållas innan muséet kan tunneln flyttas i sidled.

Mellan Folkungagatan och Ploggatan planas tunnelarna ut för en station 45 m under markytan. Avståndet från Kungsträdgården till station Ersta blir ca 2 000 m. Uppgångar är möjliga till Folkungagatan och Erstagatan/Åsögatan. Efter Sofia sjunker bergtunnelarna brant med 50 % lutning ner till station Henriksdal. Station Henriksdal behöver ner till nivå 48 m under mark för att undvika kollision med befintliga ledningstunnlar i berget.

Station Henriksdal ligger mellan Danvikskanalen och Henriksdalsberget, ca 700 m från station Ersta. Uppgångar är möjliga i anslutning till Henriksdals station och Henriksdalshamnen.

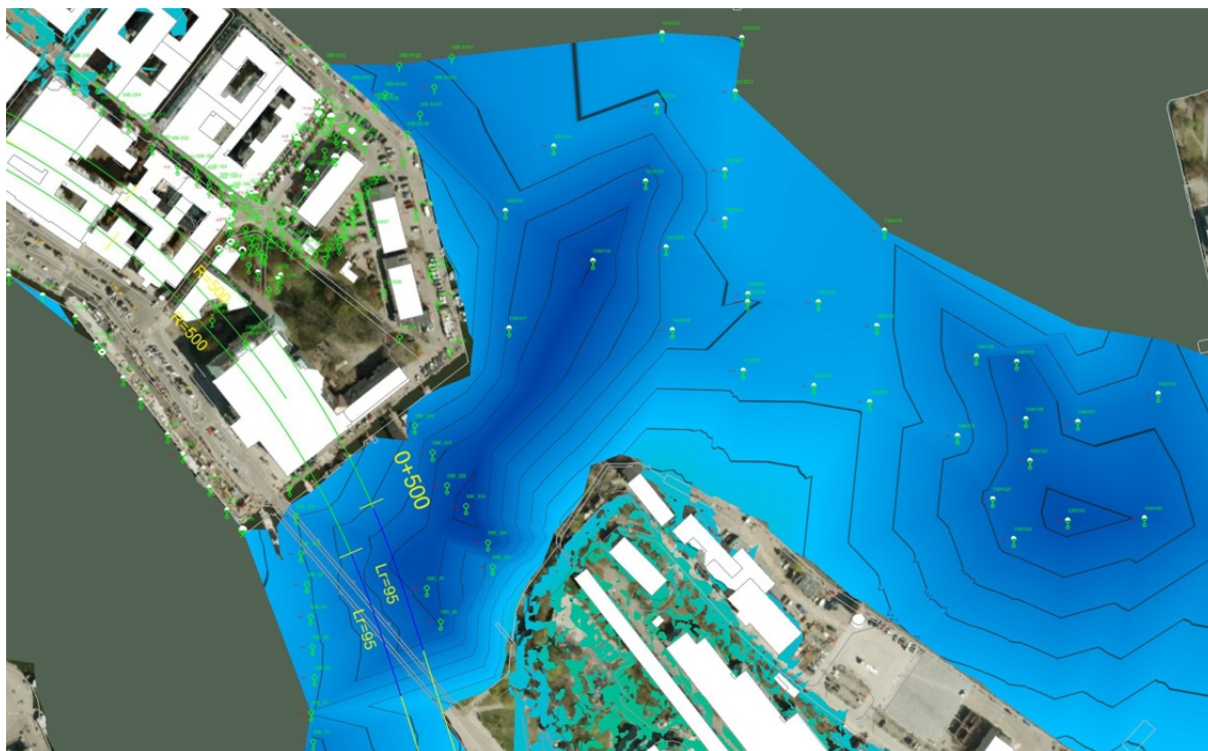
Därefter svänger tunnelarna av under Henriksdals reningsverk och tunnelarna för Södra Länken upp mot Sickla köpkvarter.

Station Sickla till Nacka Forum utformas på samma sätt som Alternativ 1.

Teknisk genomförbarhet samt bedömda risker

Det finns idag inget som tyder på att Alternativ 5B inte är tekniskt genomförbart. Tekniska problem med bergtunnelarna på sträckan går att lösa både med konventionell borrhning och sprängning eller med fullortsborrning, TBM. Det finns goda erfarenheter att bygga sänktunnlar i innerstadsmiljöer. Dock är bygget av en sänktunnel förknippat med en förhöjd riskbild avseende tider, kostnader och miljöpåverkan. Tekniska risker och miljörisker går att hantera i projekteringen och genomförandeskedet med en systematisk riskhanteringsprocess.

Sundet mellan Blasieholmen och Skeppsholmen har en förhöjd riskbild avseende bergtäckning och passage av större zoner med dåligt berg. Geotekniska undersökningar har utförts i den omfattning som bedömts vara rimligt i detta projektskede.



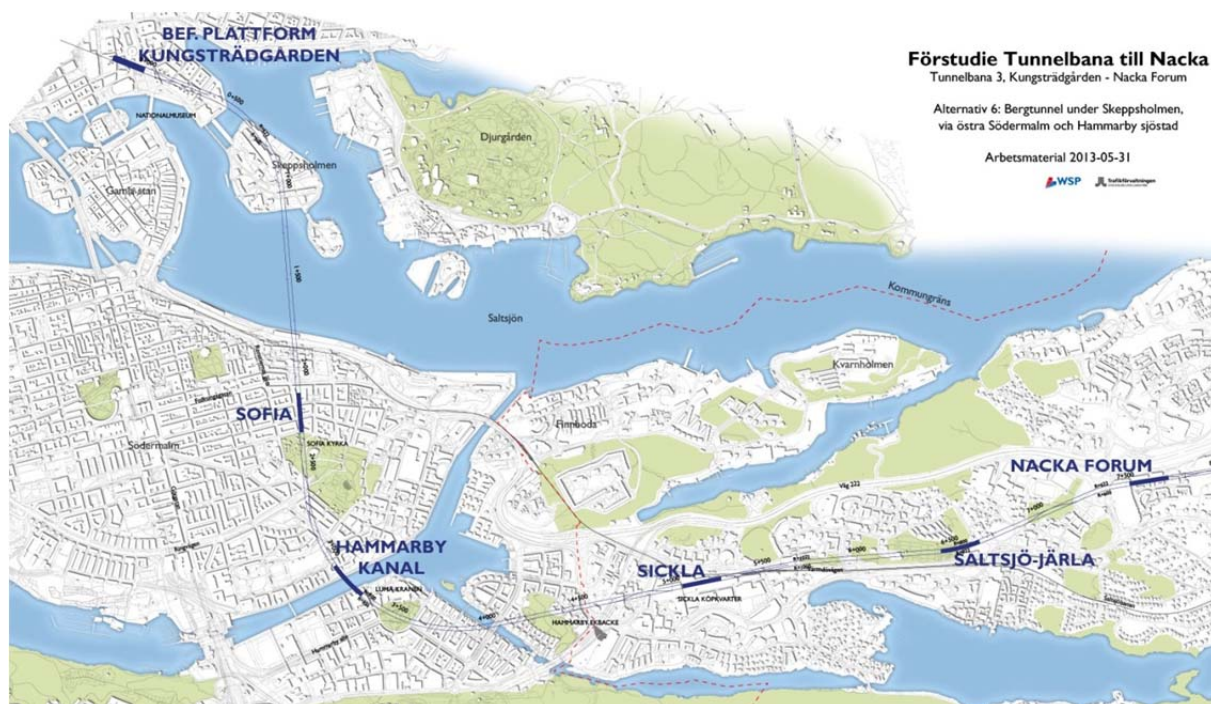
Alternativ 5B. Bilden visar djupsvackan i berget mellan Blasieholmen och Skeppsholmen och geotekniska undersökningar.

Äldre undersökningar visar att berget har en lågpunkt under sundet men en lägsta nivå på -31 under vattenytan. Det är inte uteslutet att det finns djupare partier än de vi lyckats lokalisera med jord-bergsonderingar. Spårets lutning från station Kungsträdgården är 20 ‰ för att inte krocka med Saltsjötunneln. Därför blir den teoretiska bergtäckningen endast ett par meter i den mest kritiska passagen. Risken finns att tunneln tappar bergtäckning på en kortare sträcka. Vår bedömning är dock att det finns tekniska lösningar om detta skulle inträffa.

Utmed linjesträckningen finns ett flertal befintliga bergtunnlar. Med det förslagna plan- och profilläget bedöms risken för konflikt med befintliga tunnlar liten. Fortsatta utredningar krävs dock då informationen om befintliga tunnlar läge är något begränsad.

Det kan finnas behov av förstärkningsåtgärder i några befintliga tunnlar för att vibrationer från sprängningsarbetena inte ska orsaka skada på tunnlar eller installationer.

4.5.7 Alternativ 6: Bergtunnel under Skeppsholmen, via östra Södermalm och Hammarby sjöstad



Linjesträckning i plan se Bilaga 1.7.1 och i profil Bilaga 1.7.2

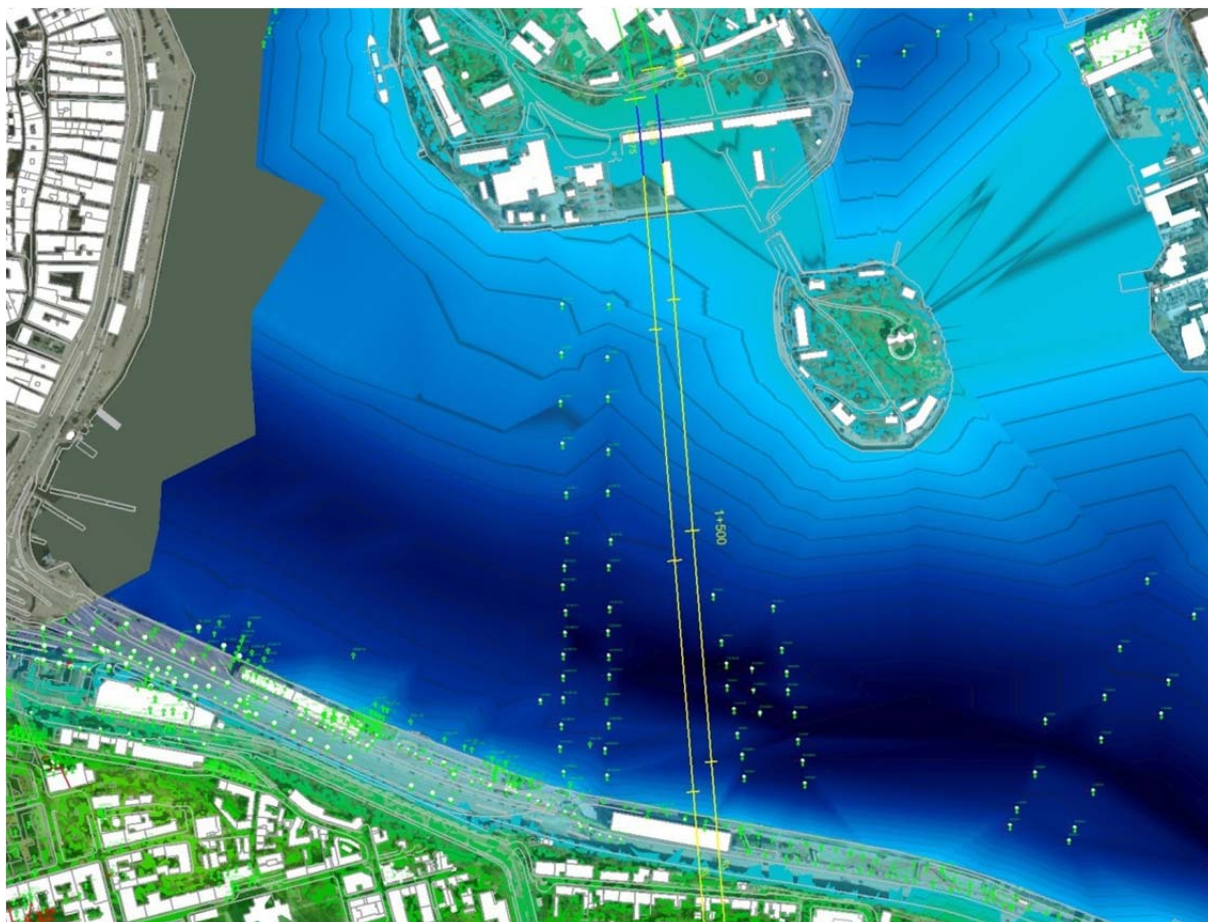
Detta alternativ går i bergtunnel hela vägen från Kungsträdgården till Nacka. Den totala spårsträckan, inklusive uppställningsspår efter Nacka, är 8 300 m.

Spårstandarden är bra. I plan håller kurvorna en minsta radie på 600 m. Stationen under Hammarby kanal och Saltsjö-Järla kommer dock i kurvspår 800 m. I profil utnyttjas den maximal tillåtna lutning på 50 ‰ för att erhålla bergtäckning under sundet mellan Blasieholmen och Skeppsholmen samt under Saltjön.

I förstudien redovisas sträckningen med fem möjliga stationslägen. Vissa stationslägen kan efter fortsatta utredningar eventuellt utgå.

- Sofia
- Hammarby kanal
- Sickla
- Saltsjö-Järla
- Nacka Forum

Så snart det är möjligt efter station Kungsträdgården dyker tunnlarna ner under sundet mellan Blasieholmen och Skeppsholmen med en lutning på maximala 50 ‰ för att möjliggöra bergtäckning under sundet.



Alternativ 6 passage under Saltsjön och genomförda geotekniska undersökningar.

Med fortsatt maximal lutning kan spårtunneln dras under Saltsjötunneln och ner under Saltsjön på ett största djup av -85 meter under vattenytan, vilket ger en teoretisk bergtäckning på ca 10 meter. Så snart berget stiger mot land, går tunnlarna uppåt med en lutning på 50 ‰.

I höjd med Folkungagatan planas tunnlarna ut för att kunna anlägga en station mellan Folkungagatan och Sofia Kyrka. Stationen ligger ca 100 meter under mark. Avståndet från Kungsträdgården blir knappt 2 200 m.

Uppgångar från djupt liggande stationer kan göras med hissar i ett eller två vertikalschakt. Se kap 2.3.

Efter stationen fortsätter tunnlarna att stiga med 50 ‰ lutning fram till Hammarby sjö där profilen planas ut för att anlägga en station under Hammarby kanal.

Station Hammarby kanal ligger ca 45 meter under mark. Djupläget beror på att profilen måste planas ut för station Sofia vilket påverkar djupläget för station Hammarby kanal, trots att maxlutning 50 ‰ utnyttjas.

Stationen under Hammarby kanal har uppgångar dels på Södermalm, Norra Hammarbyhamnen, och dels i Hammarby sjöstad. Det skulle kunna ge en möjlighet för även andra än SLs resenärer att passera under Hammarbykanalen till fots. Stationens västliga läge i Hammarby beror på en djupsvacka i berget öster om stationen.

Därefter svänger tunnlarna av för att gå vidare mot Sickla. En station anläggs på ca 35 meters djup i anslutning till Sickla köp kvarter.

Station Sickla, Saltsjö-Järla och Nacka Forum utformas enligt Alternativ 1.

Teknisk genomförbarhet samt bedömda risker bergtunnel

Det finns idag inget som tyder på att Alternativ 6 inte är tekniskt genomförbart. Tekniska problem på sträckan går att lösa både med konventionell borrhning och sprängning eller med fullortsborrhning, TBM. Se även Kap 4.2.

Det finns några områden med en förhöjd riskbild avseende bergtäckning och passage av större zoner med dåligt berg. Geotekniska undersökningar har utförts i den omfattning som bedömts vara rimligt i detta projektskede.

Det första området är sundet mellan Blasieholmen och Skeppsholmen. Äldre undersökningar visar att berget har en lågpunkt under sundet men en lägsta nivå på 31 m under vattenytan. Nyare undersökningar genomförda i detta projekt visar på bergdjup 36 m under vattenytan. Det är inte uteslutet att det finns djupare partier än de som lokaliserats med jord-bergsonderingar. Med maximal lutning från station Kungsträdgården erhålls en teoretisk bergtäckning på endast ett par meter m i det mest kritiska passagen. Risken finns att tunneln tappar bergtäckning på en kortare sträcka. Vår bedömning är dock att det finns tekniska lösningar om detta skulle inträffa.

Även för passagen under Saltsjön finns en förhöjd riskbild. Se beskrivning under kap 4.1

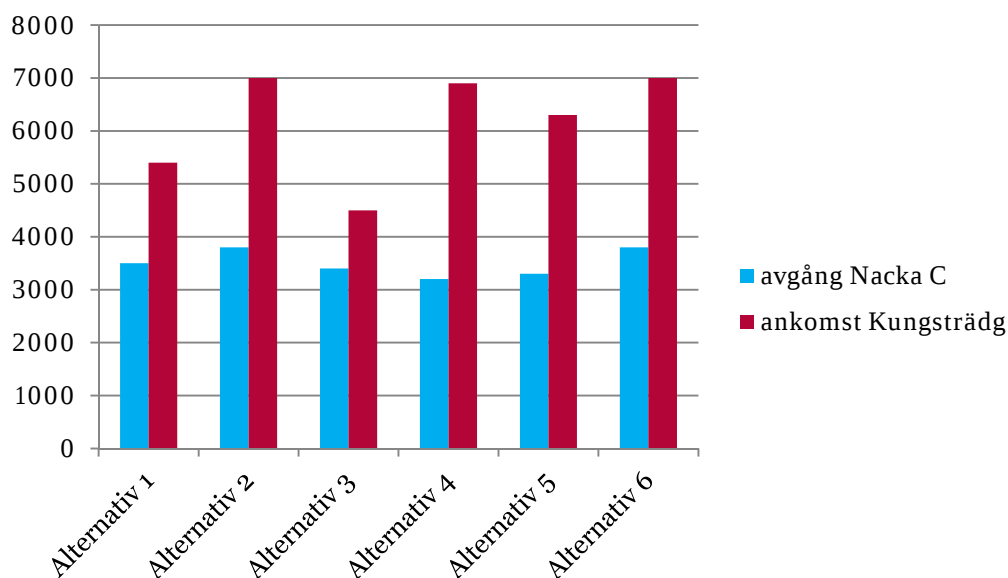
Utmed linjesträckningen finns ett flertal befintliga bergtunnlar. Med det förslagna plan- och profilläget bedöms risken för konflikt med befintliga tunnlar

liten. Fortsatta utredningar krävs dock då informationen om befintliga tunnlar läge är något begränsad.

Det kan finnas behov av förstärkningsåtgärder i några befintliga tunnlar för att vibrationer från sprängningsarbetena inte ska orsaka skada på tunnlar eller installationer.

4.6 Resande och resenärsnyttor

De resultat som presenteras här gäller för morgonens maxtimme då merparten av kollektivtrafikresenärerna är arbetspendlare på väg till sin arbetsplats³.

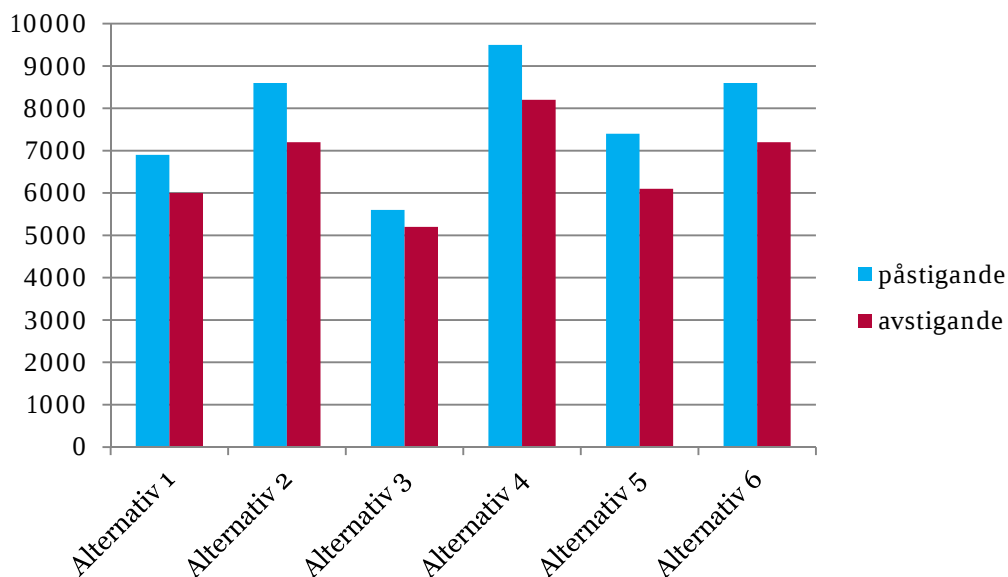


Antal resenärer avgång Nacka respektive ankomst Kungsträdgården, morgonens maxtimme en vardag 2030.

Från Nacka centrum reser mellan 3200-3800 personer. Alternativ 2 och 6 är de sträckningar som ger flest resenärer från Nacka, sträckningarna ger Nacka en

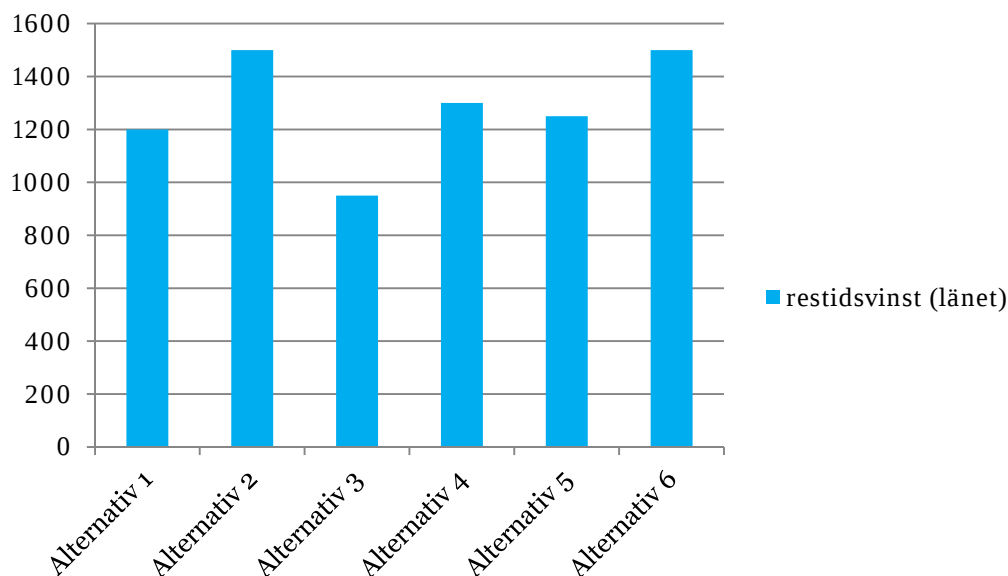
³ Att det är just morgonens maxtimme som analyserats bör noteras framförallt när det gäller resultat för en ny tunnelbanestation på Djurgården. Djurgården har ett annat resmönster än övriga stationer, merparten av resorna till/från Djurgården sker inte under morgonens maxtimme.

koppling till Södermalm, är relativt gena samt har en station mindre än exempelvis Alternativ 4, vilket ger en kortare restid till Stockholm city. Vid ankomst Kungsträdgården har Alternativ 2, 4 och 6 flest resenärer. För Alternativ 3 är antalet ankommande resenärer till Kungsträdgården något lägre än för övriga alternativ.



Antal på- respektive avstigande totalt längs förlängningen, morgonens maxtimme en vardag 2030.

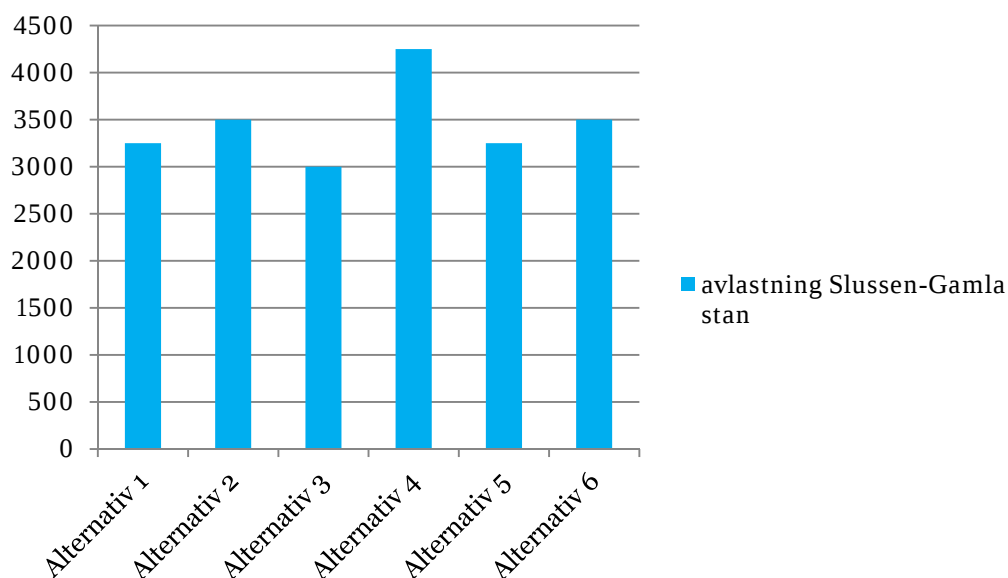
Totalt sett flest påstigande resenärer, 9500, får Alternativ 4. Alternativ 4 ger en ny alternativ resväg mellan Slussen och T-centralen. Näst flest resenärer får Alternativ 2 och 6 som är relativt gena sträckningar som samtidigt täcker in östra Södermalm jämförelsevis bra med en station i Sofia. Den sträckning som får lägst resande är Alternativ 3 med stationer vid Finnboda och Djurgården, stationer med ett relativt litet resandeunderlag under morgonens maxtimme.



Restidsvinst i form av kortare upplevd restid, morgonens maxtimme en vardag 2030.

På länsnivå ger de olika sträckningarna till Nacka relativt likvärdiga resenärsnyttor (resenärsnyttor i form av kortare upplevd restid). Alternativ 2 och 6 ger den största vinsten, ca 1500 timmar. Lägst är nyttan för Alternativ 3, ca 900 timmar. För övriga alternativ är vinsten ca 1150-1250 timmar.

Resenärsnyttor har studerats för olika områden. Inom ostsektorn som helhet (som inkluderar östra Södermalm, Nacka och Värmdö) innebär samtliga sträckningar resenärsnyttor. För området utmed Saltsjöbanan är tidsvinsten dock marginell. För Värmdö och Nacka bortom Skurubron är restidsvinsten ca 250 timmar och för centrala Nacka (Sicklaön) ca 300-600 timmar beroende på alternativ där Alternativ 4 ger lägst vinst och Alternativ 2, 5 och 6 ger högst. För östra Södermalm varierar restidsnyttan naturligtvis kraftigt mellan de olika alternativen beroende på om sträckningen går via östra Södermalm eller inte samt placeringen av en eventuell station. För Alternativ 2 och 6 är tidsvinsten störst, 500 timmar medan Alternativ 3 inte innebär någon förbättring alls för östra Södermalm.



Avlastande effekt för tunnelbanans Röda och Gröna linje på sträckan Slussen-Gamla stan. Antal färre resenärer på Grön och Röd linje morgonens maxtimme en vardag 2030.

Utan en förlängning av Blå linje till Nacka reser cirka 25000 personer med Röd och Grön linje mellan Slussen och Gamla stan. Samtliga förlängningar av Blå linje till Nacka avlastar befintlig Röd och Grön tunnelbanelinje över Saltsjö-Mälarsnittet i nordlig riktning. Störst är effekten för Alternativ 4, drygt 4000 resenärer. Alternativ 1 och 3 har minst avlastande effekt.

4.7 Kostnadskalkyl

De beräknade investeringskostnaderna är ett av flera viktiga beslutsunderlag inför val av sträckningsalternativ. Kostnaderna måste dock alltid ställas mot nyttorna av investeringen inför beslut. I det här planeringskedet finns analyser som på olika sätt beskriver nyttorna, exempelvis restidsvinster. Men ännu har inte en samhällsekonomisk kalkyl tagits fram. En sådan kommer att presenteras senare i förstudieprojektet.

De projektspecifika krav som ligger till grund för projekteringen av de olika alternativen och därmed kostnaderna är framtagna ur ett kostnadseffektivt perspektiv. Därmed beaktas även livslängdsperspektivet. En renodlad LCC-analys har dock inte gjorts inom ramen för denna kostnadskalkyl som är en renodlad investeringskalkyl.

4.7.1 Genomförande av kalkyler

Övergripande ingår följande kostnadsposter i kalkylerna:

- Spåranläggning och stationer (bergarbeten, spår, el, signal, tele, installationer, byggnadsarbeten). Här ingår även en ny bussterminal i Nacka.
- Fordon och depå

I Alternativ 3 antas att tunnelbanan är samförlagd med en eventuell Östlig vägförbindelse. Alternativ 3 bedöms enbart vara intressant vid en sådan samförläggning. Antagandet i kalkylen är då att en sänktunnel byggs för både tunnelbanan och vägen, men enbart tunnelbanans andel tas med i kostnaden (ca 35 procent av tunnelns tvärsnittsarea).

Effekter av en eventuell samförläggning vid andra alternativ redovisas i en separat PM som har tagits fram gemensamt av Trafikverket och Trafikförvaltningen.

Metodiken vid framtagandet av investeringskostnaderna har varit så kallad successiv kalkylering. Det innebär att osäkerheter för olika kalkylposter och omvärldsfaktorer analyseras av en expertgrupp vid ett eller flera kalkylseminarium. Osäkerheterna för samtliga kalkylposter kombineras sedan och sannolikhetskalkyler görs för olika kostnadsutfall.

De värden som redovisas i de följande tabellerna är dels det viktade medelvärdet för kostnaden, dels ett kostnadsintervall. I det viktade medelvärdet är en mängd osäkerheter beaktade. Osäkerheterna kan delas upp i två kategorier. Dels handlar det om osäkerheter som är direkt relaterade till utbyggnadsprojektet såsom mängder, utformning, bergförhållanden, produktionsmetoder etc. Dels handlar det om generella ekonomiska osäkerheter såsom konkurrensen på entreprenadmarkanden och entreprenörernas förmåga vid tidpunkten för utbyggnaden.

Osäkerhetsintervallet som är redovisat speglar osäkerheterna som är direkt relaterade till projektet. Om de generella ekonomiska osäkerheterna skulle behandlas även här skulle intervallet bli större. Det högre värdet i intervallet (den så kallade 85-procentsnivån) innebär att sannolikheten för att utfallet ska ligga under värdet är 85 procent. Det lägre värdet i intervallet (den så kallade 15-procentsnivån) innebär att sannolikheten att kostnaden är högre än värdet är 85 procent.

4.7.2 Alternativ för fordon och depå

Kalkyler har gjorts för två olika alternativ för fordon och depå. Anledningen är att det inte är klarlagt i vilken grad den befintliga Rissnedepån kan utökas och användas för de nya fordonen som trafikerar Tunnelbana till Nacka, se vidare i kapitel 7.

Depå-alternativ 1

- Uppställningsspår med städmöjligheter efter Nacka Forum
- Nya verkstadsplatser i Rissnedepån
- Investering i 17 fullängdståg

Depå-alternativ 2:

- Ny depå i Nacka eller Barkarby som innehåller både uppställning och verkstad
- Investering i 15 fullängdståg

Orsaken till skillnaden i behov av fordon mellan de bägge alternativen är att trafikföringen inte blir lika effektiv i depå-alternativ 1 där uppställning och verkstad är lokaliserad på olika platser. I depå-alternativ 1 behövs därför ett större antal fordon. De beräknade antalet fordon är inklusive trafik- och underhållsreserv.

4.7.3 Kalkylresultat

Kalkyler av investeringskostnader har genomförts för samtliga sträckningsalternativ.

Dessutom har en kalkyl gjorts för ett alternativ som här kallas Referensalternativ. I Referensalternativet är sträckningen som i alternativ 5, det vill säga en sträckning via Henriksdal i bergtunnel. Men i Referensalternativet har antalet stationer reducerats med två:

- Station Saltsjö-Järla är borttagen
- Stationerna Ersta och Henriksdal är ersatta med en station under Danvikskanalen med uppgångar på båda sidor.

Investeringskostnaderna för de alternativa sträckningarna med depå-alternativ 1 framgår av följande tabell.

	Spåranläggning och stationer		Fordon och depå		Totalt	
	kostnad mdr kr	Intervall mdr kr	kostnad mdr kr	Intervall mdr kr	kostnad mdr kr	Intervall mdr kr
Alt 1	9,8	8,8-10,8	3,0	2,4 - 3,7	12,8	11,2-14,5
Alt 2	11,5	10,0-12,9	3,0	2,4 - 3,7	14,5	12,4-16,6
Alt 3	10,5	9,4-11,6	3,0	2,4 - 3,7	13,5	11,8-15,3
Alt 4	13,7	12,3-15,1	3,0	2,4 - 3,7	16,7	14,7-18,8
Alt 5	8,5	7,6-9,3	3,0	2,4 - 3,7	11,5	10,0-13,0
Alt 5b	10,9	9,6-12,3	3,0	2,4 - 3,7	13,9	12,0-16,0
Alt 6	8,7	7,8-9,6	3,0	2,4 - 3,7	11,7	10,2-13,3
Alt ref	6,5	5,8-7,3	3,0	2,4 - 3,7	9,5	8,2-11,0

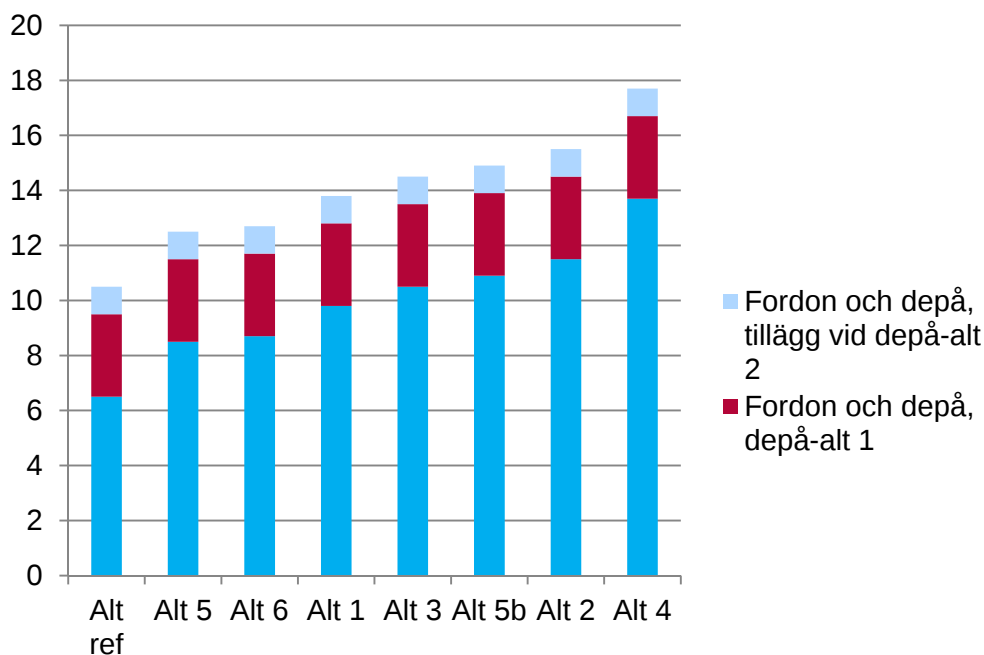
Tabell: Investeringskostnad med antagande om depå-alternativ 1

I nästa tabell är investeringskostnaden för spåranläggning och stationer oförändrad men kostnaden för fordon och depå är enligt depå-alternativ 2.

	Spåranläggning och stationer		Fordon och depå		Totalt	
	kostnad mdr kr	Intervall mdr kr	kostnad mdr kr	Intervall mdr kr	kostnad mdr kr	Intervall mdr kr
Alt 1	9,8	8,8-10,8	4,0	3,2-4,8	13,8	12,0-15,6
Alt 2	11,5	10,0-12,9	4,0	3,2-4,8	15,5	13,2-17,7
Alt 3	10,5	9,4-11,6	4,0	3,2-4,8	14,5	12,6-16,4
Alt 4	13,7	12,3-15,1	4,0	3,2-4,8	17,7	15,5-19,9
Alt 5	8,5	7,6-9,3	4,0	3,2-4,8	12,5	10,8-14,1
Alt 5b	10,9	9,6-12,3	4,0	3,2-4,8	14,9	12,8-17,1
Alt 6	8,7	7,8-9,6	4,0	3,2-4,8	12,7	11,0-14,4
Alt ref	6,5	5,8-7,3	4,0	3,2-4,8	10,5	9,0-12,1

Tabell: Investeringskostnad med antagande om depå-alternativ 2

En sammanställning av kostnaderna visas också i det följande diagrammet. Alternativen är sorterade i stigande kostnad.



Sammanställning av investeringskostnader vid depåalternativ 1 samt tillägg vid depåalternativ 2. Miljarder kronor.

Bergtunnelalternativen (Alt ref, 5, 6 och 1) har lägre investeringskostnad än sänktunnelalternativen (Alt 3, 5b, 2, och 4). Allra lägst kostnad får referensalternativet följt av Alternativ 5 och 6. Därefter följer Alternativ 1 som har en ytterligare station på Djurgården och en något längre utbyggnadssträcka än Alternativ 6. Högst blir investeringskostnaden för Alternativ 4 som är ett sänktunnelalternativ med en ytterligare station vid Slussen jämfört med övriga alternativ.

4.7.4 Alternativa utformningar och produktionsmetoder

Känslighetsanalyser har gjorts för alternativa utformningar och produktionsmetoder. Två intressanta analyser är:

- utformning med dubbelspårstunnel och parallell utrymningstunnel i stället för två enkelspårstunnlar
- produktion med fullortsborrning (TBM) i stället för sprängning

Vid en utformning med dubbelspårstunnel och parallell utrymningstunnel ökar investeringskostnaden för bergtunnelalternativen med cirka 100 miljoner kr. För sänktunnelalternativen blir kostnadsökningen cirka 300 miljoner kronor.

Vid fullortsborrning (TBM) bedöms investeringskostnaden öka med cirka 800 miljoner kronor för såväl berg- som sänktunnelalternativen. Sett ur ett livscykelperspektiv kan den större investeringskostnaden vara motiverad. En TBM-tunnel kräver nämligen minimala underhållsinsatser när den är i drift. TBM-alternativet kommer att utredas vidare med avseende både på tekniskt genomförande och investeringskostnad.

4.8 Förändringar av markvärden

Trafikförvaltningen genomför en översiktlig markvärdering av samtliga sträckningsalternativ för att kunna skatta den möjliga värdeökningen för fastigheterna inom de aktuella områdena. Värderingen omfattar enbart värdeökningarna av de exploateringar kommunerna angivit samt befintliga tomträttsfastigheter. Värderingen omfattar således inte någon bedömning av huruvida tunnelbaneutbyggnaden medför exploateringar som annars inte skulle ha varit möjliga att genomföra.

Vid en utbyggnad av tunnelbanan kommer marken i anslutning till och i närheten av tunnelbanans sträckning att öka. Störst kommer ökningen vara inom en radie av cirka 500 meter från respektive stationsuppgång. Det kommer även att finnas en positiv inverkan utanför detta område, men den kommer inte att vara lika påtaglig. Denna effekt är inte inräknad i värderingen då den ses ha en marginell inverkan.

Värdeökningen räknas på den mark som Stockholms stad respektive Nacka kommun äger, resterande mark ägs av andra parter och har i många fall redan en detaljplan vilket gör att det är väldigt svårt att utverka någon ersättning för denna värdeökning. Självfallet bör samtliga intressenter diskutera hur en samverkan kan öka markvärdet utan att påföra onödiga kostnadspålagor. Trafikförvaltningen använder sig i analysen av professionella mark- och fastighetsvärderare, vidare tas hänsyn till ett flertal markvärdesanalyser, bland annat Evidens studie av spårtrafiks påverkan på kvadratmeterpriset för bostadsrätter, studien av spårvagnslinjers inverkan på markvärdet i Malmö med flera. En utmaning i bedömningen av värdeökningen är utvecklingen av arbetsplatser, då kontorsfastigheter är en mer rörlig marknad.

I värderingen måste ett flertal aspekter vägas in; tid, sannolikhet, fastighetsbildningsform och samverkan. Dessa diskuteras i korthet nedan:

- **Tidsaspekten** vid ett genomförande av utbyggnaden och kopplingen till hur och när fastigheterna ska bebyggas, då Trafikförvaltningen genom utbyggnaden möjliggör för en ökad exploateringsgrad under en viss tidsperiod bör det finnas en koppling till Trafikförvaltningens ersättning.
- **Sannolikheten** för att en exploatering ska ske påverkas av om när och hur tunnelbanan byggs ut. Samtliga parter behöver ha stor ödmjukhet inför att samverkan måste vara honnörsordet framför andra. Det är samfällt som intressenter och samhälle får de största nyttorna varpå följer vikten av att verka för skälig ersättning samt framför allt för minskade kostnadsökningar.
- **Fastighetsbildningsform**, sedan några år finns möjligheten till tredimensionell fastighetsbildning. Vad gäller en eventuell utbyggnad av tunnelbanan bör den genomföras som en tredimensionell fastighetsbildning. Detta har redan skett bland annat i Sundbyberg gällande Mälarbanan.
- **Samverkan** är ett genomgående tema, samtliga parter i denna utbyggnad måste verka för en effektiv lösning. Stockholms läns landsting står inför stora ekonomiska utmaningar varför effektiva lösningar måste till för att inte riskera att genomförandet påverkas negativt.

Bedömningen är att det inte kommer att bli någon direkt negativ inverkan på den mark som tunnelbanan passerar, detta då anläggningen hamnar på sådant djup att byggnaderna/byggrätterna ovan jord inte påverkas.

Trafikförvaltningen ser ett behov av att de avtal som tecknas/beslut som tas gällande kommande exploateringar inom de aktuella områdena inbegriper överenskommelser kring realisering och fördelning av värdeökning som kommer utav tillkomsten av tunnelbana i närområdet. Detta är något som bör finnas som en separat värdering.

Sammanfattningsvis går att konstatera att det finns en tydlig koppling mellan markvärdesökning och en utbyggnad av tunnelbanan till Nacka via Södermalm. Utmaningen ligger i att förverkliga denna värdeökning på ett vis som stärker samtliga parter.

5 Avgrening från Tunnelbana till Nacka till Grön linje söderut

5.1 Bakgrund och syfte

Inom förstudien Tunnelbana till Nacka har idén väckts om att studera en förgrening av tunnelbanans Nackagren till Grön linje söderut.

Idén finns sedan tidigare i exempelvis i generalplan 1965 där det föreslås att en sådan förgrening ansluter till Grön linje - Hagsätragrenen. Hagsätragrenen söder om Enskede Gård skulle då bli en del av Blå linje i stället för Grön linje. Anslutningen kan även ske till någon av de andra gröna linjerna söderut. Vid exempelvis en anslutning i Skärmarbrink skulle någon av linjerna till Farsta eller Skarpnäck bli en del av blå tunnelbanan.

Syftet med den nya förgreningen är att:

- ge ökad tunnelbanekapacitet till Stockholm söderort och en ytterligare avlastning av Grön linje på Tunnelbanans idag mest belastade avsnitt över Saltsjön-Mälaren
- bidra till att möjliggöra en kraftfull bostadsproduktion i den Gröna linjens influensområde
- ge förutsättningar för en mer balanserad trafikering på såväl Blå som Grön linje. Kopplingen skulle innebära två Blå linjer såväl söderut som norrut. På Grön linje blir det två linjer söderut jämfört med dagens tre.

Syftet med idéstudien som nu genomförs är att ge kompletterande kunskap till den pågående förstudien Tunnelbana till Nacka. Effekterna av avgreningen beskrivs i form av:

- Slutsats om vilket grönt ben söderut som är lämpligast att koppla till
- Sträckningsskisser i plan och profil
- Förslag på stationslägen
- Översiktlig kostnadskalkyl
- Övergripande beskrivning av teknisk genomförbarhet
- Övergripande beskrivning av resande och resenärsnyttor

För samtliga sträckningsalternativ av Tunnelbana till Nacka har en avgrening mot ett av Grön linjes ben söderut studerats. Det gröna benet omformas till en gren av Blå linje. Punkten för anslutning till Grön linje ligger vid Gullmarsplan vilket är motiverat av dess betydelse som bytespunkt för kollektivtrafiken i hela

södra Stockholm. Avgreningen från samtliga alternativ av Tunnelbana till Nacka, visas i följande bild.



Avgreningsalternativ för samtliga alternativ av Tunnelbana till Nacka

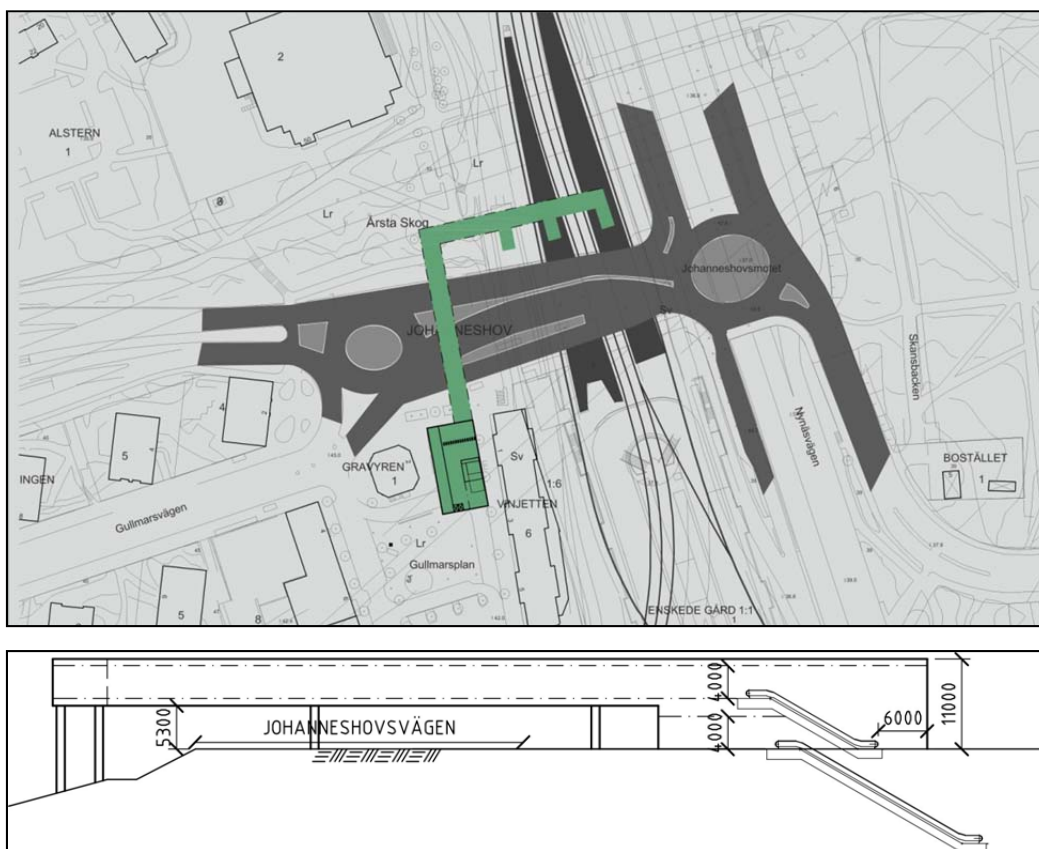
Studien av en avgrening mot Grön linje är genomförd som en idéstudie och är mer översiktlig jämfört med förstudien Tunnelbana till Nacka.

5.2 Omstigning vid Gullmarsplan

Att skapa en omstigningsmöjlighet för resenärer vid Gullmarsplan är ett av kraven för den studerade avgreningen. Spårgeometriska begränsningar och platsbrist, gör att det inte är möjligt att fysiskt koppla ihop spåren vid Gullmarsplan. En ny plattform vid Gullmarsplan anläggs därför under de befintliga plattformarna. Olika förbindelsemöjligheter har studerats, såväl där befintliga plattformar på Gullmarsplan byggs om som att de lämnas oförändrade (se bilder).



Dagens två plattformar (rödmarkerade) kan byggas samman till en stor (grön) då befintliga spår (röda kryssade) ersätts av nya under mark. Den nya sammanbyggda plattformen kan innehålla hissar och rulltrappor (svart fyrkant) till den nya nedre plattformen.



Dagens plattform bevaras och kontakt mellan plattformar sker via förbindelsebroar (grönt)

Vid en framtida avgrening mot Nacka måste de nya spåren läggas under mark för att passera under Gullmarsplan, Hammarby Sjöstad och vidare antingen mot Södermalm eller Nacka beroende på huvudalternativ.

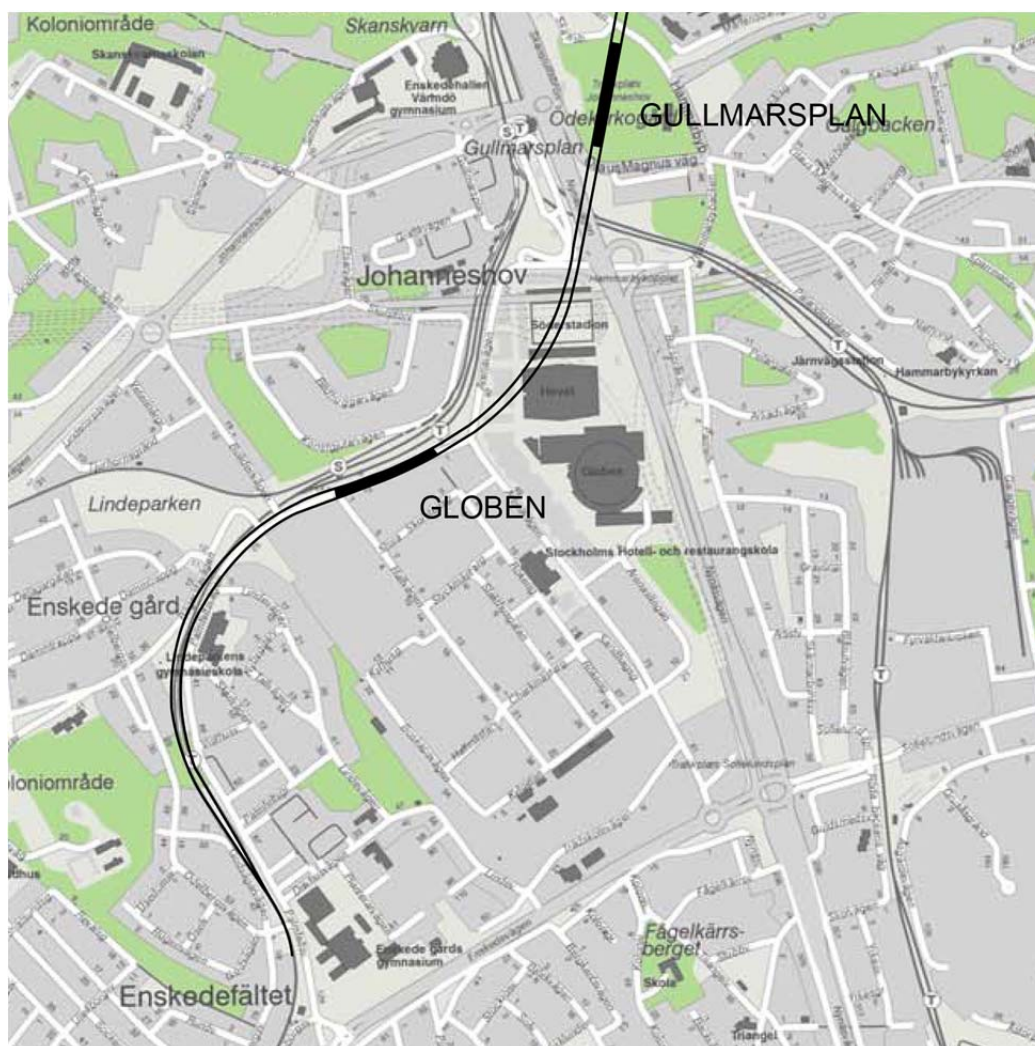
Söder om Gullmarsplan förgrenas tunnelbanans Gröna linje i tre riktningar mot Hagsätra, Farsta Strand och Skarpnäck och alla tre är möjliga att koppla en avgrening till. I dialog med Stockholms stad har Hagsätragrenen ansetts mest lämpad att ansluta till. Det motiveras av Stockholms stads planer för framtida stadsutveckling. Längs Hagsätragrenen finns det planerade exploateringsområdet Söderstaden däribland Slakthusområdet. Genom att anpassa stationslägen och lägga dagens ytförlagda tunnelbanespår i tunnel, så ökar möjligheterna att utveckla området.

En omläggning av spåren i tunnel söder om Gullmarsplan innebär att befintliga spår på ytan kan rivas och marken kan användas för andra ändamål.

Tunnelbanans barriäreffekt och omgivningspåverkan försvinner på den ombyggda sträckan.

Två alternativa anslutningspunkter har studerats: norr om station Enskede gård eller norr om station Sockenplan. Spårlägen och stationslägen i bilderna i rapporten samt i bilaga 2 är möjliga lägen och inte utredda i detalj.

5.3 Anslutning norr om Enskede gård



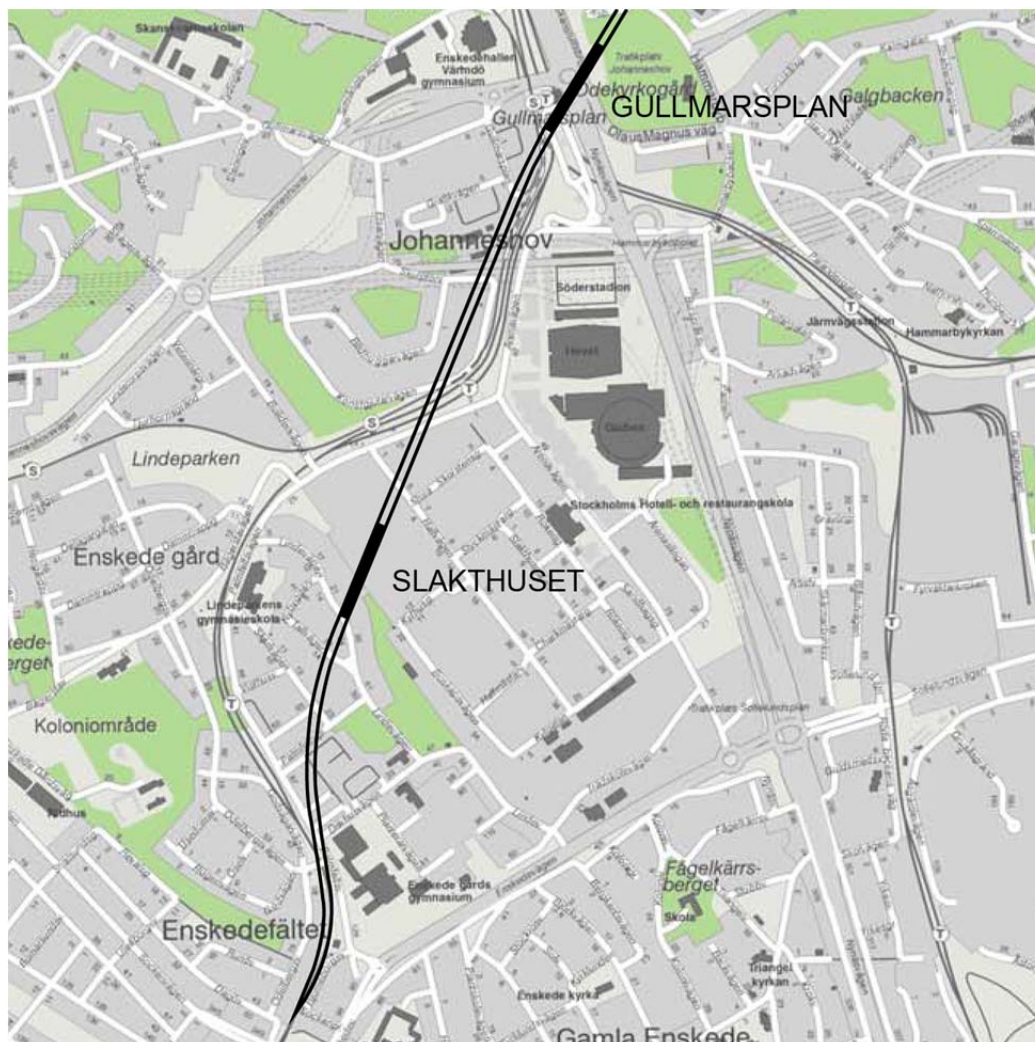
Möjlig anslutning norr om Enskede gårds station med justerat stationsläge Globen

Med hänsyn taget till vad som är acceptabel spårlutning är första möjliga punkt för sammankoppling med dagens Gröna linje strax norr om Enskede gårds

station. Sträckningen mellan Gullmarsplan och anslutningen till Hagsätralinjen förskjuts österut i förhållande till dagens sträckning. Även Globens tunnelbanestation behöver förskjutas österut och bli en underjordsstation. Sträckningen får en relativt låg standard med avseende på komfort och hastighet då små kurvradier behöver användas för att kunna ansluta till befintliga spår.

En kartläggning av hinder under mark, bergytans läge och befintliga konstruktioner har gjorts för att säkerställa att den uppritade sträckningen är framkomlig utan konflikt med befintliga funktioner. Detta har studerats med hjälp av arkivsökningar och observationer i fält. Ytterligare studier behövs för att säkerställa anslutningspunktens exakta läge.

5.4 Anslutning norr om Sockenplan



Möjlig anslutning norr om Sockenplans station med nytt stationsläge Slakthuset.

En anslutning längre söderut på Hagsätragrenen ger bättre spårgeometri och gör det möjligt att anlägga en station längre in i Slakthusområdet. Med en anslutning norr om Sockenplans station, kan Globens station och Enskede gårds station ersättas med en ny station "Slakthuset".

Ett stationsläge mindre ger kortare restid. Beroende på hur plattformar och uppgångar placeras vid station Slakthuset, så kommer resenärer som idag använder Enskede gård och Globen att få en något längre väg till tunnelbanan.

Bedömningen är ändå att det stora flertalet resenärer skulle få kortare gångväg till ett stationsläge.

Byggnadstekniskt kan konstateras att sträckan har färre hinder än anslutningen norr om Enskede gård och har större frihetsgrader och marginaler för en anpassning i fortsatt projektering.

5.5 Spårsträckningar

En avgrening mot Grön linje har studerats för samtliga alternativa sträckningar till Nacka. De alternativa avgreningarna följer samma numrering som alternativen mot Nacka. Mer detaljerade bilder av förslagets plan och profil finns i bilaga 2.

Spåren går under mark från avgreningen på de olika sträckningsalternativen till Nacka fram till befintligt spår på Grön linje. Avgreningarna följer samma utformningskrav som huvudalternativen.

Redovisningen görs här endast för alternativet med en anslutning norr om Sockenplan och ny station Slakthuset, men något val av alternativ har inte gjorts i det här skedet.

5.5.1 Avgrening 1

Alternativet ansluter till Nackagrenen söder om station Ersta på ett djup på ca -70 m. Anslutningsväxlar måste läggas i kurva. På sträckan finns två stationer: Gullmarsplan och Slakthuset, där Gullmarsplan ligger på djupet ca -37 m och Slakthuset på ca -8 m. Från Gullmarsplan till Sockenplan krävs maximal lutning (50 ‰) för att komma upp och ansluta spåren i befintliga spår norr om Sockenplan som ligger i ytan. Spåret bedöms kunna korsa Nackagrenen i bergtunnel under Nackagrenens spår. Spårgeometrin får god standard på hela sträckan.

5.5.2 Avgrening 2

Alternativet ansluter till Nackagrenen söder om station Sofia på ett djup på ca -17 m. På sträckan finns två stationer: Gullmarsplan och Slakthuset, där Gullmarsplan ligger på djupet ca -37 m och Slakthuset på ca -4 m. Från Gullmarsplan till Sockenplan krävs maximal lutning (50 ‰) för att komma upp och ansluta spåren i befintliga spår norr om Sockenplan som ligger i ytan. Spåret bedöms kunna korsa Nackagrenen i bergtunnel under Nackagrenens spår. Spårgeometrin får god standard på hela sträckan.

5.5.3 Avgrening 3

Alternativet ansluter till Nackagrenen söder om station Finnboda på ett djup på ca -27 m. På sträckan finns tre stationer: Hammarby sjöstad, Gullmarsplan och Slakthuset, där Hammarby sjöstad ligger på ca -38 m, Gullmarsplan på ca -10 m och Slakthuset på ca -8 m. Eftersom linjen kan läggas längre österut än linjerna med anslutning under Södermalm kan Gullmarsplan placeras ytligare då de korsande hinder som förhindrar en ytlig placering i övriga alternativ kan undvikas. Det här alternativet ger ändå längst bytesväg mellan ny och befintlig station vid Gullmarsplan. Spåret bedöms kunna korsa Nackagrenen i bergtunnel över Nackagrenens spår.

5.5.4 Avgrening 4

Alternativet ansluter till Nackagrenen söder om station Nytorget på ett djup på ca -20 m. Anslutningsväxlar måste läggas i kurva. På sträckan finns två stationer: Gullmarsplan och Slakthuset. Gullmarsplan ligger på djupet ca -33 m och Slakthuset på ca -7 m. Från Gullmarsplan till Sockenplan krävs maximal lutning (50 ‰) för att komma upp och ansluta spåren i befintliga spår norr om Sockenplan som ligger i ytan. Minimiradie 450 meter har används efter avgreningen vid Nytorget för att nå Gullmarsplan i ett attraktivt stationsläge.

5.5.5 Avgrening 5

Alternativet ansluter till Nackagrenen söder om station Ersta på ca -60 m. På sträckan finns tre stationer: Hammarby sjöstad, Gullmarsplan och Slakthuset där Hammarby sjöstad ligger på ca -40 m, Gullmarsplan på ca -29 m och Slakthuset på ca -8 m. Från Gullmarsplan till Sockenplan krävs maximal lutning (50 ‰) för att komma upp och ansluta spåren i befintliga spår norr om Sockenplan som ligger i ytan. Eftersom linjen kan läggas längre österut än linjerna med anslutning under Södermalm, så kan Gullmarsplans station placeras ytligare då de korsande hinder som förhindrar en ytlig placering i övriga alternativ kan undvikas. Alternativet utformas med minimiradie 450 meter för att spåren ska kunna gå västerut mot Hammarby sjöstad så gent som möjligt. Spåret bedöms kunna korsa Nackagrenen i bergtunnel under Nackagrenens spår.

5.5.6 Avgrening 5B

Alternativet ansluter till Nackagrenen söder om station Ersta på ett djup på ca -16 m. På sträckan finns tre stationer: Hammarby sjöstad, Gullmarsplan och Slakthuset där Hammarby sjöstad ligger på ca -39 m, Gullmarsplan på ca -10 m och Slakthuset på ca -8 m. Eftersom linjen kan läggas längre österut än linjerna med anslutning under Södermalm kan Gullmarsplan placeras ytligare då de korsande hinder som förhindrar en ytlig placering i övriga alternativ kan undvikas. Alternativet utformas med minimiradie 450 meter för att spåren ska kunna gå västerut mot Hammarby sjöstad så gent som möjligt. Spåret bedöms kunna korsa Nackagrenen i bergtunnel under Nackagrenens spår.

5.5.7 Avgrening 6

Alternativet ansluter till Nackagrenen söder om station Sofia på ett djup på ca -63 m. På sträckan finns två stationer, Gullmarsplan och Slakthuset. Gullmarsplan ligger på djupet ca -33 m och Slakthuset på ca -4 m. Från Gullmarsplan till Sockenplan krävs maximal lutning (50 ‰) för att komma upp och ansluta spåren i befintliga spår norr om Sockenplan som ligger i ytan. Spåret bedöms kunna korsa Nackagrenen i bergtunnel under Nackagrenens spår.

5.6 Övergripande beskrivning av teknisk genomförbarhet

Parallellt med att de olika alternativen ritats upp har den tekniska genomförbarheten bedömts. Underlaget för bedömning är inventeringar av arkivmaterial med avseende på hinder under mark, bergytans läge samt olika befintliga konstruktioner. Det kan inte uteslutas att enstaka konflikter uppstår men att de är av sådan art att en anpassning kan ske. Det kan exempelvis röra sig om enstaka bergvärmehål som behöver borraras om.

De tekniskt mest komplicerade delområdena är anslutningspunkterna i söder och till huvudspåret mot Nacka, passage under Hammarby kanal, planskilda passager av andra tunnlar och området kring Gullmarsplan.

Ytterligare faktorer som påverkar tidplan och kostnader är avstängningstider, provisorier och sammankoppling av gamla och nya system.

5.6.1 Anslutningspunkten i söder

När spåret ska upp från bergtunnel och möta det befintliga spåret i ytläge krävs olika former av betongkonstruktioner, sponter m.m. Kopplingen och

konstruktionerna kan lösas på flera sätt men gemensamt är att det uppstår en byggarbetsplats på ytan som påverkar omgivningen. Under en period behöver banan stängas av för att koppla ihop gamla och nya spår. Kommande, mer detaljerad projektering, kommer att kunna visa exakt omfattning tydligare. Intrång på befintliga fastigheter kan inte uteslutas men ska minimeras och helst undvikas.

I detta skede har två principer för anslutning studerats översiktligt. Den ena bygger på att trafik ska fortgå på dagens Hagsätragren under i princip hela byggtiden. Endast en kortare avstängning på några dygn krävs då för inkoppling. Den andra innebär att befintliga spår rivs och att de nya kopplas till de gamla. Det slutliga resultatet blir bättre och enklare men avstängningstiden för befintlig bana blir betydligt längre, ett år eller mer. Värdering av vilket alternativ som väljs görs i senare skede. Båda alternativen är möjliga.

5.6.2 Anslutningspunkt till huvudspåren mot Nacka

Antingen byggs huvudspår och avgrening samtidigt eller så byggs avgreningen i ett senare skede. Om avgreningen byggs senare, behöver huvudspåren mot Nacka anpassas och förberedas för att avgreningen ska kunna ansluta i ett senare skede. Denna studie driver inte de konkreta åtgärderna längre utan visar bara att hänsyn måste tas för att möjliggöra en sammankoppling.

5.6.3 Passage av Hammarby Kanal

Under arbetet med idéstudien har antagits att passagen under Hammarby kanal görs i berget under kanalen. En betongtunnel i Hammarby kanal kan vara en annan möjlighet men kräver mer detaljerade studier. Svårigheterna ligger bland annat i det begränsade utrymmet på land för anslutning både avseende plats att etablera byggarbetsplats som närhet till befintliga byggnader, kajkonstruktioner, pålar mm, samt möjligheten att inte tillåta sjöfart under byggtiden.

5.6.4 Passager av spårtunnlar och ledningstunnlar

I första hand har en god säkerhetsmarginal för passager av spårtunnlar och ledningstunnlar eftersträvat då det är gynnsamt både ur ett kostnadsperspektiv och ur ett säkerhetsperspektiv. Erfarenhet från flera pågående infrastrukturprojekt visar dock att tekniska lösningar finns för att driva tunnel nära befintlig berganläggning i drift, om det skulle visa sig att det är svårt att uppnå tillräcklig bergtäckning pga. spärgeometrisk begränsning. För korsande spårtunnlar

som byggs inom projektet, alternativt vid längre avstängningar, medger betongkonstruktioner – exempelvis ”bro i tunnel” likt Södra Länken – ett alternativ för mycket nära tunnelpassager.

5.6.5 Gullmarsplan

I området kring Gullmarsplan finns många ledningar och andra anläggningar under mark. Med den kartläggning som gjorts hittills, så är bedömningen att det är möjligt att komma in med nya spår och ny plattform till Gullmarsplan. Detaljerad projektering behövs för att precisera läget.

5.6.6 Övriga tekniska förutsättningar

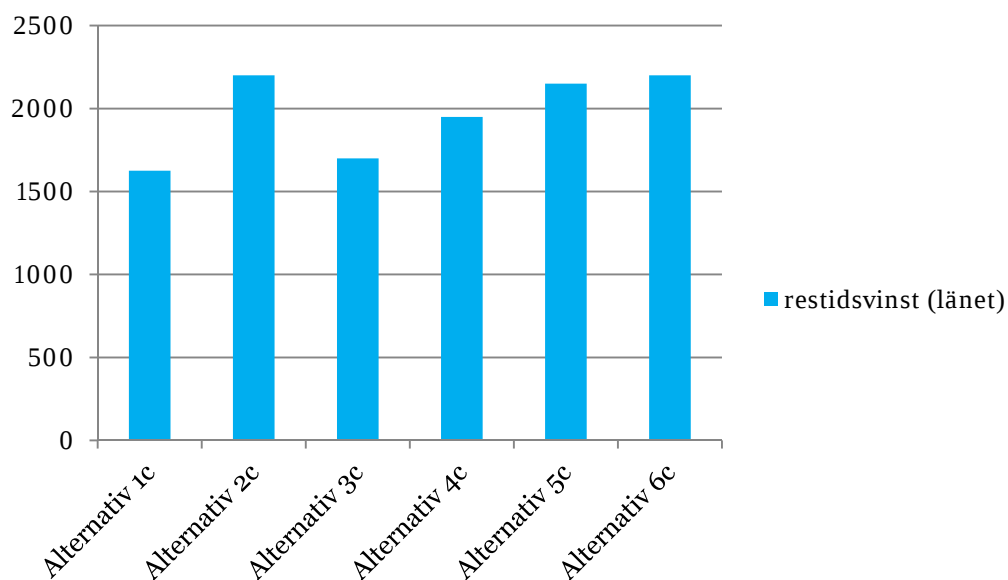
I fortsatt projektering och slutligt val av lösning behövs ytterligare studier av hur gamla och nya system ska byggas ihop såsom signalsystemen för Blå och Grön linje. Vidare behöver avstängningstider, provisorier och ersättningstrafik analyseras för att minimera störning för omgivningen och resenärerna på Hagsätragrenen.

5.7 Resande och resenärsnyttor

De resultat som presenteras här gäller för morgonens maxtimme då merparten av kollektivtrafikresenärerna är arbetspendlare på väg till sin arbetsplats.

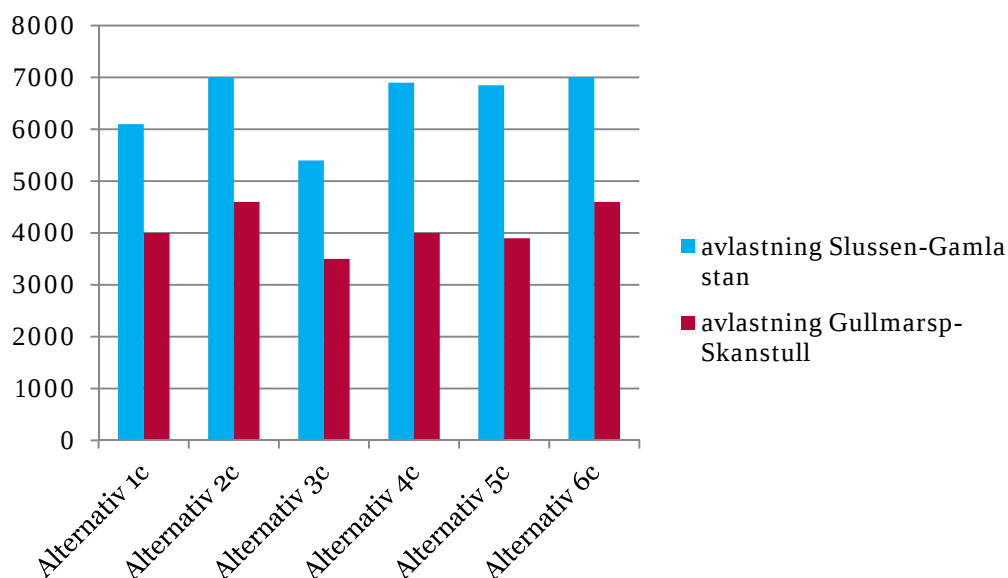
Som en utblick mot år 2050 har trafikanalyser av samtliga huvudsträckningar till Nacka i kombination med en avgrening till Hagsätragrenen genomförts. Till grund för dessa analyser ligger en markanvändning som ska spegla ett 2050-scenario där ytterligare exploateringar, i framförallt Stockholm söderort, antas vara genomförda.

I diagrammen redovisas avgreningen för respektive alternativ på sträckningar till Nacka med ett ”c” som tillägg.



Restidsvinst i form av kortare upplevd restid. Antal timmar under morgonens maxtimme en vardag 2050.

Avgreningsalternativ 2, 5 och 6 ger högst och likvärdiga restidsvinster på länsnivå, ca 2200 timmar. Alternativ 3 ger den lägsta, cirka 1700 timmar.



Avlastande effekt för en avgrening till Hagsätragrenen. Antal färre resenärer på Grön och Röd linje under morgonens maxtimme en vardag 2050.

Utan varken förlängning av Blå linje till Nacka eller avgrening till Hagsätragrenen reser cirka 27500 resenärer med Röd och Grön linje mellan Slussen och Gamla stan under morgonens maxtimme. Samtliga avgreningar avlastar Röd och Grön tunnelbanelinje över Saltsjö-Mälarsnittet i nordlig riktning. Den avlastande effekten är relativt likvärdig för Alternativ 2, 4, 5 och 6 cirka 7000 färre resenärer. För Alternativ 1 och 3 är effekten något mindre, 5500-6000 färre resenärer.

Utan en avgrening av Blå linje till Hagsätragrenen reser cirka 13700 resenärer med Grön linje från Gullmarsplan till Skanstull. De olika avgreningarna har relativt likvärdig avlastande effekt på Grön tunnelbanelinje mellan Gullmarsplan och Skanstull, ca 4000-4500 färre resenärer. Alternativ 3 är något sämre än de övriga.

5.8 Kostnadskalkyl

De beräknade investeringskostnaderna är ett av flera viktiga beslutsunderlag inför val av sträckningsalternativ. Kostnaderna måste dock alltid ställas mot nyttorna av investeringen inför beslut. I det här planeringskedet finns analyser som på olika sätt beskriver nyttorna, exempelvis restidsvinster. Men ännu har

inte en samhällsekonomisk kalkyl tagits fram. En sådan kommer att presenteras senare i förstudieprojektet.

De projektspecifika krav som ligger till grund för projekteringen av de olika alternativen och därmed kostnaderna är framtagna ur ett kostnadseffektivt perspektiv. Därmed beaktas även livslängdsperspektivet. En renodlad LCC-analys har dock inte gjorts inom ramen för denna kostnadskalkyl som är en renodlad investeringskalkyl.

Utredningsarbetet för en avgrening till Grön linje är i skedet idéstudie och kalkylerna är därför osäkrare än kalkylerna för Tunnelbana till Nacka.

5.8.1 Genomförande av kalkyler

Övergripande ingår följande kostnadsposter i kalkylerna:

- Spåranläggning och stationer (bergarbeten, spår, el, signal, tele, installationer, byggnadsarbeten). Här ingår även anslutningar (rulltrappor hissar etc.) till den befintliga stationen Gullmarsplan.
- Fordon och depå

Metodiken vid framtagandet av investeringskostnaderna har varit så kallad successiv kalkylering. Det innebär att osäkerheter för olika kalkylposter och omvärldsfaktorer analyseras av en expertgrupp vid ett eller flera kalkylseminarium. Osäkerheterna för samtliga kalkylposter kombineras sedan och sannolikhetskalkyler görs för olika kostnadsutfall.

De värden som redovisas i de följande tabellerna är dels det viktade medelvärde för kostnaden, dels ett kostnadsintervall. I det viktade medelvärdet är en mängd osäkerheter beaktade. Osäkerheterna kan delas upp i två kategorier. Dels handlar det om osäkerheter som är direkt relaterade till utbyggnadsprojektet såsom mängder, utformning, bergförhållanden, produktionsmetoder etc. Dels handlar det om generella ekonomiska osäkerheter såsom konkurrensen på entreprenadmarkanden och entreprenörernas förmåga vid tidpunkten för utbyggnaden.

Osäkerhetsintervallet som är redovisat speglar osäkerheterna som är direkt relaterade till projektet. Om de generella ekonomiska osäkerheterna skulle behandlas även här skulle intervallet bli större. Det högre värdet i intervallet (den så kallade 85-procentsnivån) innebär att sannolikheten för att utfallet ska ligga under värdet är 85 procent. Det lägre värdet i intervallet (den så kallade 15-procentsnivån) innebär att sannolikheten för att kostnaden är högre än värdet är 85 procent.

5.8.2 Alternativ för fordon och depå

För en avgrening till Grön linje finns det i nuläget en osäkerhet i både trafikering och hur depåförsörjningen ska lösas. En beskrivning av alternativen för depåutbyggnad finns i kapitel 7. I korthet studeras följande depåalternativ:

- Depå-alternativ A: Högdalsdepån byggs om till Blå depå, ny Grön depå behöver byggas längs något av de återstående gröna benen.
- Depå-alternativ B: Ny Blå depå byggs längs Hagsätralinjen, Högdalsdepån förblir Grön och ett nytt spår mellan Farstagrenen och Högdalsdepån behöver utredas.
- Depå-alternativ C: Ny depå i Nacka/Barkarby byggs för den totala utökningen för projekten Tunnelbana till Nacka, Avgrening till Grön linje och Tunnelbana till Barkarby. Högdalsdepån förblir grön och ett nytt spår mellan Fastagrenen och Högdalsdepån behöver utreds.

I de följande kalkylerna har depå-alternativ B antagits. I kalkylerna ingår en investering i 18 nya fullängdståg utöver de tåg som behövs för utbyggnad av Tunnelbana till Nacka.

5.8.3 Kalkylresultat

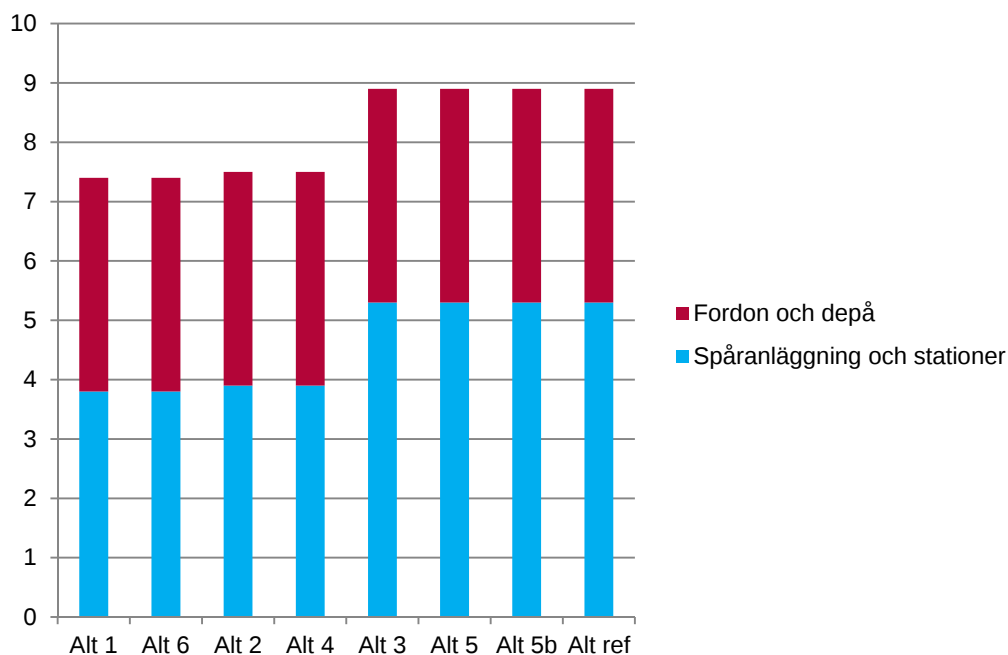
Kalkyler av investeringskostnader har genomförts för samtliga alternativ för avgreningen inklusive en avgrening från det alternativ för Tunnelbana till Nacka som har benämnts Referensalternativ.

Investeringskostnaderna för de alternativa sträckningarna med antagande om depå-alternativ B framgår av följande tabell.

	Spåranläggning och stationer		Fordon och depå		Totalt	
	kostnad mdr kr	Intervall mdr kr	kostnad mdr kr	Intervall mdr kr	kostnad mdr kr	Intervall mdr kr
Alt 1	3,8	3,3-4,2	3,6	3,2 - 5,8	7,4	6,5-10,0
Alt 2	3,9	3,4-4,3	3,6	3,2 - 5,8	7,5	6,6-10,1
Alt 3	5,3	4,8-5,9	3,6	3,2 - 5,8	8,9	8,0-11,7
Alt 4	3,9	3,4-4,3	3,6	3,2 - 5,8	7,5	6,6-10,1
Alt 5	5,3	4,7-5,8	3,6	3,2 - 5,8	8,9	7,9-11,6
Alt 5b	5,3	4,7-5,8	3,6	3,2 - 5,8	8,9	7,9-11,6
Alt 6	3,8	3,3-4,2	3,6	3,2 - 5,8	7,4	6,5-10,0
Alt ref	5,3	4,7-5,8	3,6	3,2 - 5,8	8,9	7,9-11,6

Tabell: Investeringskostnad med antagande om depå-alternativ B

En sammanställning av kostnaderna visas också i det följande diagrammet. Alternativen är sorterade i stigande kostnad.

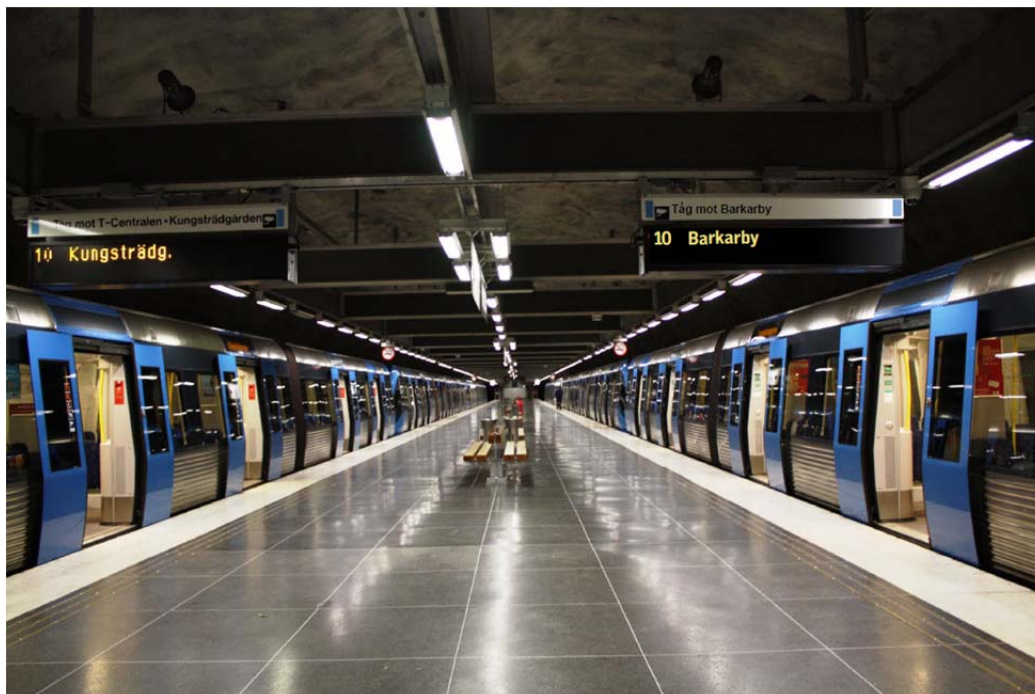


Sammanställning av investeringskostnader för avgrening till Grön linje söderut, miljarder kronor.

De sträckningsalternativ som innebär avgreningar från de västligare sträckningarna för Tunnelbana till Nacka har lägst investeringskostnad (Alt 1, 6, 2 och 4). Avgrening från de östligare sträckningarna av Tunnelbana till Nacka är dyrare (Alt 3, 5, 5b och Referensalternativet).

Kostnaden för fordon och depå står för en hög andel av den totala investeringskostnaden – för de västligare alternativen nästan 50 procent. Anledningen är att utbyggnadssträckan är relativt kort, medan den antagna ökningen av trafikeringen är omfattande. För att åstadkomma trafikeringsoökningen behövs investering i 18 fullängdståg och depåplatser för dessa.

6 Förlängning av Blå linje till Barkarby



Fotomontage

6.1 Bakgrund

År 2004-2005 genomförde SL en trafikanalys för Barkarbyfältets utbyggnad. Analysen baserades på RUFs 2001 och innehöll en jämförelse mellan spårväg och tunnelbana. Inför RUFs 2010 har Landstinget, TMR, genomfört känslighetsanalyser för jämförelse mellan spårväg och tunnelbanetrafik, dessa redovisar dock inte Barkarby separat. Järfälla kommuns fördjupade översiktsplan 2006 redovisar ett byggande anpassat till spårväg genom området men utesluter inte en tunnelbana. Barkarby station är tänkt att flyttas ca 400 m norrut från nuvarande läge med eventuell möjlighet att byggas ut som regionalstågstation.

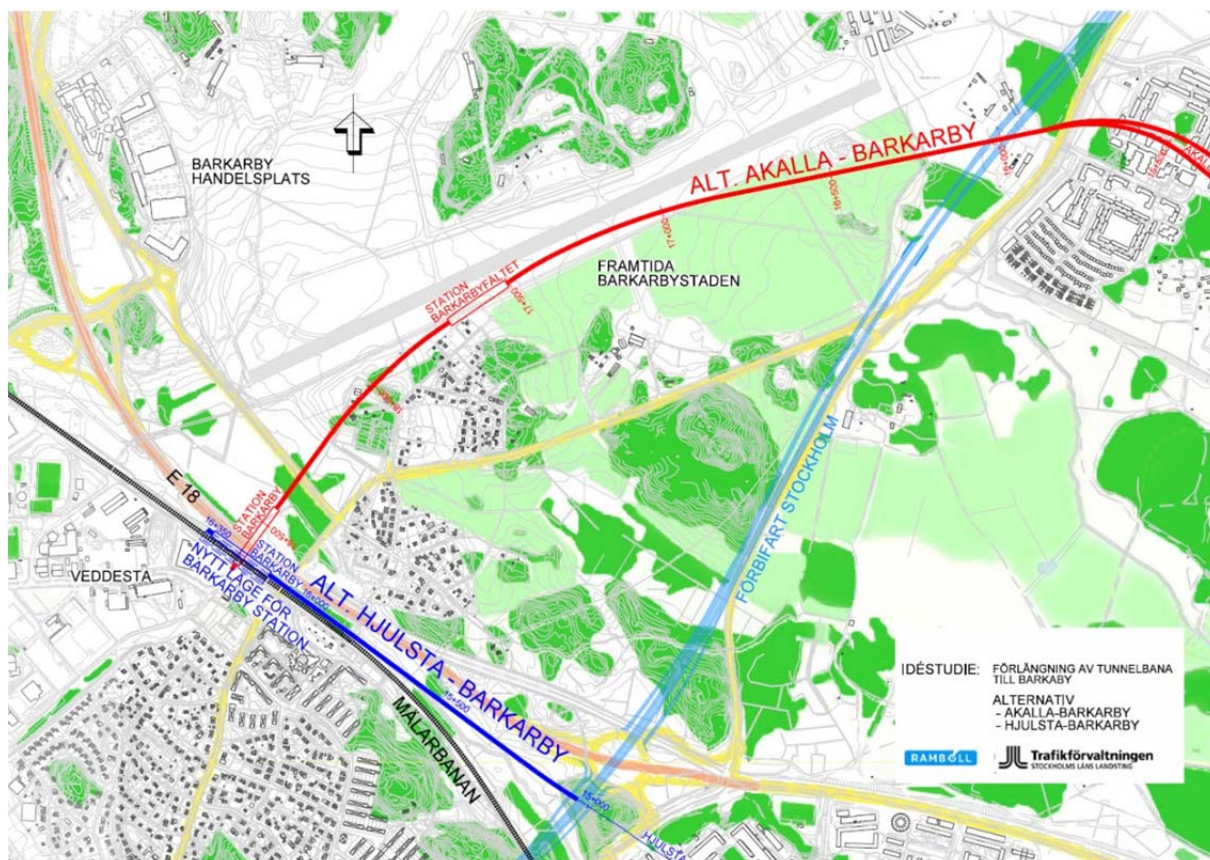
TVå alternativ av förlängning av tunnelbanan är möjliga, dels från Akalla, dels från Hjulsta. Gjorda analyser pekar på att en koppling mellan Barkarby station och de stora arbetsområdena i Akalla och Kista ger en intressant länk mot Mälarbanan/pendeltåg med resandeunderlag från Västerås, Enköping, Bro och Bålsta förutsatt att Barkarby station uppgraderas till regionalstågsstation. Det är därmed intressantare med en förlängning av tunnelbanan från Akalla än från Hjulsta som redan har kontakt med Mälarbanan/pendeltåg vid Sundbyberg.

6.2 Förutsättningar

Tunnelbanans Blå linje sträcker sig från Kungsträdgården och delar sig i Västra Skogen till två grenar mot Akalla och Hjulsta. Mellan Hallonbergen och Rinkeby finns ett trafikspår som idag inte trafikeras av någon linje utan används för trafik till och från depån som ligger på sträckan.

Förlängningen av tunnelbanan till Barkarby syftar till att knyta ihop tunnelbanan med pendeltågsstationen och den framtida regionalstågstationen Stockholm Väst (Barkarby) på Mälarbanan. Förlängningen kommer att generera nytt resande från Barkarby Station mot Kista/Akallaområdet. Hur stor denna ökning kan komma att bli beror på möjligheterna till ett enkelt och snabbt byte samt en snabb transport till området. Förlängning av både Hjulsta- och Akallagrenen utreds.

Inventering av befintliga undermarksanläggningar har utförts i läge för planerade utbyggnadsalternativ för tunnelbana till Barkarby station. Inventering har utförts på Stockholms stads arkiv och hos Stockholm Vatten AB. Dessutom har kontakt tagits med Fortum och Fortifikationsverket för att minimera närhet och intrång i befintliga undermarksanläggningar. Samtliga undermarksanläggningar förutom tunnelbanan är belagda med sekretess och beskrivs därför endast översiktligt i detta dokument. Nedan, under respektive alternativ, beskrivs hur de befintliga undermarksanläggningarna påverkar redovisade sträckningar.



Båda alternativen, Akalla i rött och Hjulsta i blått

6.3 Linjesträckning Akalla – Barkarby

Planer och profiler redovisas i bilaga 3.

6.3.1 Markförhållanden

Bortom Akalla station finns bergtäckning för att fortsätta i tunnel förutsatt att man väljer att gå under Förbifart Stockholm.

6.3.2 Förbifart Stockholm

Förbifarten passerar ca 650 m väster om och ca 15 m under Akalla.

6.3.3 Inventering av undermarknanläggningar i området

Detta utbyggnadsalternativ påverkas av flera undermarksanläggningar.

Vid Akalla station finns både befintliga tunnlar som tillhör SL (tunnelbanan) och en ledningstunnel. Eftersom de befintliga tunnelbanetunnlarna viker av mot norr medan det projekterade alternativet viker av mot väst efter Akalla station innebär det att nya och gamla spårtunnlar kommer i närheten av varandra. Dessutom finns det en befintlig arbetstunnel i nordväst om Akalla station som kan påverka utförandet av de nya tunnlar. Den befintliga ledningstunneln passerar under tunnelbanan ca 100 m väster om Akalla station. Denna tunnels läge i höjd är osäkert och därför kan projekterad profiljustering innebära att bergtäckningen mellan tunnlar blir mycket begränsad.

Ca 650 m väster om Akalla station passerar den nya sträckningen under en infart till en befintlig ledningstunnel. Denna passage är inget problem med nuvarande sträckning, men vid en eventuell flytt söderut måste man beakta infartstunnelns läge.

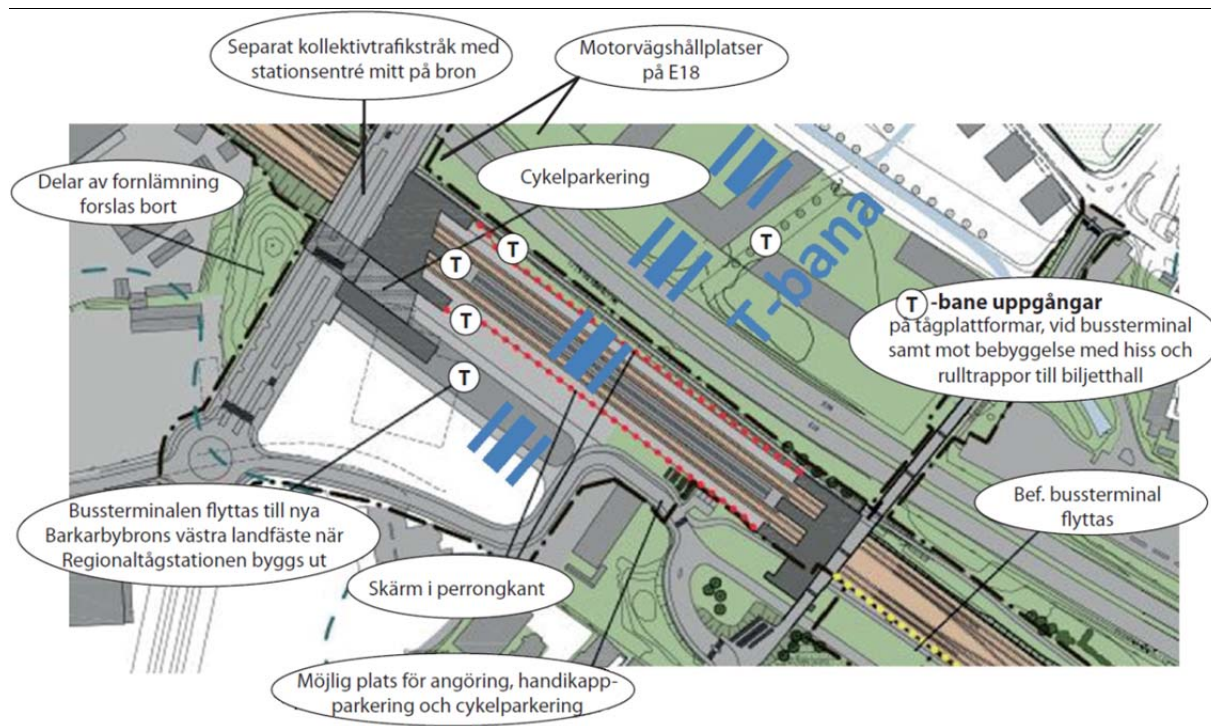
Inom området för Barkarby flygfält finns det befintliga undermarksanläggningar. För att en ny tunnelbanetunnel ska hålla ett betryggande avstånd till dessa bergrum ska tunnelns nordligaste del ligga minst 10 m söder om landningsbanans södra kant.

6.3.4 Utförande i plan



Planöversikt Akalla – Barkarby

Från station Akalla viker banan av mot sydväst i en snäv kurva i två bergtunnlar och går sedan över Barkarbyfältet där en ny station placeras. Stationen i Barkarby placeras i rät vinkel under Stockholm Väst/Barkarby station.

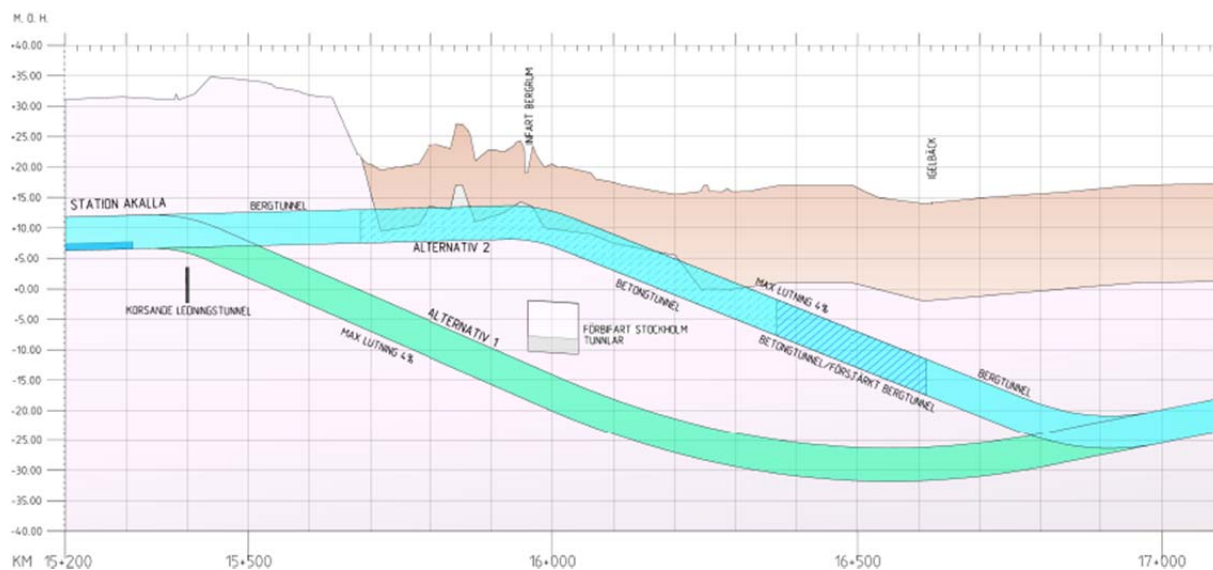


Förslag till utformning av en framtida Barkarby station

6.3.5 Utförande i profil

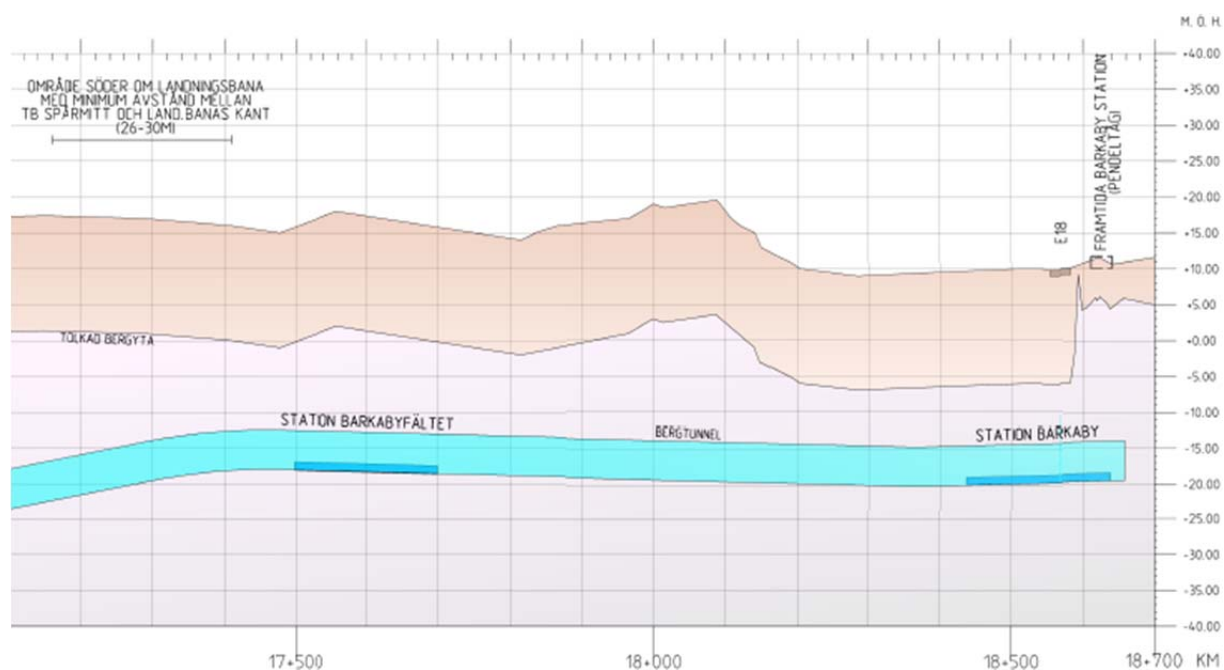
Det finns två alternativ för profilen beroende på om man ska gå över eller under Förbifart Stockholm.

- Under Förbifarten i bergtunnel (Alternativ 1). För att gå under förbifarten behöver man gå med maxlutning för att hinna ner under förbifarten för att sedan stiga mot den nya stationen Barkarbyfältet som kommer att ligga ca 35 m under marknivån.
- Över Förbifarten i betongtunnel (Alternativ 2). Ca 350 m efter Akalla station byggs, i brist på bergtäckning, en 700-900 m lång betongtunnel över Förbifarten som sjunker ner mot den nya stationen Barkarbyfältet som kommer att ligga ca 35 m under marknivån.



Profil Akalla – Barkarbyfältet

Sträckan Barkarbyfältet-Barkarby lutar svagt mot Barkarby som kommer att ligga ca 30 m under marknivån och Stockholm Väst/Barkarby station.



Profil Barkarbyfältet - Barkarby

6.4 Linjesträckning Hjulsta – Barkarby

Planer och profiler redovisas i bilaga 3.

6.4.1 Markförhållanden

Bortom Hjulsta station finns inte bergtäckning för att fortsätta i tunnel. När bergtäckning kan nås är osäkert då det bara finns inmätt berg från Mälarbanan ca 500 m norr om tunnelpåslaget.

6.4.2 Förbifart Stockholm

I höjd med uppställningsspåren bakom Hjulsta station korsas banan av Förbifart Stockholm. Förbifarten passerar över spåren men i brist på bergtäckning anlägger förbifartprojektet en betongkonstruktion över tunnelbanans uppställningsspår.

6.4.3 Inventering av undermarkanläggningar i området

En befintlig dagvattentunnel korsar befintlig tunnelbana ca 250 m norr om Hjulsta station – ca 50 m innan korsningspunkt med Förbifart Stockholm (strax norr om Bergslagsvägen). Tunnelbanan passerar precis över dagvattentunneln, endast ett betongbjälklag skiljer dem åt. Detta innebär att en profiljustering nedåt inte är möjlig om dagvattentunneln ska användas i framtiden.

Det finns ytterligare en befintlig tunnel i området för Hjulsta tunnelbanestation men den påverkas inte av en utbyggnad av tunnelbanan.

6.4.4 Utförande i plan

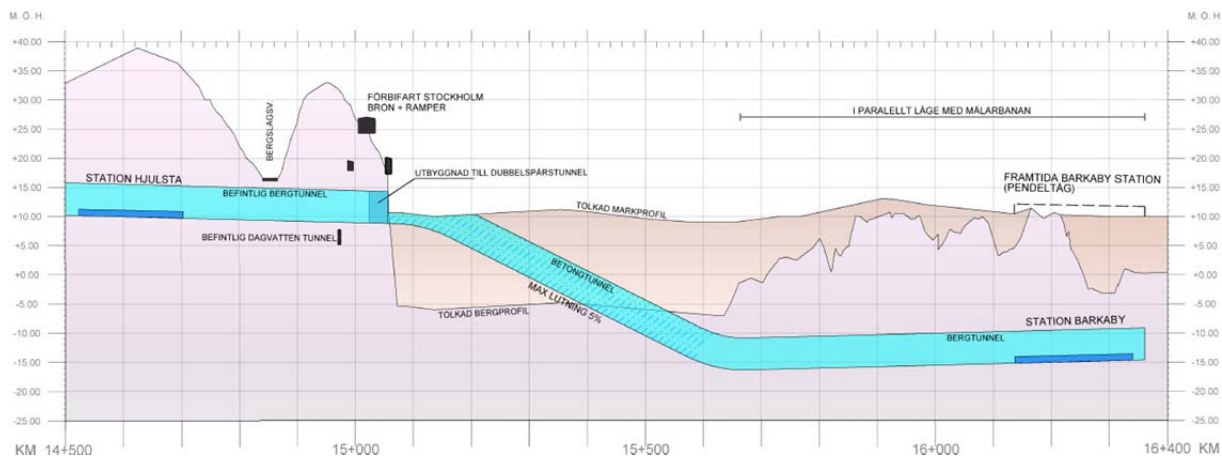


Planöversikt Hjulsta - Barkarby

Bakom Hjulsta station finns tre uppställningsspår Spår N (ca 290 m), Spår M (ca 275 m) och Spår S (ca 275 m). 20 m bortom Spår Ns spårslut finns en dörr/port ut ur berget där man tidigare tagit in arbetståg. För att ta ut spåren den vägen behöver tunneln breddas till dubbelspårsbredd sista biten. Spåren går sedan parallellt med järnvägen och stationen hamnar parallellt nordöst om den nya järnvägsstationen Stockholm Väst/Barkarby.

6.4.5 Utförande i profil

Efter Hjulsta station saknas bergteckning och spåren kommer att hamna ovan mark för att så snart som möjligt sjunka med maxlutning i en 300-500 m betongtunnel tills bergtäckning nås. Väl i berget går spåren i en svag lutning uppåt mot Barkarby station som kommer att ligga ca 25 m under marknivån och den nya järnvägsstationen Stockholm Väst/Barkarby.



Profil Hjulsta -Barkarby

6.5 Funktion i trafiksystemet

6.5.1 Förlängning från Akalla

En förlängning av Akallabanan till Barkarby station, ger en mycket bra koppling till flera stora arbetsplatsområden utefter sträckningen. I första hand Kista och Akalla men även Hallonbergen, Näckrosen och Solna Centrum får en bra koppling till Barkarby station och till samtliga orter utefter Mälarbanan, något som saknas idag. Denna resa måste idag spårmässigt ske via Sundbybergs station med byte till tunnelbanans Hjulstalinje, vidare till Västra Skogen för byte till tunnelbanans Akallagren och därefter en återresa norrut i fel riktning.

Bytespunkten mellan tunnelbanestation Barkarby och Stockholm Väst (Barkarby station) kan göras smidigt så att man kan ta sig från plattform till plattform. En uppgång från tunnelbanan till nya exploateringsområdet Veddesta kan ordnas.

En tunnelbanestation på Barkarbyfältet innebär att tätheten i den av Järfälla kommun planerade bebyggelsen bör öka där är ytmässigt möjligt, för att det ska bli intressant med en tunnelbanestation på sträckan. Trafikförsörjning av övriga delar av Barkarbystaden förutsätts ske med en genomgående busslinje med anslutning till en tunnelbanestation ute på fältet samt en vid Barkarby Station. Detta ger då med acceptabla gångavstånd till all ny bebyggelse på fältet.

6.5.2 Förlängning från Hjulsta

En förlängning av Hjulstabanan ger inte samma regionala effekt som en förlängning från Akalla ger. De stora arbetsplatsområdena i Sundbyberg nås redan idag med pendel och regionaltåg.

En utbyggnad av tunnelbanan från Hjulsta mot Barkarby station kan även av byggtkniska skäl vara komplicerad med tanke på att sträckningen löper parallellt intill såväl Mälarbanan som E18. Likaså kan stationsläget kompliceras av svårigheten att på ett tryggt och attraktivt sätt nå bägge sidorna av den barriär som Mälarbanan och E18 skapar i området från tunnelbanans biljetthall.

Bytespunkten mellan tunnelbanestation Barkarby och Stockholm Väst (Barkarby station) kan göras smidigt så att man kan ta sig från plattform till plattform.

Barkarby handelsplats ligger i sträckningens förlängning och skulle kunna vara en möjlig framtida förlängning.

Busstrafik genom området kan ske på motsvarande sätt som vid en förlängning från Akalla mot Barkarby station. Dock kommer en regionaltågsanslutning i Barkarby att alstra en hel del busstrafik mot Kista/Akallaområdet intill och genom Barkarbystaden. Det är då viktigt att vägnätet ger möjlighet till detta och att busstrafiken inte begränsas hastighetsmässigt.

Sträckningen löser inte heller något av Barkarbyfältets trafikuppgifter annat än i direkt närhet till Barkarby station. Vidare innebär sträckningen en viss "parallell" spårtrafik mellan tunnelbana och pendeltåg. Detta innebär att spårsystemen kommer att konkurrera med varandra in mot Sundbyberg, vilket också begränsar nyttan av investeringen. Sträckningen är möjlig att förlänga mot Barkarby handelsplats med ytterligare ett stopp, vilket är en fördel med alternativet.

6.6 Resande och resenärsnyttor

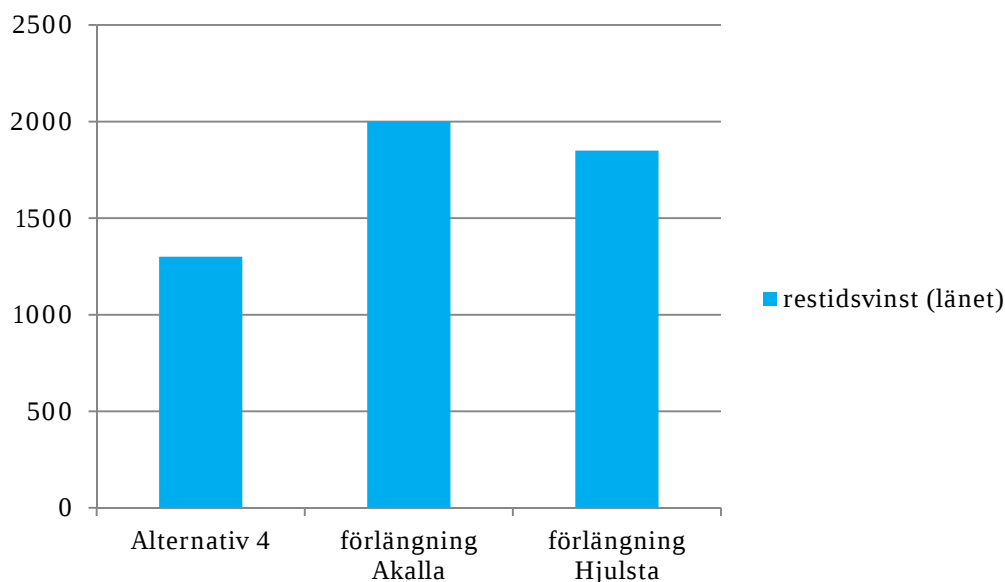
Till grund för de trafikanalyser som genomförts ligger en markanvändning som baseras på RUFS 2010 som kompletterats med ytterligare bostäder enligt Järfälla kommuns exploateringsplaner av bland annat nya Barkarbystaden. Den antagna markanvändningen innebär bostäder för cirka 20 000 personer jämfört med idag i tunnelbanans influensområde. Av dessa antas cirka 12 000 personer bo i Barkarbystaden och cirka 4 600 i Veddesta.

Enligt önskemål från förhandlingspersonerna kommer kompletterande analyser att genomföras. Det handlar om både om analyser av alternativa

markanvändningar med tätare bebyggelse och om alternativa stationslägen i Barkarbystaden.

För Alternativ 4 i analysen av förlängning av Blå linje till Nacka har två förlängningar av Blå tunnelbanelinje till Barkarby station analyserats, från Akalla respektive Hjulsta. Förlängning från Akalla får en mellanliggande station i den nya stadsdelen vid Barkarby flygfält. Förlängningen från Hjulsta får endast en ny station.

Resandet med de två förlängningarna är näst intill likvärdigt. Till Barkarby reser drygt 400 personer och i motsatt riktning reser cirka 1700 personer.



Restidsvinst i form av kortare upplevd restid under maxtimmen en vardag 2030

Restidsvinsterna för förlängningarna har här jämförts med Alternativ 4 som innebär en förlängning av Blå linje till Nacka. Restidsvinsten för Alternativ 4 är 1300 timmar och en förlängning från Akalla ger ytterligare 700 timmar medan en förlängning från Hjulsta ger ytterligare 550 timmar.

6.7 Kostnadskalkyl

De beräknade investeringskostnaderna är ett av flera viktiga beslutsunderlag inför val av sträckningsalternativ. Kostnaderna måste dock alltid ställas mot

nyttorna av investeringen inför beslut. I det här planeringskedet finns analyser som på olika sätt beskriver nyttorna, exempelvis restidsvinster. Men ännu har inte en samhällsekonomisk kalkyl tagits fram. En sådan kommer att presenteras senare i förstudieprojektet.

De projektspecifika krav som ligger till grund för projekteringen av de olika alternativen och därmed kostnaderna är framtagna ur ett kostnadseffektivt perspektiv. Därmed beaktas även livslängdsperspektivet. En renodlad LCC-analys har dock inte gjorts inom ramen för denna kostnadskalkyl som är en renodlad investeringskalkyl.

Utredningsarbetet för en förlängning av Blå linje till Barkarby är i skedet idéstudie och kalkylerna är därför osäkrare än kalkylerna för Tunnelbana till Nacka.

6.7.1 Genomförande av kalkyler

Övergripande ingår följande kostnadsposter i kalkylerna:

- Spåranläggning och stationer (bergarbeten, spår, el, signal, tele, installationer, byggnadsarbeten).
- Fordon och depå.

Metodiken vid framtagandet av investeringskostnaderna har varit så kallad successiv kalkylering. Det innebär att osäkerheter för olika kalkylposter och omvärldsfaktorer analyseras av en expertgrupp vid kalkylseminarium. Osäkerheterna för samtliga kalkylposter kombineras sedan och sannolikhetskalkyler görs för olika kostnadsutfall.

De värden som redovisas i de följande tabellerna är dels det viktade medelvärde för kostnaden, dels ett kostnadsintervall. I det viktade medelvärdet är en mängd osäkerheter beaktade. Osäkerheterna kan delas upp i två kategorier. Dels handlar det om osäkerheter som är direkt relaterade till utbyggnadsprojektet såsom mängder, utformning, bergförhållanden, produktionsmetoder etc. Dels handlar det om generella ekonomiska osäkerheter såsom konkurrensen på entreprenadmarknaden och entreprenörernas förmåga vid tidpunkten för utbyggnaden.

Osäkerhetsintervallet som är redovisat speglar osäkerheterna som är direkt relaterade till projektet. Om de generella ekonomiska osäkerheterna skulle behandlas även här skulle intervallet bli större. Det högre värdet i intervallet (den så kallade 85-procentsnivån) innebär att sannolikheten för att utfallet ska ligga under värdet är 85 procent. Det lägre värdet i intervallet (den så kallade

15-procentsnivån) innebär att sannolikheten att kostnaden är högre än värdet är 85 procent.

6.7.2 Alternativ för fordon och depå

Vid en utbyggnad till Barkarby kring år 2030 behövs investering i 4 fullängdståg för såväl utbyggand till Akalla som till Hjulsta. Då är det antaget att turtätheten i samband med utbygganden till Nacka har ökat från dagens 6-minuterstrafik på respektive gren till 5-minuterstrafik.

Om man bygger ut Blå linje till Barkarby kring år 2020 så ger det följande valmöjligheter:

- Behålla 6-minuterstrafik, då behövs maximalt ytterligare 2 fullängdståg för Alternativ Hjulsta-Barkarby och 3 fullängdståg för Alternativ Akalla-Barkarby.
- Öka hela blå linjes trafik till 5-minuters trafik, då behövs maximalt ytterligare 9 fullängdståg varav ett i underhållsreserv.

Vid en utbyggnad kring 2020 av tunnelbana till Barkarby kan antas att det räcker med 6-minuterstrafik. Då krävs alltså endast investering 2 nya fullängdståg för alternativ Hjulsta-Barkarby och 3 nya fullängdståg för alternativ Akalla-Barkarby.

Vid en utbyggnad kring 2020 kan även antas att de C20-tåg som byts ut mot nya C30 i samband med det pågående införandet av nytt signalsystem på Röd linje används för att täcka det nya trafikeringsbehovet till Barkarby. Då blir det ingen kostnad för nya fordon.

För trafikeringen till Barkarby räcker den nuvarande verkstadskapaciteten i Rissnedepån till. Uppställningen av fordonen kan ske på befintliga uppställningsspår efter Hjulsta station. Detta innebär att det inte behövs någon investering i depå.

I de följande kalkylresultaten redovisas kostnaderna såväl med fordonsinvestering som utan. Det antas inte behövas någon investering i depå i något av fallen.

6.7.3 Kalkylresultat

I följande tabell framgår investeringskostnaderna för de alternativa sträckningarna med antagandet att det behövs investering i fordon. Detta är

scenariot när C20 uppnått sin tekniska och ekonomiska livslängd, dvs kring 2030.

Tabell: Investeringskostnad vid genomförande kring 2030

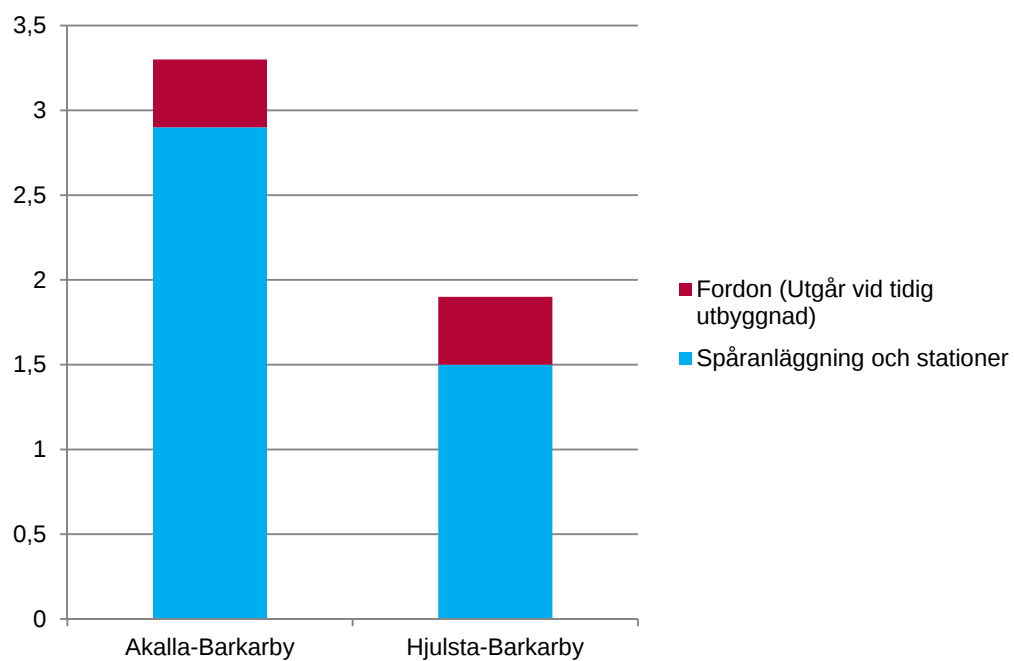
	Spåranläggning och stationer		Fordon		Totalt	
	kostnad mdr kr	Intervall mdr kr	kostnad mdr kr	Intervall mdr kr	kostnad mdr kr	Intervall mdr kr
Akalla-Barkarby	2,9	2,5-3,4	0,4	0,3 - 0,6	3,3	2,8-4,0
Hjulsta-Barkarby	1,5	1,3-2,0	0,4	0,3 - 0,6	1,9	1,6-2,6

I följande tabell framgår investeringskostnaderna för de alternativa sträckningarna med antagandet att det inte behövs någon investering i fordon. Fordon som byts ut vid uppgraderingen av Röd linje används för att tillgodose den ökade trafikeringen.

Tabell: Investeringskostnad vid ett genomförande kring 2020

	Spåranläggning och stationer		Fordon		Totalt	
	kostnad mdr kr	Intervall mdr kr	kostnad mdr kr	Intervall mdr kr	kostnad mdr kr	Intervall mdr kr
Akalla-Barkarby	2,9	2,5-3,4	0	0	2,9	2,5-3,4
Hjulsta-Barkarby	1,5	1,3-2,0	0	0	1,5	1,3-2,0

Investeringskostnaderna presenteras även i diagrammet nedan.



Sammanställning av investeringskostnader för förlängning till Barkarby, miljarder kronor.

7 Fordon och depå för Blå linje med avgrening

7.1 Sammanfattning

För en utbyggnad av Blå linje till Nacka Forum samt till Barkarby behövs 5-minuters trafik. För en hopkoppling till Grön linje Hagsätragrenen behövs 4-minuterstrafik på hela Blå linjen.

Förlängning av Blå linje mellan Kungsträdgården och Nacka Forum innebär ett ökat tågbehov med 15 tåg så att det totala antalet tåg på Blå linje blir 35 fullängdståg. En utbyggnad till Barkarby medför en ytterligare ökning på 4 fullängdståg. Vid en hopkoppling till Grön linje behövs ytterligare 18 tåg så att det blir ett totalt behov på 53 fullängdståg.

En depå är den plats där tågen kan ställas upp, städas och underhållas. Depån är en viktig funktion i trafiksystemet och behövs för att trafik ska kunna bedrivas.

Oavsett vilket utredningsalternativ (UA) som förordas så behöver Rissnedepån byggas om för att anpassas till nya fordon. Följande utredningsalternativ redovisas i rapporten:

UA1 Ombyggnad Rissnedepån + Utbyggnad Rissnedepån + Uppställning Nacka

UA2 Ombyggnad Rissnedepån + Ny depå i Nacka

UA3 Ombyggnad Rissnedepån + Ny depå i Barkarby

UA4 Depå vid hopkoppling till Grön linje

UA5 – Förlängning till Barkarby

Depå för utbyggnad av Blå linje måste vara klar då fordonen ska börja levereras. År 2019 alternativt 2017 måste projektet starta för att säkerställa depålösning för Blå linje. Rissnedepån måste byggas om och det bör senast påbörjas 2015.

7.2 Trafikering och tågbehov

För en utbyggnad av Blå linje till Nacka Forum samt till Barkarby behövs 5-minuters trafik. För en hopkoppling till Grön linje Hagsätragrenen behövs 4-minuterstrafik på hela Blå linjen. 4-minuterstrafik mellan Nacka Forum och Barkarby medför en ökning av antal tåg.

Det har, för rapporten, antagits att C40-fordonen som ska trafikera Blå linje i framtiden är förarlösa och körs med automatisk drift vilket reducerar vändtiden och behov av antal tåg. Följande indata har antagits:

- Minst 2 minuters vändtid (automatdrift), men aldrig mindre än 3 minuter i någon av ändarna (återställningsförmåga)
- 10 % underhållsreserv i rusningstrafik
- 2-3 tåg i trafikreserv

För sträckorna Barkarby-Hjulsta, Barkarby-Akalla och Kungsträdgården-Gullmarsplan är körtiderna grovt uppskattade. För sträckan Kungsträdgården-Nacka Forum är körtiden baserad på sträckningsalternativ 2, dvs. 11 minuter.

7.2.1 Akalla/Hjulsta-Kungsträdgården-Nacka Forum

Det behövs ytterligare 15 tåg på Blå linje då den förlängs till Nacka. Totalt antal tåg på Blå linje blir då 35 tåg.

Trafikbehov (5-minuters trafik)	Antal tåg
Akalla-Nacka Forum	15 tåg
Hjulsta- Nacka Forum	15 tåg
Antal tåg i trafik	30 tåg
10 % underhållsreserv	3 tåg
Trafikreserv	2 tåg
Totalt antal tåg	35 tåg

7.2.2 Förlängning till Barkarby

Det behövs ytterligare 4 tåg på Blå linje då den förlängs till Barkarby. Totalt antal tåg på Blå linje blir då 39 tåg efter förlängning till Nacka och förlängning till Barkarby.

Trafikbehov (5-minuters trafik)	Antal tåg
Barkarby-Akalla/Barkarby-Hjulsta	4 tåg
Akalla-Nacka Forum	15 tåg
Hjulsta- Nacka Forum	15 tåg
Antal tåg i trafik	34 tåg
10 % underhållsreserv	3 tåg
Trafikreserv	2 tåg
Totalt antal tåg	39 tåg

7.2.3 Hopkoppling Grön linje

Det behövs ytterligare 18 tåg på Blå linje då den avgrenas söderut till Hagsätra via Gullmarsplan. Totalt antal tåg på Blå linje blir då 53 tåg.

Trafikbehov (4-minuters trafik)	Antal tåg
Barkarby-Akalla-Hagsätra	25 tåg
Barkarby -Hjulsta-Nacka Forum	20 tåg
Antal tåg i trafik	45 tåg
10 % underhållsreserv	5 tåg
Trafikreserv	3 tåg
Totalt antal tåg	53 tåg

7.3 Fordon

Idag trafikerar 19 fullängdståg den Blå linjen. I underhållsreserv finns ytterligare ca 7 tåg. Flottan består av både gamla CX-tåg samt 10 C20-tåg. För C20 har man förutsatt att den har en total livslängd på 30 år, det innebär att de bör skrotas år 2027-2034.

Förlängning av Blå linje mellan Kungsträdgården och Nacka Forum innebär ett ökat tågbehov så att det totala antalet tåg på Blå linje blir 35 fullängdståg. En utbyggnad till Barkarby medför en ytterligare ökning på 4 fullängdståg. Vid en hopkoppling till Grön linje uppstår ett totalt behov på 53 fullängdståg.

Då tunnelbana till Nacka öppnar bör alla tåg för den planerade trafiken finnas på plats. Det rekommenderas att nya tåg köps in för att få en enhetlig flotta på Blå linje där alla tåg är anpassade till nytt signalsystem och infrastruktur. Den nya generationen tåg benämns härmed C40. En rimlig leveranstakt är ca 11 tåg per år vilket betyder att levereransen bör påbörjas minst 3-5 år tidigare än ombyggnaden av Blå linje öppnas. Under denna tid valideras tågen samt att servicepersonal får möjlighet att lära sig att underhålla tågen.

Blå linje är byggd för att kunna trafikeras av 180 m långa tåg, plattformslängder medger detta. Uppställningstunnlarna i Rissnedepån medger dock inte det. Trafikanalyser pekar på att behovet av 180 m långa tåg inte finns förrän ganska långt fram i tiden (efter år 2050). Därför har delprojektet antagit 140 m långa tåg i kalkyler och huvudalternativ men i utformning inte omöjliggjort anpassning till 180 m långa tåg.

Vagnslängder för C40 som utreds är:

Antal vagnar x längd	Total längd	Detaljer
2 x 70 m	140 m	som C30
3 x 47 m	140 m	som C20
3 x 60 m	180 m / 120 m	alt 2/3-dels tåg á 120 m
2 x 90 m	180 m	

Idag sker vid behov ett utbyte av fordon mellan linjerna och detta skulle alltså inte kunna ske i framtiden om man väljer 180 m långa tåg pga. plattformslängder. Framtida signalsystem för automatisk spårdrift kräver dessutom skyddsåtgärder såsom plattformsdörrar, spårbeträdande larm etc. vilket också kan försvåra byte av fordon mellan linjerna.

Man bör därför välja en fordonsstrategi, antingen helt separata linjer med specifika system och fordon eller enhetliga linjer med en enhetlig fordonsflotta. Vid separata linjer behövs exempelvis en hjulsvarv på varje linje. Röda linjen kommer att få ett eget signalsystem men C30:s tåglängd på 140 m medger att fordonen kan köras på alla linjer. Eftersom det för C30 är valt 140 m (2x70 m) för fullängdståg är det mest troligt att samma koncept kommer att gälla för framtida fordon så som C40.

7.4 Depå

En depå är den plats där tågen kan ställas upp, städas och underhållas. Depån är en viktig funktion i trafiksystemet och behövs för att trafik ska kunna bedrivas. Funktioner som kan/bör finnas i en depå är:

- uppställningsplatser (för tåg och arbetsfordon)
- städmöjligheter
- verkstadsplatser (med ex. lyftare, grav, takarbetsplats etc.)
- tvätthall
- klottersaneringshall
- hjulsvarv
- personal- och lagerlokaler, miljöstation, parkering, lastzon
- rangerspår
- provspår

Dessa funktioner kan delas upp mellan flera depåer men bör alla finnas i ett linjenät utifrån antal tåg och underhållsbehov.

En del av depåfunktionerna så som uppställning med städmöjligheter kan placeras under jord, (kvälls- och nattarbete) om särskild hänsyn till utformning av tunnlar gör för att få god arbetsmiljö. Andra funktioner så som verkstadsplatser ska placeras ovan jord med hänsyn till arbetsmiljö för dem som ska arbeta i depån då detta sker även dagtid.

7.4.1 Bakgrund depå Blå linje

Samtliga tåg på Blå linje hanteras idag i Rissnedepån där följande funktioner finns:

- 12 uppställningsspår i berg med plats för ca 20 fullängdståg
- 3 uppställningsspår för arbetsfordon
- 1 servicespår där städning och tvätt utförs
- 8 arbetsplatser för CX
- 2 verkstadsplatser för C20
- personal- och lagerutrymmen, miljöstation
- rangerspår
- provspår

Det finns planer på både tvätthall och klottersaneringshall men beslut om att bygga dessa är inte taget.

Rissnedepån byggdes år 1975 och uppfattas som en väl fungerande depå, mycket på grund av dess storlek. Uppställningsplatserna är 2 x 170 m långa. Det finns i projekt Tvärbanan norr - Kistagrenen planer på att bygga en spårvagnsdepå på Rissnedepåns område. Dessa planer är inte beslutade men hänsyn i förstudien har tagits till detta vilket betyder att om- och tillbyggnad av Rissnedepån inte omöjliggör en eventuell spårvagnsdepå.

7.4.2 Depåbehov vid utbyggnad av Blå linje

Under 8.1.2 redovisas hur många tåg varje utbyggnad genererar. Minimum antal tåg är 35 och max antal tåg är 53.

Utredning gällande behov av antal verkstadsplatser pågår och är i skrivande stund endast uppskattat utifrån erfarenhet, alltså inte baserad på simuleringar/beräkningar. Det antas i denna rapport att 6 verkstadsplatser behövs för de tåg som ska trafikeras mellan Barkarby och Nacka Forum (35-38 tåg). För hopkoppling till Grön linje antas i dagsläget inget då osäkerheten är för stor.

Värt att notera är att även efter en simulering/beräkning där behovet av antalet verkstadsplatser genereras är resultatet baserat på antagande om underhållsbehov för framtida fordon. Det är först när man kört fordonen ett par år som man kan veta det faktiska underhållsbehovet.

7.4.3 Ombyggnad Rissnedepån

Oavsett vilket utredningsalternativ (UA) som förordas så behöver Rissnedepån byggas om för att anpassas till nya fordon. Redan när C30 börjar levereras behövs en verkstadsplats för dessa som planeras i Rissnedepån. När C30 tas in i trafik på Röda linjen så kommer C20-fordon att flyttas över till Blå linje och utfasningen av CX-fordon kan starta. I samband med detta så behöver de CX-verkstadsspår som finns idag att byggas om till C20-verkstadsplatser. Detta måste ske med full drift i depån för att inte påverka trafiken på Blå linje. När sedan utbyggnaden till Nacka öppnar behövs helt nya fordon. Då behöver Rissnedepåns verkstadsspår byggas om för att passa nytt fordon kallat C40. Inom ytan för befintlig byggnad kan man få plats med 2 verkstadsplatser för 90 m-vagnar eller 2 verkstadsplatser för 70 m-vagnar.

Ombyggnaden försvåras på grund av att Rissnedepån ska vara i drift under hela byggskedet, alltså behöver ombyggnaden ske i etapper som bör påbörjas senast 2015. Vid en ombyggnad av depån måste hänsyn tas till den planerade nybyggnaden av klotterhall och tvätthall så att produktionen samsas.

7.4.4 UA1 - Ombyggnad Rissne + Utbyggnad Rissne + Uppställning Nacka

Ombyggnad Rissnedepån – se 8.3.3

Utbyggnad Rissnedepån – Utredning av hur Rissnedepån kan byggas ut pågår. Ett antal olika förslag, beroende av tåglängd, utreds för fler verkstadsplatser:

- För att få plats med 6 verkstadsplatser (60- eller 70 m-vagnar) behöver verkstadshallen byggas ut med ca 1450 kvm i den östra delen av befintlig byggnad.
- För att få plats med 6 verkstadsplatser till 90 m-vagnar behöver verkstadshallen byggas ut med ca 2700 kvm på båda sidor av befintlig byggnad.

Om båda dessa alternativ är tekniskt möjliga utreds.

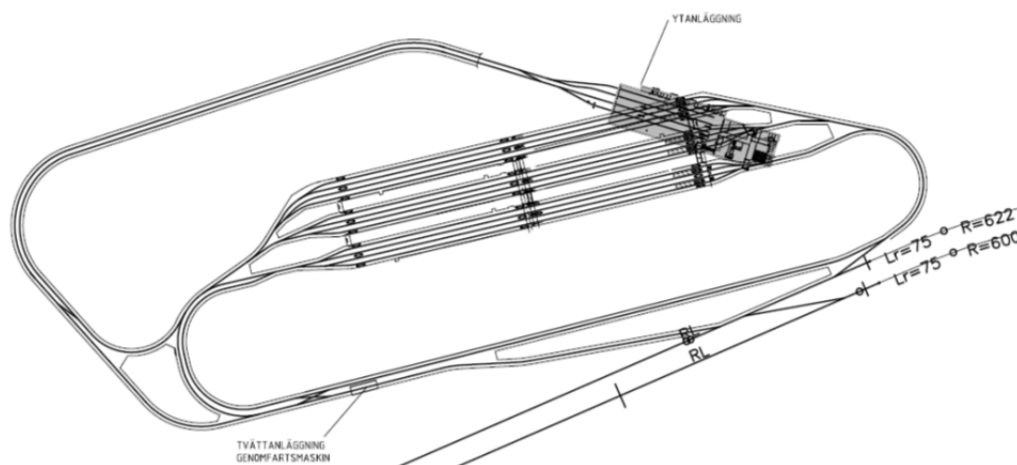
Uppställningsspår Nacka – För att klara uppställning och städning krävs fler spår än dem som finns i Rissne. Bakom Nacka Forum kan ett antal tunnlar sprängas ut. Förslagsvis fyra tunnlar, en med 2 spår som en förlängning av huvudspår samt 2 respektive 4 spår i de övriga tunnlarna. Här kan två fullängdståg ställas upp på varje spår. Totalt får då 20 tåg plats. En markanläggning på ca 1500 kvm erfordras och en byggnad på ca 600 kvm behöver byggas med direkt åtkomst till uppställningsspåren för städpersonal och material. Ytterligare tunnlar för uppställning antas i framtiden kunna sprängas ut.

Det här alternativet, UA1, är endast tillräckligt vid enbart utbyggnad till Nacka och Barkarby då 35-39 tåg är det totala behovet på Blå linje. Även då är denna depålösning i det minsta laget och medger ingen expansion av verkstadsplatser samt lång tomkörning av tåg som ska till verkstad. Antalet reservtåg bör ökas med 2 tåg om uppställning och verkstad separeras. Detta för att kunna säkerställa tursättning. Risken att vagnar blir stående ökar då reparationer endast kan utföras på ett ställe.

7.4.5 UA2 - Ombyggnad Rissnedepån + Ny depå Nacka

Ombyggnad Rissnedepån – se 8.3.3

Ny depå Nacka – En ny depå bör byggas i liknande storlek som Norsborgsdepån, för ca 15 tåg. För att minimera markintrång bör så många av funktionerna som möjligt placeras under jord. Den skulle inrymma 24 uppställningsspår med städmöjligheter, 1 provspår, 4 verkstadsplatser, tågtvätt samt personal- och förrådsutrymmen. Verkstadsplatser samt personal- och förrådsutrymmen måste placeras ovan jord pga. arbetsmiljöskäl. Se depåskiss nedan där höjdskillnad mellan uppställning i berg och ytanläggning är ca 35 m:



I det här alternativet, UA2, är en depå lokaliserad i varje ände av en linje, vilket är optimalt ur driftssynpunkt då tomkörning av tåg minimeras. Sårbarheten i systemet minskas då det finns verkstadsplatser för reparationer i varje ände. Det antas vara svårt att få loss mark till en depå i Nacka-området men med optimering av markutnyttjandet, samlokalisering med andra typer av fastigheter och attraktiv gestaltning kan det lösas.

7.4.6 UA3 - Ombyggnad Rissnedepån + Ny depå Barkarby

Ombyggnad Rissnedepån – se 8.3.3

Ny depå Barkarby – En ny depå bör byggas i liknande storlek som Norsborgsdepån för att inrymma ca 19 tåg. Utredning gällande placering pågår där olika varianter förekommer med alla delar ovan jord eller bara verkstadsdelen ovan jord med uppställning i berg. Den skulle inrymma 24 uppställningsspår med städmöjligheter, 1 provspår, 4 verkstadsplatser, genomfartsvägg, personal- och förrådsutrymmen.

Det här alternativet, UA3, innebär ett ytterligare en depå placeras på den västra sidan av Blå linjen (Rissnedepån är lokaliserad på den sidan), vilket medför lång tomkörning av tåg som ska tursättas i Nacka Forum. Tomkörning ökar kilometeruttaget på vagnarna och minskar dess livslängd samt ökar dess driftskostnader. Det antas vara lättare att få loss mark till en depå i området kring Barkarby.

7.4.7 UA4 - Depå vid hopkoppling till Grön linje

På Grön linje finns idag Högdalsdepån som hanterar de 51 tåg som trafikerar den Gröna linjen.

Om man kopplar ihop Blå linje med Hagsätragrenen uppstår ett förändrat depåbehov som måste utredas vidare. Depåstrategi för hopkopplingen kan tas fram då man vet mer om trafikering och övriga förutsättningar. I dagsläget har endast grova antaganden kunnat göras och kostnadsuppskattning för de olika alternativen är ej framtagen.

Uppskattat antal tåg som tillkommer är ca 18 fullängdståg, totalt 53 tåg för hela Blå linjen.

Tänkbara alternativ för depå vid hopkoppling Grön linje:

Alt A) Högdalsdepån byggs om till blå depå och får överkapacitet, ny grön depå behöver byggas längs något av de återstående gröna benen.

Alt B) Ny blå depå byggs längs Hagsätralinjen, Högdalsdepån förblir grön och ett nytt spår mellan Fastagrenen och Högdalsdepån behöver utredas.

Alt C) Ny depå i Nacka/Barkarby byggs för den totala utökningen, ca 37 tåg (15+4+18). Högdalsdepån förblir grön och ett nytt spår mellan Fastagrenen och Högdalsdepån behöver utreds.

Samtliga alternativ i UA4 visar att en ny depå behöver byggas för den ökade trafik- och fordonsmängden vid en hopkoppling mellan Blå linje och Hagsätragrenen. Turtätheten på Hagsätragrenen ökas från 6-minuterstrafik till 4-minuterstrafik vilket genererar större fordonsbehov. Även för de andra två benen på Grön linje ökas trafiken vilket medför att den totala mängden fordon på Grön linje blir den samma, ca 51 st. Att med 4-minuterstrafik på samtliga tre nuvarande gröna ben samsas om en depå antas vara omöjligt ur trafikhänseende.

7.4.8 UA5 – Förlängning till Barkarby

Om Blå linje skulle byggas ut till Barkarby kring år 2020 så finns olika valmöjligheter avseende trafikering.

- Behålla 6-minuterstrafik, då behövs maximalt ytterligare två-tre tåg
- Öka hela Blå linjes trafik till 5-minuters trafik, då behövs maximalt ytterligare 8 tåg samt ökad underhållsreserv med ett tåg

	Turtäthet	
	6 min	5 min
Dagens trafik på Blå linje	18	22
Förlängning Barkarby från Akalla	20	24
Förlängning Barkarby från Hjulsta	19	23
Förlängning Barkarby från både Akalla och Hjulsta	21	25

Det har antagits att det är förardrift som är aktuell vid en utbyggnad till Barkarby i det fall då utbyggnad till Barkarby sker kring år 2020. Vändtider i Kungsträdgården fungerar för dessa båda alternativ men det behövs mer personal. Enligt resandeprognoser är en ökning till 5-minuterstrafik på denna sträcka inte befogad. För det antalet tåg (2-9 tåg) som behövs så finns det gamla C20 att tillgå då C30 levererats till Röd linje. Bedömningen är att den gamla fordonsparken behöver bytas ut till helt nya tåg (C40) kring 2027-2034. Då bör även ett nytt signalsystem implementeras på Blå linje. Det innebär att den infrastruktur som ska byggas till Barkarby måste vara kompatibel med både nuvarande signalsystem samt kommande signalsystem med automatisk drift.

I Rissnedepån får det plats fyra verkstadsplatser innanför befintlig byggnad. Med ombyggnad av de befintliga verkstadsytorna i Rissnedepån inkl. tältlösning bör alltså ytterligare 2-9 tåg kunna hanteras.

Tumregel

- 1 verkstadsplats per 25 vagnar (gäller för C20).
- 18 tåg + 9 tåg = 27 tåg
- $27 \times 3 = 81$ vagnar

Med en del ombyggnader och omstrukturering i driften ryms ytterligare 2-9 tåg i Rissnedepån, som en förlängning till Barkarby innebär.

Samtliga lösningar är tillfälliga i väntan på en fullskalig depå som kan hantera vagnsparken tillhörande den kommande utbyggnaden av Blå linje. Det har i nuläget antagits att dessa tillfälliga arbetsplatser godkänns av depå- och städpersonalen ur en arbetsmiljöaspekt.

Vid 6-minuterstrafik till Barkarby

Uppställning samt städning kan hanteras i Hjulsta, två på huvudspåret bakom stationen, ett på mittspåret bakom stationen och/eller ett vid perrongen. Städningen i Rissne är maximerad och klarar inte att hantera fler tåg.

Vid 5-minuterstrafik till Barkarby

Bakom Barkarby station bör det byggas ett antal vändspår som kan brukas som tillfälliga uppställningsplatser med städmöjligheter, tre tåg bakom stationen samt att man använder perrongen för uppställning av ett tåg (lika som Hjulsta). Dessa spår bör oavsett byggas för att inneha en rimlig flexibilitet i systemet. Detta är alltså inte en tillkommande kostnad utan bör ingå i kostnaden för spårutbyggnaden.

7.5 Tidplan och produktion

Depålösningen för utbyggnad av Blå linje måste vara klar då fordonen ska börja levereras, dvs. 3-5 år innan öppning 2030. Uppskattad byggtid för en ny depå är ca 4 år, 3 år tidigare bör man påbörja projektering, upphandling och planprocess. 1 år tidigare bör projektplaneringsfasen starta. 2019 alternativt 2017 måste man alltså senast dra igång projektet för att säkerställa depålösning för Blå linje. I vilket fall måste Rissnedepån byggas om och det bör senast påbörjas 2015.



En förutsättning är att spår och signalsystem till viss mån måste finnas då fordonen börjar levereras för att kunna testa fordonen. För en depå i storlek motsvarande Norsborgsdepån behövs minst två angreppspunkter, varav en arbetstunnel för uttransport av bergmassa. I samtliga depåförslags kalkyler är kostnad för arbetstunnel medräknad.

7.6 Kostnads kalkyl

De beräknade investeringskostnaderna avseende fordon och depå finns redovisade i respektive kapitel för Tunnelbana till Nacka, Avgrening till Grön linje söderut och Förlängning till Barkarby.

8 Övriga åtgärder

8.1 Kapacitetsökning på Blå linje

8.1.1 Bakgrund

Förhandlingspersonerna har begärt ett underlag från Trafikförvaltningen avseende möjligheterna att öka kapaciteten på TUB3 (Blå linje) innan förlängningen till Nacka är färdigställd. Analysen utgår från tre tänkbara nivåer. Kapacitetsförstärkning TUB3 genom att:

1. Köra 180 m långa tåg med nuvarande turtäthet (plattformarna är förberedda för detta).
2. Köra högre turtäthet (5 min per linje) med vändkapacitetsförstärkning i Kungsträdgården.
3. Köra högre turtäthet (5 min per linje) med UTO-drift.

8.1.2 Fordon

För närvarande tursätts 18 tåg på TUB3. För att klara en utökning till 5-minuterstrafik för Linje 10 och Linje 11 behöver det tursättas 22 tåg d.v.s. 4 hela tåg till. Räknat på bara Cx-vagnar⁴ erfordras ytterligare 32 vagnar för att klara den tursättningen och för C20 12 vagnar. Utöver de tursatta tågen finns ett tåg i trafikreserv.

Att beakta är även det faktum att vagnarna (C20) i dagsläget disponeras mer flitigt än vad leverantören (Bombardier) har rekommenderat. Denna fråga måste även anses vara viktig inför kommande vagnsleveranser och planerat trafikutbud.

8.1.3 Depå

Depån måste klara att ställa upp de fordon som tillkommer och dessutom ha resurser för underhåll av dessa. Rissne, som är den enda depån på TUB3, är idag utnyttjad till 100% vad gäller de platser som är avsedda för uppställning och 85-100% vad gäller verkstad och underhållsresurser.

⁴ Sammanfattande benämning på tunneltåg fordon före C20. Alla dessa är av likartat utförande med vagnar som är ca 17,6 m långa.

Idag utnyttjas samtliga tillgängliga spår utom spår 36 som ligger ovan mark utomhus och inte är lämplig för uppställning.

Uppställningsspåren är byggda för 10 Cx-vagnar och klarar inte längre tåg än så.

8.1.4 Mer trafik, Längre tåg

Ska kapaciteten utökas med längre tåg krävs att plats i anläggningen. Huvudsakligen är det plattformarna som ställer till problem men även uppställningsspår och vändspår kan bli ett problem. Följande tåglängder är möjliga med olika fordonstyper.

Tabell: Fordonslängder.

Fordonstyp	Antalenheter [st]	Längd [m]
Cx	8	140,8
C20	3	139,5
C30	2	140
Cx	10	176
C20	4	186
C30	3	210

Plattformslängden är typiskt 180 m och är anpassad för 10 Cx-vagnar. De fordonskombinationer som är markerade med grönt är de som ger en kapacitetshöjning i jämförelse med dagens situation (10 Cx-vagnar, 4 C20-vagnar eller 3 C30-vagnar). Som synes är både C20- och C30-tågen med ökad kapacitet för långa för dagens plattformslängd.

8.1.5 Mer trafik, utökad turtäthet

Mycket talar för att man i dagsläget är mycket nära taket för vad Kungsträdgården klarar av vad det gäller vändningskapacitet. I dag har TUB3 en turtäthet på 6 minuter för linje 10 respektive 11. Detta innebär 3-

minuterstrafik från Kungsträdgården. Detta är endast möjligt om man använder s.k. "starthjälp"⁵. Detta är en tämligen störningskänslig arbetsmetod.

Vid en jämförelse kan konstateras att vända 20 tåg per timme på en ändstation är ovanligt. Det förekommer inte på någon annan plats på Stockholms tunnelbana och troligen inte på något annat spårssystem i Sverige. Även utomlands är det ovanligt. Det finns dock exempel på större kapacitet. På Bakerloo lines södra ändstation "Elephant and Castle" i Londons tunnelbana vänds 24 tåg per timme i rusningstrafik. I Tokyo finns uppgift på ända upp till 31 vändande tåg per timme.

En turtäthetsökning under lågtrafik finns det visserligen utrymme för på banan, men befintligt antal vagnar C20 räcker inte till om Cx endast får köras i rusningstrafik som avtalet föreskriver idag. Tiden för fordonsunderhåll minskar också.

⁵ Detta är en enklare variant av Hoppdrag där en person hjälper till att aktivera hytten i bakänden av tåget medan passagerarutbytet sker och föraren promenerar till andra änden. Detta är inte lika flexibelt då man fortfarande är beroende av gångtiden för föraren.

Antalet tåg som går åt vid en ökad turtäthet framgår av tabellen nedan:

Tabell: Antal tåg vid tätare trafik.

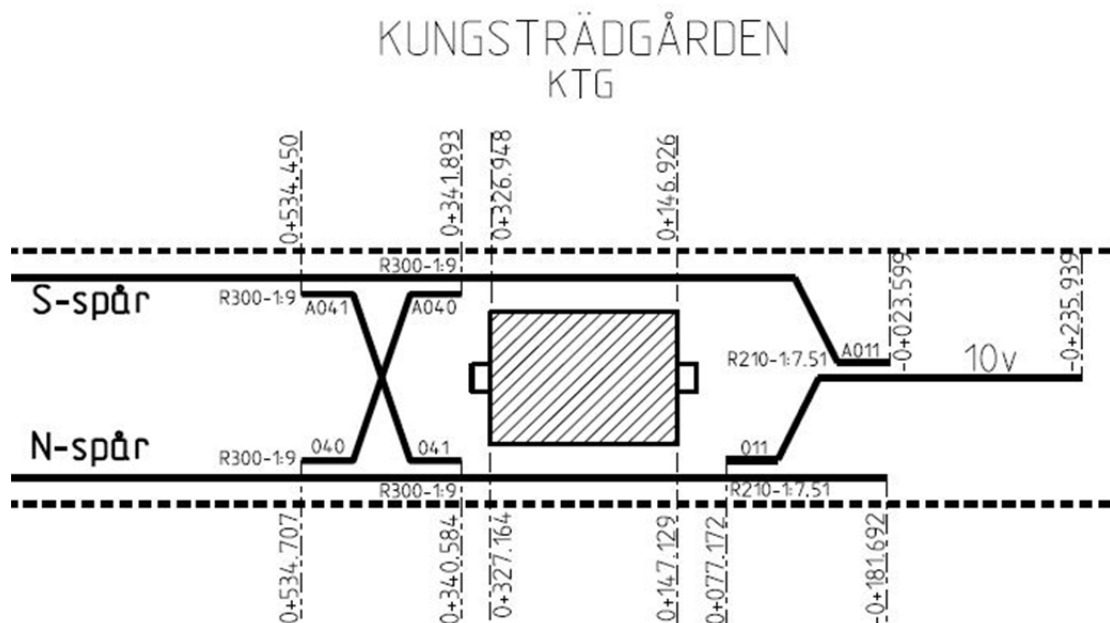
	Aka-Ktg	Hju-Ktg	
Körtid	22	23	
Körtid t o r	44	46	
Minsta vändtid Kungsträdgården	3	3	
Minsta vändtid Akalla/Hjulsta	4	4	
Sammanlagd minsta vändtid/varv	7	7	
Sammanlagd minsta varvtid	51	53	
Varvtid med 6-minuterstrafik	54	54	Summa
Antal tåg i trafik	9	9	18
Varvtid med 5-minuterstrafik	55	55	Summa
Antal tåg i trafik	11	11	22

Vändning vid Kungsträdgården

Tiden för vändningar av tågen vid Kungsträdgården är det som huvudsakligen bestämmer turtätheten för blå linje.

Ska turtätheten öka till ett tåg var 5:e minut på bägge linjerna kommer det att ske en vändning var 2,5:e minut mot var 3:e idag. Tiden för själva vändningen minskar då från 4 minuter till 3 minuter för varje tåg. Förändringen kan verka liten men infrastrukturen är redan idag hårt utnyttjad för att klara detta.

Spåranläggningen vid Kungsträdgården ser schematiskt ut enligt figur.



Spår och växlar vid Kungsträdgårdens station

8.1.6 Åtgärder

Ska kapaciteten på TUB3 öka krävs som en grundförutsättning fler fordon och ökad depåkapacitet. Kan det åstadkommas så kan trafikutbudet öka genom längre tåg eller ökad turtäthet. Detta kapitel föreslår tänkbara åtgärder. Vi har begränsat oss till åtgärder som kan förverkligas på relativt kort tid (1-2 år).

8.1.7 Åtgärder fordon

För att få en ökad kapacitet krävs fler fordon oavsett om tågen blir längre eller fler.

Alla C20 används idag. Det finns i dagsläget inte en enda C20 i reserv på TUB3 vilket påverkar tursättningen. C20 nyttillverkas inte idag. Att återuppta produktionen för en så liten serie som 12 fordon skulle bli mycket dyrt och ta ganska lång tid från beställning till leverans (>2 år).

Ett fåtal Cx (12 vagnar) som inte används i dagens trafik finns tillgängliga som en reserv och är trafikdugliga. Ytterligare ett tiotal Cx finns. På dessa finns skrotningsbeslut.

Tillgången på fordon kompliceras också av att det finns avtal på att trafiken i högsta möjliga mån skall bedrivas med C20 i icke rusningstid.

Tunnelvagnar från de övriga systemen frigörs inte förrän C30 planeras att levereras från ca 2016. Det är rimligt att anta att leveranserna inte direkt frigör Cx utan att C30 till en början kommer att fylla ett underskott på kapacitet på TUB2. Ett realistiskt antagande är därför att Cx i form av C6 finns tillgängliga för TUB3 från 2018. C6 är då över 45 år gamla. Cx kräver redan idag mer underhåll än C20. Risken finns också att fordonen får strukturella utmattningsproblem vid en så hög ålder. Det kan därför ifrågasättas hur rimligt det är att livslängdsförlänga nästa 50 år gamla fordon.

Av detta följer att ett grundläggande krav är att C30 är i pågående levereras innan trafiken kan utökas på TUB3 i någon större omfattning.

8.1.8 Åtgärder depå

Observera att fordonsfrågan måste vara löst innan depåfrågan är aktuell.

Depån kan inte ta emot fler tåg utan modifiering. Några spår finns i depån som kan modifieras med smala plattformar så att de kan användas för uppställning. Då skulle tre till fyra 8-vagnarståg till få plats. I alternativet med 5-minuterstrafik kan detta eventuellt innebära att ett tåg får parkeras på annan plats och köras till depån för underhåll. Det är en lösning som inte är optimal och medför ökade driftkostnader och risk för störningar i trafiken.

Väljs alternativet med längre tåg kan de 18 tåg med 176 m (10 Cx-vagnar) längd som krävs för 6-minuterstrafik ställas upp i depån.

Den servicehall som finns idag är byggd för tåg med 140 m längd. Den behöver förlängas om banan trafikeras med 176 m långa tåg.

Verkstadskapaciteten bedöms som tillräcklig med ökad bemanning. Denna fråga har inte kunnat utredas i detalj. Det beror nämligen på hur underhållsintensiva de fordon som väljs till trafiken är.

8.1.9 Mer trafik

Observera att Fordons- och Depåfrågorna måste vara lösta innan Trafikfrågan kan bli aktuell.

Ökad trafik ger också högre underhållskostnader för infrastrukturen. Kostnaderna uppstår som en funktion av ökat slitage men också på grund av att underhållet måste utföras på obekvämtid (nätter) och fortare då tillgänglig tid på spåret blir kortare.

För alla alternativ krävs förstärkt kapacitet på anslutningsspåren då större och/eller fler enheter ska accelereras. Större effektbehov uppstår också vid samtidig start av flera tåg på en matningssträcka. Vi har inte utrett vilka åtgärder som krävs men frågan måste hanteras.

Långa tåg

Ett sätt att öka kapaciteten är att förlänga tågen. TUB3 är förberedd för 10-vagnars Cx-tåg. Detta betyder inte att det går att köra så långa tåg utan åtgärder. Det krävs olika åtgärder beroende på fordonstyp som ska förlängas. Att aldrig 10-vagnskonceptet förverkligats genom åren påstås ha varit att ström-försörjningen (kapaciteten) inte kunde klara detta.

Långa Cx-tåg.

En förlängning av tåglängder i nuläget skulle bara vara möjlig för Cx-vagnar utan större investeringar. Cx är den vagnstyp som är äldst och minst uppskattad samt som fordrar störst underhåll. Vi har identifierat att följande åtgärder krävs:

- Husby behöver åtgärdas då en vägg byggts i norra änden av plattformen som kortar av plattformen till 140 m.
- Depån kan behöva anpassas.

Notera också att tillgången på Cx är begränsad tills C30-leveransen påbörjats.

Väljs detta alternativ är det tveksamt om det är lämpligt att blanda fordonstyper som görs idag (Cx och C20). Detta på grund av att tågen då får olika kapacitet. C20 tågen riskerar då att bli överfulla med förseningar som följd. Att i detta läge välja enbart Cx som fordon riskerar att uppfattas som en standardsänkning.

Långa C20-tåg.

Förutom de åtgärder som krävs för Cx krävs även längre plattformar. 4 C20 vagnar är 6 m längre än plattformarna. Detta kan synas som lite, men skapar en hel del problem i driften:

- Måste tågen stannas med hög precision förlängs även den totala uppehållstiden på stationerna, vilket leder till en kapacitetsförlust.
- Övervakning av dörrstängningen påverkas negativt om förarhytten vid körning hamnar utanför plattformsområdet.
- Vid ATO och UTO-drift behövs en marginal för stoppunkten. Den brukar inte kunna understiga 1 meter för att inte få för långa inkörningstider vid varje station
- Föraren behöver kunna angöra förarhytten vid stationerna utan att passera genom passagerarutrymmet (hotsituation).

Kanske kan en förlängning av plattformarna inskränkas till nyckelplatser men även detta kräver dyrbara arbeten (sprängning).

Framtidens tåglängder kan även behöva anpassas till Grön linje om en sammanslagning mot Hagsätra ska genomföras för Blå linje i framtiden.

Långa C30-tåg

C30 med 3 enheter skulle bli 30 m längre än dagens plattformar och får ses som orealistiskt att åstadkomma.

Tätare trafik

Tätare trafik kräver huvudsakligen åtgärder i Kungsträdgården. Samtliga tåg på TUB3 vänder här. På de övriga vändplatserna vänder som mest hälften så många tåg som i Kungsträdgården.

Vi har undersökt ett antal olika trafikeringsalternativ för vändningarna:

- Vändning som idag, vid plattform. Ger korsande tågvägar vid in/utfart.
- Vändning bakom stationen på utdragsspåret. Två varianter har undersökts.
- Vändning bakom stationen med två utdragsspår. Det kräver ombyggnad av spåranläggningen men ryms i tunnlarna.

Av dessa alternativ är det första, dvs. dagens variant, den bästa. Anledningen till det är:

- Kräver minst antal tåg i trafik.
- Byte av personal kan göras medan passagerarutbytet sker.
- Ingen ombyggnad av infrastrukturen behövs.
- Utdragsspåret kan användas för reservtåg.

Tabell: Vändning enligt dagens modell med 5-minuterstrafik på två linjer.

Tåg	Ank Spår 1	Avg Spår 1	Korsande tågväg	Ank Spår 2	Avg Spår 2
1	07:00	07:03			
2				07:03	07:06
3	07:05	07:08			
4				07:08	07:11

Den här lösningen medför att marginalerna mellan ankommande och avgående tåg är mycket små (ankomst på ena spåret och avgång på det andra inom samma minut). Ett sätt att förbättra detta är att annonsera avgångstiden ett par minuter innan och köra till T-centralen så fort tågvändning och passagerarutbyte är klart. På T-centralen läggs sedan ett par minuters reglertid.

Alla lösningar där vändning ska ske bortom stationen på vändspåret hämmas av signalsystemet, då detta är indelat i endast tre hastigheter, 15, 50 eller 80 km/h. Om växelhastigheten är lägre än 50 km/h kommer man alltså inte att kunna köra fortare än 15 km/h. Att höja hastigheten till 50 km/h in på vändspåret är inte möjligt ur signalsäkerhetssynpunkt (avstånd till stoppbock). Ett nytt signalsystem skulle emellertid kunna göra saken lite bättre då det förmodligen går att visa en hastighet mellan 15 och 50 km/h, där situationen så medger.

Anledningen till att dagens lösning kan fungera är att signalsystemet är ombyggt så att tågväg kan läggas för avgående tåg så fort ett tåg ankommit. Då tiderna är mycket korta krävs dessutom att hastigheten i växelpartiet före stationen kan vara 50 km/h. Tidigare har hastigheten begränsats till 30 km/h på grund av underhållsskäl. En sådan hastighetsnedsättning är inte att rekommendera vid ökad turtäthet.

Som tidigare nämnts minskar vändtiden vid Kungsträdgården från fyra till tre minuter. Hoppa⁶ måste tillämpas för att klara detta. Styrningen av tåg och personal blir då den kritiska punkten.

Denna lösning är full möjlig rent tekniskt men kräver noggranna intrimningsåtgärder, inte minst operativt. Personalen måste få förutsättningar att hantera

⁶ Hoppa⁶ är en arbetsform som förutsätter att alla tåg kommer i rätt ordning till ändstationen (i detta fall Kungsträdgården). Föraren kommer in med sitt tåg och blir avlöst för att själv lösa av på efterföljande tåg. Fördelen med detta är att man slipper inberäkna gångtiden för föraren från en körhytt till nästa under tiden tåget står still. Då detta är ett störningskänsligt system brukar det ofta leda till att tåg kör i vagntransport från Hjulsta/Akalla till Västra Skogen för inte vara i fel ordning vid ankomsten till Kungsträdgården. Det blir en tillgänglighetsbegränsning för att klara av avgångarna från Kungsträdgården.

situationen vid störningar och förseningar. Vi föreslår därför att både tekniska och operativa åtgärder samordnas och att prestanda övervakas över en längre tid.

8.1.10 UTO

UTO innebär automatisk drift. Detta diskuteras idag för TUB2. Skulle det införas på TUB3 hjälper det upp situationen vid Kungsträdgården och medger 5-minuterstrafik.

Anledningen till detta är att den driftmässigt knepiga situationen med hopparlag försvinner och att styrningen av trafiken blir bättre.

UTO ger endast marginellt kortare körtider men högre driftsäkerhet. Detta gör att reglertider och andra reserver kan minskas. Denna ökade driftsäkerhet gör att vändtiderna kan minskas.

8.1.11 Slutsatser

- Vagnar finns inte tillgängliga i större omfattning förrän C30 levereras (ca 2016-2017).
- Skaffas fler fordon måste depåkapaciteten förbättras. Detta görs framförallt genom att befintlig depå i Rissne omstruktureras så att fler uppställningsspår skapas.
- Cx 10-vagnarståg går att köra om fordon finns tillgängliga och banmatningen förstärks. Vissa anpassningar av infrastrukturen krävs. Rent operativt är det tveksamt om detta är en bra lösning då alla tåg måste vara av Cx typ.
- Flera tåg kan köras (5-minuterstrafik på respektive linje). Vi föreslår att vändningarna även fortsatt sker vid plattform då vändningar på utdragsspåret inte kortar vändtiderna. Tätare vändningar vid plattform är möjlig med dagens infrastruktur men kräver ett antal trimningsåtgärder, både organisatoriska och i infrastrukturen (både bana och depå).



TUB3 vid Akalla

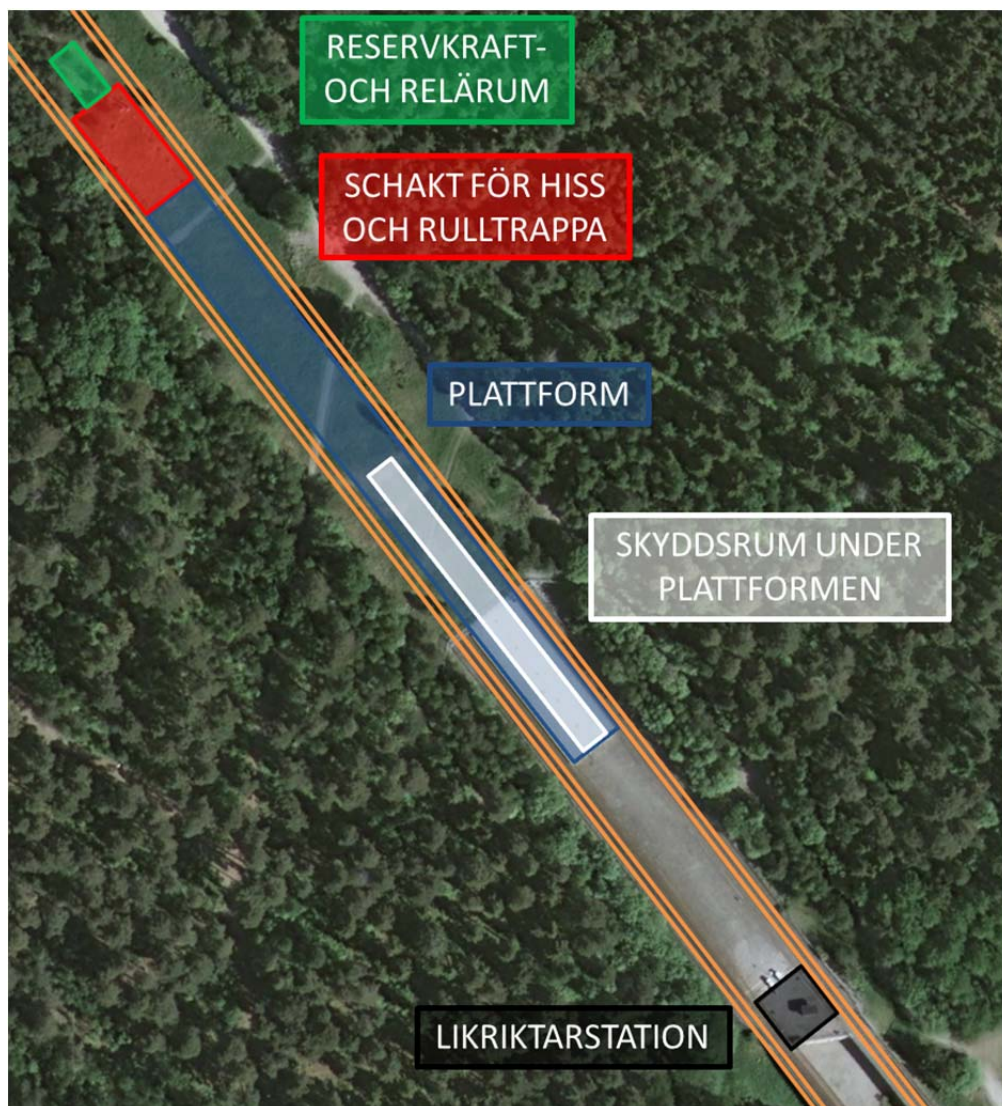
8.2 Kymlinge station

8.2.1 Bakgrund

När tunnelbana 3 (Blå linje) byggdes på 70-talet förbereddes en station i Kymlinge. Området var avsett för statliga myndigheter. Av olika anledningar hamnade inga myndigheter i området och stationen blev aldrig färdigställd. Idag finns endast råkonstruktionen för stationen. Dock finns vissa tekniska installationer färdiga norr om stationen såsom elrum, reservkraft, och relärum.

8.2.2 Inventeringen

Stationen består idag enbart av råkonstruktionen. I norra änden av plattformen över hiss och rulltrappsschakt finns en stor öppning till kommande biljetthall. Idag är öppningen övertäckt med liggande stålspånt. Under landfästet till Kymlingebron ligger Likrikstarstation Kymlinge.



Beskrivande bild över Kymlinge station och dess anläggningar

8.2.3 Plattformskanter

Plattformen är inte gjuten hela vägen ut mot spåren utan det saknas någon decimeter. Pågjutning av plattformskanten är förberett genom att Inböjda armeringsjärn sticker ut från plattformskanten. Eventuellt kan spåret behöva baxas ifrån plattformen under formsättning och gjutning av plattformskanterna.



Inböjda armeringsjärn sticker ut från plattformen

8.2.4 Skyddsnischer utmed plattformen

Ca var 15e meter är plattformen urtagen för skyddsnischer, urtagningen är gjord på två olika sätt. På den inre (Norra) delen av plattformen är urholkningen gjord genom att man har dragit in var femte plattformselement, lagt dem omlott på mitten av plattformen och jämnat ut plattformen med betong. När stationen tas i bruk skjuts plattformselementen på plats. På den yttre (Södra) delen av plattformen är plattformen helgjuten och där behöver skyddsnischerna gjutas över samtidigt som plattformskanterna gjuts på.



Skyddsnisch där plattformselementet är indraget mot mitten av plattformen.



Två plattformselement indragna och lagda omlott.

8.2.5 Schakt för hiss och rulltrappor

I betongkonstruktionen är ett schakt för hiss och rulltrappor uttaget och hiss och rulltrappsmaskinrum finns förberedda. Över hålet i betongkonstruktionen har stålspons lagts på och täckts med jord på ovansidan samt markerats med stenar.



Rulltrappsschakt



Hisschakt och dörr till maskinrum



Stenar runt hiss och rulltrappsschaktet mellan stenarna ligger det spont som är täckt med jord.

8.2.6 Elrum och Relärum

Ett elrum och ett relärum finns färdiginrett norr om plattformen.

8.2.7 Reservkraft med reservkraftaggregat

Ett inrett reservkrafrum finns på stationen och skorstenen samt bränslepåfyllnadsröret sticker upp vid hiss och rulltrappsschaktet.



Skorsten och bränslepåfyllnadsrör till reservkraften.

8.2.8 Inredning

Stationen saknar all form av inredning och ytskikt och behöver kompletteras med belysning, hissar och rulltrappor samt ett stationshus i markplan. Rimligtvis skulle ett tak över spår och plattform sättas på den yttre delen av plattformen så att Kymlinge inte behöver skottas vintertid (alla andra stationer på tunnelbana 3 ligger inomhus utom Kista som har ett tak). Nischer i betongväggarna för brandposter finns. Dessa är förberedda med rör och el för värme.



Ett tak över plattformen och staket i plattformsänden behövs för att öppna stationen.

8.2.9 Likriktarstationen

Likriktarstation Kymlinge ligger söder om stationen, den påverkas inte av att stationen i Kymlinge öppnar.

8.2.10 Kostnads kalkyl

En mycket översiktlig kostnads kalkyl för att öppna stationen för trafik har genomförts. Om stationen utformas med en standard enligt befintlig Blå linje skulle kostnaden bli cirka 60 miljoner kronor. Vid antagande om en ny standard enligt förslag till projektspecifika krav för Tunnelbana till Nacka uppgår kostnaden till ca 180 miljoner kronor.

De gamla och nya kraven skiljer sig åt bland annat avseende säkerhet och utrymning. I den högre kostnads kalkylen antas fyra parallella rulltrappor jämfört med två i den lägre. Fläktrum för brandventilation ingår i den högre kostnaden men inte i den lägre. Kompletterande stombetong för tak över hela plattformen har antagits som tillägg i den högre kostnaden. Slutligen har det antagits två biljetthallar i den högre kostnaden jämfört med en i den lägre.