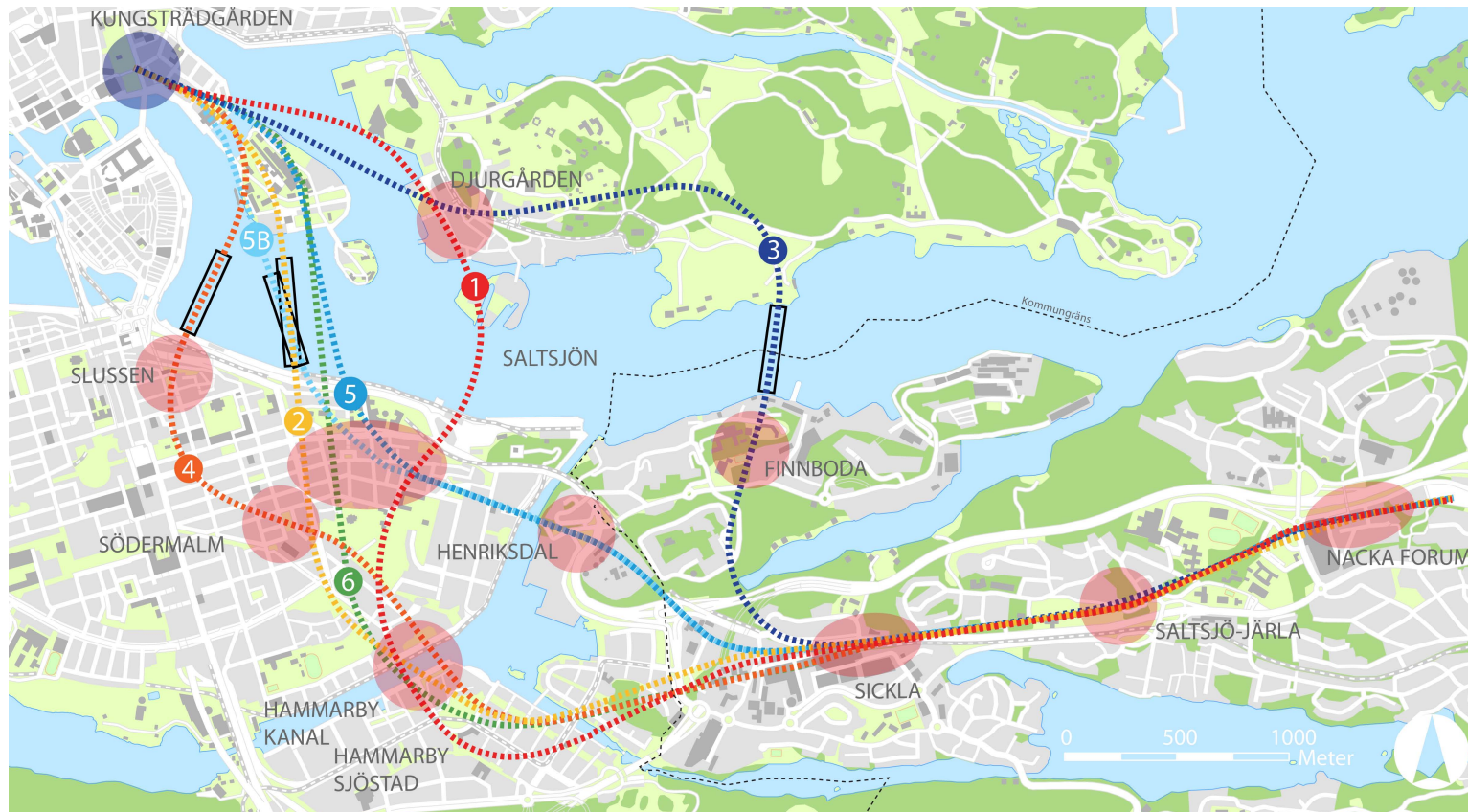


Underlagsrapport Förstudie Tunnelbana till Nacka

Miljökonsekvensbeskrivning



Vision

Attraktiv kollektivtrafik i ett hållbart transportsystem bidrar till att Stockholm är Europas mest attraktiva storstadsregion.

© 2014 Trafikförvaltningen

2014-01-13

Strategisk utveckling/ Trafik- och infrastrukturutveckling

Dokument-id:

Diarienummer:

TN 2013-0479

Samordnare:

Åsa Wisén för Trafikförvaltningen samt Elinor Caruth och Marita Lorentzon, Ramböll Sverige AB

Författare aspektkapitlen:

Anders Attelind, Björn Winnerstam, Claes Pagoldh, Markus Brolin, Svante Guterstam och Tomas Sandman, Ramböll Sverige AB

Illustrationer, där inget annat anges:

Charlotta Eriksson, Christian Svensson, Markus Brolin, Ramböll Sverige AB

Layout:

Charlotta Eriksson, Ramböll Sverige AB

Bild omslag:

Föreslagna alternativa sträckor med ungefärliga stationslägen, Ramböll Sverige AB.

Innehållsförteckning

1	Sammanfattning	6	6	Övergripande förutsättningar	34
2	Inledning	10	6.1	Gällande planer	34
2.1	Problembild	10	6.2	Miljöbalkens allmänna hänsynsregler	34
2.2	Genomförd åtgärdsvalsstudie	11	6.3	Miljö kvalitetsnormer	34
2.3	Mål med en tunnelbaneförbindelse till Nacka	11	6.4	Nationella miljömål	35
2.4	Planeringsprocessen	12	6.5	Landstingets mål för miljö och socialt ansvar	35
3	Framtagande av miljökonsekvensbeskrivning	15	6.6	Riksintressen och andra utpekade skyddsintressen	36
3.1	Syfte med en miljökonsekvensbeskrivning	15	7	Kulturmiljö och stadsbild	40
3.2	Metod	15	7.1	Bedömningsgrunder	40
3.3	Avgränsning	17	7.2	Nuvarande förhållanden, berörda värden	42
3.4	Osäkerheter	19	7.3	Nollalternativets miljöpåverkan	49
4	Alternativ	21	7.4	Miljöpåverkan under byggskede	49
4.1	Avförda alternativ	21	7.5	Miljöpåverkan under driftskede	52
4.2	Nollalternativet	21	7.6	Konsekvensbedömning	57
4.3	Gemensamt för alternativen	22	7.7	Skyddsåtgärder och försiktighetsmått	58
4.4	Alternativ 1	23	8	Ytvatten och vattenmiljö	59
4.5	Alternativ 2	24	8.1	Bedömningsgrunder	59
4.6	Alternativ 3	25	8.2	Nuvarande förhållanden, berörda värden	60
4.7	Alternativ 4	26	8.3	Nollalternativets miljöpåverkan	63
4.8	Alternativ 5	27	8.4	Miljöpåverkan under byggskede	63
4.9	Alternativ 5B	28	8.5	Miljöpåverkan under driftskede	69
4.10	Alternativ 6	29	8.6	Konsekvensbedömning	71
5	Byggmetoder och genomförande	30	8.7	Skyddsåtgärder och försiktighetsmått	72

9	Naturmiljö och rekreation	73	12	Grundvatten	126
9.1	Bedömningsgrunder	73	12.1	Bedömningsgrunder	127
9.2	Nuvarande förhållanden, berörda värden	73	12.2	Nuvarande förhållanden, berörda värden	128
9.3	Nollalternativets miljöpåverkan	78	12.3	Nollalternativets miljöpåverkan	133
9.4	Miljöpåverkan under byggskedet	78	12.4	Miljöpåverkan under byggskedet	133
9.5	Miljöpåverkan under driftskede	83	12.5	Miljöpåverkan under driftskede	136
9.6	Konsekvensbedömning	87	12.6	Konsekvensbedömning	136
9.7	Skyddsåtgärder och försiktighetsmått	91	12.7	Skyddsåtgärder och försiktighetsmått	137
10	Buller, stömljud och vibrationer	93	13	Klimat och hushållning	139
10.1	Bedömningsgrunder	95	13.1	Bedömningsgrunder	139
10.2	Nuvarande förhållanden, berörda värden	97	13.2	Nuvarande förhållanden, berörda värden	139
10.3	Nollalternativets miljöpåverkan	101	13.3	Nollalternativets miljöpåverkan	141
10.4	Miljöpåverkan under byggskedet	101	13.4	Miljöpåverkan under byggskedet	141
10.5	Miljöpåverkan under driftskede	104	13.5	Miljöpåverkan under driftskede	145
10.6	Konsekvensbedömning	104	13.6	Konsekvensbedömning	145
10.7	Skyddsåtgärder och försiktighetsmått	108	13.7	Skyddsåtgärder och försiktighetsmått	147
11	Luftkvalitet	110	14	Risk och säkerhet	148
11.1	Bedömningsgrunder	110	14.1	Bedömningsgrunder	148
11.2	Nuvarande förhållanden, berörda värden	112	14.2	Nuvarande förhållanden, berörda värden	149
11.3	Nollalternativets miljöpåverkan	115	14.3	Nollalternativets risker	149
11.4	Miljöpåverkan under byggskedet	115	14.4	Risker under byggskedet	149
11.5	Miljöpåverkan under driftskede	116	14.5	Risker i driftskedet	151
11.6	Konsekvensbedömning	123	14.6	Risker från omgivningen	151
11.7	Skyddsåtgärder och försiktighetsmått	124	14.7	Konsekvensbedömning	153
			14.8	Åtgärder och säkerhetsarbete	154
			14.9	Säkerhetskoncept – principer	155

15	Samlad miljöbedömning	157
15.1	Jämförelse mellan alternativen	157
15.2	Påverkan på riksintressen	163
15.3	Avstämning mot miljömål	163
15.4	Avstämning mot miljökvalitetsnormer	164
15.5	Beaktande av miljöbalkens allmänna hänsynsregler	165
16	Samråd	167
17	Fortsatt arbete och tillkommande prövningar . . .	168
17.1	Miljöfrågor som ska utredas vidare	169
18	Referenser	171
19	Ordlista	174

Bilaga 1. Länsstyrelsens beslut om betydande miljöpåverkan,
2013-12-05

1 Sammanfattning

Nacka och Värmdö hör till de kommuner i Stockholmsregionen där befolkningen växer mest. En väl utbyggd kollektivtrafik är en förutsättning för en fortsatt utveckling av områden för bostäder och arbete. Trafikförvaltningen inom Stockholms läns landsting leder sedan år 2012 arbetet med en förstudie för Tunnelbana till Nacka enligt en politisk överenskommelse mellan Stockholms läns landsting, Stockholms stad samt Nacka och Värmdö kommuner. Byggandet beräknas påbörjas tidigast år 2018 och pågå till andra halvan av 2020-talet, då tunnelbanan tas i drift.

På uppdrag av Trafikförvaltningen har Ramböll tagit fram en övergripande miljökonsekvensbeskrivning, MKB, i tidigt skede med fokus på alternativskiljande konsekvenser. Denna MKB beskriver hur de olika alternativa tunnelbanesträckningarna skiljer sig åt med avseende på miljöpåverkan och behandlar de direkta och indirekta miljökonsekvenserna av byggande och drift av tunnelbana till Nacka. Möjliga åtgärder för att förebygga eller minimera negativa miljökonsekvenser beskrivs.

Sju olika tunnelbanesträckningar har studerats i denna MKB. Alla sträckningar utgår från befintlig tunnelbanestation vid Kungsträdgården och har Nacka Forum som slutstation. De linjesträckningar som beskrivs ska ses som korridorer/förslag till sträckningar och inte som exakta linjer. Samtliga sträckningar går under mark.

Tre alternativ går i bergtunnel hela sträckan. Fyra alternativ har en sänktunnel i Saltsjön. 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 behövs flera nya arbetstunnlar förutom nyttjande av befintlig arbetstunnel på Blaiseholmen. I centrala Stockholm har det visat sig svårt att finna bra lägen för dessa.

Tunnelbana till Nacka är ett stort, komplicerat och arbetsintensivt byggnadsprojekt. De största och mest negativa konsekvenserna beror på att tunnelbanan ska byggas i och under den tätbebyggda kulturhistoriskt värdefulla stadsmiljön. Den övervägande delen av tunnelbanans negativa miljökonsekvenser förväntas uppstå under byggnadstiden då buller och vibrationer kan störa boende. Den allmänna trafiken kan påverkas av omfattande transporter av bergsmassor från tunnelbyggandet.

Eftersom detta är ett tidigt skede i miljöplaneringsprocessen finns det många osäkerheter. Lägen för stationer, uppgångar, spår och arbetstunnlar är ungefärliga. Byggmetoder och utformning är inte beslutade. När ett alternativ har valts kommer en mer detaljerad MKB tas fram.

Följande aspekter har studerats i denna MKB: Kulturmiljö och stadsbild, Ytvatten och vattenmiljö, Natur och rekreation, Buller, stomljud och vibrationer, Luftkvalitet, Grundvatten, Klimat och hushållning samt Risk och säkerhet.

För varje aspekt finns beskrivning av nuläget, värdet för aspekten i olika delområden, påverkan och konsekvenser för både byggskedet och driftskedet samt vilka åtgärder som kan vidtas för att minska miljöpåverkan.

Kulturmiljö och stadsbild

Samtliga sträckningar berör kulturhistorisk värdefulla miljöer. För byggskedet utgår bedömningen från att nödvändiga försiktighetsmått och åtgärder vidtas för att inte skador ska uppstå på kulturhistoriskt värdefull bebyggelse. De alternativ som innebär sänktunnel i Saltsjön medför stora konsekvenser på stadsbilden under byggtiden genom långvariga och omfattande arbetsområden i vattnet. Konsekvenserna för driftskedet bedöms bli små till måttliga. I och med de nya stationsuppgångarna kommer tillgängligheten öka och rörelsemönstrena förändras vilket får konsekvenser för stadsbilden.

Ytvatten och vattenmiljö

Påverkan på ytvattnet och vattenmiljön i Saltsjön kan sammanfattas med att alternativen med enbart bergtunnel är att föredra, då dessa bedöms ge en liten påverkan på vattenmiljön och ytvattnet om både bygg och driftskede sammanvägs. Ska det byggas sänktunnel är Alternativ 3, som korsar Saltsjön längst österut, att föredra då detta alternativ bedöms medföra den minsta påverkan på ytvattnet och vattenmiljön sett till både bygg- och driftskedet. Övriga sänktunnelalternativ riskerar att medföra en större negativ påverkan särskilt i byggskedet på grund av de förorenade sedimenten i denna del av Saltsjön samt den relativt omfattande muddringen som dessa alternativ medför.

Natur och rekreation

Samtliga alternativ antas kunna ge negativ påverkan på parkmark, bebyggd mark, stråk och visuella utblickar i byggskedet. I driftskedet kan till viss del negativa konsekvenser på parkmark, visuella blickar och stråk kvarstå.

De största negativa konsekvenserna i byggskedet bedöms uppstå för de alternativ där sänktunnlar föreslås, Alternativ 2, 3, 4 och 5B.

Detta beror på de höga värdena hos riksintresse Nationalstadspark, visuella utblickar och stråk i kombination med de negativa konsekvenser, som byggnation av sänktunnlar får i form av buller- och partikelstörningar och ökade transporter. Dessutom leder byggandet av sänktunnlar till stora konsekvenser då de stör utblickarna mot Saltsjön och därigenom påverkar rekreationsupplevelsen negativt.

Buller, stomljud och vibrationer

Under byggskedet kommer samtliga alternativ att innebära störningar till omgivningen i form av byggbuller, stomljud och vibrationer. Störningarna kommer inte att uppnå nivåer som är hälsofarliga, men väl påverka boendekomfort och sömnkvalitet för de som vistas i byggnader rakt ovan bergtunnelssträckning och nära arbetstunnelsmynning. Störningar kan vara relativt lång tid, upp till flera månader. Alternativ 3 med sträckning under Djurgården stör färre bostäder än övriga och de djupgående alternativen 1, 5 och 6 stör färre bostäder än de med sänktunnel.

När det gäller driftskedet föreligger det ingen nämnvärd skillnad mellan de olika alternativen. Ingen medför någon hälsorisk och alla kommer att uppfylla de hittills ställda projektkraven för buller, vibrationer och stomljud.

Luftkvalitet

Höga halter av luftföroreningar såsom kvävedioxider och inandningsbara partiklar från biltrafiken är ett hälsoproblem i Stockholm. Utbyggnad av tunnelbanan mot Nacka bidrar till en förbättrad luftkvalitet jämfört med nollalternativet genom att en del av det dagliga pendelresandet kan styras från bil och buss mot tunnelbana.

De emissioner som tunnelbanan genererar i driftskedet, främst inandningsbara partiklar, påverkar omgivningen i mycket liten omfattning oavsett vilket alternativ som väljs för tunnelbanans sträckning.

Det är under byggskedet som tunnelbaneutbyggnaden ger negativ påverkan på luftkvaliteten. Det gäller främst områden runt arbetstunnlars in- och utfarter samt vid större arbetsplats-etableringar. Dels genererar byggtrafiken direkta emissioner av partiklar och kvävedioxid, dels påverkas övrig trafik av sämre framkomlighet.

Konsekvenserna för luftkvalitet bedöms i driftskedet inte vara alternativskiljande för utredningsalternativen.

Grundvatten

Inom utredningsområdet saknar grundvattnet betydelse som dricks-vattenresurs. Behovet av en grundvattensänkning i lerområden kan påverka grundläggningen för byggnader och ledningar och medföra skador. Negativ påverkan på förekommande energibrunnar i närheten av tunnelbanan kan också uppkomma.

Det finns stor erfarenhet av att bygga tunnlar i Stockholmsområdet och ett antal olika skyddsåtgärder finns att tillgå. Sättningar i lera sker dessutom relativt långsamt varför ett kontrollprogram av lämplig omfattning ger goda möjligheter att sätta in motåtgärder i händelse av oförutsedd påverkan. I och med detta bedöms oacceptabla skadeverkningar till följd av grundvattenbortledning kunna undvikas, oavsett val av alternativ.

Alternativ 3 bedöms vara mest fördelaktigt sett till miljöaspekten grundvatten, eftersom det passerar förhållandevis få områden med känd eller förmodad hög frekvens av byggnader och anläggningar

som riskerar att påverkas negativt av en eventuell grundvattennivåsänkning. Av motsvarande skäl har Alternativ 4 bedömts vara minst fördelaktigt.

Klimat och hushållning

Infrastrukturprojekt påverkar klimat och hushållning av mark- och vattenresurser, berg- och grusmaterial, energi och bränslen. I dagsläget är klimatet en viktig fråga och för att nå uppsatta mål är kollektivt resande en viktig ambition.

I byggskedet används mycket energi och tillgångar vilket medför stora, negativa konsekvenser för samtliga alternativ.

I driftskedet medför samtliga alternativ stora positiva konsekvenser då tunnelbanor är mycket energieffektiva jämfört med buss- och personbiltrafik samt att SL endast nyttjar el från förnyelsebara energikällor för att driva tunnelbanan. Belastning på befintliga vägar kommer att minska vilket leder till att trafiken kan flyta bättre med minskad energianvändning som följd.

Risk och säkerhet

Olyckor i tunnelbanan är mycket sällsynta och det pågår ett kontinuerligt arbete för att göra tunnelbanan ännu säkrare. Säkerhetsorganisationen för tunnelbanan utvecklas, brandhämmande material används i moderna tunnelbanevagnar och väl genomtänkta utrymnings- och säkerhetskoncept etableras.

Samtliga alternativ bedöms vara genomförbara med en acceptabel risk för tågresenärer och tredje man. I det säkerhetskoncept som hittills tagits fram för Tunnelbana till Nacka är tanken att utrymning ska kunna ske både från station och från tunnarna.

Den samlade bedömningen är att bergtunnelalternativen 5, 1 och 6 (i nämnd ordning) är de alternativ som bedöms innebära lägst risk. Av sänktunnelalternativen bedöms Alternativ 4 innebära störst risk.

Samlad bedömning

Sammantaget bedöms byggskedet medföra måttliga till stora negativa konsekvenser för de flesta aspekter. Det gäller särskilt de alternativ som har sänktunnel i Saltsjön.

I driftskedet överväger de positiva konsekvenserna för klimatet. För övriga aspekter är de negativa konsekvenserna små till måttliga.

Sammantaget bedöms att den färdigbyggda tunnelbanan till Nacka kommer att bidra till att minska miljöbelastningen i Stockholmsregionen genom att ge fler möjligheten att resa kollektivt.

2 Inledning

Trafikförvaltningen inom Stockholms läns landsting leder sedan år 2012 arbetet med en förstudie för tunnelbana till Nacka enligt en politisk överenskommelse mellan Stockholms läns landsting, Stockholms stad samt Nacka och Värmdö kommuner.



Figur 1: Ostsektorn och dess relation med Stockholm city och norra Stockholm. Källa: AB SL, 2012.

Förstudien har som syfte att belysa konsekvenser och måluppfyllelse av olika sträckningsalternativ och trafikeringsalternativ samt utifrån konsekvensbeskrivningen rekommendera ett alternativ. Alla alternativ som studeras utgår från Kungsträdgården. I Figur 3 visas de alternativa sträckningarna, som utreds mellan Kungsträdgården och Nacka Forum.

Denna miljökonsekvensbeskrivning, MKB, har tagits fram som en del av förstudien. MKB:n fokuserar på hur de olika alternativa tunnelbanesträckningarna skiljer sig åt med avseende på miljöpåverkan och kommer att vara en del av underlaget för beslut om vilken linje som ska väljas.

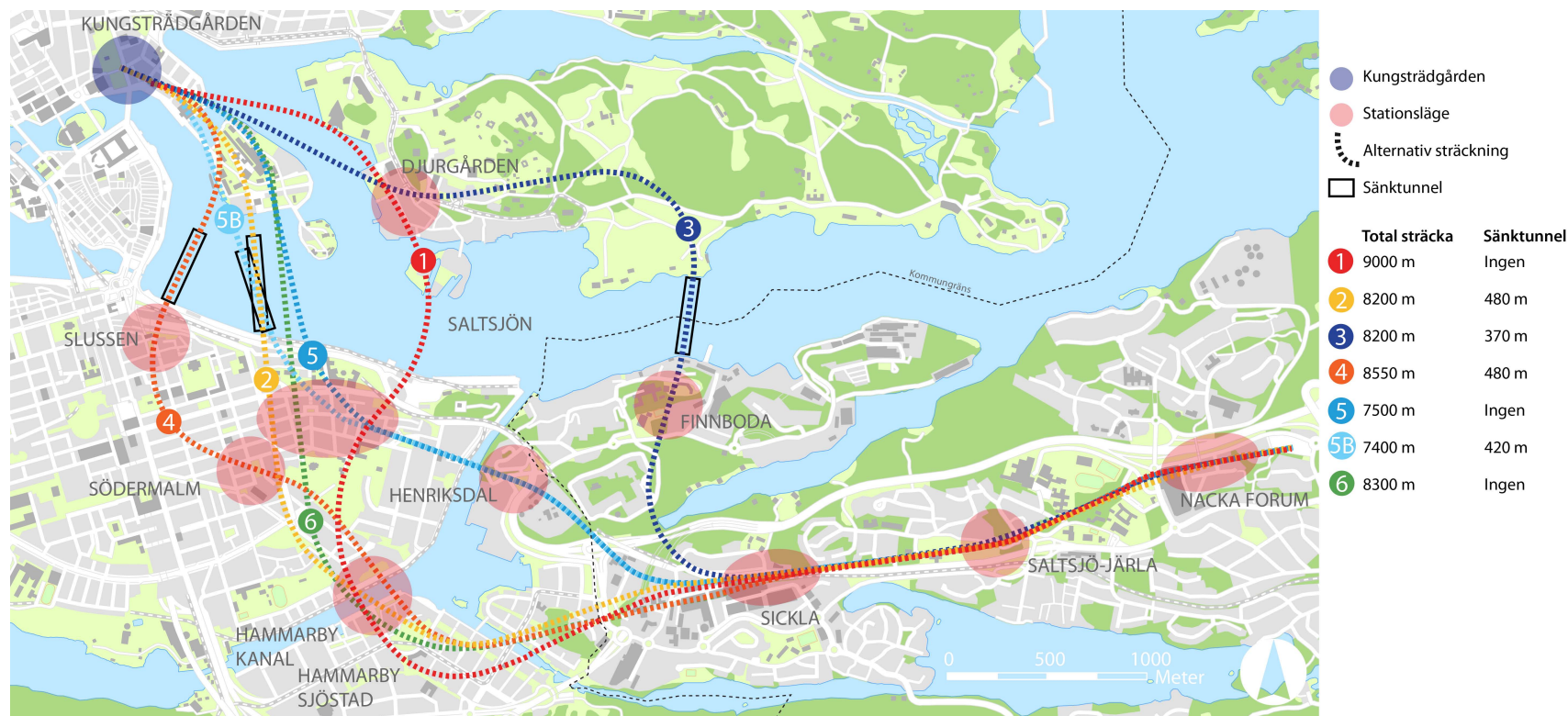
2.1 Problembild

All trafik på land till och från ostsektorn (Nacka kommun, Värmdö kommun och den del av Stockholms stad som ligger öster om Danvikskanalen) kanaliseras idag via ett fåtal väg- och spår-förbindelser på västra Sicklaön (Stadsgårdsleden, Södra länken, Saltsjöbanan, Tvärbanan, Ältavägen och Hammarby Sjöstads lokala vägnät). För ostsektorns kollektivtrafiksörjning är sträckan över Saltsjön och Stockholm city den enskilt viktigaste länken, se Figur 1. Samtliga genomförda studier pekar på att det behövs kraftiga förstärkningar av kollektivtrafiksystemet i ostsektorn före år 2030.

Idag är vägnätet kraftigt belastat med trängsel för såväl bussar som bilar, se Figur 2 (AB SL, 2012).



Figur 2: Trafiksituationen vid Danvikstull en vanlig vardagsmorgon. Bussar vid Henriksdalsberget som väntar på sin tur att stanna vid hållplatsen. Källa: AB SL, 2012.



Figur 3: Föreslagna alternativa sträckningar. Källa: AB SL, 2013, bearbetning av Ramböll.

2.2 Genomförd åtgärdsvalsstudie

År 2012 publicerade AB Storstockholms lokaltrafik en åtgärdsvalsstudie för att skapa en kapacitetstark kollektivtrafik till ostsektorn. Studien utvärderade olika alternativ som kan lösa den växande efterfrågan av kollektivtrafik i Stockholms östra delar.

Slutsatsen av åtgärdsvalsstudien visade att det befintliga väg- och spårnätet inte har kapacitet nog att tillgodose den ökade efterfrågan och därför behöver ytterligare infrastrukturprojekt i regionen

genomföras. Det enda lämpliga alternativet bedömdes vara en utbyggnad av tunnelbanan då övriga alternativ ansågs ta för mycket markyta i anspråk (AB SL, 2012).

2.3 Mål med en tunnelbaneförbindelse till Nacka

Stockholms län växer snabbt, med nästan 40 000 invånare per år. Utvecklingen av regionen hämmas av att utbildningssystemet, bostadsförsörjningen och transportsystemet inte har hållit jämna steg med befolkningsökningen. Stockholm har en kunskapsintensiv

arbetsmarknad och ur ett näringslivsperspektiv är det viktigt att regionen kan erbjuda attraktiva boendalternativ med bra kommunikationer för att locka arbetskraft med rätt kompetens. Genom att koncentrera ny bebyggelse skapas förutsättningar för bra kollektivtrafikförsörjning samtidigt som värdefulla kultur- och naturmiljöer värnas (AB SL, 2012).

Det är svårt att öka kapaciteten i befintligt trafiksystem och de utredningar som gjorts visar att effektivitetsåtgärder i det befintliga systemet endast medför små förbättringar (AB SL, 2012).

Stärkt transportkapacitet behövs främst till de snabbast växande regiondelarna i nordost och ost som idag inte ligger utmed tunnelbane- eller pendeltågsnätet. Snabbare resor i ost och nordost skulle ge ökade möjligheter för bland annat företag att etablera sig.

Målen med en ny tunnelbaneförbindelse till Nacka är att:

- Förbättra kollektivtrafikförsörjningen i ostsektorn som helhet och i områden längs sträckningen med förutsättningar för stort kollektivtrafikresande.
- Förbättra möjligheterna till bostadsbyggande i främst Nacka kommun, med målsättningen att bygga nya bostäder för minst 40 000 personer.
- Förbättra förutsättningarna för arbetsmarknaden i Stockholmsregionen genom bättre bostadsförsörjning och effektiva, hållbara resor.

- Minska flaskhalsproblematiken vid Slussen och i övriga tunnelbanenätet genom en ny tunnelbaneförbindelse över Saltsjö-Mälarsnittet som ger ostsektorn en effektiv anslutning till T-centralen.
- Öka det kollektiva resandet till och från ostsektorn och på så sätt underlätta ett bättre fungerande trafiksystem i hela Stockholmsregionen.
- Ge möjligheter till framtida avgreningar och förlängningar som visar sig intressanta.
- Samhällsekonomisk effektivitet är en av utgångspunkterna vid val av alternativ.

2.4

Planeringsprocessen

Förstudien och denna MKB är en inledande del av planeringsprocessen för tunnelbana till Nacka. Arbetet syftar till att få fram det alternativ som medför minsta möjliga negativa påverkan för såväl närboende som miljön men ändå uppfyller projektets syfte och håller en skälig budget. Samråd med myndigheter, organisationer och berörd allmänhet är en viktig del av planeringsprocessen.

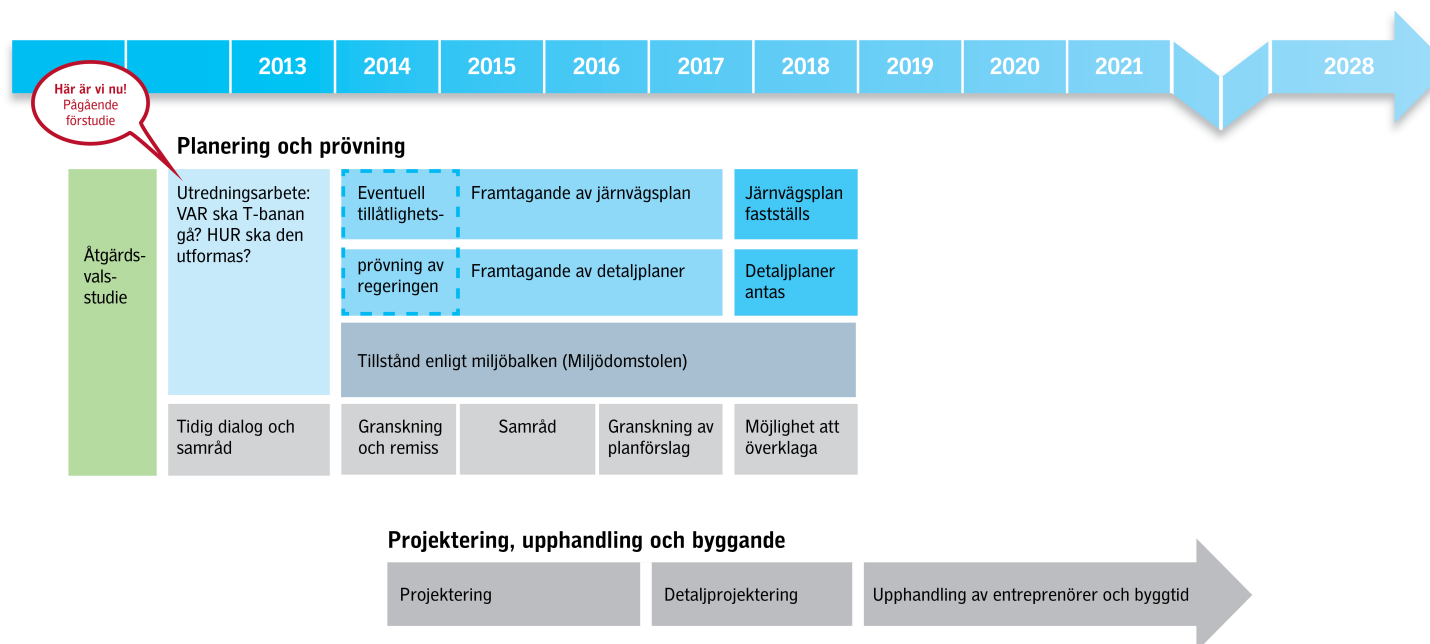
För att bygga tunnelbanan kommer det att behövas nya detaljplaner för tunnelbanan med dess uppgångar i Stockholms stad och Nacka kommun. Planeringsprocessen för tunnelbana till Nacka är i dagsläget även tänkt att inkludera en järnvägsplan för tunnelbanesträckningen. En järnvägsplan krävs formellt inte för tunnelbana, men det finns fördelar med att ta stöd i järnvägsplaneprocessen för ett så omfattande projekt som tunnelbaneutbyggnaden.

Järnvägsplaneprocessen styrs av Lag om byggande av järnväg och detaljplaneprocessen styrs av Plan- och bygglagen. MKB-arbetet som nu har inletts kommer att fortsätta och detaljeras under planeringsprocessen. Miljöbalken reglerar MKB-arbetet. I Figur 4 visas schematiskt den föreslagna planeringsprocessen för tunnelbana till Nacka.

Inledningsvis utreds flera sträckningar. När val av alternativ är gjort inriktas arbetet på utredningar och projektering kring det valda alternativet. Efter projektering av tunnelbanan påbörjas upphandling av entreprenörer. Byggandet beräknas börja tidigast år 2018 och pågå till andra halvan av 2020-talet.

2.4.1 Beslut om betydande miljöpåverkan

Länsstyrelsen tog 2013-12-05 beslut om att projektet tunnelbana till Nacka kan antas innebära betydande miljöpåverkan oavsett sträckningsalternativ, se Bilaga 1. Det innebär att en miljökonsekvens-beskrivning ska tas fram för tunnelbaneutbyggnaden samt att fortsatt samråd ska ske med länsstyrelsen, berörda kommuner, övriga statliga myndigheter, berörda enskilda samt den allmänhet och de organisationer som kan antas bli berörda. Motiven till Länsstyrelsens beslut är byggnationens komplexitet och omfattning; Att projektet innebär byggande av långa bergtunnlar bland annat under Stockholms innerstads tätbebyggda områden.



Figur 4: Schematisk bild över planeringsprocessen för tunnelbana till Nacka.

Utbyggnaden innebär också en bergtunnel eller eventuellt en sänktunnel för passage av Saltsjön. Alla alternativ berör stora centrala och värdefulla områden inom Stockholms stad och Nacka kommun.

2.4.2 Regeringens tillåtlighetsprövning

Miljöbalken anger att regeringen kan pröva om vissa typer av projekt ska få utföras – så kallad tillåtlighetsprövning. Det handlar normalt om projekt som är samhällsviktiga samtidigt som de kan ge stor påverkan på miljön.

Vid en tillåtlighetsprövning tillämpar regeringen bestämmelserna i miljöbalken och tar hänsyn till allmänna samhällsaspekter. Tillåtlighet kan kopplas till villkor.

En utbyggnad av Tunnelbana till Nacka skulle kunna vara ett projekt som regeringen kan tillåtlighetspröva. Efter regeringens tillåtlighetsprövning, alternativt om regeringen inte tar upp projektet för prövning, fortsätter planering och prövning av projektets närmare utformning.

3 Framtagande av miljökonsekvensbeskrivning

3.1 Syfte med en miljökonsekvensbeskrivning

En miljökonsekvensbeskrivning är både ett dokument och en process. Dokumentet beskriver vilka miljökonsekvenser ett projekt kan förväntas medföra. Processen syftar till att påverka projektets utformning så att de negativa miljökonsekvenserna begränsas. Processen syftar därmed också till att samråda med olika parter om projektet, dess utformning och konsekvenser. Syftet med MKB-arbetet är att vara ett underlag för den fortsatta planeringsprocessen och påverka projekteringen så att relevant hänsyn tas till miljöfrågorna. MKB upprättas som en del av planeringsprocessen för tunnelbanan.

Syfte med en MKB är att:

- Identifiera och beskriva direkta och indirekta effekter som en planerad åtgärd kan medföra dels på människor, djur, växter, mark, vatten och den fysiska miljön i sin helhet, dels på hushållning med material, råvaror och energi.
- Möjliggöra en samlad bedömning av dessa effekter på människors hälsa och på miljön.
- Öka insynen i projektet under processens gång och även möjliggöra miljömessiga förbättringar.

3.2 Metod

Denna miljökonsekvensbeskrivning är en alternativjämförande MKB. Fokus ligger på de alternativskiljande miljöaspekterna eftersom MKB är en del i utvärderingen av alternativen som görs i förstudien. Att utföra en alternativjämförande MKB för tunnelbana till Nacka är komplext då utformningen av alternativen samt byggmetoder är skissade och inte så exakta. Osäkerheten i bedömningen av miljöpåverkan är stor i denna MKB men kommer att minska allt eftersom planeringen fortgår, stationer lokaliseras,

gestaltningssprogram framarbetas och bostadsområden planeras och byggs ut.

Underlag och konsekvensbeskrivningar ligger till grund för de beslut som successivt behöver fattas om anläggningens läge och utformning. Processen att säkra miljöhänsynen och miljöanpassningen av projektet påbörjades i förstudien och fortsätter tills tunnelbanan med dess ingående anläggningar är driftsatta och dess långsiktiga effekter klarlagts.

Bedömning av miljökonsekvenser utgår från den berörda platsens förutsättningar och värden samt påverkan, det vill säga störningens eller ingreppets omfattning (se Figur 5). Om ett område med stort värde störs i stor omfattning innebär det stora negativa konsekvenser medan en liten störning på ett område med litet värde innebär små negativa konsekvenser. Positiva konsekvenser kan uppstå om inverkan på ett område är positiv. I denna MKB beskrivs positiva konsekvenser i text och inte i konsekvensmatrisen. Detta eftersom det är få miljöaspekter som sammantaget får positiva konsekvenser.

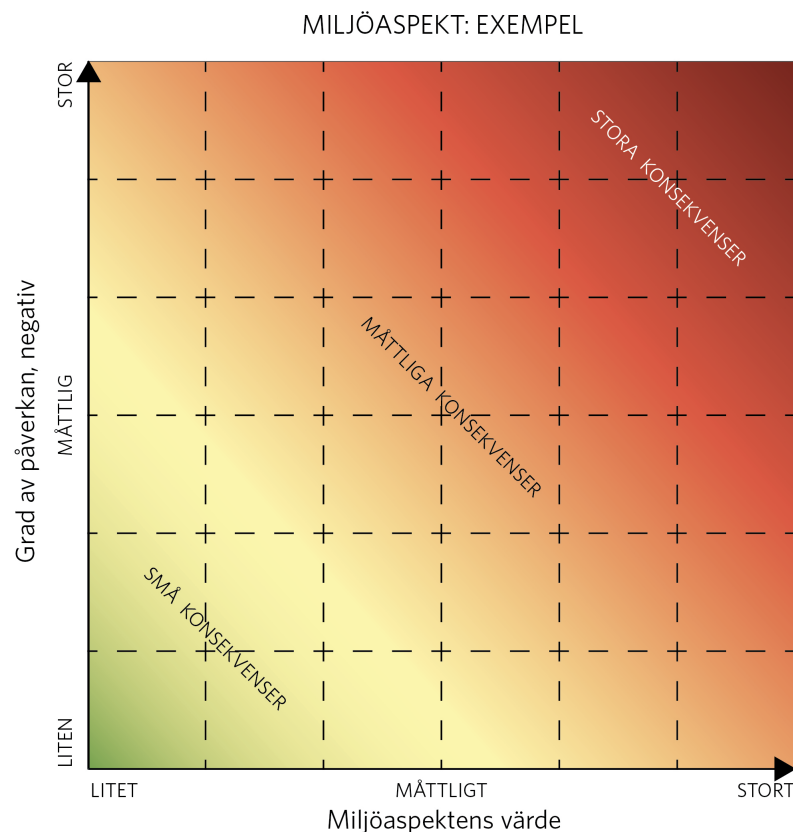
3.2.1 Bedömning av värde

Avgränsning av utredningsområde och indelning i delområden

Det geografiska område som bedöms kunna påverkas av projektet har avgränsats. Detta så kallade utredningsområde (se Figur 6) har därefter delats in i delområden. Delområdena är geografiskt avgränsade miljöer och indelningen i delområden är olika för olika miljöaspekter.

Bedömning av delområdenas värde

Värdet hos respektive delområde har bedömts utifrån bedömningsgrunder som är specifika för respektive miljöaspekt. Värdet anges på en tregradig skala: litet - måttligt - stort.



Figur 5: Konsekvensbedömningen utgår från en sammanvägning av berörda värden och grad av påverkan.

3.2.2 Bedömning av störningen/ingreppets omfattning

En bedömning har gjorts av vilken påverkan/störning som projektet antas medföra för respektive delområde och hur stor omfattningen av denna påverkan/störning blir. Påverkan avser förändring av miljön genom exempelvis fysiskt intrång eller störningar som till

exempel buller, visuell förändring och grundvattenpåverkan. Bedömningsgrunder används för att bedöma olika påverkans betydelse. Där det är möjligt anges bedömningsgrunder i form av lagar, normer och riktvärden. För miljöaspekter som saknar riktvärden utgör allmänna förutsättningar och värdebeskrivningar bedömningsgrund. Bedömningen har gjorts i förhållande till nollalternativet. Omfattningen anges på en skala: liten negativ - måttlig negativ - stor negativ.

3.2.3 Konsekvensbedömning för respektive miljöaspekt

Storleken på konsekvensen fås genom en sammanvägning av värdet och påverkan för respektive delområde (se Figur 5).

Konsekvenserna för samtliga delområden inom en miljöaspekt vägs samman för de olika alternativen.

3.2.4 Samlad bedömning

En samlad bild av miljökonsekvenserna för respektive alternativ jämfört med nollalternativet ges i sammanställningen av konsekvenser för miljöaspekterna (se kapitel 15, *Samlad miljöbedömning*).

3.2.5 Skyddsåtgärder

Åtgärder behöver göras för att uppnå god miljöhänsyn. Skyddsåtgärder är fysiska åtgärder som vidtas i anläggningen för att minska negativa konsekvenser. Kompensationsåtgärder kan göras för att kompensera intrång i allmänna eller privata intressen. Andra åtgärder kan vara krav vid upphandling av entreprenör. Det kan vara informationsinsatser under byggtiden eller mer detaljerade utredningar som behöver göras inför kommande tillståndsprövningar. Som underlag för bedömningen ligger skyddsåtgärder i den omfattning som anses som vedertagna och god design vilket framgår i respektive aspekt.

3.3 Avgränsning

3.3.1 Geografisk avgränsning

Den miljöpåverkan som projektet kan resultera i beskrivs främst för de alternativa sträckningarnas närområde – kallat utredningsområde, se Figur 6. Närområde är det område som påverkas direkt och där Trafikförvaltningen inom ramen för projektet har möjlighet att föreslå konkreta åtgärder, som exempelvis skyddsinfiltration för att upprätthålla grundvattennivåer.

Vissa effekter kan uppkomma längre bort från tunnelbanan och dess direkta närhet, inom ett så kallat influensområde. En framtida tunnelbanelinje till Nacka har ett mycket stort influensområde, inte minst genom att den avlastar befintliga kommunikationsleder från Värmdö och Nacka. Effekter kan även uppstå på systemnivå, såsom tunnelbanans eventuella inverkan på de storskaliga trafikmönster som finns i Stockholmsregionen.

Effekter och åtgärder i influensområdet och på systemnivå ligger på en övergripande, strategisk nivå och bedöms bli likartade för de olika utredningsalternativen.

Förlängning av Blå tunnelbanelinje mellan Kungsträdgården och Nacka Forum innebär ett ökat tågbehov oavsett utredningsalternativ. Detta genererar ett ökat behov av depåplatser. En depå är den plats där tåg kan ställas upp, städas och underhållas. Depån är en viktig plats i trafiksystemet och behövs för att trafik ska kunna bedrivas. Trafikförvaltningen utreder olika sätt att skapa tillräckligt med depåplatser. Behovet av depåplatser är inte alternativskiljande och konsekvenser av olika depålösningar studeras därför inte i denna MKB.

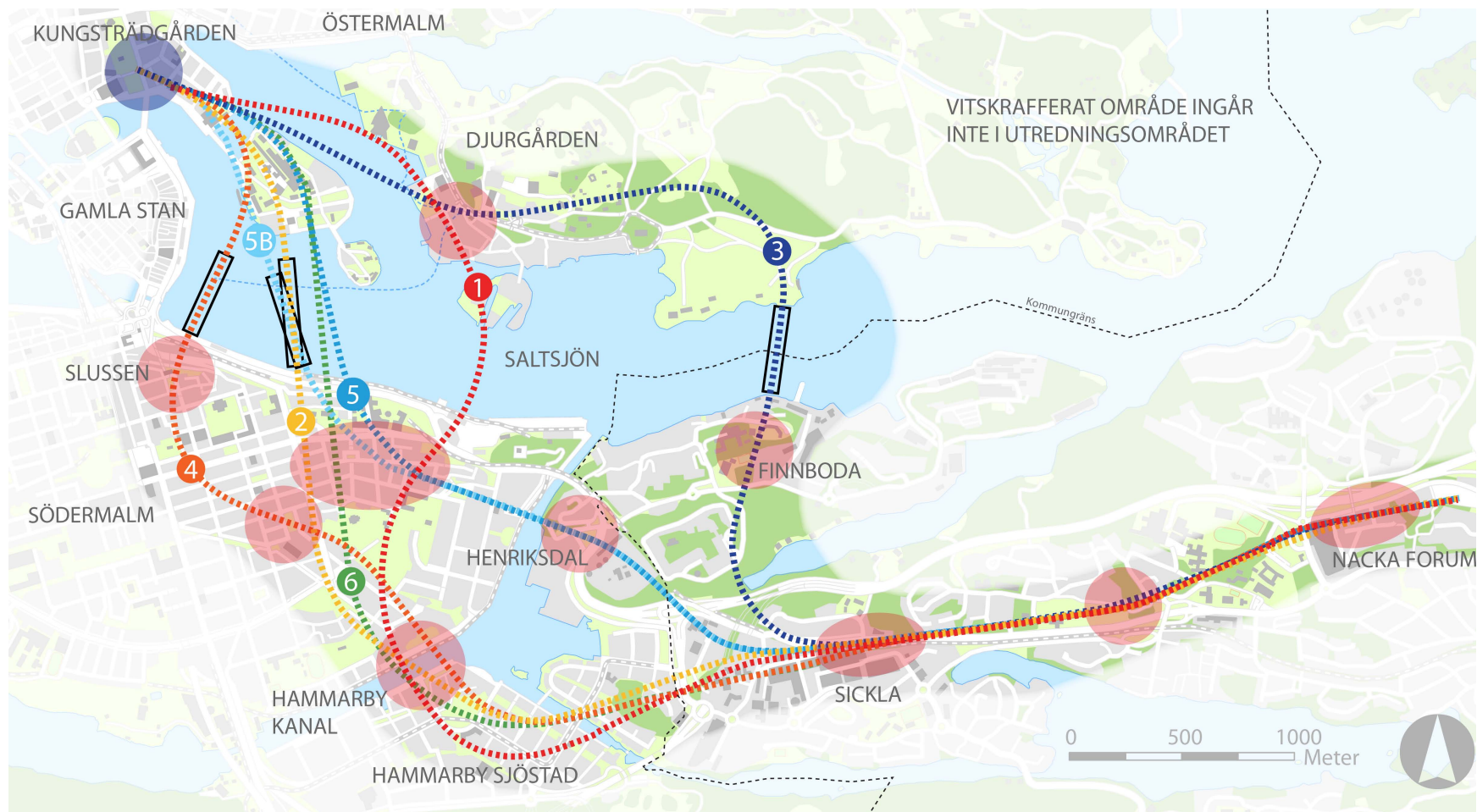
Inom förstudien Tunnelbana till Nacka väcktes idén om att studera en koppling av tunnelbanans nackagren till Grön linje söderut.

Syftet med den nya kopplingen är att:

- Ge ökad tunnelbanekapacitet till Stockholm söderort och en ytterligare avlastning av Grön linje.
- 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.

Studien av en avgrening mot Grön linje är genomförd som en idéstudie och är mer översiktlig jämfört med förstudien Tunnelbana till Nacka. Då det i samtliga utredningsalternativ av Tunnelbana till Nacka har studerats en avgrening mot grön linje anses detta inte vara alternativskiljande och studeras inte i denna MKB.

Trafikförvaltningen och Trafikverket har översiktligt studerat möjligheten att, i passagen över Saltsjön, samförlägga tunnelbana till Nacka och en ny östlig vägförbindelse. Samförläggning har grovt studerats för flera sträckningsalternativ. Sträckningsalternativ 3, se Figur 6, är enbart relevant att genomföra med en samförläggning med väg, medan övriga alternativa sträckningar är aktuella även utan samförläggning. Beskrivning av miljöpåverkan från sträckningsalternativ 3 innefattar därför – i passagen genom Saltsjön – en stor sänktunnelkonstruktion vilken inrymmer både tunnelbana och väg. I övriga utredningsalternativ rymmer tunnelpartiet, som korsar Saltsjön enbart tunnelbana, det vill säga en mindre konstruktion. Frånsett miljöpåverkan från den större sänktunnelkonstruktionen, i Alternativ 3, beskrivs inte miljöpåverkan av östlig vägförbindelse i MKB:n.



Figur 6: Utredningsområde. Källa: AB SL, 2013, bearbetning av Ramböll.

3.3.2 *Avgränsning i tid*

Upphandling av entreprenörer antas kunna starta tidigast år 2018 och byggnationen antas pågå fram till andra halvan av 2020-talet, då tunnelbanan antas vara i trafik. Beskrivning av förväntad miljöpåverkan i denna MKB görs dels gällande byggtiden och dels utifrån en tänkt situation år 2030.

Skador på byggnader på grund av grundvattensänkning kan ta lång tid att utveckla. 20 år är en rimlig tid för att kontrollera sådana skador.

Vissa miljökonsekvenser är av permanent karaktär och sträcker sig bortom år 2030, som till exempel intrång i stadsmiljön av tunnelbanans ytförlagda delar, såsom stationsbyggnader, uppgångar och ventilationstorn. Andra miljökonsekvenser är övergående, som exempelvis buller under byggskedet.

3.3.3 *Avgränsning i sak*

Alternativskiljande MKB för tunnelbana till Nacka fokuserar på de alternativskiljande konsekvenserna för projektet. I Tabell 1, på sida 20, förklaras vilka miljöaspekter som MKB-dokumentet omfattar och vilka som har avgränsats bort. Avgränsning inom respektive miljöaspekt redovisas i miljöaspektpapitlen 7-14.

Avgränsning för elektromagnetfält

Aspekten elektromagnetiska fält har diskuterats men avgränsats bort i denna alternativskiljande MKB utifrån följande resonemang. Magnetfält finns ständigt omkring oss och är starkast närmast källan, till exempel kring kraftledningar, ställverk, huvudkablar, transformatorer och motorer eller omkring apparater. Fältstyrkan avtar starkt med avståndet. Inne i en vanlig tågagn kan ett magnetfält av i genomsnitt 5 – 10 μT förekomma. Rekommenderat maxvärde är 100 μT . Det värdet är satt till en femtiondedel av de värden där man har konstaterat negativa hälsoeffekter.

Tunnelbanans utrymmen för transformatorer och kopplingsutrustningar väljs så att fälten hålls på en nivå långt under rekommenderade gränsvärden för såväl yrkesfolk som för allmänheten. Den fasta utrustningen i tunnelbanan är placerad så att den inte medför några problem med elektromagnetiska fält.

Sammantaget bedöms inte elektromagnetiska fält, orsakade av tunnelbana, ge negativ hälsopåverkan och är inte alternativskiljande, varför aspekten har avgränsats bort ur MKB-arbetet.

3.4 **Osäkerheter**

Generella osäkerheter som påverkar konsekvensbedömningen är bland annat:

- Projektet är i ett tidigt planeringsskede där sju olika alternativ jämförs. Ingen detaljprojektering är ännu utförd vilket innebär att lägena för bland annat spår, stationer, stationsentréer, arbetstunnlar och arbetsområden är mycket ungefärliga.
- Byggmetoder för framdrivning av tunnarna (borrning eller sprängning) och utformning av tunnlar (enkel- eller dubbelspår) är inte bestämda ännu.
- Den relativt långa tidsperiod som studeras och osäkerheter kring hur omvärlden förändras till år 2030.

Osäkerheterna bedöms vara lika stora för de olika alternativen och påverkar sannolikt inte jämförelsen.

Tabell 1: Avgränsning miljöaspekter.

Miljöaspekt	Beskrivs vidare i MKB-dokumentet	Motivering (om aspekten tagits bort)
Kulturmiljö	Ja, i avsnitt <i>Kulturmiljö och stadsbild</i> .	
Stadsbild	Ja, i avsnitt <i>Kulturmiljö och stadsbild</i> .	
Ytvatten	Ja, i avsnitt <i>Ytvatten</i> .	
Naturmiljö	Ja, i avsnitt <i>Naturmiljö och rekreation</i> .	
Friluftsliv och rekreation	Rekreation beskrivs i MKB-dokumentet avsnitt <i>Naturmiljö och rekreation</i> . Friluftsliv beskrivs inte med begreppet friluftsliv.	Inom utredningsområdet finns förutsättningar för friluftsliv (såsom paddling och vandring) men den form av friluftsliv går i denna MKB under begreppet rekreation.
Sjöfart	Ja i avsnitt <i>Ytvatten och vattenmiljö</i>	
Slussfunktion	Nej	Då inget alternativ bedöms påverka slussfunktionen hos den befintliga, eller framtida, Karl Johanslussen har aspekten inte tagits med i denna MKB.
Grundvattenkvalitet och grundvattennivåer	Ja i avsnitt <i>Grundvatten</i> .	
Buller, stömljud och vibrationer	Ja, i avsnitt <i>Buller, stömljud, vibrationer</i>	
Luftkvalitet	Ja i avsnitt <i>Luftkvalitet</i>	
Elektromagnetiska fält	Nej	Magnetiska fält orsakade av tunnelbana till Nacka bedöms inte ge en negativ hälsopåverkan.
Klimat	Ja, i avsnitt <i>Klimat och hushållning</i> .	
Hushållning	Ja, i avsnitt <i>Klimat och hushållning</i> .	
Förorenad mark	Nej	Få markområden berörs av tunnelbanebygget och därför har denna aspekt inte tagits med. När ett alternativ har valts kan det eventuellt bli aktuellt att ta med denna aspekt i kommande MKB.

4 Alternativ

Utformning av sträckningsalternativen med stationslägen har utgått från målen för tunnelbaneförbindelsen, förväntat resandeunderlag år 2030, bergnivå och befintliga underjordiska konstruktioner, projektspecifika krav såsom krav på lutning och kurvradie med mera.

I förstudien bedöms två parallella enkelspårstunnlar vara mer kostnadseffektiva än en dubbelspårstunnel, men slutligt beslut kring detta är inte taget.

4.1 Avförda alternativ

Samtidigt som förstudien har utformat sju olika alternativ, som studerats närmare, har också alternativ avförts under förstudiearbetet. Dels har det funnits idéer till sträckningar i tidigare studier och dels har nya förslag på sträckningar och stationslägen framförts under samråd i april år 2013. I förstudierapporten beskrivs kortfattat alternativa sträckningar och stationslägen tillsammans med motiv till varför de har avförts.

4.2 Nollalternativet

Nollalternativet är en tänkt situation år 2030 utan tunnelbana till Nacka och innebär ett allmänt vidmakthållande av dagens situation men med nödvändiga åtgärder avseende drift och investeringar på Saltsjöbanan och Värmdöleden för tåg och busstrafik till Slussen.

Tunnelbanan till Nacka ses som en viktig del i att kunna utveckla den östra regionen. I Nacka kommun planeras 16 000 nya bostäder fram till år 2030. Utan tunnelbana till Nacka bedöms exploateringen att vara betydligt blygsammare.

Nollalternativet är baserat på Trafikförvaltningens jämförelsealternativ, JA 2030, som förutom dagens infrastruktur innehåller påbörjade utbyggnader samt utbyggnader som planeras vara färdiga till år 2030. Ostsektorn kollektivtrafikförsörjs som i dagsläget med bussar till i huvudsak Slussen samt av Saltsjöbanan. År 2030 förväntas både antalet boende och arbetsplatser ha ökat i ostsektorn liksom i länet i övrigt. Utifrån dessa förutsättningar har resandeprognoser genomförts.

För kollektivtrafiken antas följande infrastrukturinvesteringar vara genomförda jämfört med idag:

- Citybanan är utbyggd vilket innebär att pendeltågstrafiken kan utökas till 20 tåg per riktning under maxtimmen.
- Nytt signalsystem har införts på röda tunnelbanelinjen. Det innebär att röda linjen kan trafikeras med uppemot 36 tåg per riktning i maxtimmen.
- Etapp 1 och etapp 2 av Roslagsbanan är genomförda. Det medger regelbunden 10-minuterstrafik på vardera linjegen.
- Tvärbanan är utbyggd till Solna station, till Helenelund via Kista samt till Sickla.
- Spårväg City är utbyggd mellan Centralen och Ropsten och sammankopplad med en upprustad Lidingöbana. Det möjliggör genomgående trafik mellan Centralen och Gåshaga Brygga.

4.2.1 Referensalternativet

På begäran av Stockholmsförhandlingen 2013 har ett referensalternativ tagits fram, det vill säga en sträckning som skulle vara så kostnadseffektiv som möjligt. Referensalternativet motsvarar den genaste sträckningen, Alternativ 5, utan station Saltsjö-Järila och med en sammanslagen station Ersta och Henriksdal, under Danvikskanalen.

Referensalternativet har inte konsekvensbedömts i MKB på grund av att dess syfte främst varit att fungera som referens i förhandlingsarbetet. I MKB:n har nollalternativet i stället använts som jämförelsealternativ.

4.3 Gemensamt för alternativen

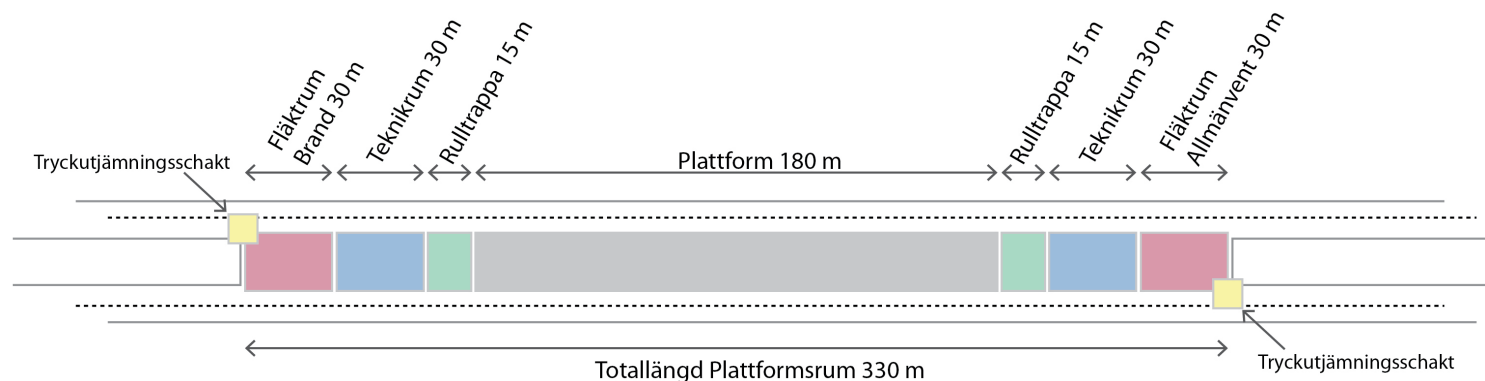
Samtliga sträckningar utgår från befintlig tunnelbanestation Kungsträdgården med Nacka Forum som slutstation, se Figur 3. Mellan Sickla och Nacka Forum har de olika alternativen samma sträckning, vilket innebär att denna sträcka inte är alternativskiljande. Tunnelbanan är planerad gå under mark i samtliga sträckningsalternativ vilket innebär att nuvarande markanvändning ovan mark kan fortsätta.

4.3.1 Stationsutformning

De olika sträckningarnas stationslägen är inte detaljstuderade utan beskrivs utifrån en ungefärlig sträckning. Stationerna kommer att ligga på mellan 20-40 meter under markytan, förutom stationen under östra Södermalm, som kan komma att förläggas på 60-100 meter under markytan. Den djupa stationen planeras med stora snabbgående hissar samt utrymningstrappor. I förstudien har plattformsrums totala längd uppskattats till 330 meter, varav plattformen har uppskattats till 180 meter.

För att kunna göra bedömningar av miljöpåverkan för byggnader och anläggningar ovan jord, har följande antaganden gjorts:

- Från plattform finns två uppgångar.
- En uppgång har två entréer ovan mark som mynnar i gata, park eller annan allmän platsmark, vilket innebär fyra entréer per station.
- Entréerna lokaliseras inom en 100-meters radie från det föreslagna plattformsläget.



Figur 7: Systemskiss av plattformsrums. Källa: Trafikförvaltningen, 2012, bearbetning av Ramböll.



Figur 8: Sträckning Alternativ 1.

4.4 Alternativ 1

Sträckning under Djurgården via östra Södermalm och Hammarby sjöstad.

Alternativ 1 går i bergtunnel hela vägen från Kungsträdgården till Nacka Forum. Bergtunneln passerar Saltsjön mellan Beckholmen och Ersta på ett djup av 85 meter under vattenytan, vilket ger en teoretisk bergtäckning på cirka 10 meter under Saltsjön.

Alternativ 1 har sex planerade stationer (stationsdjup angivet som cirka meter under markytan) vid Djurgården (65 m), Ersta (100 m), Hammarby kanal (45 m), Sickla (32-40 m), Saltsjö-Järla (30 m) och Nacka Forum (30 m).

Den totala längden, inklusive uppställningsspår efter Nacka, är cirka 9 000 meter.



Figur 9: Sträckning Alternativ 2.

4.5 Alternativ 2

Sträckning under Skeppsholmen via östra Södermalm och Hammarby sjöstad med sänktunnel under Saltsjön.

Från station Kungsträdgården går bergtunnlarna ner under Ladugårdslandsviken och vidare mot Skeppsholmen. Cirka 200 meter söder om Skeppsholmen övergår bergtunneln i en cirka 480 meter lång sänktunnel. Övergång till bergtunnel vid Södermalm sker sedan på Stadsgården, ungefär i läget för Fotografiska museet.

Alternativ 2 har fem planerade stationer (stationsdjup angivet som cirka meter under markytan) vid Sofia (45 m), Hammarbykanal (30 m), Sickla (32-40 m), Saltsjö-Järla (30 m) och Nacka Forum (30 m).

Den totala längden inklusive uppställningsspår efter Nacka, är cirka 8 200 meter.



Figur 10: Sträckning Alternativ 3.

4.6 Alternativ 3

Östlig sträckning via Djurgården och Finnboða. Sänktunnel under Saltsjön, samlokaliserad med vägförbindelse.

Alternativ 3 passerar under Saltsjön i en cirka 390 meter lång sänktunnel som är samförlagd med en vägförbindelse. Sträckningen övergår från bergtunnel till sänktunnel vid Biskopsudden på Djurgården. Sänktunneln övergår sedan till bergtunnel igen vid Finnboða.

Alternativ 3 har fem planerade stationer (stationsdjup angivet som cirka meter under markytan) vid Djurgården (30 m), Finnboða (25-50 m), Sickla (25-30 m), Saltsjö-Järla (30 m) och Nacka Forum (30 m).

Den totala längden, inklusive uppställningsspår efter Nacka, är cirka 8 200 meter.



Figur 11: Sträckning Alternativ 4.

4.7 Alternativ 4

Sträckning med station vid Slussen, via östra Södermalm och Hammarby sjöstad. Sänktunnel under Saltsjön.

Alternativ 4 innebär att bergtunneln övergår i en sänktunnel cirka 250 meter söder om Skeppsholmen och går sedan cirka 480 meter i denna till Stadsgården/Slussen där bergtunnel tar vid.

Alternativ 4 har sex planerade stationer (stationsdjup angivet som cirka meter under markytan) vid Slussen (23 m), Nytorget (44 m), Hammarby kanal (30 m), Sickla (32-40 m), Saltsjö-Järla (30 m) och Nacka Forum (30 m).

Den totala längden, inklusive uppställningsspår efter Nacka, är cirka 8 550 meter.



Figur 12: Sträckning Alternativ 5.

4.8 Alternativ 5

Sträckning under Skeppsholmen, via östra Södermalm och Henriksdal.

Alternativ 5 innebär att linjesträckningen går hela vägen mellan Kungsträdgården och Nacka Forum i bergtunnel. Bergtunneln passerar Saltsjön på ett djup av 85 meter mellan Skeppsholmen och Stadsgården vid Fotografiska museet.

Alternativ 5 har fem planerade stationer (stationsdjup angivet som cirka meter under markytan) vid Ersta (100 m), Henriksdal (50 m), Sickla (32-40 m), Saltsjö-Järsla (30 m) och Nacka Forum (30 m).

Den totala längden, inklusive uppställningsspår efter Nacka, är cirka 7 500 meter.



Figur 13: Sträckning Alternativ 5B.

4.9 Alternativ 5B

Sträckning under Skeppsholmen, via östra Södermalm och Henriksdal. Sänktunnel under Saltsjön.

Alternativ 5B innebär att sträckningen övergår från bergtunnel till en 450 meter lång sänktunnel cirka 200 meter söder om Skeppsholmen. Tunneln övergår sedan åter i bergtunnel på Södermalm ett 20-tal meter in på Stadsgården, just före Fotografiska museet.

Alternativ 5B har fem planerade stationer (stationsdjup angivet som cirka meter under markytan) vid Ersta (45 m), Henriksdal (48 m), Sickla (32-40 m), Saltsjö-Järla (30 m) och Nacka Forum (30 m).

Den totala längden, inklusive uppställningsspår efter Nacka, är cirka 7 400 meter.



Figur 14: Sträckning Alternativ 6.

4.10 Alternativ 6

Sträckning under Skeppsholmen, via östra Södermalm och Hammarby sjöstad.

Hela linjesträckningen går i bergtunnel, som passerar Saltsjön på ett djup av 85 meter mellan Skeppsholmen och Stadsgården vid Fotografiska museet.

Alternativ 6 har fem planerade stationer (stationsdjup angivet som cirka meter under markytan) vid Sofia (100 m), Hammarbykanal (45 m), Sickla (32-40 m), Saltsjö-Järla (30 m) och Nacka Forum (30 m).

Den totala längden, inklusive uppställningsspår efter Nacka, är cirka 8 300 meter.

5 Byggmetoder och genomförande

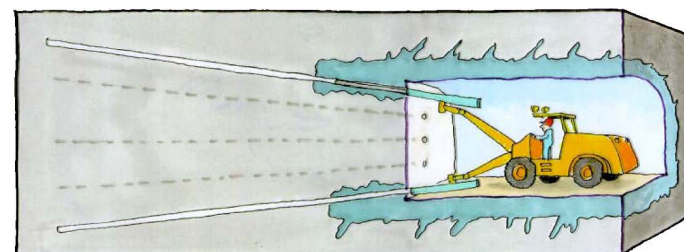
Utöver huvudtunnel kommer stationer, uppgångar, luftschakt och flera arbetstunnlar att anläggas. Stationerna planeras anläggas i berg och även uppgångar, luftschakt och arbetstunnlar kommer i stor utsträckning att förläggas i berg, men sannolikt kommer mer eller mindre omfattande schakter i jord att behöva utföras på olika platser längs sträckningen.

Tunneldrivning

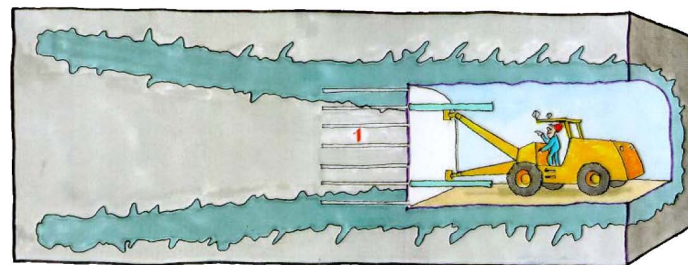
Det finns två huvudsakliga sätt att bygga bergtunnlar:

- Konventionell borrhning och sprängning, se Figur 15.
- 60 % fullortsborrning (spårtunnel) + 30 % konventionell borrhning och sprängning (uppgångar, tvärtunnlar, plattformsrum med mera)

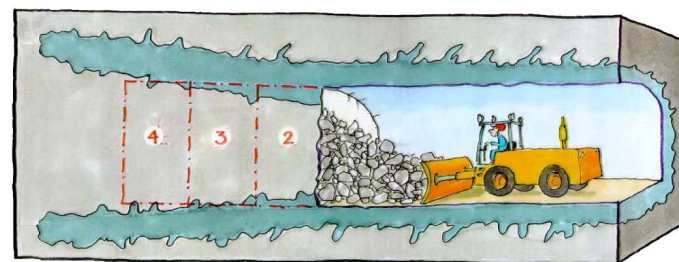
Att bygga bergtunnel genom fullortsborrning med en TBM (Tunneling Boring Machine) är en metodik som ofta används internationellt men även i Sverige. Fullortsborrning är snabbare och den färdiga tunneln kräver mindre underhåll än en tunnel som är byggd med konventionell borrhning och sprängning. Det finns flera olika typer av fullortsbormaskiner (TBM). Den som kan vara aktuell för detta projekt är en TBM som både kan bygga tunnel med kontinuerlig betonglining, när berget är dåligt och drivas utan betonglining när berget är bra. I Figur 16 visas en TBM-borrade tunnel med kontinuerlig betonglining.



Förinjektering. 15-20 meter långa hål borras runt den blivande tunneln.
Injektering. Betong injekteras (insprutas) i borrhål och bergsprickor.
 När cementen stelnat, bildas en tätning runt den blivande tunneln.



Borrhning av hål för sprängning. Hålen är 1-5 meter långa.
Laddning och sprängning. De borrade hålen laddas med sprängmedel.
 Sprängningen sker i etapper (1, 2, 3, 4 i figurerna) och enligt ett förutbestämt mönster för att minska vibrationerna.



Utlastning. Det lossprängda berget lastas på fordon och transporteras ut ur tunneln.
Skrotning och förstärkning. Eventuellt löst berg tas bort.
 Bergytan förstärks vid behov med sprutbetong och bultar.

Figur 15: Arbetsmoment vid tunneldrivning. Källa: Banverket, 2007.

Normalt är framdriften med TBM hög. Man kan bygga 150-250 meter i veckan under gynnsamma förhållanden. Det som i Sverige minskar framdriften är att vi normalt inte tillåter inläckage av grundvatten till tunneln, på grund av att detta skulle kunna orsaka stora skador på omgivningen. Kontinuerlig betonglining är mycket dyrt och förinjektering av berget tar lång tid, då TBM måste stå still under tiden för injekteringsarbetena.

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 (borrning och sprängning) kan flera entreprenader etableras och tunneldrivning ske på många fronter. Detta minskar störningskänsligheten och ökar konkurrens-situationen vid upphandling.



Figur 16: Spårtunnelbygge i Köln.

Tätning av tunneln

Tätning av tunnlar görs i Stockholmsregionens berggrund oftast genom förinjektering, vilket innebär att man via flera borrhål i tunnelfronten trycker ut cementbaserat injekteringsbruk i bergets sprickor, se Figur 15. Om täthetskraven är höga kan även polymerbaserade tätningsmedel, vilka förmår täta finare sprickor, användas.

Efterinjektering, att man utför motsvarande injektering i tunnelns tak, väggar och golv efter att det aktuella tunnelavsnittet är byggt kan också användas. Det brukar vara praktiskt besvärligt då det omöjliggör samtidig utlastning av bergmassor och därmed stör produktionen. Efterinjektering används normalt endast för kortare sektioner som konstaterats behöva kompletterande tätning.

Lining, tät inklädnad, innebär att man bygger upp ett oftast cirkulärt vattentätt skal av betongelement i tunneln, se Figur 16. Metoden brukar användas under svåra förhållanden i samband med TBM-borrning där kraven gällande inläckage är höga.

Arbetstunnlar

Arbetstunnlar används till transporter av bergmassor och utrustning. Dessa omfattande transporter kan störa boende och näringsidkare. Det är därför viktigt att arbetstunnlar mynnar i anslutning till större genomfartsleder eller i närheten av kajer där berget kan lastas över till pråmar.

För att möjliggöra en utbyggnad av tunnelbanan mellan Kungsträdgården och Nacka behövs flera arbetstunnlar i både Stockholm och Nacka. Antalet arbetstunnlar och dess placering påverkar produktionstakten och färdigställandetiden. Med arbetstunnlar kopplade till varje station kan en effektiv utbyggnad av tunnelbanan genomföras. En effektiv utbyggnad betyder att olika arbetsmoment delvis kan utföras parallellt.

Under förstudien har lägen för arbetstunnlar studerats översiktligt för att bland annat bedöma genomförbarhet och byggtider. Arbetstunnellägena i detta tidiga utredningsskede är skissartade och behöver utredas vidare och förankras med berörda i kommande planering.

I figur 17 visas ett utkast till översiktlig arbetstunnelprincip för Alternativ 6. De föreslagna arbetstunnlarnas mynningar är placerade så att de är aktuella att studera vidare oavsett alternativ, det vill säga mynningsläget skulle kunna vara samma i alla alternativ (men med olika utformning av resten av tunneln). Arbetstunnlarnas mynningsläge, dit mycket av miljöpåverkan i form av buller och visuell störning är knuten, har därmed inte ansetts vara alternativskiljande.

Om Alternativ 1 eller 3, som har en station vid Djurgården, väljs kommer ytterligare ett arbetstunnelläge att behöva studeras vidare. Ett förslag till mynning i anslutning till Beckholmens befintliga torrdockor har lyfts som en teoretisk möjlighet.

Arbets- och etableringsområden

Frånsett vid arbetstunnelmynningar antas arbetsområden att behövas i anslutning till ovanjordsanläggningar såsom stationsentréer och ventilationsschakt. Placering av dessa är inte studerad i detta skede.

För 2, 4 och 5B antas det i MKB:n behövas ett större etableringsområde på Stadsgårdskajen alternativt en flytande etablering på pontoner vid kajen. Eventuellt skulle en flytande etablering också kunna bli nödvändig på det grunda området söder om Skeppsholmen för att möjliggöra byggnation av övergångskonstruktionen mellan berg- och betongtunnel på den norra sidan.

För Alternativ 3 antas arbets- och etableringsområdena behövas på båda sidor Saltsjön, dels i anslutning till Djurgården och dels vid Finnboda.

Sänktunnlar

För samtliga sänktunnelalternativ kommer muddring av botten-sediment att vara aktuellt. Spontning kommer att utföras i områden vid övergången mellan bergtunnel och sänktunnel. Pålning och muddring inom siltgardiner kommer att behöva utföras för grundläggning av sänktunneln i samtliga utredda alternativ.

Det är på stora djup (upp till 40 meter) som muddring kommer att behöva ske vilket komplicerar såväl muddringen som arbetet för att hindra spridningen av uppgrumat material.



Figur 17: Principtänk för arbetstunnelbehov, i detta fall Alternativ 6. Förslaget är skissartat och behöver utredas vidare och förankras med berörda. Källa: Trafikförvaltningen SLL, 2012, bearbetning av Ramböll.

6 Övergripande förutsättningar

6.1 Gällande planer

Tunnelbana till Nacka finns omnämnd i flera planer för Stockholms området. Nedan listas några förekomster:

- Tunnelbanepplan för Storstockholm, Generalplaneberedningens Tunnelbanekommitté, 1965.
- Regional utvecklingsplan för Stockholmsregionen, RUFS, Stockholms läns landsting, 2010.
- Promenadstaden, Översiktsplan för Stockholm, antagen 2010.
- Hållbar Framtid i Nacka, Översiktsplan för Nacka kommun, antagen 2012.

6.2 Miljöbalkens allmänna hänsynsregler

Miljöbalkens allmänna hänsynsregler handlar om kunskap, försiktighet, begränsningar och andra hänsyn till omgivningen. Reglerna är grundläggande handlingsregler och gäller för all mänsklig verksamhet som påverkar miljön.

6.3 Miljökvalitetsnormer

De miljökvalitetsnormer som är relevanta för tunnelbana till Nacka är de för luft och vattenkvalitet. Det finns också miljökvalitetsnormer för buller, men Trafikförvaltningen omfattas inte av kraven på kartläggning av omgivningsbuller enligt förordningen (SFS 2004:675). Däremot finns nationellt antagna bullerriktvärden att planera utifrån.

Luftkvalitet utomhus

Miljökvalitetsnormer för luft finns i dagsläget för kvävedioxid/kväveoxider, svaveldioxid, partiklar (PM₁₀ och PM_{2,5}), bensen, kolmonoxid, ozon, arsenik, bly, kadmium, nickel och bens(a)pyren.

I stockholmsområdet är luftgenomströmningen god vilket innebär att ren luft kommer in och spår ut och ventilerar bort luftföroreningar. Trots det leder utsläppen på stadens gator till tidvis höga halter av luftföroreningar. Normerna för kvävedioxid (NO₂) och partiklar (PM₁₀) har visat sig svårast att klara. Vid stadshuvudgatorna med mycket trafik överskrider miljökvalitetsnormen för PM₁₀ på ett 20-tal innerstadsgator och miljökvalitetsnormerna för kvävedioxid överskrider längs ett tiotal innerstadsgator. Både PM₁₀ och kvävedioxid överskrider längs med hårt trafikerade infarts- och kringfartsleder (Stockholms stad, 2013c).

Vattenkvalitet, havsmiljö, fisk

Saltsjön inklusive Hammarby kanal är klassad att ha god ekologisk potential år 2021 och god kemisk status år 2015. Om det valda alternativet blir ett sänktunnelalternativ kommer det stå för den största mängden av förorenade massor som måste muddras. Tillstånd ska i så fall sökas hos miljödomstolen.

Hela innerskärgården är ett övergångsvatten enligt EU:s vattendirektiv, och biologiskt och kemiskt tillstånd ska därmed rapporteras till EU. Vattenområdet Strömmen ska uppnå en god ekologisk potential till 2021. Strömmens nuvarande status är ”Måttlig”.

Havs- och vattenmyndigheten har infört miljökvalitetsnormer för fisk inom ramen för god havsmiljö. Miljökvalitetsnormerna beaktar bland annat fiskesamhällets betydelse för den marina miljön där förekomst, artsammansättning och storleksfördelning av fisk och skaldjur ska möjliggöra att viktiga funktioner bevaras (Havs- och vattenmyndigheten, 2012).

6.4 Nationella miljömål

Det finns nationellt antagna miljö kvalitetsmål bestående av ett generationsmål, 16 miljö kvalitetsmål samt flera etappmål. Generationsmålet anger inriktningen för den samhällsomställning som behöver ske inom en generation för att nå miljö kvalitetsmålen. Miljö kvalitetsmålen anger det tillstånd i miljön som miljö arbetet ska leda till. Etappmål anger steg på vägen till miljö kvalitetsmålen och generationsmålet.

Regeringens miljö kvalitetsmål är listade i Tabell 2 med en bedömning om möjlig påverkan av tunnelbana till Nacka.

För beskrivning av hur projektet bedöms påverka möjligheten att nå miljö kvalitetsmålen, se avsnitt 15.3.

6.5 Landstingets mål för miljö och socialt ansvar

Följande av landstingets mål för perioden 2014-2016 har relevans för tunnelbana till Nacka.

- **Förbättrad tillförlitlighet** i kollektivtrafiken genom attraktiva och effektiva resor
- **Hållbar tillväxt** genom bland annat effektivt miljö arbete och socialt ansvarstagande

Tabell 2: Bedömning av miljö kvalitetsmålen

Miljö kvalitetsmål	Relevant i projektet	Kommentarer
1 Begränsad klimatpåverkan	Ja	Både för byggskedet och driftsskedet.
2 Frisk luft	Ja	Främst för driftsskedet
3 Bara naturlig försurning	Nej	
4 Giftfri miljö	Ja	Främst för byggandet av sänktunnlar.
5 Skyddande ozonskikt	Nej	
6 Säker strålmiljö	Nej	
7 Ingen övergödning	Ja	Under byggskedet.
8 Levande sjöar och vattendrag	Nej	Saltsjön kopplar till mål 10.
9 Grundvatten av god kvalitet	Ja	
10 Hav i balans och levande kust och skärgård	Ja	Främst byggandet av sänktunnlar.
11 Myllrande våtmarker	Nej	
12 Levande skogar	Nej	
13 Ett rikt odlingslandskap	Nej	
14 Storslagen fjällmiljö	Nej	
15 God bebyggd miljö	Ja	Både i byggskedet och i driftsskedet.
16 Ett rikt växt- och djurliv	Ja	I de fall ovanjords-anläggningar påverkar grönområden.



Figur 18: Områden av riksintresse för kulturmiljövården samt enstaka byggnadsminnen och fornminnen. Källa: Länsstyrelsen, 2013, bearbetning av Ramböll.

6.6 Riksintressen och andra utpekade skyddsintressen

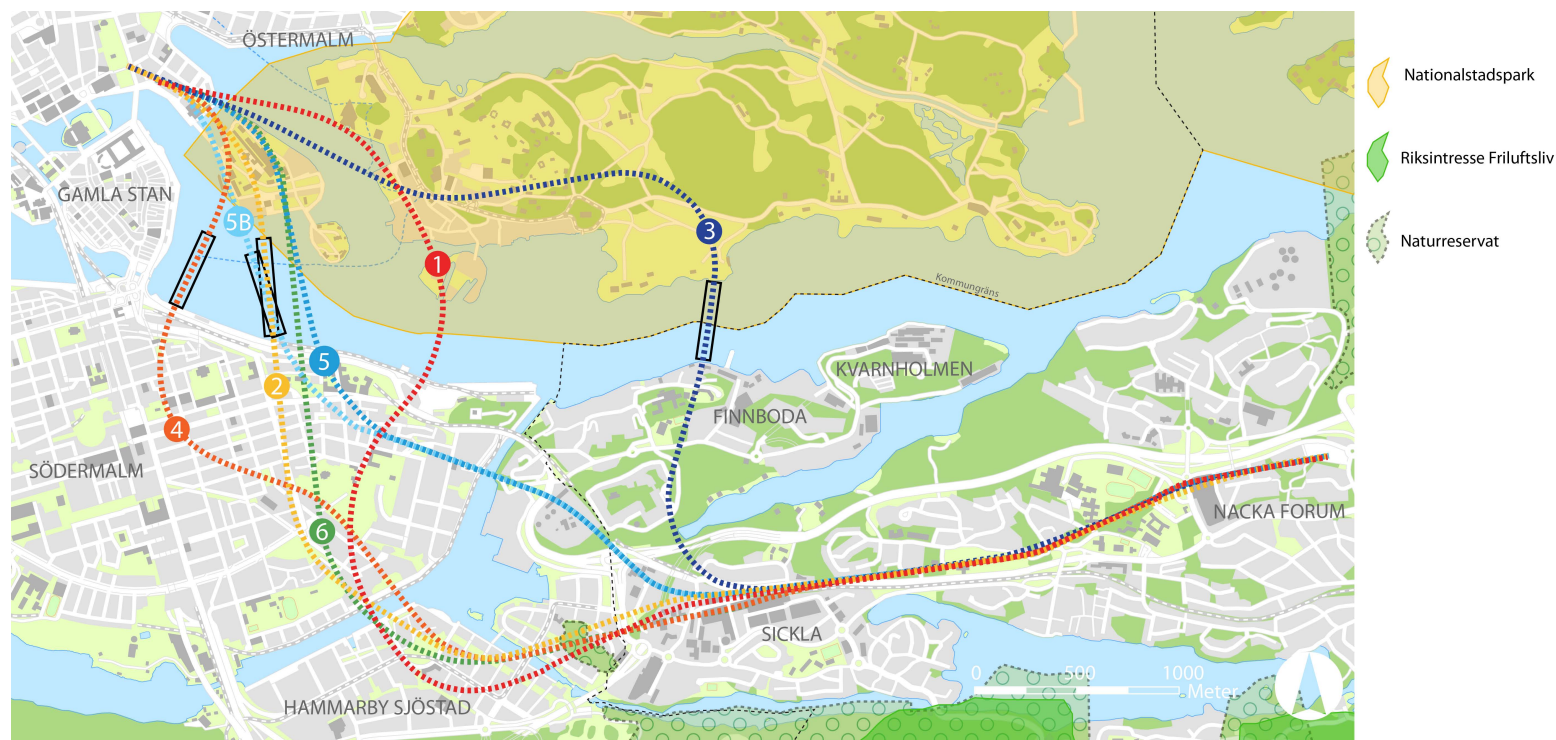
Kulturmiljö

De riksintressen för kulturmiljövården, som kan påverkas av tunnelbana till Nacka är:

- *Nacka - Norra Boo - Vaxholm - Oxdjupet - Lindalssundet*
Kulturmiljö enligt miljöbalken kap 3:6 som korsas av Alternativ 3 se Figur 18.
- *Stockholms innerstad med Djurgården*
Kulturmiljö enligt miljöbalken kapitel 3:6 som påverkas av samtliga alternativ, se Figur 18.

Riksintresseområdena Nacka Ström och Storängen som skymtas i Figur 18 påverkas inte av tunnelbana till Nacka. Förutom riksintressena är kyrkor, byggnadsminnen och fornlämningar skyddade enligt lag.

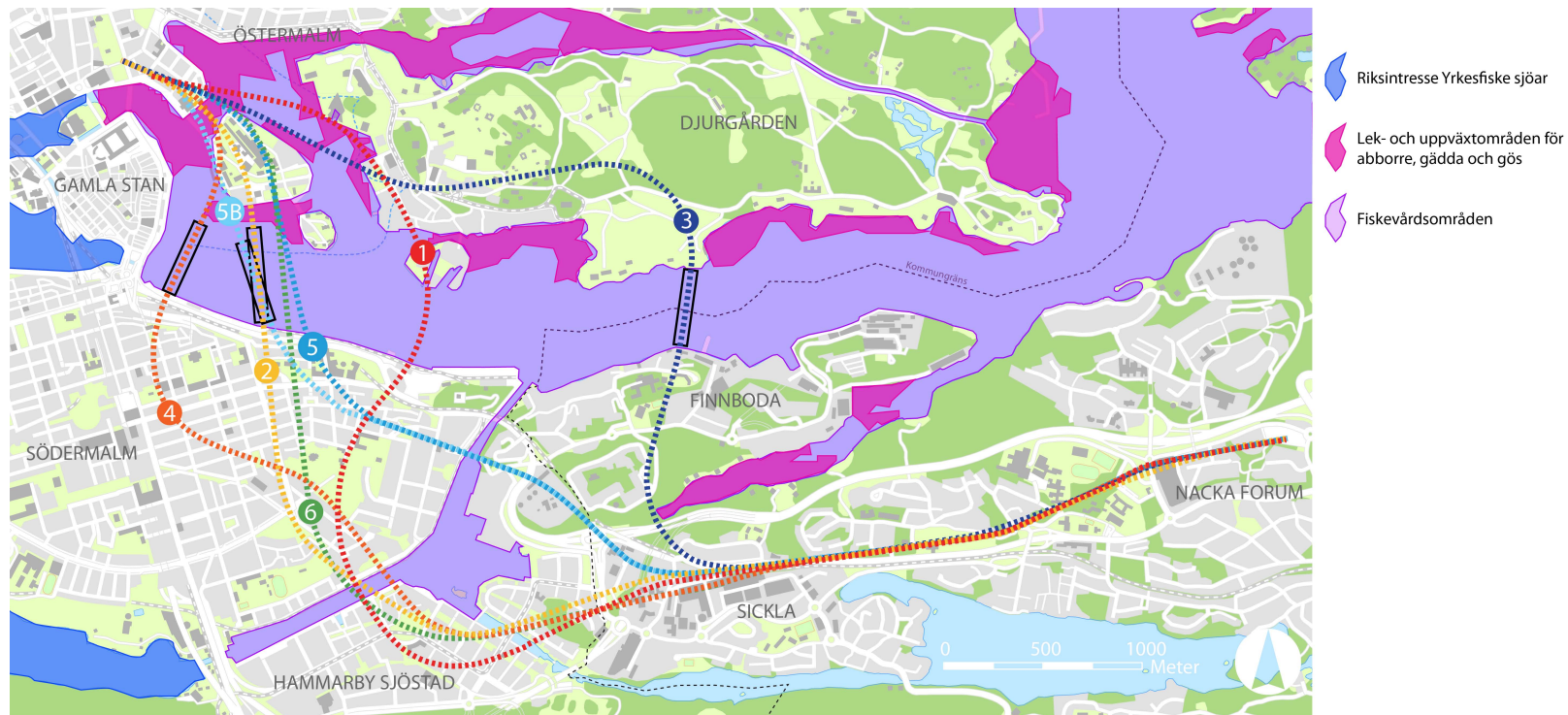
Stockholms stadsmuseum har klassificerat kulturhistoriskt värdefull bebyggelse, se karta i avsnitt 7 om kulturmiljö och stadsbild. Samtliga alternativ påverkar denna bebyggelse mer eller mindre.



Figur 19: Nationalstadspark, riksintresseområde för friluftsliv samt naturreservat. Källa: Länsstyrelsen, 2013, bearbetning av Ramböll.

Naturmiljö och rekreation

- Djurgården är skyddad som nationalstadspark enligt miljöbalken kapitel 4:7. Alla alternativ sträcker sig in i det skyddade området men det är främst Alternativ 1 och 3 som kan påverka parken då dessa alternativ har station på Djurgården. Tunnelbana till Nacka berör inte några riksintresseområden för naturvård eller för friluftsliv, och heller inga Natura 2000-områden. De riksintresseområden för friluftsliv som skymtar i Figur 19 berörs inte.
- Alternativ 1, 2, 4 och 6 går under Sickla park i Hammarby sjöstad. Sickla park ingår i Nackareservatet och enligt skyddsföreskrifterna för naturreservatet krävs särskilt tillstånd från Stockholms stad vid sprängning och borrhning som kan förändra områdets yt- och avrinningsförhållanden (Stockholms stad, 2012).



Figur 20: Områden av riksintresse för fiske, samt lek-, uppväxt- och fiskevårdsområden. Källa: Länsstyrelsen, 2013, bearbetning av Ramböll.

Fiske

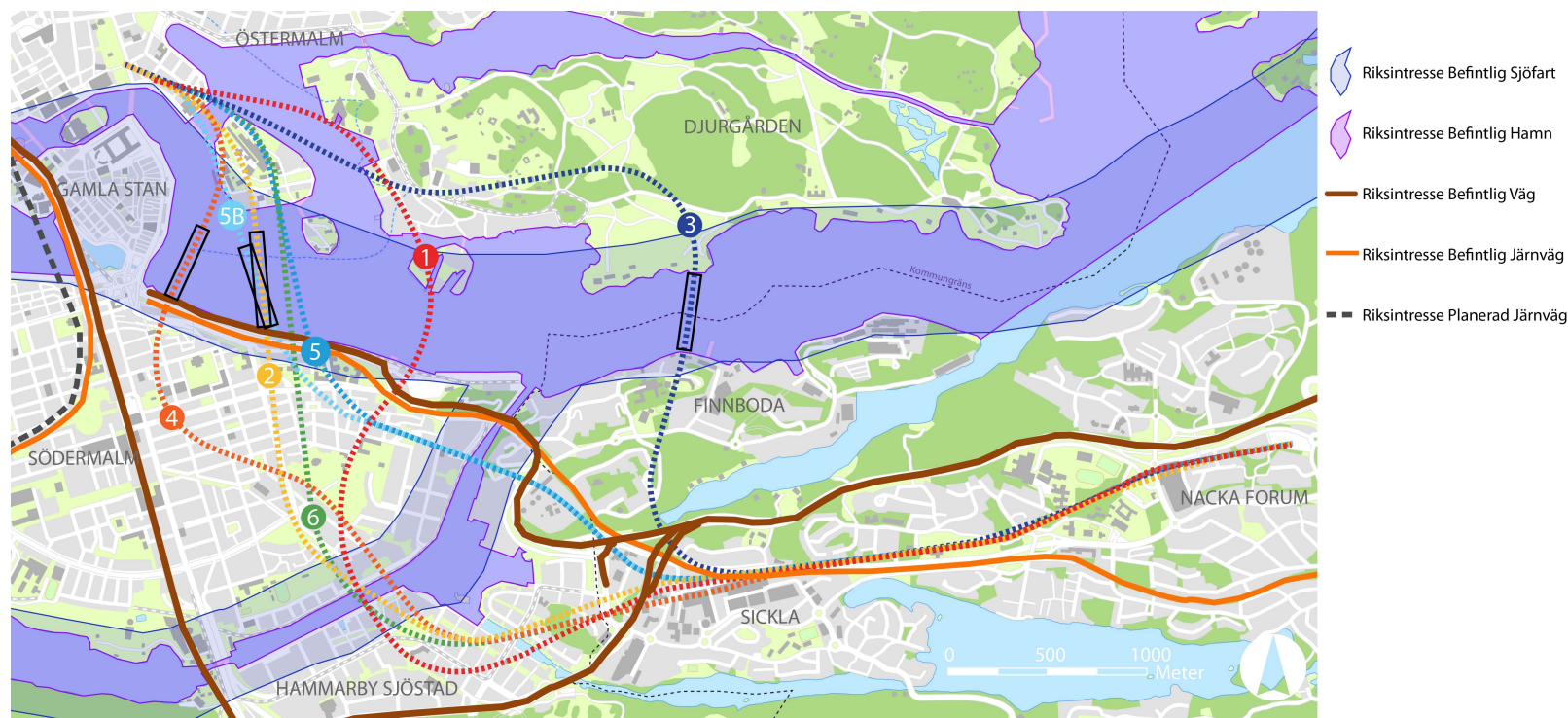
Det riksintresse för fisket som gränsar till utredningsområdet för tunnelbana till Nacka är:

- Riksintresse Yrkesfiske, sjöar enligt Miljöbalken kapitel 3:5.

Eftersom Mälarens vatten ligger cirka 70 cm över Saltsjöns är det mycket sällan som saltvatten tränger in i Mälaren. Någon risk för uppgrumling vid muddring samt påverkan på Riksintresset finns därför inte.

Länsstyrelsen i Stockholm har pekat ut ett fiskevårdsområde, samt värdefulla lek- och uppväxtområden för fisk.

Alternativ 2, 3, 4, 5B berör fisket mest i och med att dessa alternativ innehåller sänktunnlar.



Figur 21: Områden av riksintresse för kommunikationer. Källa: Länsstyrelsen, 2013, bearbetning av Ramböll.

Kommunikationer

De riksintressen för kommunikationer som finns inom utredningsområdet syns i Figur 21. Samtliga alternativ berör något/några riksintressen men påverkar knappast riksintressena eftersom tunnelbanan kommer att ligga djupt under marknivå. Riksintressen för kommunikationer är:

- Farleden från Saltsjön in till Stockholms hamnområde, samt hamnområdet. Riksintresse enligt miljöbalken kapitel 3:8.
- Hela Saltsjön, Hammarbykanalen. Riksintresse för sjöfart enligt miljöbalken kapitel 3:8.
- Järnvägar. Riksintresse enligt miljöbalken kapitel 3:8.
- Större vägar. Riksintresse enligt miljöbalken kapitel 3:8.

7 Kulturmiljö och stadsbild

I detta avsnitt redogörs för tillfällig respektive bestående påverkan på stadsbilden och på kulturmiljövärden till följd av tunnelbanans förlängning till Nacka.

7.1 Bedömningsgrunder

Här beskrivs de underlag som används för att bedöma värdet hos berörda områden. I underlagen finns även riktlinjer och mål för hur olika områden ska utvecklas samt hur olika värden ska beaktas.

Riksintressen enligt miljöbalken

Stockholms innerstad med Djurgården är riksintresse för kulturmiljövården. I detta riksintresse ingår följande värden som speciellt berörda; stadens front mot vattnet, Stenstaden, Saltsjön.

Inom riksintressen för kulturmiljövården får exploatering och ingrepp endast komma till stånd om det kan ske på ett sätt som inte påtagligt skadar natur- och kulturmiljön (MB kapitel 3).

Nationalstadspark

Djurgården såväl som Skepps- och Kastellholmen ingår i Kungliga nationalstadsparken. Inom en nationalstadspark får ny bebyggelse och nya anläggningar komma till stånd och andra åtgärder vidtas endast om det kan ske utan intrång i parklandskap eller naturmiljö och utan att det historiska landskapets natur- och kulturvärden i övrigt skadas. (MB kapitel 4). Kulturhistoriskt särskilt värdefulla byggnader och miljöer ska bevaras med parker, trädgårdar och särskilt värdefull vegetation. Nya verksamheter som är särskilt trafikalstrande bör undvikas (Länsstyrelsen, 2012).

Stockholm stadsmuseums kulturhistoriska klassificering

Kulturhistoriskt värdefull bebyggelse i Stockholm har klassificerats av Stockholms stadsmuseum. Klassificeringen grundas på inventeringar som gjorts sedan 1970-talet och omfattar all bebyggelse uppförd före 1990. Kartan i Figur 23 visar den kulturhistoriska klassificeringen för berörda områden och i Figur 18 visas områden av riksintresse för kulturmiljövården. Klassificeringen gäller Stockholms innerstad med Djurgården, Nacka ingår inte.

Kulturmiljöprogram Nacka Kommun

I Nacka kommuns kulturmiljöprogram redovisas byggnader och miljöer inom kommunen som bedöms vara mest värdefulla för kulturmiljövården. Här ingår bland annat riksintressen, byggnadsminnen samt områden av lokalt intresse för kulturmiljövården.

Fornlämningar

Fornlämningar är lämningar efter människors verksamhet under forna tider. Generella bestämmelser om skydd av fornlämningar finns i Kulturmiljölagen kapitel 2. Ingrepp i en fornlämning kräver tillstånd, vilket söks hos länsstyrelsen. I Figur 18 visas fornlämningar utanför riksintresseområden och i Figur 30 visas fornlämningar i Nacka kommun.

Arkitektur Stockholm

Arkitektur Stockholm (Stockholms stad, 2013b) är ett förslaget till Stockholms översiktsplan. Dokumentet beskriver stadens karaktärsdrag och ska användas som vägledning när staden ska förändras, förnyas och utvecklas. *Arkitektur Stockholm* avser att ge underlag för tillämpningen av plan- och bygglagens regler om hänsyn till bland annat stads- och landskapsbilden.

7.1.1 Bedömningstabell

Hur kulturmiljöns och stadsbildens värde i kombination med olika typer av fysisk och visuell påverkan ger upphov till olika konsekvenser har åskådliggjorts i en bedömningstabell. I tabellen är stadsbildens värde är indelat i tre nivåer som är baserade på Stadsmuseets klassificering (Stockholms stad, 2013a), samt värden beskrivna i Nacka kommuns kulturmiljöprogram (Nacka kommun, 2011) såsom byggnadsminnen och fornlämningar.

Stort	Blåklassad bebyggelse, riksintresse, nationalstadspark eller fornminnesområde berörs.
Måttligt	Gul och/eller grönklassad bebyggelsemiljö berörs.
Litet	Icke skyddsklassad bebyggelse berörs.

Påverkan av de olika stationsentréerna är svårbedömd eftersom det i detta tidiga skede inte finns några riktlinjer eller mål för deras utformning. Tabellen utgår därför från ett antal typlösningar som bedöms som tänkbara för tunnelbanans stationer. Påverkan på kulturmiljön och stadsbilden från tre olika typlösningar är indelat i följande nivåer:

Stor	Stationsbyggnad med funktioner ovan mark
Måttlig	Diskret utformad entré
Liten	Stationslösningar inom befintlig bebyggelse

Bedömningstabellen visar att konsekvenserna kan hanteras genom att påverkan anpassas efter stadsbildens och platsens kulturhistoriska värden. I känsliga kulturmiljöer inom nationalstadsparken eller riksintresseområden kan konsekvenserna begränsas genom diskret utformade entréer inom allmän platsmark alternativt genom att rymmas inom en befintlig byggnad, förutsatt att dess eventuella kulturhistoriska värde inte påverkas negativt.

Tabell 3: Bedömningstabell konsekvenser kulturmiljö och stadsbild. Bilderna i diagrammet visar exempel på stations- och entrélösningar Triangeln i Malmö, Abesses i Paris och Medborgarplatsen i Stockholm.

Stationstyp	Påverkan	Litet värde	Måttligt värde	Stort värde
	Stor Ny stationsbyggnad	Stora	Stora	Stora
	Måttlig Diskret utformad entré	Små	Måttliga	Måttliga
	Liten Anpassning av befintlig byggnad	Små	Små	Små

Tunnelbanans stationer kan även medföra en positiv påverkan som ger positiva konsekvenser på stadsbilden. Väl anpassade kan stationerna ges en utformning som blir tillskott för platsen. Stationsentréerna ger goda möjligheter att bidra till stadens mål om en arkitektur i världsklass. Men arkitekturen måste i varje kontext förhålla sig till platsens befintliga värden.

Med de stora möjligheter som finns till utformning och anpassning kan konsekvenserna av de nya stationsentréerna endast bedömas översiktligt. Bedömningen i detta avsnitt förutsätter att:

- Utformning av entréer och uppgångar anpassas för att inte påverka kulturmiljön eller stadsbilden negativt.
- Teknik för byggandet anpassas så att inte bestående skador uppstår på kulturhistoriskt värdefull bebyggelse.

7.2 Nuvarande förhållanden, berörda värden

Det kuperade landskapet i mötet mellan Saltsjön och Mälaren präglar Stockholm. Under de 750 år som staden har vuxit fram har sambandet mellan bebyggelse och vatten varit en viktig del av stadens historia och identitet. Bebyggelsen har formats i samklang med naturen där förkastningsbranter, grusåsar, fjärdar och strömmar bidrar till de stora dragen i stadsbilden.

Stockholms planmönster och byggnadssätt kan urskiljas som årsringar och bildar urskiljbara stadsbyggnadskaraktärer. Den historiska stenstaden präglar stadsbilden i innerstaden med rutnätsindelade kvarter från slutet av 1800-talet. Stenstaden karaktäriseras av tät, sluten kvartersbebyggelse i fem våningar integrerad med gator, esplanader, torg, parker, kyrkor med mera.

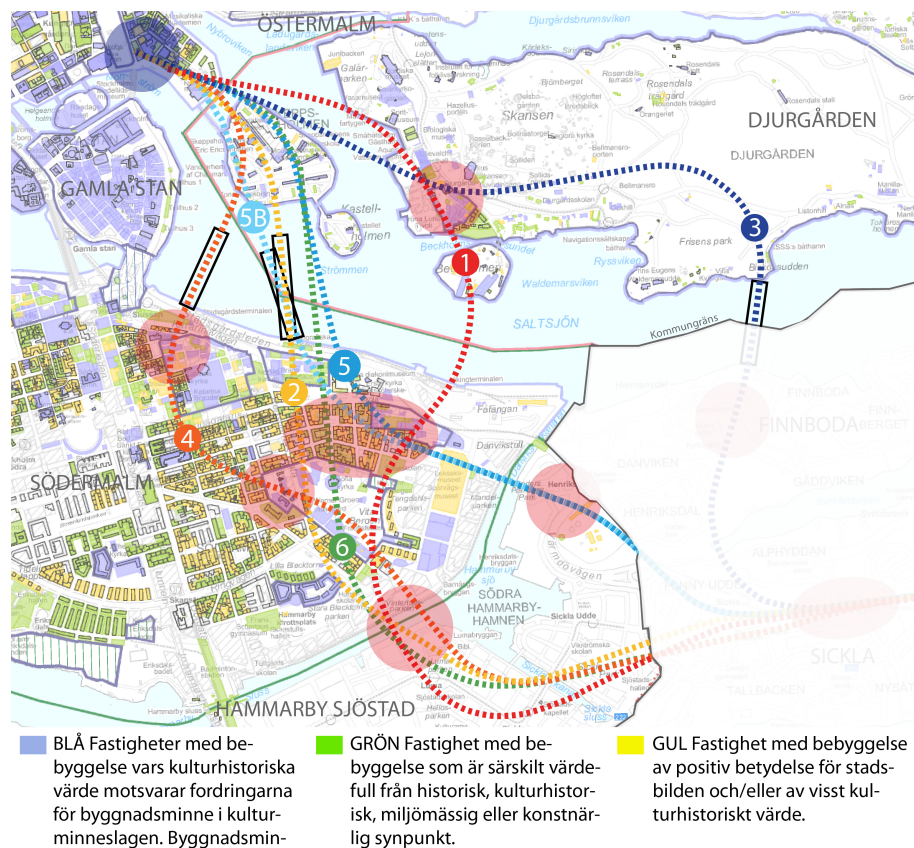


Figur 22: Stenstad vid Folkungagatan.

Innerstaden i sin helhet skyddas som fornminnesområde som även omfattar vattenområden, såsom delar av Strömmen och Saltsjön. Under markytan finns kulturlager och arkeologiska lämningar från medeltiden och senare, se Figur 30.

Förstudiens sju olika alternativ sträcker sig genom stadens mest centrala och kulturhistoriskt värdefulla delar. Under Blasieholmen fördelar sig de olika alternativen mot Södermalm och mot Djurgården.

I Figur 23 redovisas föreslagna sträckningar och stationslägen på Stadsmuseets klassificeringskarta. Rosamarkerade områden visar lägen där en eller flera entréer förväntas lokaliseras kring de föreslagna stationslägena.



Figur 23: Föreslagna sträckningar och stationslägen på stadsmuseets klassificeringskarta över kulturhistoriskt värdefulla byggnader i Stockholm. För Nacka kommun finns inte motsvarande sammanställning. Källa: Stockholms stad, 2013a.

7.2.1 Delområden

Nedan följer en kortfattad beskrivning av karaktäristiska och värdefulla stadsmiljöer som berörs av de olika alternativens sträckningar och stationslägen.

Djurgården

Två av alternativen har ett stationsläge på Djurgården i anslutning till Allmänna gränd och Djurgårdsvägen. Dessa platser är klassiska Stockholmsmiljöer som innehåller flera kulturhistoriskt värdefulla byggnader exempelvis från Stockholmsutställningarna år 1897 och 1930.

Djurgårdstaden utgörs i sin helhet av kulturhistoriskt värdefull bebyggelse. Husen är överlag mycket enkla med trä och sten som byggnadsmaterial. De representerar en unik och välbevarad stadsmiljö från en äldre byggnadstradition, som vittnar om stadens utveckling. Så här såg bebyggelsen i Gamla Stan ut innan husen successivt under 1700-1800-talen ersatts av högre byggnader i sten och tegel.

I anslutning till föreslagna stationslägen på Djurgården finns flera byggnadsminnen såsom Liljevalchs och Cirkus.

Slussen

Alternativ 4 sträcker sig djupt under Katarinaberget med ett plattformsläge rakt under Mosebacke torg. Stationen ligger inom riksintresse och Mosebacke med omgivningar består i sin helhet av kulturhistoriskt värdefull bebyggelse. Här finns delar av stadens äldsta bevarade gatunät och karaktäristiska byggnader såsom Södra teatern, Kägelbanan, Mosebacke Vattentorn som ritades av Ferdinand Boberg samt Stille-Werners gamla industribyggnad.

Sofia, Ersta och Nytorget

Stadsgårdskajen med sina hamnbyggnader, den långsträckta bergväggen utmed Stadsgårdsleden tillsammans med den kulturhistoriskt värdefulla bebyggelsen vid Fjällgatan, Stigbergsgatan, Ersta sjukhus och stora delar av Katarinaberget skapar sammantaget ett utmärkande karaktärsdrag för staden och dess inlopp, se Figur 24. Stora delar av denna miljö utgörs av stenstadens bebyggelse och har stort kulturhistoriskt värde.



Figur 24: Panorama över Katarinaberget från Saltsjön.

Vid Nytorget och i Vitabergsparken finns även bevarade miljöer med låg trähusbebyggelse som uppfördes som arbetarbostäder under det sena 1800-talets snabba urbanisering, se Figur 25. På Vita bergens högsta punkt står Sofia kyrka som är ett välkänt landmärke i Stockholms stadsbild. Den byggda miljön här är i sin helhet kulturhistoriskt värdefull.



Figur 25: Arbetarbostäder i Vitabergsparken.

Hammarby kanal

Området på båda sidor om Hammarby kanal har sedan 1980-talet omvandlats från hamn- och industriområde till stadsbebyggelse för bostäder och verksamheter. På Södermalmsidan ligger Vintertullsparken och bostadsområdet Vintertullen som var det första steget i stadsförnyelsen runt Hammarby sjö (Figur 26).



Figur 26: Vintertullsparken vid Hammarby kanal.

Direkt söder om Hammarby kanal ligger Lumafabriken. Fabriken som består av flera byggnader uppfördes 1930 och räknas till en av Sveriges första funktionalistiska industrianläggningar. Luma-fabriken ritades av KFAI:s arkitekter Artur von Schmalensee och Eskil Sundahl. Byggnaderna som är renoverade har delvis byggts om till bostäder. På kajen nedanför fabriksbyggnaderna finns Luma-kranen som har renoverats och bevarats som minne över områdets historia, se Figur 27. Hammarby kanal har ett kulturhistoriskt stort värde.



Figur 27: Lumafabriken och Lumakranen vid Hammarby Sjöstad.

Henriksdal

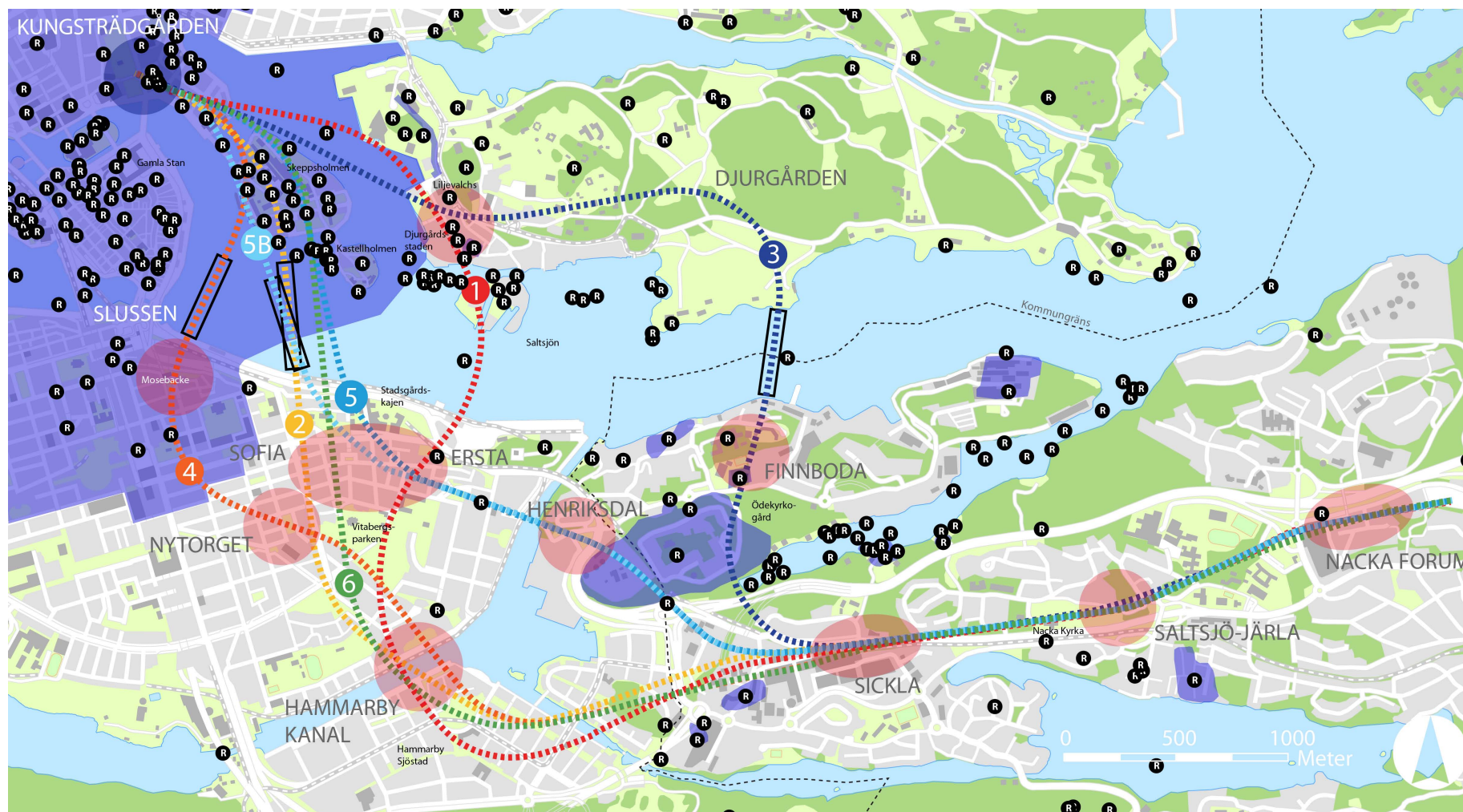
Stationen vid Henriksdal sträcker sig under Danviksklippans punkt-hus från 1940-talet, ritade av Sven Backström och Leif Reinius, se Figur 28. Henriksdalsberget ingår i ett större fornlämningsområde över en numera skadad fornborg, se Figur 30. Vid Värmdövägen finns en funktionalistisk byggnad tillhörande Henriksdals reningsverk som är gulklassad av Stadsmuseet (Figur 29). Henriksdal bedöms ha ett stort kulturhistoriskt värde.



Figur 28: Danviksklippan.



Figur 29: Funkisbyggnaden tillhörande Henriksdals reningsverk.



Figur 30: Fornlämningskarta över Stockholm och Nacka. Fornlämningar markerade med R, blått är fornminnesområden. Källa: Fornsök, Riksantikvarieämbetet, bearbetning av Ramböll.

Finnboda

Alternativ 3 löper i en sänktunnel under Saltsjön och vidare under berget vid Danvikshem. Danvikshem färdigställdes 1915 i nationalromantisk stil ritad av arkitekt Aron Johansson. Den monumentala byggnaden är ett karaktäristiskt landmärke som dominerar landskapsbilden för Stockholms inlopp. Danvikshem omges av ett flertal tjänstemannavillor och kontorshus uppförda för verksamheten på Finnboda Varv.

Bebyggelsen i kombination med den karaktäristiska landskapsbilden utgör en värdefull helhetsmiljö. I dalgången mot Saltsjön finns arbetarbostäder och industribyggnader av kulturhistoriskt värde, se Figur 31. I området finns en ödekyrkogård som skyddas som fornlämning, se Figur 30.

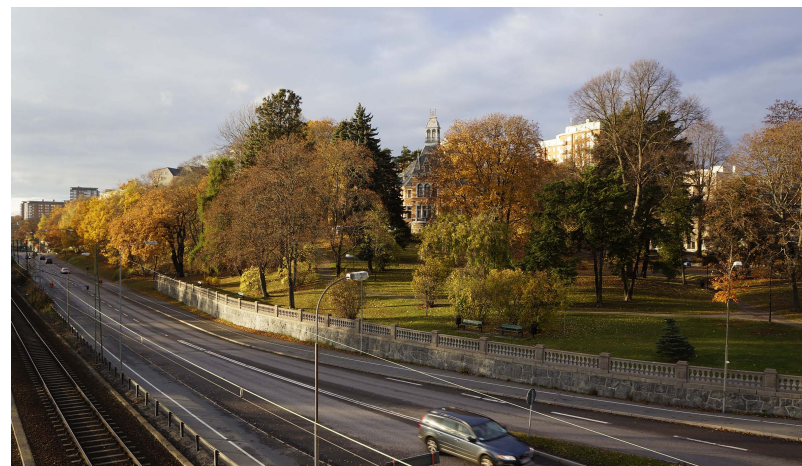


Figur 31: Industribyggnader som har tillhört Finnboda Varv.

Sickla

Alla sju alternativen sammanfaller vid Sickla, där en ny station föreslås inom ett långsträckt område som sträcker sig från Sickla köp kvarter till Nacka kyrka. Kulturhistoriskt värdefulla industri- miljöer från Atlas Copco har renoverats och ingår numera i köp kvarteret.

Mot Värmdövägen ligger Setterwallska villan som uppfördes 1896, se Figur 32. Den välbevarade och praktfulla patriciervillan har stora arkitektoniska värden och är skyddad som byggnadsminne. Utmed Värmdövägen ligger även Nacka Kyrka med tillhörande kyrkogård, park och odlingar.



Figur 32: Setterwallska villan.

Saltsjö-Järla

En ny station föreslås för samtliga alternativ, vid Saltsjö-Järla i anslutning till Saltsjöbanans befintliga station. Söder om stationen finns bebyggelse från olika tider med stora bevarandevärden såsom Järla gård och de Laval's ångturbin (Figur 33). Här finns även ett större fornlämningsområde med rester av ett vikingatida gravfält.



Figur 33: de Laval's ångturbin i Saltsjö-Järla.

Nacka Forum

Nacka Forum är slutstation för samtliga alternativ. Bebyggelsen i Nacka Forum uppfördes 1990. Den ersatte då ett tidigare köpcentrum vid namn Skvaltán från 1960-talet. I det föreslagna stationsläget finns inga särskilda bevarandevärden.

Tabell 4: Summering av berörda delområdets bedömda värden avseende kulturmiljö och stadsbild. Delområdena syns i Figur 3.

Områdes-namn	Beskrivning och motivering	Värde
Djurgården	Ingår i Nationalstadspark och riksintresseområde för kulturmiljövården, kulturhistoriskt värdefull bebyggelse (både gul-, grön- och blåklassad)	Stort
Slussen	Inom riksintresse för kulturmiljövården, kulturhistoriskt värdefull bebyggelse (både gul-, grön- och blåklassad)	Stort
Nytorget, Sofia och Ersta	Inom riksintresse för kulturmiljövården, kulturhistoriskt värdefull bebyggelse (både gul-, grön- och blåklassad)	Stort
Hammarby kanal	Inom riksintresse för kulturmiljövården, kulturhistoriskt värdefull bebyggelse.	Stort
Henriksdal	Inom riksintresse för kulturmiljövården, kulturhistoriskt värdefull bebyggelse	Stort
Finnboda	Riksintresse för kulturmiljövården, kulturhistoriskt värdefull bebyggelse samt fornlämningsområde.	Stort
Sickla	Delvis bestående av kulturhistoriskt värdefull bebyggelse	Måttligt
Saltsjö-Järla	Berör delvis område med kulturhistoriskt värdefull bebyggelse.	Måttligt
Nacka Forum	Berör ingen kulturhistoriskt värdefull bebyggelse eller fornlämningsområde.	Litet

7.3 Nollalternativets miljöpåverkan

Om inte tunnelbanan byggs förväntas situationen för biltrafiken till och från Nacka förvärras. Sannolikt skulle olika typer av åtgärder vidtas för att förbättra vägnätet. Bygget av nya vägar skulle ge vibrationer, buller samt kräva arbets- och etableringsområden. Den negativa påverkan från bygget av tunnelbanan skulle på så sätt sannolikt ersättas av annan liknande, negativ påverkan på kulturmiljöer och stadsbild. Fler och större vägar samt mer biltrafik skulle innebära en stor påverkan på stadsbilden.

7.4 Miljöpåverkan under byggskede

Arbetsområden av olika slag, som är nödvändiga för tunneldragningen, kommer synas och ta plats i staden. Den långa byggtiden gör att denna påverkan kan vara betydande.

Påverkan på stadsbild och kulturmiljö uppstår vid olika typer av ovanjordsarbeten kring stationsuppgångar och ventilationsschakt samt vid arbetstunnlarnas mynningsområden. Påverkan kommer även att uppstå genom olika typer av arbeten i ytläge där tunneln ska gå under vatten.

Arbeten i och i anslutning till Saltsjön medför stor påverkan på stadsbilden eftersom de påverkar delar av Stockholms mest karaktäristiska vyer. Valet mellan sänktunnel och bergtunnel är avgörande för arbetsområdenas utbredning i Saltsjön.

Saltsjön

De alternativ som går i sänktunnel (2, 3, 4 och 5B) medför stora och långvariga arbetsområden i Saltsjön med schaktområden, pramar, kranar och tunnelement i vattnet. Dessa arbeten skulle vara väl synliga från stora delar av Stockholms mest spektakulära utsiktspunkter och promenadstråk. Ungefärliga sträckningar visas i Figur 34.

Schaktområdena för de norra övergångarna mellan berg- och sänktunnel, kommer att ligga i vattnet. Storleken på schaktområdena varierar beroende på vilken teknisk lösning som används för anslutning till bergtunnel.



Figur 34: Vy från Fjällgatan. Ungefärliga lägen i Saltsjön för Alternativ 4 (röd) 2 (gul), 5B (ljusblå), 6 (grön) och 5 (blå).

Sänktunnelalternativet via Slussen (Alternativ 4) är tekniskt komplicerat på grund av den starka strömmen från Mälaren. Det kräver stora och långvariga schaktområden i Stockholms ström. Dessa arbetsområden förväntas bli mer omfattande än de som funnits i Riddarfjärden under arbetet med Citybanan, se Figur 35. För Alternativ 2 och 5B blir schaktområdet vid Stadsgårdskajen likt Citybanans schaktområden.

En liknande påverkan uppstår för Alternativ 3. Dessa arbetsområden kan dock väntas bli ännu mer omfattande då denna sänktunnel, föreslås innehålla både tunnelbana och vägförbindelse.

Alternativen som enbart går i bergtunnel (1, 5 och 6) ger inte upphov till några arbetsområden i Saltsjön.



Figur 35: Arbetsområde för Citybanans sänktunnel.

Stationsuppgångar

Vid samtliga stationslägen kommer olika ovanjordsarbeten att bli nödvändiga (i anslutning till stationsuppgångar och ventilations-schakt) och ge upphov till en viss stadsbildpåverkan, beroende på lokalisering och utformning.

Generellt har stationerna följande förutsättningar; de antas utformas med två uppgångar och varje uppgång antas då få två entréer. Rulltrappsschakten upp till biljetthallar sprängs troligen nerifrån medan biljetthallen i anslutning till rulltrappsschaktet antas byggas från markytan.

Den sammanlagda byggtiden för ovanjordsarbeten med en ny biljetthall förväntas ta omkring 3-5 år, beroende på platsens förutsättningar.

Arbetstunnlar

Ett antal arbetstunnlar för bland annat transport av utsprängda bergmassor kommer att bli nödvändiga. Gator, parker och kvartersmark kan temporärt behöva nyttjas för arbeten och upplag vid arbetstunnlarnas mynningar. På sina håll kommer även tillfälliga etableringsområden för arbetsmaskiner, byggkranar, bodar, materialupplag att bli nödvändiga.

Arbets- och etableringsområdena medför en negativ påverkan på stadsmiljön visuellt. Även tillgängligheten kan påverkas genom avstängning av stråk och offentliga platser. Störningar i närmiljön och barriäreffekter kan uppstå. De stora schaktmassor som ska fraktas bort genererar betydande byggtrafik.

Eftersom det ännu inte finns någon närmare precisering av stationsentréer och att lägena för arbetstunnlar är mycket osäkra är det svårt att närmare beskriva och jämföra hur denna påverkan skiljer sig mellan de olika alternativen. Bebyggelsens känslighet för etablering av nya stationsuppgångar och arbetsområden bedöms därför enbart översiktligt.

Tabell 5: Summering av påverkan och konsekvensbedömning i **byggskedet** för berörda delområden avseende Kulturmiljö och stadsbild. Delområdena syns i Figur 3.

Områdesnamn och värde	Alternativ	Beskrivning och motivering	Påverkan	Negativa konsekvenser
Djurgården <i>Stort värde</i>	1 och 3	Känsliga kulturmiljöer kommer påverkas genom arbetsområden och avspärrningar. Skador på kulturhistoriskt värdefulla byggnader bedöms vara möjliga att undvika.	Liten	Måttliga
Slussen <i>Stort värde</i>	4	Känsliga kulturmiljöer kommer påverkas genom arbetsområden och avspärrningar. Skador på kulturhistoriskt värdefulla byggnader bedöms vara möjliga att undvika.	Liten	Måttliga
Nytorget, Sofia och Ersta <i>Stort värde</i>	1, 2, 4, 5, 5B och 6	Känsliga kulturmiljöer kommer påverkas genom arbetsområden och avspärrningar. Skador på kulturhistoriskt värdefulla byggnader bedöms vara möjliga att undvika.	Liten	Måttliga
Hammarby kanal <i>Måttligt värde</i>	1, 2, 4 och 6	Känsliga kulturmiljöer kommer sannolikt delvis påverkas genom arbetsområden och avspärrningar. Skador på kulturhistoriskt värdefulla byggnader bedöms vara möjliga att undvika.	Liten	Små
Henriksdal och Finnboda <i>Stort värde</i>	3, 5 och 5B	Känsliga kulturmiljöer kommer sannolikt delvis påverkas genom arbetsområden och avspärrningar. Skador på kulturhistoriskt värdefulla byggnader bedöms vara möjliga att undvika.	Liten	Måttliga
Sickla, Saltsjö-Järla och Nacka Forum <i>Litet - Måttligt värde</i>	Samtliga	Känsliga kulturmiljöer kommer sannolikt inte påverkas av arbetsområden och avspärrningar. Skador på kulturhistoriskt värdefulla byggnader bedöms vara möjliga att undvika.	Liten	Små
Saltsjön <i>Stort värde</i>	2, 3, 4 och 5B	Saltsjön berörs av arbetsområden i ytläge för alternativen med sänktunnel. Det finns många fornlämningar i området. Alternativ 3 riskerar att påverka en fornlämning i Saltsjön.	Stor	Stora

Påverkan på kulturhistoriskt värdefulla byggnader

Under byggtiden finns risk att byggnader kan skadas av grundvattensänkning och av vibrationer från sprängningsarbeten. Det finns även risk för sänkta grundvattennivåer i anslutning till öppna schakt under byggtiden, innan permanenta tätningsåtgärder vidtagits. En sådan avsänkning blir dock kortvarig vilket gör att risken för skador på byggnader bedöms som liten.

Inom de olika alternativens influensområde förekommer byggnader med högt kulturhistoriskt värde som är grundlagda på träpålar eller med grundmur direkt på sättningsskänsliga jordlager. Dessa typer av grundläggningar är i vissa fall beroende av bibehållna grundvattennivåer. En långvarig sänkning av grundvattnet skulle kunna medföra sättningar av mark och byggnadsskador.

Skada kan även uppstå på grund av sättningar orsakade av jordrörelser vid djupa schakter. För samtliga byggnader där sådan risk föreligger måste detaljerade kartläggningar av byggnadernas skick och av grundläggningsförhållanden utföras. I kritiska avsnitt måste tunnelarbetena anpassas och genomföras så försiktigt att inte skador uppstår, se avsnitt *Skyddsåtgärder och försiktighetsmått*.

Kartan i Figur 23 visar inom vilka fastigheter kulturhistoriskt värdefulla byggnader förekommer. Alla alternativ passerar i centrala lägen under kulturhistoriskt högt klassade byggnader.

Avsnitt 12.5 ger en översiktlig bedömning av de olika alternativens grundvattenrelaterade miljökonsekvenser och innefattar bland annat byggnader som skulle kunna påverkas av förändrade grundvattennivåer. Mer detaljerade studier krävs för att tydligare klargöra vilka fastigheter som påverkas och hur detta skiljer sig för de olika alternativen.

I utsatta lägen kan olika förebyggande åtgärder vidtas för att undvika skador. Dessa beskrivs i avsnitt 12.7 Eftersom det är möjligt att undvika skador på bebyggelse bedöms inte denna aspekt vara alternativskiljande.

Fornlämningar

I bedömningsgrunderna, avsnitt 7.1, beskrivs hur konflikter med fornlämningar ska hanteras. Schaktningsarbeten samt sänktunnlar riskerar att påverka fornlämningar såväl på land som på botten av Saltsjön. Alternativ 2, 4 och 5B går genom områden i Strömmen och Saltsjön som har rikligt med fornlämningar. Alternativ 3 som går över Djurgården undviker dessa mest känsliga områden, men det finns även en fornlämning (RAÄ 215) i vattnet just där Alternativ 3 korsar Saltsjön.

7.5 Miljöpåverkan under driftskede

Sammantaget bedöms inte den färdigbyggda tunnelbanan medföra någon betydande negativ påverkan på kulturmiljö eller stadsbild. Tunneln passerar djupt under staden och dess vattenområden. Tunnelbanan kommer dock att påverka kulturmiljö och stadsbild lokalt vid nya stationsuppgångar och anslutande ventilationsschakt, samt vid arbetstunnlarnas mynningar. Med försiktighetsmått och åtgärder bedöms inte någon påtaglig skada på riksintresseområden i Stockholms innerstad uppkomma.

Den ökade tillgänglighet som tunnelbanan medför, gör att stadens olika tyngdpunkter förskjuts. Nya lägen kommer att bli attraktiva för annan användning än dagens, vilket i sin tur förväntas medföra förändringar i stadsbilden. Väl utformade och omsorgsfullt anpassade till platsens förutsättningar kan de nya stationsentréerna bli positiva inslag i stadsbilden. De kan också bli betydelsefulla målpunkter som sammanför flöden som ger potential till attraktiva vistelserum och levande stadsmiljöer.

Bedömningen utgår från antagandet att utformning av entréer och uppgångar anpassas för att inte påverka kulturmiljön eller stadsbilden negativt samt att byggandet anpassas så att inte bestående skador uppstår på kulturhistoriskt värdefull bebyggelse.

Tillgänglighet och indirekta effekter

De stora flöden som genereras till stationsuppgångarna ställer krav på angöringsytor för bussar, cyklar, taxi och personbilar. Dessa behov behöver planeras och samordnas med stationsentréernas utformning för att skapa välfungerande och attraktiva bytespunkter. Tillgängligheten till områdena runt stationerna kommer att öka vilket på sikt gör platserna attraktiva för etablering av besöksintensiva verksamheter.

Fastighetsvärdena i dessa lägen kommer att troligtvis att öka vilket i sin tur kommer att påverka typen av verksamhet som etableras.

Det befintliga serviceutbudet i anslutning till stationerna kommer på ett eller annat sätt att påverkas av den ökade tillgängligheten. Vissa föreslagna stationslägen är idag stilsamma kvarter, som med en ny stationsentré skulle få en helt ny karaktär och intensitet. I alla stationslägen kan en efterfrågan att omvandla fastigheternas användning från bostäder till kontor eller centrumändamål förväntas.

Djurgården

I bedömningsgrunderna, avsnitt 7.1, beskrivs den speciella lagstiftning som gäller inom Kungliga nationalstadsparken.

Alternativ 1 och 3 har stationslägen på Djurgården med uppgångar och entréer i anslutning till Gröna Lunds och Skansens entréer. Väl anpassade till sin omgivning bedöms de nya entréerna ge en liten påverkan på stadsbilden. Möjlighet finns att skapa entréer på allmän plats utan direkt inverkan på befintlig bebyggelse.

En tunnelbanestation i detta läge skulle medföra ett antal indirekta förändringar som bedöms vara positiva för stadsbilden. Tunnelbanan skulle avlasta trycket på övriga trafikslag, som idag är hårt belastade. Dessa platser är mycket besöksintensiva och anpassade för tillgänglighet med buss, spårvagn, taxi och personbilar. Den förbättrade tillgängligheten skulle bidra till att minska trängseln och frigöra ytor som används för uppställning av bussar och bilparkering.

Djurgården skulle bli väsentligt bättre integrerad i staden. De redan stora reseströmmarna till Djurgården skulle öka påtagligt. Djurgårdens roll i staden som en avlägsen, lugn och stilla plats dit man tar sig i ett bestämt syfte, skulle få en annan innebörd. Djurgården och Södermalm skulle knytas samman. Stora resenärströmmar skulle passera här mellan sina hem och sin arbetsplats. En helt ny besökstyp på Djurgården skulle bli möjlig. Ett kort stopp för en lunch, eller en fika. En löprunda efter jobbet för någon som bor på Södermalm eller i Nacka. Djurgårdens nöjen och rekreationsvärden skulle bli mer tillgängliga för stadens befolkning i sin vardag.

Slussen

Alternativ 4, som har en station vid Slussen går i sänktunnel under Strömmen. Plattformen skulle därför ligga djupt under marknivån. Entréerna förväntas kunna koordineras med befintliga tunnelbane-entréer. En eventuell ny entré från Katarinavägen bedöms vara möjlig utan större påverkan på befintlig bebyggelse. Den känsliga miljön kring Mosebacke torg skulle därmed inte beröras i direkt mening. Påverkan på stadbilden bedöms därför bli liten.



Figur 36: Katarinavägen vid Slussen

Nytorget, Sofia och Ersta

Alla alternativ utom ett passerar östra Södermalm. Tänkbara stationslägen bedöms hamna inom ett område i anslutning till Nytorget, Renstiernas gata, Folkungagatan och Vitabergsparken. För de djupt belägna plattformslägen som här är aktuella kommer sannolikt en ny principlösning med tillgång enbart med hiss att införas. Två föreslagna varianter för utformning av hisslösningar visar att de inte kräver mer skrymmande etableringar i markplan än vanliga tunnelbaneuppgångar.

Så gott som all bebyggelse inom föreslagna stationslägen har bevarandevärden enligt Stadsmuseets klassificering. Alternativ 4 har en station som sträcker sig under kvartersbebyggelsen vid Skånegatan samt under Nytorgetsparken. Bebyggelsen är av stort kulturhistoriskt värde och parken är klassad som riksintresse. Entréerna måste anpassas väl för att minimera inverkan i denna delvis mycket känsliga kulturmiljö.

Det förekommer byggnader inom området utan särskilt kulturhistoriskt värde inom vilka entréer i bottenvåningar skulle kunna skapas med liten inverkan på kulturmiljö och stadsbild. Från Renstiernas gata, som delvis omges av bergväggar (Figur 37), skulle en entré kunna skapas med liten påverkan på såväl kulturmiljö som stadsbild. Detta läge skulle även kunna vara aktuellt för entré för Alternativ 2 och 6.

Söder om Folkungagatan och öster om Renstiernas gata finns ett flertal stillsamma stadskvarter. Nya stationsentréer inom dessa kvarter bedöms få en stor inverkan på karaktären av detta genom tilltagande flöden, ett ökat utbud. Påverkan av nya entréer i detta läge bedöms därför bli måttlig (aktuellt för Alternativ 1 och 5).



Figur 37: I skärningen genom berget vid Renstiernas gata.

Längs Folkungatan finns ett flertal lägen som bedöms lämpa sig väl för nya stationsentréer både som entréer i bottenvåningar på befintliga byggnader eller som entréer från friliggande byggnader/anläggningar från gata eller park. Tänkbara platser är hörnet Renstiernas gata/Folkungagatan där en liten platsbildning finns, vid Stigbergsparken, utmed den breddning av Folkungagatan som följer väster om Stigbergsparken i korsningen med Erstagatan samt vid Londonviadukten.

Väl utformade och anpassade till sina omgivningar bedöms stationsentréer kunna tillkomma i dessa lägen utan att medföra stor påverkan på kulturmiljö eller stadsbild.

Hammarby kanal

Fyra av alternativen har en station i princip i samma läge vid Hammarby kanal. Tanken är att plattformen placeras mitt under kanalen så att uppgångar möjliggörs på båda sidor. Stationen skulle på så sätt också skapa en förbindelse mellan stadsdelarna under vattnet. Förslag finns även på att skapa en separat cykelförbindelse i anslutning till tunnelbanan, men det är osäkert om det är tekniskt genomförbart med tanke på stationens djup. I Vintertullsparken samt vid Lumaparken finns goda förutsättningar att skapa entréer till tunnelbanan som bedöms ge liten påverkan på kulturmiljö och stadsbild.

Henriksdal och Finnboda

I både Henriksdal och Finnboda finns goda förutsättningar att skapa nya stationsentréer utan negativ påverkan på kulturmiljö eller stadsbild.

Sickla, Saltsjö-Järla och Nacka Forum

Alla sträckningar planeras ha dessa stationslägen vilket gör att denna delsträcka inte blir alternativskiljande. Inom föreslagna stationslägen bedöms det finnas goda förutsättningar för nya stationsentréer utan negativ påverkan på stadsbilden.

Sammanfattning, påverkan stationsentréer

Med väl anpassade entrélösningar bedöms påverkan på kulturmiljö och stadsbild i de föreslagna lägena bli relativt liten. Även i de känsligaste lägena på Djurgården, östra Södermalm samt vid Hammarby kanal bedöms påverkan som mest kunna bli måttlig.

Påverkan från en ny entré kan upplevas som mycket stor genom att platsens karaktär förändras genom ökad intensitet och tillgänglighet. Detta kan vara såväl negativt som positivt. Att påverkan bedöms som så ringa beror på att de direkta, rent fysiska förändringarna i stadsbilden, som en ny entré medför är förhållandevis små.

Tabell 6: Översikt över påverkan och konsekvensbedömning i **driftskedet** för berörda delområden avseende Kulturmiljö och stadsbild. Delområdena syns i Figur 3.

Områdesnamn och värde	Alternativ	Beskrivning och motivering	Påverkan	Negativa konsekvenser
Djurgården <i>Stort värde</i>	1 och 3	Diskret utformade entréer förutsätts. Möjlighet att skapa entréer på allmän plats utan direkt inverkan på befintlig bebyggelse. Ökad tillgänglighet bedöms som positivt.	Liten	Måttliga
Slussen <i>Stort värde</i>	4	Uppgångar förutsätts kunna koordineras med befintliga uppgångar för Slussens tunnelbanestation.	Liten	Måttliga
Nytorget, Sofia och Ersta <i>Stort värde</i>	1, 2, 4, 5, 5B och 6	Nya entréer i föreslagna lägen bedöms ge liten påverkan på stadsbilden. Entrélösningar bedöms möjliga att åstadkomma utan påverkan på kulturhistoriskt värdefull bebyggelse.	Liten	Måttliga
Hammarby kanal <i>Måttligt värde</i>	1, 2, 4 och 6	Nya entréer i föreslagna lägen bedöms ge liten påverkan på stadsbilden. Entrélösningar bedöms möjliga att åstadkomma utan påverkan på kulturhistoriskt värdefull bebyggelse.	Liten	Små
Henriksdal och Finnboda <i>Stort värde</i>	3, 5 och 5B	Liten påverkan på befintlig bebyggelse och stadsbild i båda stationslägena.	Liten	Måttliga
Sickla, Saltsjö-Järla och Nacka Forum <i>Litet - Måttligt värde</i>	Samtliga	Nya entréer i föreslagna lägen bedöms ge liten påverkan på stadsbilden.	Liten	Små
Saltsjön <i>Stort värde</i>	Inget	Den färdiga tunneln berör inte stadsbilden vare sig den byggs vattnet eller i berget.	Ingen	Inga

7.6 Konsekvensbedömning

Arbetstunnelmynningar antas lokaliseras delvis vid kajlägen, som gör att berg och schaktmassor kan lastas direkt på pråm och ge minst konsekvenser för stadsbilden. Arbetslägen vid vattnet ger visserligen stor visuell påverkan men är att föredra framför byggtrafik på stadens gator och vägar som ger stora konsekvenser för stadens funktioner, miljö och säkerhet.

Alternativen som går i bergtunnel bedöms vara mest fördelaktiga, då de inte ger några arbetsområden i Saltsjön. Om bergtunneln därtill byggs med fullortsborrning (TBM) minimeras konsekvenserna med avseende på arbets- och etableringsområden samt mindre byggtrafik. Då denna teknik maler sig långsamt och försiktigt genom berget ger den även upphov till mindre risk för skador på kulturhistoriskt värdefull bebyggelse än vid konventionell sprängning.

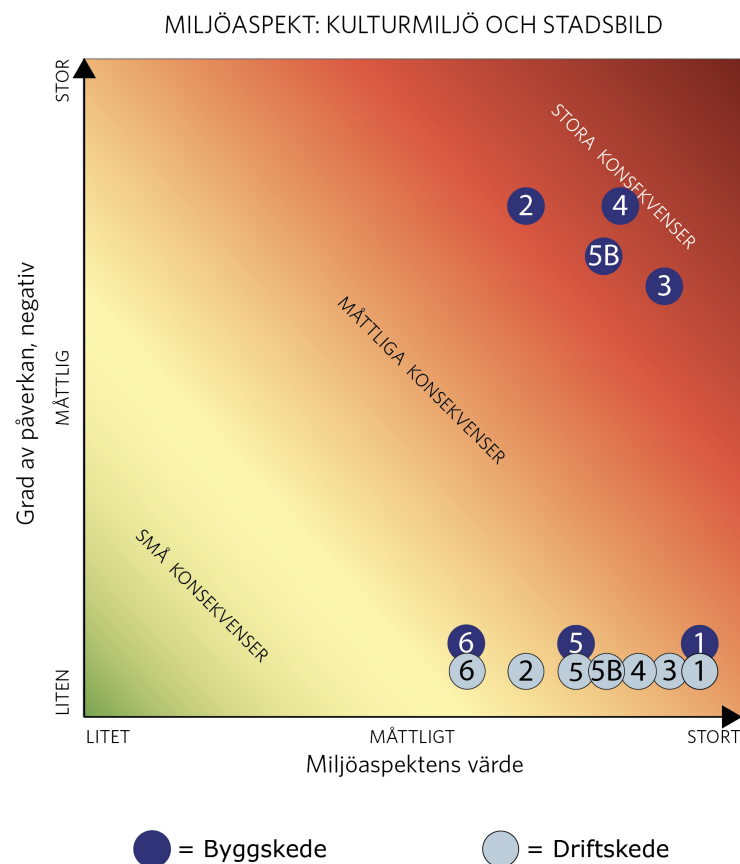
Samlad bedömning

Alternativ 2, 3, 4 och 5B bedöms alla medföra stora konsekvenser i byggskedet eftersom det går i sänktunnel och ger upphov till stora arbetsområden i Saltsjön. Alla alternativ har stationer inom riksintresset för kulturmiljö och/eller nationalstadsparken och kan också ge konsekvenser för andra värdefulla miljöer. Bedömningen baseras på antagandet att utformning av entréer och uppgångar anpassas för att inte påtagligt påverka kulturmiljön eller stadsbilden negativt, samt att byggandet anpassas så att inte bestående skador uppstår på kulturhistoriskt värdefull bebyggelse.

I driftskedet bedöms Alternativ 2 och 6 få små negativa konsekvenser, då de inte berör Djurgården, Slussen, Henriksdal eller Finnboda.

Tabell 7: Samlad alternativvis konsekvensbedömning.

Alternativ	Byggskede	Driftskede
1	Måttliga negativa	Måttliga negativa
2	Stora negativa	Små till måttliga negativa
3	Stora negativa	Måttliga negativa
4	Stora negativa	Måttliga negativa
5	Måttliga negativa	Måttliga negativa
5B	Stora negativa	Måttliga negativa
6	Små till måttliga negativa	Små till måttliga negativa



Figur 38: Bedömningsmatris Kulturmiljö och stadsbild. Siffrorna i cirkelarna motsvarar de olika alternativen.

7.7 Skyddsåtgärder och försiktighetsmått

Bedömningen utgår från att tekniken för byggandet av tunnel, entréer och uppgångar anpassas så att skador på kulturhistoriskt värdefull bebyggelse helt kan undvikas och att stadsmiljön inte påverkas negativt. Försiktighetsåtgärder måste vidtas vid exempelvis sprängningar.

Arbetsområden förutsätts inte upprättas under längre tid eller ta mer plats än nödvändigt. Åtgärder för att minimera den visuella påverkan från dessa förutsätts begränsas genom skärmar och dylikt, där så är möjligt.

Stationsentréer antas utformas och placeras med omsorg och för att skapa en positiv inverkan för platsen. Anpassning efter stadsbildens känslighet och förutsättningar behöver ske.

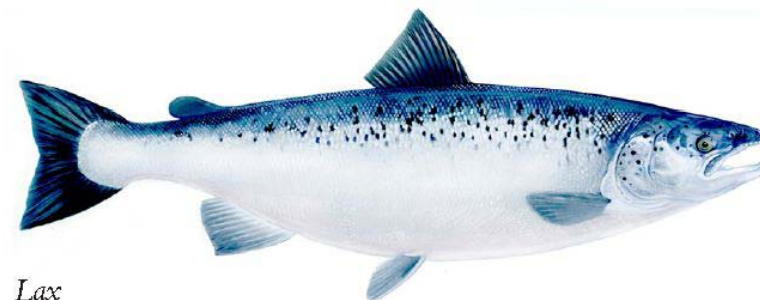
8 Ytvatten och vattenmiljö

I detta avsnitt jämförs de olika alternativa sträckningarna av en ny tunnelbana mellan Kungsträdgården och Nacka Forum beträffande påverkan på ytvatten och vattenmiljö. Det innefattar bedömningar av eventuell påverkan på sjöfart, vattenmiljön (det vill säga akvatiska organismer) och vattenkvalitet samt fysisk påverkan på sediment.

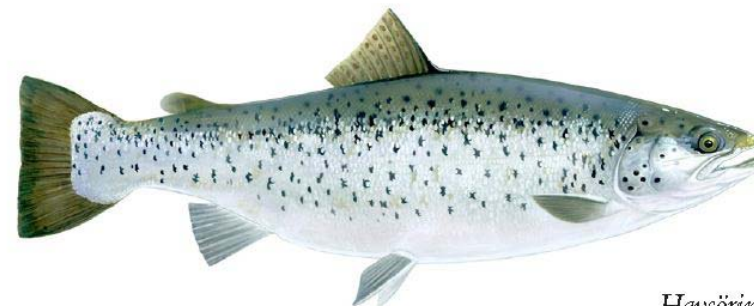
Det enda delområde som är aktuellt för aspekten *Ytvatten och vattenmiljö* är Saltsjön. Samtliga föreslagna sträckningar kommer att passera Saltsjön antingen i bergtunnel eller i sänktunnel. En sänktunnel är den del av byggnationen där man riskerar den största påverkan på ytvattnet och vattenmiljön. Hammarbykanalen är också ett vattenområde som kommer att passeras av samtliga sträckningsalternativ utom Alternativ 3. Då passagen av kanalen för samtliga alternativ kommer att ske i en bergtunnel förväntas det inte ske någon större påverkan på ytvattnet och vattenmiljön som är alternativskiljande. Denna vattenpassage kommer därför inte att kommenteras vidare i detta kapitel. Mälarens vattennivå ligger normalt 70 cm över Saltsjöns. Det är därför mycket ovanligt att Saltsjöns vatten tränger in i Mälarens och därför tas inte heller Mälaren upp i denna MKB.

8.1 Bedömningsgrunder

Bottensedimenten bedöms som starkt förorenade, Saltsjön har med sitt stora centrala vattenområde stor betydelse i Stockholm. Dess unika förhållanden bedöms som skyddsvärda, dels för sjöfarten eftersom Stadsgårdskajen omfattas av riksintresse för sjöfarten, dels för värden i vattenmiljön såsom reproduktionslokaler för flera fiskarter, se Figur 19, och fisket av bland annat lax och havsöring, Figur 39, i området från Strömmen till Blockhusudden i Saltsjön.



Lax



Havsöring

Figur 39: Lax och havsöring. Källa: Sportfiske i Stockholmsström, Stockholms stad, 2010.

Påverkansbedömningen omfattar påverkan på sjöfart och riksintresset för sjöfarten, vattenomsättning, vattenkemi och akvatiska organismer samt fysisk påverkan på sediment, vilket riskerar ge en frisättning av föroreningar. Även buller kan ha en viss påverkan på vattenmiljön särskilt under byggtiden. Det bedöms att byggtiden för detta projekt kommer att bli relativt lång och därmed medför det för ett par alternativ en risk för långvariga störningar i vattenmiljön. Bedömningar av alternativavskiljande påverkan har delats upp mellan byggske och driftske, se Tabell 8.

Tabell 8: Grunderna för klassificering av risken för påverkan är:

Påverkan	Muddringsvolym	Föroreningar i sediment	Risk för påverkan på biota	Påverkan på sjöfart
Stor negativ	>400 000 m ³	Höga halter	Stor	Stor
Måttligt negativ	Muddring 100 000-400 000 m ³	Måttliga halter	Måttlig	Måttlig
Liten negativ	Muddring <100 000 m ³ t	Låga halter	Liten	Liten
Ingen påverkan	Ingen muddring	Ingen risk för förorenings-spridning	Ingen	Ingen

I bedömningen av hur långtgående konsekvenser olika påverkan innebär för vattenmiljön och ytvattnet har följande vägts in:

Byggskede:

- Muddring, beräknad muddringsvolym
- Sedimentens föroreningsinnehåll
- Risk för sedimentspridning
- Tröskelnivå och bottenytan innanför betongtunneln
- Förekomst av en ekologiskt skyddsvärd vattenmiljö
- Bottenfauna och bottenflora

Påverkan på Saltsjön från eventuella masstransporter med båt bedöms inte innebära någon betydande påverkan.

Driftsskede:

- Tröskelnivå
- Eventuella kvarvarande konsekvenser efter byggskedet

8.2 Nuvarande förhållanden, berörda värden

Med Saltsjön avses området från Strömbron och Karl Johanslussen (Slussen) ut till Blockhusudden, se Figur 40. Saltsjön är en del av en förkastningsspricka och vattendjupet är stort. Det är cirka 30 meter djupt redan alldeles utanför Slussen. De två reningsverken Bromma och Henriksdal har sina utsläpp av renat avloppsvatten i Saltsjön på ett djup av cirka 25–30 meter. Tillsammans med utflödet från Mälaren och inflödet från havet skapar detta ett komplicerat ström-system med både inåt- och utåtgående strömmar vilka spelar stor roll för skiktning, vattenkemiska och biologiska förhållanden.

Fakta om Saltsjön (källa: Stockholm vatten)

- Yta 376 hektar
- Maxdjup 40 meter
- Medeldjup 15,7 meter
- Volym 59 000 000 m³

Saltsjön belastas förutom av renat avloppsvatten även av dagvatten från flera vägar med hög trafikintensitet och hamnområdet med livlig fartygs- och båttrafik. Utflödet från Mälaren ger upphov till en utåtgående ytström. Det renade avloppsvattnet ger upphov till en tredje utåtgående ström då avloppsvattenströmmen stiger efter inblandning i bottenvattnet och inlagras på ett djup av cirka

10-20 meter. Delar av avloppsvattenströmmen blandas även in i ytströmmen. Båda dessa strömmar ger också upphov till en motriktad kompensationsström längs botten. Den inåtgående strömmen går ända in till Slussen och Strömbron där den tvingas upp till ytan. Detta innebär att under delar av året med mindre utströmning av Mälarnvatten utgör den utåtgående strömmen en blandning av Mälarnvatten och djupvatten.

Beckholmen har sedan 1600-talet varit centrum för industri-verksamhet. I Saltsjön nära Beckholmen förekommer utrednings-områdets högsta halterna av föroreningar i sedimenten. På Beckholmen har under perioden 2011 till 2013 ett av landets största saneringsprojekt utförts för att skydda Saltsjön från fortsatt förorening (JP Sediment-konsult HB, 2009 och Naturvårdsverket, 1999).

Bottenprofil

Bottentopografin i Saltsjön är flack med ett djup om cirka 30 meter men grundare på västra och östra sidan om Skeppsholmen. Aktuella delar för sänktunnel i Saltsjön bedöms till största del vara ackumulationsbottnar med upp till 40 meter sediment på berg.

8.2.1 Statusklassning av Saltsjön

I denna del redogörs för nuvarande status i Saltsjön beträffande sedimentförorening, vattenkemi och bottenfauna. Avsnittet sammanfattas i Figur 40.

Vattenkemi och miljö kvalitetsnormer

Den vattenkemiska statusen i Saltsjön har genom åren förbättrats. Detta har skett mycket tack vare bland annat införandet av kväverening vid de större reningsverken vilket gett en förbättrad syresituation i bottenvattnet i Saltsjön. Även om förhållandet i Saltsjön har blivit mycket bättre är näringsämnesbelastningen fortfarande mycket hög. Saltsjön har enligt miljö kvalitetsnormen för

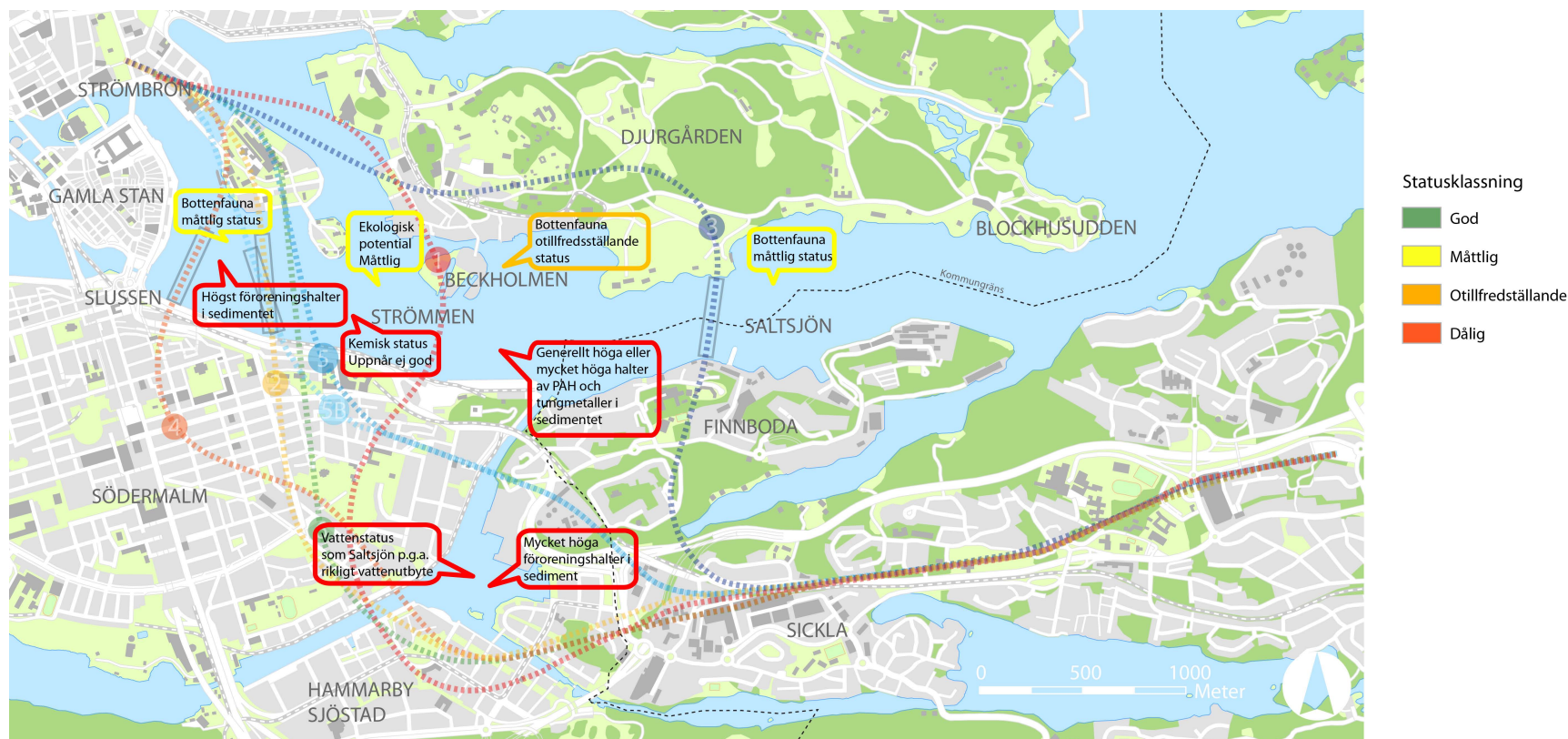
vatten statusklassificerats (Viss, 2013) som måttlig ekologisk potential med kvalitetskravet god ekologisk potential till år 2021. Den kemiska statusen uppnår inte god. Kvalitetskravet är god kemisk ytvattenstatus till år 2015.

Sediment

Sedimenten i Saltsjön har undersökts genom flera olika provtagningar utanför detta projekt och föroreningshalterna är generellt höga inom det aktuella utredningsområdet. Vid dessa undersökningar har enstaka sedimentprover tagits i läget för de fyra sänktunnelalternativen (JP Sedimentkonsult HB, 2009). Vid dessa analyser har halterna av polycykliska aromatiska kolväten (PAH) med god marginal (3-7 ggr) överstigit 2500 µg/kg torrsubstans (TS) vilket är gränsen mellan klass 4 ("dåligt") och 5 ("mycket dåligt") i Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för kust och hav (Naturvårdsverket, 1999).

Även metallerna bly, koppar, krom, kvicksilver och zink har vid utförda undersökningar förekommit i halter som bedöms som klass 5, det vill säga "mycket dåligt". I en punkt faller även uppmätt kadmiumhalt under klass 5. Undersökningarna visar att föroreningshalterna i sediment vid tunnelalternativ 4, vilket är sänktunneln närmst Gamla stan och Slussen, är flera gånger högre för flertalet analyserade ämnen jämfört med övriga alternativa sträckningar med sänktunnel.

Föroreningsförhållandena i närområdet runt Beckholmen är dock värre än vid de fyra sänktunnelalternativen, men i detta område passerar enbart Alternativ 1 som inte innebär sänktunnel.



Figur 40: Nuvarande statusklassningar av Saltsjön och Hammarbysjön. Källa: VISS, 2013 och Medins Biologi AB, 2008, bearbetning av Ramböll.

Analyserna gäller ytsediment 0-2 cm. Sedimenttillväxten har av JP Sedimentkonsult (2009) uppskattats till minst 30 cm på 23 år. På grund av kompaktionsgraden är sedimentationshastigheten lägre i djupare lager. Endast de ytliga sedimenten (1-2 meter) bör vara förorenade förutsatt att läget för eventuell sänktunnel inte tidigare har använts som dumpningsplats för muddermassor. Bedömningen här grundas på ett fåtal analyser i närheten av tunnelalternativen. Bedömningarna som kan vara osäkra sammanfattas i Figur 40.

Biologi – bottenfauna

I Saltsjön har det utförts en relativt omfattande undersökning av bottenfaunan i samband med planeringen för ombyggnad av Slussen (Medins Biologi AB, 2008). Undersökningen delades upp i olika delområden för att beskriva situationen i Saltsjön.

Bottenfaunan i Saltsjön visar på en relativt låg artrikedom. Den lägsta artrikedomen återfanns i de djupaste delarna. Individtätheten

var däremot *hög* mycket tack vare en mycket riklig förekomst av amerikansk havsborstmask (*M. neglecta*) och fläckvis förekomst av stora ishavsgråsuggor (*S. entomon*), se Figur 41. Vid undersökningarna påträffades arter som är vanligt förekommande i Östersjöns kustvatten. Ett flertal påträffade arter indikerade goda syreförhållanden ner till ett djup av cirka 25 meter. Känsliga arter förekom inte överhuvudtaget vilket innebar att föroreningspåverkan på bottenfaunan bedömdes som *måttlig* till *stark*.



Figur 41: Vanligt förekommande bottenfaunaarter i Saltsjön. Till vänster Ishavsgråsugga och till höger Amerikansk havsborstmask. Källa: Den Store Danske, 2013 och WoRMS, 2013.

Bottenfaunan statusklassades som *otillfredsställande* i området i närheten av Beckholmen medan övriga delar av Saltsjön som berörs av tunnelbanesträckningen statusklassades som *måttliga* enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (Naturvårdsverket, 2007).

Biologi – fisk

Länsstyrelsen i Stockholm har pekat ut ett fiskevårdsområde, samt värdefulla lek- och uppväxtområden för fisk, se Figur 20. Hela sträckan i Saltsjön från Slussen ut till Blockhusudden på Djurgården

har ett bra lax- och havsöringfiske och är även utpekad av länsstyrelsen som lek och uppväxtområde för abborre, gädda och gös. Flera sänktunnelalternativ kommer att beröra detta område. Detta har bedömts som en ekologiskt skyddsvärd vattenmiljö och även vägts in i bedömningen av Saltsjöns värde.

Det som väger upp vattenmiljöns värde i Saltsjön är främst förekomsten av lekplatser för fisk och ett ädelfiske mitt i staden som bedöms som bevarandevärd. Mot detta ställs en måttlig till otillfredsställande bottenfaunastatus, höga föroreningshalter i sedimentet och påverkan från utsläpp av bland annat renat avloppsvatten och förorenat dagvatten. Då dessa faktorer vägs samman bedöms sammantaget värdet på vattenmiljön i Saltsjön som litet till måttligt.

8.3 Nollalternativets miljöpåverkan

Nollalternativet, att inget av alternativen genomförs, skulle innebära att negativ påverkan på vattenmiljön och ytvattnet från byggandet och driften av tunnelbana till Nacka uteblir. Detta vore i det korta perspektivet främst för de sträckningar som föreslås gå i sänktunnel positivt för vattenmiljön och ytvattnet. Det får dock hållas för troligt att om inte detta projekt genomförs kommer transporterna att behöva lösas på annat sätt vilket i slutänden kan komma att ge väl så stora effekter på vattenmiljön och ytvattnet.

8.4 Miljöpåverkan under byggskede

Muddring för sänktunnlar

Vid anläggandet av sänktunnlar kommer muddring att behöva ske på förhållandevis stora djup i relativt lösa sediment. Muddring innebär en omrörning av sedimentpartiklar som beroende av de kolloidala egenskaperna uppehåller sig en kortare eller längre tid i vattenmassan. Föroreningar som är bundna till partiklar eller lösta i sedimentporvattnet kan få en spridning i vattenmassan. Det sker

även en spridning av näringsämnen och organiskt material från sedimentet. Den ökade halten löst material samt efterföljande sedimentation påverkar det akvatiska livet negativt i Saltsjön men påverkar olika organismer på olika sätt.

Anslutning av sänktunnel till bergtunnel

Vid anslutningen av sänktunnel till bergtunnel och då speciellt vid bergskärningarna, kommer sannolikt dräneringsvattnet att innehålla bland annat förhöjda halter av näringsämnen från de sprängämnena som används och andra föroreningar, varför särskilda hänsyn i form av rening kan behöva tas. Arbetet vid bergskärningarna antas ske i torrhet i en öppen undervattenschakt inom spont som kommer att behöva länshållas. Därmed kan sedimenten inom spont grävas bort istället för att muddras och sprängning sker inte i vatten. Detta innebär en väsentligt minskad risk för negativ påverkan på ytvattnet av sprängmedelsrester som kan ge upphov till förhöjda halter av ammonium och nitrat i länshållningsvattnet. Länshållningsvatten som avleds från tunnlar under såväl bygg- som drifttiden är normalt så pass förorenat att det måste renas. Före avledning till kommunalt VA-spillvattensystem kommer sannolikt åtminstone pH-justering och sedimentation av suspenderat material att behöva utföras. Vid avledning till recipient kan ytterligare rening komma att krävas. Beroende på valt sträckningsalternativ krävs en vidare utredning för att bestämma det mest lämpliga omhändertagandet av detta vatten.

Påverkan på växter och djurliv

I samband med muddring och anläggande av sänktunneln sker en tydlig fysisk åverkan på botten och sedimentlager. Påverkan är inte enbart negativ eftersom de till stor del förorenade botten-sedimenten ersätts med tunnelkonstruktioner inklusive skyddsfyllning som utgör en "renare" livsmiljö för bottenlevande arter. Bottenfaunan kommer troligen relativt snabbt att återkolonisera dessa renare sediment.

Det akvatiska livet påverkas negativt av höga halter av suspenderat material i vattnet och den efterföljande sedimentationen. Det finns en mängd faktorer som påverkar hur stora konsekvenser denna typ av arbeten får för det akvatiska livet bland annat:

- Mängd sediment
- Kvalitet på sedimenten
- Vattenströmning
- Hur väl olika skyddsåtgärder, exempelvis siltgardiner fungerar
- Art, årstid och i vilket livsstadium som organismen befinner sig i

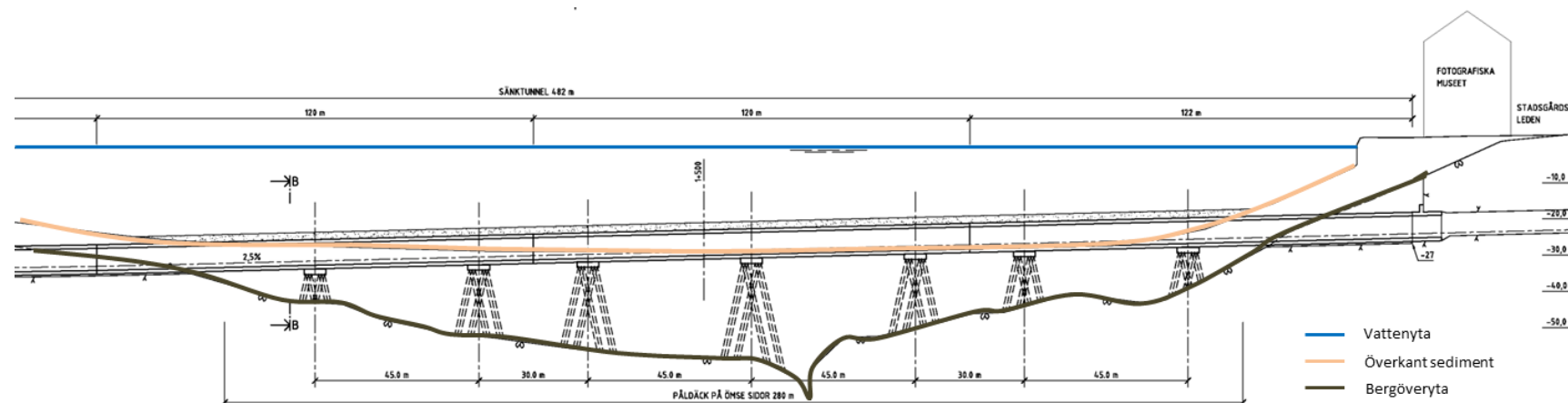
Det akvatiska livet påverkas även av de effekter som uppkommer av en förändrad bottenstruktur som följd av sedimentförflyttningar vid exempelvis muddring.

Växter påverkas framförallt av ändrat ljusinsläpp och att det uppgrumlade materialet lägger sig på växterna när det åter-sedimenterar vilket bidrar till att växterna kan kvävas.

Bottenfauna och fisk riskerar att bli exponerade för frisatta föroreningar som tidigare varit dolda i sedimentet. Dessutom kan det uppgrumlade materialet kväva bottenlevande organismer då det återsedimenterar. Fisken drabbas i regel i relativt liten omfattning av denna typ av åtgärder då den snabbt kan förflytta sig och återkolonisera området då grumlingen har upphört. De direkta effekterna på fisken såsom blockering av gälarna är därmed oftast måttliga vid grumling. Däremot kan sedimentterande partiklar kväva och döda fiskrom på grund av försämrad vattencirkulation och syresättning av romkornen. Romkorn som ska vara svävande i vattenmassan en viss tid riskerar att "fällas" till botten i förtid av sedimentpartiklar. Detta innebär att val av årstid för utförandet av grumlande arbeten är viktigt.

Frisättning av föroreningar som finns bundna i sedimenten i samband med muddring brukar vara en relativt snabbt övergående process på grund av att de lösta metallerna relativt snabbt återigen binds till suspenderat material. Detta innebär att den tid då vattenlevande organismer blir exponerade för dessa föroreningar är relativt begränsad.

I samband med muddring kommer även fiskar att störas av buller och vibrationer under byggskedet. Mudderverk avger ett undervattensljud som kan störa fiskebeståndet i muddringsarbetets närhet. Ljudnivåerna skiljer sig mellan olika muddringstekniker, där hydraulisk muddring bullrar mer än mekanisk muddring. Bottenförhållandena inverkar också på ljudets spridning. Hård botten och grunt djup medför en längre spridning av ljud än mjuk botten och stort djup. I Saltsjön förekommer det främst mjukbotten med relativt lösa sediment varför spridningen av ljud troligen inte blir lika utbredd.



Figur 42: Profil som visar ett exempel på sänktunneln i förhållande till överkant sediment (orange linje) och vattenytan (blå linje). Urklipp ur ritning K-ALT 2, Förstudie tunnelbana till Nacka - Underhandsrapport till statens förhandlingspersoner Källa: Trafikförvaltningen, 2012.

Undervattensljud på omkring 130-140 dB på 200 meter avstånd från ett mudderverk kan uppstå, vilket är ungefär lika högt som undervattensljud från ett fartyg. De angivna ljudnivåerna i vatten kan inte jämföras med ljudnivåer i luften.

Översatt till fiskars känslighet för ljud innebär dessa nivåer på undervattensljud att tydliga undflyende reaktioner kan förväntas inom storleksordningen ett par eller ett tiotal meter från källan. I praktiken bör man kunna förvänta undvikande fiskreaktioner över ett något längre avstånd. I de fall borrhning eller sprängning av sten behövs för att avlägsna stenblock blir ljudnivåerna höga och tryckvågen från sprängning kan skada fiskar över betydande avstånd (storleksordningen 100-tals meter) (Naturvårdsverket, 2009).

Det är vid anläggandet av sänktunnlar för korsning av Saltsjön, vilket föreslås i sträckningsalternativ 2, 3, 4 och 5B, som muddring kommer att ske till skillnad mot de tre övriga alternativen som har bergtunnel längs hela sträckan. Det skiljer en del mellan de olika sträckningarna beträffande hur stor yta och hur mycket massor som bedöms behöva muddras, se Tabell 9 och Figur 42.

Tabell 9: Bedömning av muddrad och undervattens schaktad volym tillsammans med muddringsyta för de olika sträckningsalternativen. Volymen har hämtats från mängdförteckningen för konstruktion och ytor har hämtats från förstudiens sänktunnelprofiler. Källa: Förstudie tunnelbana till Nacka.

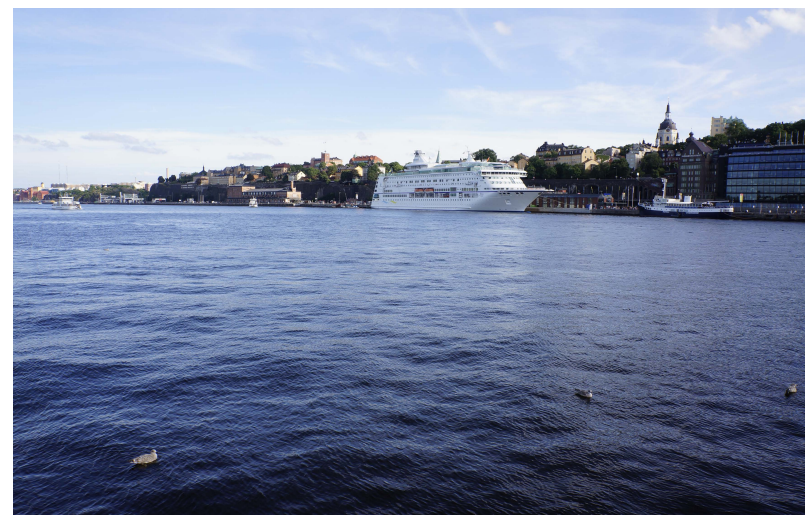
Alternativ	Bedömd muddringsvolym m ³	Muddrad yta m ²
2	166 000	42 000
3	460 000	50 000
4	298 000	76 000
5B	156 000	73 000

Tunneldrivning

Påverkan på ytvattnet i samband med sprängning eller borrhning av bergtunnel kommer främst att riskeras då man kommer att behöva länshålla tunneln från eventuellt inläckande grundvatten. Detta länshållningsvatten kan släppas till reningsverk eller dagvattenledning efter att det har passerat en sedimentationsanläggning så att vattnet uppfyller fastställda kvalitetskrav. Vattenmiljön kommer även att påverkas av buller och vibrationer i samband med tunneldrivningen.

Sjöfarten

Det sker en relativt intensiv båttrafik i Saltsjön och kajerna utgör hamn för både färjor och mindre passagerarbåtar, se Figur 43. Detta ställer därför stora krav på ett eventuellt byggprojekt. För att sjötrafiken ska kunna upprätthållas måste arbetet regleras så att Saltsjön är framkomlig för sjötrafiken även under byggtiden.



Figur 43: Stadsgårdskajen där både mindre båtar och färjor lägger till.

Nya Slussen

Sträckningsalternativ 4 går även så nära läget för Nya Slussen att detta kommer innebära att byggnationerna kan komma att påverka varandra med fördyringar och förseningar som följd. Dessutom skapar vattnet som tappas från Mälaren vid Slussen, under delar av året, strömmar som gör det extra komplicerat att hålla siltgardiner på plats för att förhindra spridning av partiklar i samband med muddringsarbetet.

Den eventuella påverkan som de olika alternativen bedöms kunna medföra har vägts in i påverkans- och konsekvensbedömningen i Tabell 10.

8.4.2 *Alternativskiljande miljöpåverkan i byggskedet*

Saltsjön betraktas i detta avsnitt som ett delområde. De alternativ som bedöms medföra störst påverkan på ytvattnet och vattenmiljön i Saltsjön är de alternativ som innefattar sänktunnlar (Alternativ 2, 3, 4 och 5B). Dessa fyra alternativ kräver muddringsarbete i Saltsjön vilket kan ha en lokalt störande miljöeffekt på fisk- och bottenfauna-beståndet under byggtiden. Dessa alternativ ger även en större risk för föroreningsspridning under byggtiden.

Tidvis finns (relativt) starka strömmar som komplicerar användandet av skyddsåtgärder såsom siltgardiner. Detta samt muddringsvolymen och avståndet från Slussen skiljer en del mellan de olika sänktunnelalternativen. Arbetet med muddring, pålning och anläggandet av sänktunnlar kan även utgöra hinder och medföra begränsningar för den intensiva sjötrafiken i Saltsjön. Påverkansgraden varierar en del mellan alternativ 2, 3, 4 och 5B beroende på ovan nämnda faktorer.

Tre alternativ, 1, 5 och 6 går i bergtunnel vid passagen av Saltsjön. Där utgörs störningen för vattenmiljön och ytvattnet främst av buller och vibrationer samt läns hållning av inläckande grundvatten i samband med tunneldrivningen.

Tabell 10: Påverkans- och konsekvensbedömning av det arbete som kommer att utföras i **byggskedet** för de olika alternativen. Konsekvensens storlek beror av omfattningen av påverkan och Saltsjöns värde som bedömts som litet till måttligt.

Områdesnamn och värde	Alternativ	Beskrivning och motivering	Påverkan	Negativa konsekvenser
Saltsjön Litet till måttligt värde	1	Hela sträckan under Saltsjön går i bergtunnel. Detta innebär en liten risk för påverkan på ytvattnet medan buller och vibrationer från tunneldrivningen riskerar att påverka vattenmiljön negativt.	Liten	Obetydliga
	2	Passage av Saltsjön sker i sänktunnel. Alternativet bedöms medföra relativt liten muddringsvolym jämfört med andra alternativ och därmed en mindre risk för spridning av föroreningar och partiklar. Det är i denna del av Saltsjön som det sker en intensiv sjötrafik vilket innebär att det kan riskera att ske en stor påverkan på sjötrafiken under byggtiden.	Måttlig till stor	Måttliga till stora
	3	Det bedöms vara mindre förorenade sediment på platsen för Alternativ 3. Här kommer en betydligt större volym massor att behöva muddras jämfört med övriga alternativ. Muddring och anläggandet av sänktunnel kommer även att ske på en plats som är relativt smal vilket ger en större påverkan på sjötrafiken.	Måttlig	Små till måttliga
	4	Passage av Saltsjön sker i sänktunnel. Denna kommer att passera nära Gamla stan där det finns höga föroreningar i sediment. Närheten till Slussen kommer att innebära krockar mellan projekten i samband med byggandet av "nya" Slussen. Vattenströmning vid tappning av Mälaren kommer att komplicera skyddsåtgärderna för att förhindra sediment och föroreningsspridning i samband med muddringen av den näst största volymen sediment jämfört med övriga alternativ.	Stora	Stora
	5	Hela sträckan under Saltsjön går i bergtunnel. Detta innebär en liten risk för negativ påverkan på ytvattnet förutsatt att eventuellt länshållningsvatten tas om hand på adekvat sätt. Buller och vibrationer från tunneldrivningen riskerar att påverka vattenmiljön negativt.	Liten	Obetydliga
	5B	Passage av Saltsjön sker i sänktunnel. Muddring kommer att krävas för detta alternativ tillsammans med schakter inom spont för anslutning till bergtunnel. Här kommer sänktunneln att sticka upp cirka 8-9 meter ur sedimentet på den högsta punkten. Anslutningen till Södermalm sker vid Stadsgårdskajen där det sker en relativt intensiv sjötrafik. Detta alternativ bedöms ge en ganska stor risk för föroreningsspridning. Risk föreligger även för påverkan på sjötrafiken under byggtiden.	Måttlig till stor	Måttliga till stora
	6	Passage av Saltsjön sker i bergtunnel. Detta innebär en liten risk för negativ påverkan på ytvattnet förutsatt att eventuellt länshållningsvatten tas om hand på adekvat sätt. Buller och vibrationer från tunneldrivningen riskerar att påverka vattenmiljön negativt.	Liten	Obetydliga

8.5 Miljöpåverkan under driftskede

Sänktunnel

Generellt kommer anläggandet av sänktunnel att innebära att bottendjupet där tunneln placerats minskar. Hur mycket det minskar varierar en del mellan de olika föreslagna sträckningarna. En upphöjning av bottenprofilen riskerar att innebära ett hinder för utbytet av det tyngre bottenvattnet vilket gör att risken för syrebrist i bottenvattnet i innanför liggande områden ökar. Detta riskerar därmed att ge konsekvenser på väldigt lång sikt och ha en negativ påverkan på fiskars och andra organismers livsmiljö om utbytet av bottenvattnet försämras. Tröskeeffekten som skapas i samtliga sänktunnelalternativ bedöms därmed som en permanent påverkan av icke övergående karaktär då denna påverkan sker så länge som sänktunneln finns på plats. Storleken på påverkan har bland annat bedömts utifrån hur stor bottenyta som riskerar att bli avsnörd av ett sämre vattenutbyte samt hur mycket en framtida sänktunnel bedöms sticka upp över bottenytan efter principen att ju mer den sticker upp desto större hinder för vattenutbytet medför den. I Tabell 11 kan uppskattad höjning av bottenytan för de olika alternativa sträckningarna ses.

Tabell 11: Jämförelse av reduceringen i bottendjup för olika sänktunnelalternativ.

Alternativ	Bedömd reduktion av bottendjup
2	8-9 meter
3	3 meter
4	3-4 meter
5B	8-9 meter

Det finns föreslagna skyddsåtgärder för att kunna upprätthålla en cirkulation av bottenvattnet, om det blir aktuellt att bygga ett av de sträckningsalternativ där passage av Saltsjön sker i sänktunnel (Sweco 2011). Vidare utredning av detta krävs dock om ett sådant

alternativ blir aktuellt. Det kvarvarande vattendjupet ovanpå föreslagna sänktunnelalternativ är som minst cirka 19 meter vilket är tillräckligt för att detta inte ska ha någon påverkan på sjöfarten.

Det djurliv som finns på bottenarna från 20 meters djup och djupare har ett förhållandevis begränsat värde och kan nog förväntas vara stört av föroreningsbelastning och miljögifter av äldre datum. Inom det område som en sänktunnel eventuellt byggs kommer allt liv inom en zon med en bredd av upp till cirka 80 meter att utplånas genom övertäckning. Skyddsutfyllningen runt sänktunneln kommer dock att ge en ny botten med rena massor och av annan karaktär som kan vara gynnsam för etablering av ny djupvattensfauna vilket bedöms som en positiv konsekvens av alternativen med sänktunnel.

Bergtunnel

Någon betydande påverkan på Saltsjön vid ett driftskede förväntas inte för bergtunnelalternativet. Dräneringsvatten kan i ett driftskede behöva pumpas bort och renas före utsläpp till VA-spillvattennätet eller recipient.

Alternativskiljande miljöpåverkan för färdig anläggning

Alternativ 1, 5 och 6 innefattar bergtunnlar som innebär en betydligt mindre påverkan på naturmiljön än sänktunnlar (Alternativ 2, 3, 4 och 5B) där sänktunnlar kommer att innebära ett permanent inslag på botten med en risk för ett försämrat vattenutbyte alternativt tekniska installationer för att upprätthålla vattenutbytet. Övrig påverkan på sjöfart och omgivning har bedömts som liten för samtliga sträckningsalternativ, se Tabell 12.

Tabell 12: Påverkans- och konsekvensbedömning av eventuell kvarvarande påverkan på ytvattnet och vattenmiljön i Saltsjön i ett **driftskede**. Konsekvensens storlek beror på omfattning av påverkan och Saltsjöns bedömda värde som bedömts som litet till måttligt.

Områdesnamn och värde	Alternativ	Beskrivning och motivering	Påverkan	Negativa konsekvenser
Saltsjön Litet till måttligt värde	1	Hela sträckan under Saltsjön går i bergtunnel. Efter byggtiden kommer sannolikt inte denna tunnel påverka vattenmiljön eller ytvattnet negativt.	Ingen till liten	Obetydliga
	2	Passage av Saltsjön sker i sänktunnel. Sänktunneln kommer att reducera bottendjupet med upp till 8-9 m vilket bedöms medföra hinder för utbytet av bottenvatten. Detta kan på sikt förvärra syresituationen i bottenvattnet i delen av Saltsjön väster om sänktunneln. Skyddsfillning med rena massor runt tunneln är en positiv påverkan för vattenmiljön vilket väger upp en del av den riskerade negativa påverkan.	Måttlig	Måttliga
	3	Sänktunneln på denna plats bedöms ge den minsta redueringen av bottendjup av samtliga föreslagna alternativa sträckningar i sänktunnel. Skulle det ske en påverkan på vattenutbytet i Saltsjön kommer det att vara denna sträckning där störst bottenyta väster om sänktunneln riskerar att påverkas.	Måttlig	Små till måttliga
	4	Passage av Saltsjön sker i sänktunnel. Sänktunneln kommer inte att resa sig mer än cirka 3-4 m ur omkringliggande sediment. Då sänktunneln är placerad närmst Slussen det vill säga längst västerut av samtliga alternativ är det denna sänktunnel som riskerar att påverka utbytet av bottenvatten på den minsta ytan väster om densamma. Skyddsfillning med rena massor runt tunneln är en positiv konsekvens för vattenmiljön vilket väger upp en del av den riskerade negativa påverkan särskilt i denna del av Saltsjön med höga föroreningshalter.	Liten till måttlig	Små till måttliga
	5	Hela sträckan under Saltsjön går i bergtunnel. Efter byggtiden kommer sannolikt inte denna tunnel påverka vattenmiljön eller ytvattnet negativt.	Ingen till liten	Obetydliga
	5B	Passage av Saltsjön sker i sänktunnel. Här kommer sänktunneln att sticka upp cirka 8-9 meter ur sedimentet på den högsta punkten. Detta riskerar att avsevärt avsnöra utbytet av bottenvatten i den del av Saltsjön som är väster om tunneln. Skyddsfillning med rena massor utgör en positiv påverkan.	Måttlig	Måttliga
	6	Hela sträckan under Saltsjön går i bergtunnel. Efter byggtiden kommer sannolikt inte denna tunnel påverka vattenmiljön eller ytvattnet negativt.	Ingen till liten	Obetydliga

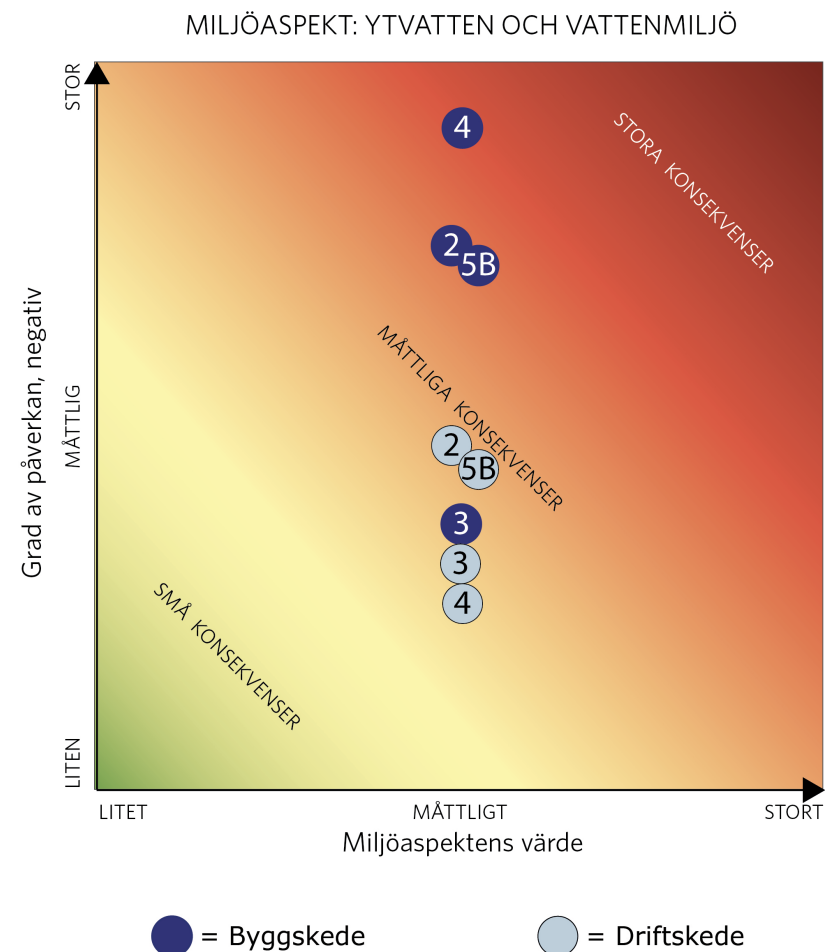
8.6 Konsekvensbedömning

Sammanfattningsvis kan sägas att alternativen med enbart bergtunnel är att föredra då de bedöms ge obetydliga konsekvenser om både bygg- och driftskede sammanvägs. Ska det byggas sänktunnel är Alternativ 3 att föredra då detta alternativ bedöms medföra den minsta konsekvensen för ytvatten sett till både bygg- och driftskedet.

Påverkan och konsekvenser av både bygg- och driftskedet sammanfattas i Tabell 13.

Tabell 13: Samlad alternativvis konsekvensbedömning.

Alternativ	Byggskede	Driftskede
1	Obetydliga	Obetydliga
2	Måttliga till stora negativa	Måttliga negativa
3	Små till måttliga negativa	Små till måttliga negativa
4	Stora negativa	Små till måttliga negativa
5	Obetydliga	Obetydliga
5B	Måttliga till stora negativa	Måttliga negativa
6	Obetydliga	Obetydliga



Figur 44: Bedömningsmatris Ytvatten och vattenmiljö. Siffrorna i cirkelarna motsvarar de olika alternativen. För Alternativ 1, 5 och 6, som går helt i bergtunnel, blir konsekvenserna obetydliga och de har därför inte tagits med i matrisen.

8.7 Skyddsåtgärder och försiktighetsmått

Man kan sannolikt med hjälp av tekniska lösningar avhjälpa en försämrad omsättning av djupvattnet. Möjliga tekniska lösningar har översiktligt redovisats i PM av Sweco (Sweco, 2011). De föreslagna tekniska lösningarna syftar till att skapa ett utbyte av bottenvattnet genom att med lite olika tekniker leda dit antingen bottenvatten från området öster om sänktunneln eller Mälärvatten från andra sidan av Slussen.

I byggskedet krävs det noggrann kontroll så att siltgardiner används och att muddring lämpligen sker under perioden oktober till mars för att ge minsta möjliga påverkan på flora och fauna. Att bottenförankra siltgardiner vid de stora arbetsdjup som är aktuella här är relativt komplicerat. Vid sträckningsalternativ 4 har även vattenströmningen som tappningen av Mälaren ger upphov till den största påverkan på spridningen av uppgrumlade partiklar. Här förutspås även den största svårigheten med att bottenförankra siltgardinerna på grund av djup och strömningsförhållanden. Om förankringen lyckas och dubbla siltgardiner används brukar det vara tillräckligt för att förhindra spridningen av uppgrumat material och därmed även partikelburna föroreningar, en spridning som annars riskerar att ge negativa effekter på flora och fauna.

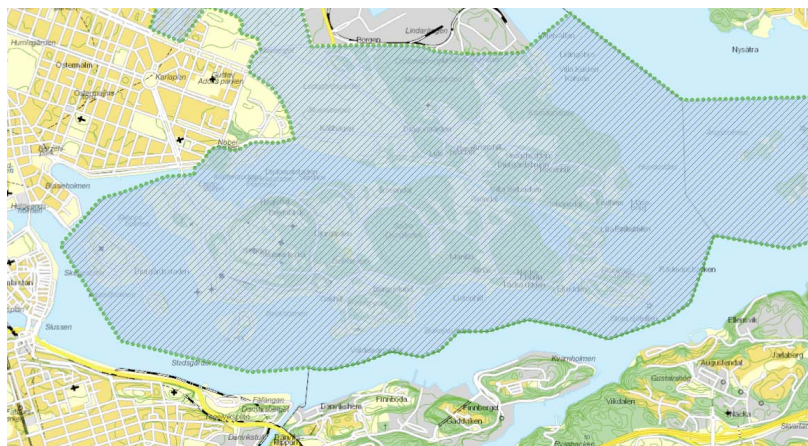
Det kommer även att behöva tas hänsyn till sjöfarten i ett byggskede. Den största påverkan på sjöfarten kommer att ske i ett anläggningsskede av en sänktunnel. De sänktunnlar som har en sträckning som ansluter till Södermalm vid Stadsgårdskajen det vill säga Alternativ 2, 4 och 5B väntas totalt sett medföra den största påverkan på sjöfarten. En bergtunnel ger sannolikt inte denna påverkan.

9 Naturmiljö och rekreation

Detta avsnitt behandlar konsekvenser för rekreativsmöjligheter samt naturmiljö på land och kring strandlinjer. Påverkan på naturmiljö i vatten behandlas i avsnittet Ytvatten och vattenmiljö.

9.1 Bedömningsgrunder

Till grund för bedömningen i avsnittet Naturmiljö och rekreation ligger skrifter såsom *Regional Utvecklingsplan för Stockholms-regionen* (RUF, 2010), *Stockholms översiktsplan Promenadstaden* (2010), avsnitten *Kulturmiljö och stadsbild* och *Buller, stomljud och vibrationer* i denna MKB, Naturvårdsverkets skrift *Miljöeffekter vid muddring och dumpning* (2009) samt bestämmelser för riksintresse *Nationalstadspark MB 4 kapitel 7 §*. Utredningsområdet bedöms ha nära anknytning till stadens historia och utveckling samt ha stor betydelse för det nationella kulturarvet, för stadens och regionens ekologi och för människors rekreation.



Figur 45: Riksintresse Nationalstadspark. Källa: Länsstyrelsen 2013.

Nationalparksbestämmelsen kan inte liknas vid ett områdesskydd som ett natur- eller kulturresevat, utan har mer karaktär av krav på markanvändning och bebyggelseutveckling med regler för ej tillåtna åtgärder. Lagbestämmelsen skyddar enbart områdets värden när förändringar aktualiseras genom planer, bygglov eller när andra tillståndspliktiga åtgärder. Själva lagregleringen handlar inte om frågor om vård och skötsel eller utveckling av områdets värden.

För Nackareservatet finns skyddsbestämmelser som ska följas.

Marina djur och växter behandlas i avsnittet *Ytvatten och vattenmiljö*.

9.2 Nuvarande förhållanden, berörda värden

Natur

Naturen som berörs av de olika sträckningarna är omväxlande och inrymmer flera ekosystem/biotoper med marina och landlevande växter och djur. Artportalen (www.artportalen.se) listar fynd av rödlistade arter i Sverige. En rödlista är en redovisning av arters risk att dö ut från ett område. ArtDatabanken (SLU, 2013) har Naturvårdsverkets uppdrag att ta fram Sveriges rödlista.

Vid rödlistningsbedömning utvärderas tillgängliga data från forskning, miljöövervakning, museer, amatörbiologers rapporter, litteratur med mera mot de internationella, formaliserade kriterierna.

En art som rödlistas enligt IUCN:s (Internationella naturvårdsunionen) kriterier är helt oberoende av om det finns speciella bevarandeskäl, eller om arten i fråga omfattas av lagstiftning, konventioner eller speciella affektionsvärden. Kriterierna syftar enbart till att så objektivt som möjligt kvantifiera den relativa utdöenderisken.

Tabell 14: Kategorier av rödlistning. Källa: SLU, 2013.

Livskraftig	Nära hotad	Sårbar	Starkt hotad	Akut hotad	Nationellt utdöd
LC	NT	VU	EN	CR	RE

Sårbar (VU) är en art om den inte uppfyller något av kriterierna för vare sig akut hotad eller starkt hotad, men löper stor risk att dö ut i vilt tillstånd i ett medellångt tidsperspektiv.

Starkt hotad (EN) är den näst allvarligaste kategorin för vilda populationer efter akut hotad, och en art kategoriseras som starkt hotad om den inte uppfyller något av alla kriterierna för akut hotad, men ändå löper mycket stor risk att dö ut i vilt tillstånd inom en nära framtid.

Akut hotad (CR) är en art som löper en extremt stor risk att dö ut i vilt tillstånd inom en mycket nära framtid.



Figur 46: Registrerade fynd av rödlistade arter. Noggrannheten i artlokalerna varierar mellan 5 meter och 5 kilometer. Källa: SLU och www.artportalen.se, bearbetning av Ramböll.

Arter som är klassificerade som *Akut hotad (CR)*, *Starkt hotad (EN)* eller *Sårbar (VU)* anses vara hotade. I figur 46 presenteras de fynd av rödlistade arter som påträffats inom området. Kartan visar fynd av hotade djur- och insektsarter registrerats senaste 10 åren och fynd av träd- och växtarter som gjorts de senaste 25 åren. Noggrannheten i artlokalerna varierar starkt. För växter är den oftast 10-100 meter, för insekter 10-25 meter och för fåglar 5 km.

Kartan visar att det inom området inte finns några akut hotade djur- eller insektsarter men däremot sammanlagt sex fynd av akut hotade kärlväxter (näverlön och bohuslind) och storsvampar (saffransticka). Förekomst av starkt hotade arter finns bland annat på Beckholmen (klippnejlika), Djurgården (bredbandad ekbarkbock) samt i enstaka fall på Södermalm (ängssalvia och piggfrö), i Hammarby sjöstad (klätt) samt i Nacka (klätt).

Ingen av de akuthotade och starkt hotade arterna ovan bedöms beröras av exploateringen av stationslägen, vilket torde vara platserna för reell påverkan för djur- och växtarter. Det är dock möjligt att fynd av rödlistade arter påträffas intill stationslägena vid mer detaljerad inventering, vilket kan medföra större påverkan.

Sårbara arter förekommer på flera platser inom området.

Hjärtstilla förekommer på Södermalm inom område som bedöms som stationsläge, i övrigt påträffas inga sårbara arter inom stationslägen.

Flera fynd av akut hotade, starkt hotade och sårbara rödlistade arter påträffas längs partier där sträckningar leds under mark. Påverkan bedöms här bli mycket liten.

Bedömningen av värdet för naturmiljö är baserat på uppgifter om rödlistade arter, information om riksintresset Nationalstadspark och bedömningar av naturområden inom utredningsområdet.

Rekreation

Gång- och cykelstråken längs Skeppsbron, Stadsgårdskajen och Djurgården tillhör de mest använda i landet för fotgängare och cyklister. Uteserveringar, gator, kajer, parker och promenadstråk på Södermalm, Djurgården, i Hammarby sjöstad och Gamla Stan befolkas sommartid av flanerande stockholmare såväl som av tusentals besökare och turister. Många turister väljer också att ta sig fram på cykel och samsas med pedaltrampande arbetspendlare.

De centrala vattenområdena har varit en förutsättning för Stockholms historiska utveckling och är av oskattbart värde för stadens karaktär och skönhet. Saltsjön är frekvent trafikerade av mindre och större fridtidssbåtar som angör Skeppsbron, Stadsgårdskajen, Skeppsholmen, Kastellholmen och Djurgården med bland annat Galärvarvet, gästhamn vid Vasamuseet med mera.

Estetik och vackra vyer är av lika stor vikt för rekreationen som framkomlighet, genbarhet för gång- och cykelstråk, orienterbarhet tillgänglighet och naturupplevelser.

Tabell 15: Värde avseende naturmiljö.

Delområde	Beskrivning och motivering	Värde
Riksintresse Nationalstadspark	Riksintresset Nationalstadspark innefattar Kungliga nationalstadsparken i Stockholm, grundat 1995 för bevarandet av unika natur- och kulturvärden. Inom det aktuella området ingår Södra Djurgården, vilken innefattas i riksintresset. Naturmiljövärdena på Södra Djurgården bedöms som måttliga till höga. Området är grönt men till stor del exploaterat och har påverkats av människors verksamhet under lång tid. Naturvärdena består av stora ekar, trädgårdar med stor variation av arter samt enskilda fynd av rödlistade arter såsom tallticka, storflye och bohuslind.	Stort
Övriga parker	Parkerna inom utredningsområdet är många och välbesökta tack vare det stora underlaget av besökare. Värdena på naturmiljön inom parkmarken varierar men anses sammantaget vara av måttligt värde. Äldre solitära träd som återfinns inom parkerna i staden har höga naturvärden.	Måttligt till stort
Naturreservat	Nackareservatets exklav Sickla park är en välbevarad ekbacke. Här finns även den utrotningshotade bredbandade ekbarksbocken. Parken har ett stort värde för naturmiljön i Stockholmsområdet.	Stort
Naturmark	Ren naturmark inom utredningsområdet utgörs främst av skogsmark inom utredningsområdet i Nacka. Den biologiska mångfalden (artrikedomen) bedöms som måttlig. Hänsyn krävs för att tillgodose arternas fortväxt och bestånd.	Måttligt
Bebyggd mark	I den bebyggda miljön återfinns få naturvärden. Ett antal fynd av rödlistade arter har gjorts inom området. Värdet av dessa varierar men sammantaget bedöms naturvärdena på bebyggd mark vara små till måttliga.	Litet till måttligt



Figur 52: Promenadstråk längs med Norra Hammarbyhamnen.

Tabell 24: Värde avseende rekreation.

Delområde	Beskrivning och motivering	Värde
Riksintresse Nationalstadspark	Rekreationsmöjligheterna på Södra Djurgården är av mycket stor vikt för Stockholm. Turister såväl som återkommande besökare och stadsbor nyttjar parkmark för promenader, restaurangbesök, träning, besök på nöjesfält och konserter med mera. Värdet av rekreationsmöjligheterna inom områdets parker bedöms som stort.	Stort
Övriga parker	Rekreationsmöjligheterna på Vitabergsparken och andra parker i det aktuella området är av stor vikt för Stockholm. Turister såväl som återkommande besökare och stadsbor nyttjar parkmark för promenader, restaurangbesök, träning, besök på nöjesfält och konserter med mera. Värdet av rekreationsmöjligheterna inom områdets parker bedöms som stort.	Stort
Vattenområden	Vattenområden som innefattas i det påverkade området trafikeras flitigt av fritidsbåtar som antingen lägger till i gästhamn över natten eller gör kortare stopp i innerstaden. Värdet av att vattenområden ska vara tillgängliga för trafik för fritidsbåtar bedöms som måttligt, då flera gästhamnar finns längre ut i Saltsjön.	Måttligt
Naturmark	Naturmarken som används för rekreation återfinns främst i Finnboda, strax öster om Henriksdal. Många besökare har tillgänglighet till marken. Större strövområden såsom Nackareservatet ligger på relativt kort avstånd, varför värdet av naturmarken i Finnboda bedöms som måttligt ur rekreationssynpunkt.	Måttligt
Bebyggd mark	Hela det aktuella områdets bebyggda mark används oavbrutet av fotgängare, cyklister, hundägare, löpare med flera. Uteserveringar kantar gatorna sommartid. Vissa kvarter och gator har lågt rekreativvärde men genom att många andra används extremt mycket bedöms det sammantagna värdet bli stort.	Stort
Visuella utblickar	De visuella utblickarna över Saltsjön, Djurgården, Södermalm och Gamla stan, är av betydande värde för rekreativ- möjligheterna centrala Stockholm. Besökare längs stadsgårdskajen, vid Slussen och längs Skeppsbron såväl som på Djurgården har möjlighet att insupa atmosfären av Stockholm. Därav är fria vyer av stor vikt. Värdet av fria visuella utblickar bedöms som stort ur rekreationssynpunkt.	Stort
Stråk	Att Stockholms viktiga stråk är fortsatt tillgängliga för fotgängare och cyklister är av stor vikt. Värdet av detta bedöms ur rekreationssynpunkt vara stort.	Stort

9.3 Nollalternativets miljöpåverkan

Om inte tunnelbanan byggs förväntas trafiksituationen till och från Nacka förvärras. Sannolikt skulle olika typer av åtgärder vidtas för att förbättra vägnätet. Bygget av nya vägar skulle ge vibrationer, buller samt kräva arbets- och etableringsområden. Detta kan i sin tur leda till att naturmiljön försämras och rekreationsmöjligheterna försvåras. Närheten till gröna ytor för rekreation är idag liten för många boende i Stockholm och Nacka. Närheten till rekreation skulle kunna, med en utebliven tunnelbana, bli ännu mindre då befintlig naturmiljö kan komma att tas i anspråk av nya och eller breddade vägar. Ökade koldioxidutsläpp, som kan bli en följd av nollalternativet, kan också komma att påverka naturmiljön negativt.

9.4 Miljöpåverkan under byggskedet

Natur

De arter som kan påverkas under utbyggnad av tunnelbana till Nacka bedöms vara de som påträffats i anslutning till planerade entrélaggen. Byggnation och drift av bergtunnlar bedöms inte påverka arterna negativt förutom vid mynningar till arbetstunnlar och byggvägar. Partiklar och intrång på naturmark som uppstår i samband med byggnation påverkar landlevande djur och växter negativt.

Etableringen av tunnlar kan komma att påverka grundvattennivåerna med sättningar i mark som följd. Denna risk är störst inom lerområden, se kapitel 12, Figur 70. Detta kan leda till att naturmiljön ovan tunnelbygget påverkas negativt eftersom det finns risk att sårbara rotsystem kan komma till skada.

Störningarna av naturmiljön är i dagsläget många och historiskt har påverkan varit omfattande i och med långvarig och kraftig påverkan från människan. De föreslagna stationsentréerna ligger i urbana lägen, varvid den ytterligare påverkan som byggnation av stationer

orsakar, kan anses vara mindre påtaglig än om byggnation skett på jungfrulig mark. Arterna i området är redan i dagsläget påverkade av omgivande störningar såsom buller och partiklar även om tillkommande påverkan ökar de negativa konsekvenserna för naturmiljön.

Vid byggnation av entréer i direkt anslutning till parkmark och grönområden bedöms påverkan bli måttlig till stor då partiklar, buller och vibrationer förväntas störa naturmiljö och hotade rödlistade arter. Om en entré (eller mynning till arbetstunnel) ska byggas i anslutning till parkmark finns risk för att schakt för underjordisk biljetthall behöver ske i parkmarken. Det innebär ett tillfälligt ingrepp, men kan innebära att arter inte återetablerar sig på grund av ändrade förutsättningar eller på att spridningsmöjligheterna till platsen är begränsade. I Tabell 16 sammanfattas påverkan och konsekvenser avseende naturmiljö under byggskedet uppdelat på olika typer av områden.

Natura 2000-område, Dammtorp-Söderbysjön

Närmaste Natura 2000-område är Dammtorp-Söderbysjön i Nacka kommun som ligger cirka 1 kilometer från möjliga tunnelbane-dragningar.

Då inga arbetstunnellägen, etableringsområden, länsvattenhantering eller godstransporter planeras i Natura 2000-områdets närhet bedöms det att ingen påverkan på känsliga arter och habitat kommer att ske. Även om påverkan på vattenkvaliteten i Järlasjön eller Sicklasjön sker bedöms det att Dammtorp-Söderbysjön inte kommer att påverkas då det ligger uppströms i vattensystemet.

Med nuvarande kunskap om tilltänkta arbetsmetoder bedöms det inte sannolikt att Natura 2000-området kan påverkas av buller från arbetet med tunnarna eller därtill hörande anläggningar.

Tabell 16: Påverkan och konsekvensbedömning avseende naturmiljö under **byggskede**.

Områdes-namn och värde	Alternativ	Beskrivning och motivering av påverkan	Påverkan	Beskrivning och motivering av konsekvenser	Negativa konsekvenser
Riksintresse Nationalstadspark <i>Stort värde</i>	1, 3	Påverkan på området som ingår i riksintresse Nationalstadspark skulle innebära bergtunnel under Djurgården, ett nytt stationsläge intill Gröna Lund samt en sänktunnel söder om Valdemarsudde. Påverkan bedöms ur natursynpunkt som liten då den innebär ett entrélag i redan exploaterat område. Naturvärden i området kring Gröna Lund bedöms som låga och inga fynd av rödlistade arter har gjorts. Buller som alstras av transporter och byggnation av en station kan störa naturmiljön.	Måttlig	De södra delarna av riksintresset Nationalstadspark, det vill säga södra Djurgården, har stora naturvärden och utgör en viktig del av Stockholms gröstruktur. Störning kan ske vid byggnation genom buller, damm och partiklar, även om stationsläge återfinns i redan exploaterat område med låga naturvärden.	Måttliga till stora
Övriga parker och naturreservat <i>Måttligt - stort värde</i>	Samtliga	Påverkan på parkmark uppkommer sannolikt främst vid stationslägen. Påverkan bedöms som måttlig till stor då stationslägen kan innebära uppgång i parkmark eller sannolikt påverkas genom buller och partiklar vid byggnation av station i närområdet. Lokalt, på vissa platser, kan påverkan bli liten, sammantaget bedöms den bli måttlig.	Måttlig	Konsekvenser för naturvärden inom parkmark vid byggnation bedöms uppkomma genom buller, damm och partiklar. Parkmark kan tas i anspråk för uppställning av byggmaterial eller massor. Träd och dess rotsystem kan skadas av maskiner, fordon eller genom flytt av massor. Lokalt kan konsekvenserna bli små men sammantaget bedöms de bli måttliga.	Måttliga
Naturmark <i>Måttligt värde</i>	3	Påverkan på naturmark bedöms sannolikt bli liten, då inga entrélag planeras i närheten av naturmark. Buller från byggnation av bergtunnel bedöms inte påverka naturvårdande på naturmark.	Liten	Konsekvenserna för naturvärden inom naturmark bedöms bli små. Värdena har bedömts som måttliga och exploatering av stationslägen sänktunnlar sker inte i anslutning till naturmark.	Små
Bebyggd mark <i>Litet - måttligt värde</i>	Samtliga	Påverkan som byggnationerna av stationer och tunnlar har på den bebyggda markens natur, bedöms som liten i förhållande till dagsläget.	Liten	Konsekvenserna för naturvärden inom den bebyggda miljön bedöms bli relativa små vid byggnation. Rödlistade arter har påträffats inom området och dessa ska tas i beaktande och skyddas vid exploatering.	Små till måttliga

Recreation

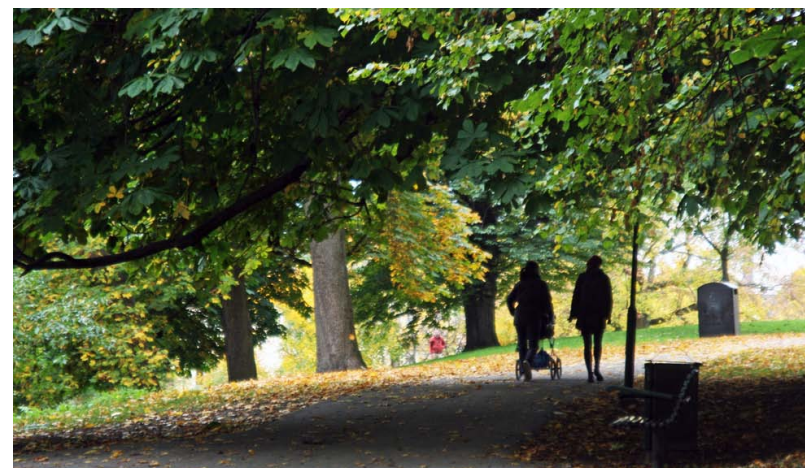
De stora och långvariga arbetsområdena i vattnet i kombination med schaktområdena som är nödvändiga för bygget av sänktunnlar medför stor visuell påverkan. De bedöms ge en negativ inverkan på upplevelsen av staden som kan ge negativa konsekvenser på stadens rekreations- och turistvärden.

Intill stationslägen och byggtunnlar skapas under byggskedet barriärer i form av vägar, trafik, plank, upplag av byggmaterial, lyftkranar och så vidare. Detta stör rumsligt rekreationsmöjligheterna inom det berörda området och bidrar till buller och spridning av partiklar.

Konsekvenserna för rekreationsmöjligheten bedöms störst i de lägen som är de viktigaste ur rekreationssynpunkt, det vill säga platser som är tätt befolkade av fotgängare; parker och grönområden samt affärsstråk och nöjesetablissemang. Där inkluderas viktiga promenadstråk, parker, utsiktsplatser och lekplatser. Se Tabell 17.



Figur 47: Promenadstråk längs med norra Hammarbyhamnen.



Figur 48: Vitabergsparken.

Tabell 17: Påverkan och konsekvensbedömning avseende rekreation under **byggskede**.

Områdesnamn och värde	Alternativ	Beskrivning och motivering av påverkan	Påverkan	Beskrivning och motivering av konsekvens	Negativa konsekvenser
Riksintresse Nationalstadspark <i>Stort värde</i>	1, 3	Vid byggnation av bergtunnlar uppstår vibrationer och buller som kan påverka rekreativitet inom riksintresset. Ett nytt stationsläge vid Gröna lund innebär en längre byggperiod där buller, transporter, visuella störningar, fysiska intrång partiklar kommer att påverka rekreativitet negativt.	Måttlig till stor	De södra delarna av riksintresset Nationalstadspark har stora rekreativitetsvärden. Alternativ 1 och 3 passerar under Djurgården, som är ett mycket viktigt rekreativt område i Stockholm. Byggnation av entré i närheten av Gröna Lund innebär sannolikt ett störande moment för rekreativitet i form av störande byggtrafik, buller, spridning av partiklar samt visuellt störande lyftkranar och plank. Konsekvenserna bedöms bli stora.	Stora
Övriga parker <i>Stort värde</i>	Samtliga	Påverkan på rekreativitetsvärden inom parkmark bedöms bli måttlig till stor under byggtiden. Stationslägen kan komma att placeras i anslutning till parkmark. Buller, vibrationer med mera uppstår i samband med byggnation och transporter. Schakt för underjordisk biljetthall kan komma att ske i parkmark vilket kraftigt kan påverka förutsättningarna för rekreation i park som berörs.	Måttlig till stor	Konsekvenser för rekreativitetsvärdena inom övrig parkmark bedöms vid byggnation uppkomma genom buller, partiklar. Parkmark kan tas i anspråk för uppställning av byggmaterial eller massor. Visuell påverkan kan komma att bli stor under längre period under byggnation av stationer i anslutning till parkmark. Alternativ 1, 2, 4 och 6 passerar under Vita Bergsparken, varvid buller och vibrationer kan uppstå som stör rekreativitet i parken.	Stora
Vattenområden <i>Måttligt värde</i>	Samtliga	Tillgängligheten till vattenområden kommer att påverkas vid byggnation av sänktunnlar.	Måttlig	Konsekvenser för rekreativitetsvärden i anslutning till vattenområden bedöms bli måttliga. Byggnationen av sänktunnlar kommer att begränsa möjligheterna för fritidsbåtar att trafikera saltsjön. Störst konsekvenser får Alternativ 3 då båttrafiken måste begränsas under en period när sänktunnel byggs mellan Djurgården och Finnboda. Förläggs arbeten på höst eller vår kan konsekvenserna bli mindre. Detta då färre fritidsbåtar trafikerar Saltsjön vid denna period.	Måttliga

Tabell 19 forts. Påverkan och konsekvensbedömning avseende rekreation under **byggskede**.

Områdesnamn och värde	Alternativ	Beskrivning och motivering av påverkan	Påverkan	Beskrivning och motivering av konsekvens	Negativa konsekvenser
Naturmark <i>Måttligt värde</i>	3	Byggnation av bergtunnlar kan påverka rekreativsmöjligheter i naturmark. Antalet besökare i berörd naturmark, främst belägen invid höjderna öster om Henriksdalsringen, bedöms vara relativt få. Påverkan på rekreativsmöjligheterna bedöms därför blir liten.	Liten	Konsekvenserna för rekreativsvärden inom naturmark bedöms bli små. Värdena har bedömts som måttliga och antalet besökare i området bedöms som begränsat.	Små
Bebyggd mark <i>Stort värde</i>	Samtliga	Byggnation av stationslägen innebär påverkan på störande buller och vibrationer med mera påverkan bedöms bli måttlig till stor.	Måttlig till stor	Konsekvenserna för rekreativsmöjligheter på bebyggd mark bedöms bli måttliga till stora. Samtliga alternativ innebär långa perioder av påverkan på platser som frekvent används för promenader med mera.	Måttliga till stora
Visuella utblickar <i>Stort värde</i>	Samtliga	Byggnation av sänktunnlar påverkar vyerna över Saltsjön negativt under lång tid. Även byggnation av stationer innebär att visuella intrycket störs. Påverkan bedöms bli stor.	Stor	Alternativ 2, 4 och 5B med sänktunnel i Saltsjön skulle innebära en stor påverkan på rekreativsupplevelsen kring Slussen under byggskedet då området är ett centralt område för fotgängare och cyklister. Under en tidsperiod kommer vyn mot Saltsjön domineras av pråmar och lyftkranar som påverkar rekreativsvärdena negativt. Konsekvenserna bedöms bli stora.	Stora
Stråk <i>Stort värde</i>	Samtliga	Stråk längs Stadsgårdskajen, Norra Hammarbyhamnen, Mårtensdal och utanför Gröna Lund är viktiga ur rekreativssynpunkt. Byggnation av stationer, vilket innebär stora ingrepp på närmiljön i form av byggarbetsplatser och byggvägar, påverkar stråken negativt. Påverkan bedöms bli stor.	Stor	Alternativ 1, 2, 4, 5, 5B och 6 har stationslägen på östra Södermalm, vilket kan orsaka buller och vibrationsstörningar på tätt befolkade gatustråk (Nytorget, Sofiakvarteren och Vita bergsparken m.m.). Alternativ 3 föreslår stationsläge vid Gröna lund, ett mycket frekvent besökt område under vår, sommar och höst. Konsekvenserna för rekreativsvärdena bedöms bli stora under byggskedet.	Stora

9.5 Miljöpåverkan under driftskede

Natur

Landlevande djur- och växtarter kan påverkas vid driftskede av att rekreatiionsstråk exempelvis kan förändras. Slitage på naturmiljöerna kan uppkomma i samband med ökat antal besökare som vistas kring stationslägena. Påverkan bedöms dock bli relativt liten.

Buller och stomljud från bergtunnlar bedöms inte påverka, inte heller sänktunnlarna påverkar landlevande djur- och växtarter. Det går dock inte att utesluta att områden på parkmark tas i anspråk för entréer, vilket i sådana fall påverkar naturmiljön negativt. I Tabell 18 sammanfattas påverkan avseende natur under driftskedet.



Figur 49: Kardborre i Vitabergsparken.

Tabell 18: Konsekvensbedömning på naturmiljö vid **driftskede**.

Områdesnamn och värde	Alternativ	Beskrivning och motivering av påverkan	Påverkan	Beskrivning och motivering av konsekvens	Negativa konsekvenser
Riksintresse Nationalstads-park <i>Stort värde</i>	1, 3	Föreslagna stationslägena inom riksintresset ligger i närheten av Gröna Lund. Detta område är redan exploaterat. Påverkan vid driftskedet bedöms som liten.	Liten	Konsekvenserna för naturmiljön vid ett genomförande av Alternativ 1 eller 3 bedöms bli små. Den tänkta stationen placeras på redan bebyggd mark och bergtunnlarna bedöms inte påverka naturmiljön negativt.	Måttliga
Övriga parker och naturreservat <i>Måttligt - stort värde</i>	Samtliga	De tillkommande entréerna bedöms uppta relativt små markytor, men kring stationerna kan slitaget på eventuella parkytor komma att öka. Påverkan på parkmarken bedöms bli liten till måttlig.	Liten till måttlig	På Södermalm (Alternativ 2, 4, 5, 5B och 6) bedöms konsekvenserna av det ökade trycket av resenärer vara stort. Samtidigt är naturmiljöerna redan i dagsläget starkt påverkade av mänsklig aktivitet, vilket gör att konsekvenserna av nya stationer bedöms som mindre än om området bestått av jungfrulig mark.	Små till måttliga
Naturmark <i>Måttligt värde</i>	3	Naturmark inom det berörda området är begränsad. Bergtunnlar eller sänktunnlar bedöms inte påverka naturmark och inga stationslägen är placerade i anslutning till naturmark. Påverkan på naturmark bedöms vid driftskede bli liten.	Liten	Naturvärden på naturmark bedöms inte påverkas negativt vid driftskede. Inga stationslägen föreslås i anslutning till naturmark och bergtunnlar under naturmark bedöms inte störa djur- och växtarter.	Små
Bebyggd mark <i>Litet - måttligt värde</i>	Samtliga	De tillkommande stationerna bedöms ge en liten påverkan på naturmiljön.	Liten	Naturvärdena på den bebyggda marken är begränsade och den tillkommande påverkan nya stationer innebär, bedöms innebära små konsekvenser.	Små

Rekreation

I de fall där tunnelbaneentréer placeras i parker, kan rekreativitetens möjligheter påverkas i och med att en del av grönytan exploateras och hårdgörs. Detta kan påverka intrycket av en parkmiljö och möjligheterna att nyttja dessa för rekreation negativt.

Generellt bedöms de negativa konsekvenserna för rekreation bli små, då värdena idag främst är kopplade till tillgänglighet och upplevelsemässiga värden. Påverkan på tillgängligheten förbättras i och med en ny tunnelbanelinje, och upplevelsemässiga värden bedöms påverkas marginellt av de nya entréerna. Se Tabell 19.

Tabell 19: Påverkan och konsekvensbedömning avseende rekreation under **driftskede**.

Områdesnamn och värde	Alternativ	Beskrivning och motivering av påverkan	Påverkan	Beskrivning och motivering av konsekvens	Negativa konsekvenser
Riksintresse Nationalstads-park Stort värde	1, 3	Den ökade tillgänglighet som nya stationsentréer på Djurgården innebär, kan öka möjligheterna för flera att använda området för rekreation. Påverkan är i detta fall positiv. Det berörda området på södra Djurgården har en känslig arkitektonisk atmosfär. Nya byggnader måste anpassas utformningsmässigt, annars finns en risk att entrén stör det visuella intrycket och rekreativitetens värden. Sammantaget bedöms påverkan bli liten negativ.	Liten negativ	Konsekvenserna för rekreativitetens värden vid ett genomförande av Alternativ 1 eller 3 bedöms bli måttliga. Den tänkta stationen placeras på en viktig plats som i och med den nya stationen skulle bli betydligt mer tillgänglig. Målpunkter på Djurgården (museer, Skansen, Gröna Lund osv. blir mer tillgängliga och kumulativa effekter såsom nya verksamheter kan på sikt tillkomma som en följd av detta.	Måttliga
Övriga parker Stort värde	Samtliga	Stockholm har flera tunnelbanestationer som ligger i anslutning till parker och parkmark. Om de nya stationerna utformas genomtänkt och anpassade till platsen bedöms den negativa påverkan i drift kunna begränsas. Påverkan bedöms bli måttlig.	Liten negativ	På Södermalm (Alternativ 2, 4, 5, 5B och 6) bedöms konsekvenserna av det ökade trycket av resenärer vara stort. Samtidigt är naturmiljöerna redan i dagsläget starkt påverkat av mänsklig aktivitet, vilket gör att konsekvenserna av nya entréer bedöms som mindre än om området bestått av jungfrulig mark.	Måttliga
Vattenområden Måttligt värde	2, 3, 4, 5B	De färdiga tunnarna bedöms inte påverka möjligheterna för fritidsbåtar att använda vattenområdena.	Liten negativ	Konsekvenserna för rekreativitetens möjligheter i vattenmiljö bedöms som små.	Små

Tabell 21 forts. Påverkan och Konsekvensbedömning avseende rekreation under **driftskede**.

Områdesnamn och värde	Alternativ	Beskrivning och motivering av påverkan	Påverkan	Beskrivning och motivering av konsekvens	Negativa konsekvenser
Naturmark <i>Måttligt värde</i>	3	Rekreationsmöjligheterna på naturmarken bedöms inte påverkas av de nya stationerna vid driftskede. Inga stationer föreslås nära naturmark, och påverkan från tunnlar bedöms inte uppstå.	Ingen	Konsekvenserna för rekreationsmöjligheterna på naturmarken bedöms bli obefintliga vid driftskede. Inga stationer föreslås nära naturmark, och påverkan från tunnlar bedöms inte uppstå.	Små
Bebyggd mark <i>Stort värde</i>	Samtliga	Rekreationsmöjligheterna på bebyggd mark bedöms inte påverkas negativt vid driftskede. Nya stationer innebär snarast positiv påverkan i och med ökad tillgänglighet.	Liten positiv	Konsekvenser för den bebyggda marken bedöms bli små vid driftskede. De nya stationerna kommer att skapa ökad tillgänglighet för fotgängare som rör sig i staden.	Små
Visuella utblickar <i>Stort värde</i>	2, 3, 4, 5B	Tunnelbaneentréerna förutsätts formges så att de anpassas till omgivningen. Därigenom bedöms negativ påverkan sammantaget bli liten.	Liten negativ	Konsekvenser för de visuella utblickarna bedöms bli små till måttliga vid driftskede. De nya stationerna kommer påverka intrycket av flera platser, men mot Saltsjön bli konsekvenserna obefintliga till skillnad mot vid byggskede.	Måttliga
Stråk <i>Stort värde</i>	Samtliga	Stråk som i dagsläget är viktiga för fotgängare och cyklister kommer att påverkas av föreslagna alternativ. Underlaget resenärer kommer att öka på vissa platser, och minska på andra. Positiv påverkan kan uppstå när gångstråk befolkar områden mer och upplevs tryggare än folktomma platser. Negativ påverkan bedöms sammantaget bli liten.	Liten negativ	Konsekvenserna för stråk bedöms bli måttliga. Stråk baseras på flöden mellan målpunkter, och dessa kommer sannolikt förskjutas genom att nya stationer etableras. Vissa platser blir mer trafikerade, andra mindre. Det innebär såväl positiva som negativa konsekvenser.	Måttliga

9.6 Konsekvensbedömning

Samtliga alternativ antas kunna ge negativ påverkan på parkmark, bebyggd mark, stråk och visuella utblickar i byggskedet. I driftskedet kan till viss del negativa konsekvenser på parkmark, visuella blickar och stråk kvarstå.

De största negativa konsekvenserna för både naturmiljö och rekreation bedöms uppstå i byggskedet för de alternativ där sänktunnlar föreslås (Alternativ 2, 3, 4 och 5B) samt för de alternativ som berör Nationalstadsparken (Alternativ 1 och 3). Detta beror på de höga värdena hos riksintresse Nationalstadspark, visuella utblickar och stråk i kombination med de negativa konsekvenser som byggnation av sänktunnlar får i form av buller- och partikelstörningar och ökade transporter.

Konsekvenserna för naturmiljö skiljer sig annars lite åt mellan alternativen. Viss negativ påverkan kan ske i samtliga alternativ då fynd av rödlistade arter skett i anslutning till entréer och mark ovanför tänkta sträckningar. Påverkan genom buller, vibrationer med mera kan uppstå under byggskedet. I driftskedet bedöms störningar främst uppstå kring entrélägen där negativa konsekvenser kan uppstå genom buller från anläggningar, ökat slitage av fotgängare med mera.

Alternativ 1 och 3, som passerar Djurgården, gör att detta viktiga rekreatiomsområde blir mer tillgängligt. Restiden förkortas och fler kan smidigt ta sig till och från evenemang på Djurgården. Den ökade tillgängligheten innebär däremot att trycket på naturmiljön på södra Djurgården kan påverkas.

Tabell 20: Samlad bedömning per alternativ avseende **naturmiljö**.

Alternativ	Byggskede	Driftskede
1	Måttliga till stora negativa konsekvenser för Riksintresse Nationalstadspark samt måttliga negativa konsekvenser för naturmiljö och övriga parker.	Små negativa konsekvenser för naturmiljön gällande riksintresse och bebyggd mark. För övrig parkmark bedöms de negativa konsekvenserna bli måttliga.
2	Små till måttliga negativa konsekvenser för naturmiljö och övriga parker. Bebyggd mark och parkmark kan påverkas negativt i byggskedet.	Små till måttliga negativa konsekvenser med möjlig påverkan på parkmark och bebyggd mark.
3	Måttliga till stora negativa konsekvenser för Riksintresse Nationalstadspark samt måttliga negativa konsekvenser för naturmiljö och övriga parker. Rödlistad art påträffade vid stationsläge i Finnbo. Bebyggd mark och parkmark kan påverkas negativt i byggskedet.	Måttliga negativa konsekvenser med möjlig påverkan på riksintresse, övriga parker, naturmark och bebyggdmark.
4		
5	Små till måttliga negativa konsekvenser för naturmiljön. Bebyggd mark och parkmark kan påverkas negativt i byggskedet.	Driftskedet bedöms innebära små till måttliga negativa konsekvenser med möjlig påverkan på parkmark och bebyggd mark.
5B		
6		

Tabell 21: Samlad bedömning per alternativ avseende **rekreation**.

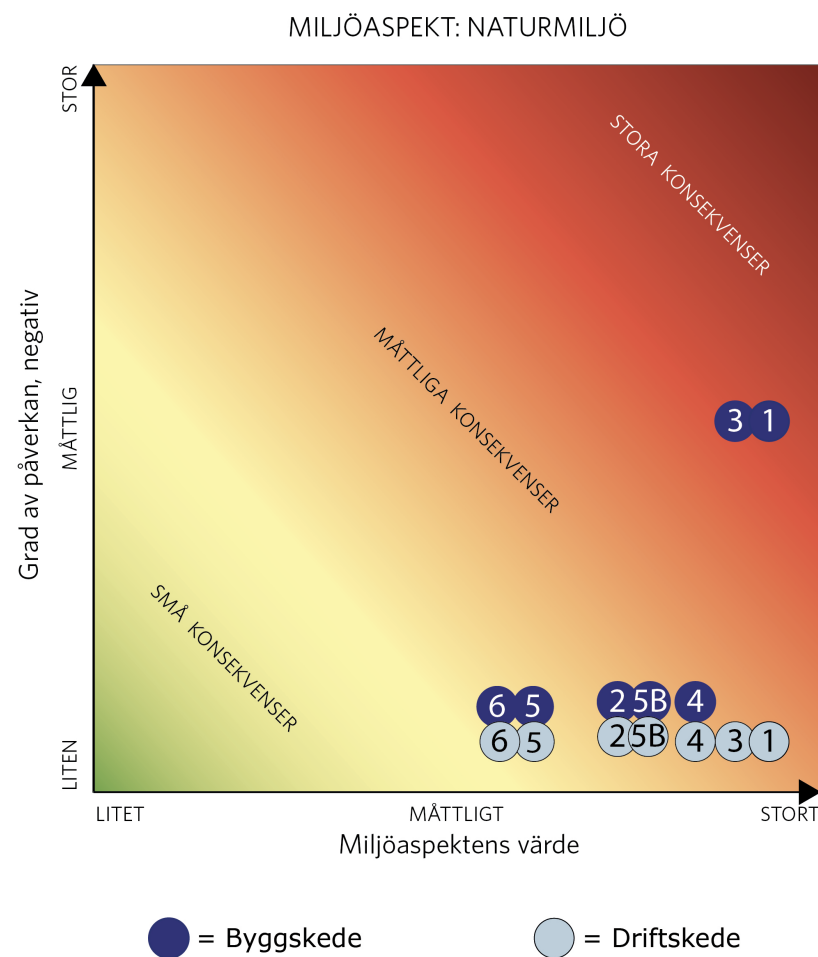
Alternativ	Byggskede	Driftskede
1	Stora negativa konsekvenser för riksintresse Nationalstadspark samt övriga parker och stråk. Måttliga till stora negativa konsekvenser för bebyggd mark, samt måttliga negativa konsekvenser för visuella utblickar och vattenområden.	Måttliga negativa konsekvenser för stråk samt små för parkmark, bebyggd mark, visuella utblickar och för Riksintresse Nationalstadspark.
2	Alternativet innefattar sänktunnel som bedöms innebära stora negativa konsekvenser för visuella utblickar. Även stora negativa konsekvenser för parkmark och stråk, måttliga till stora negativa konsekvenser för bebyggd mark, samt måttliga negativa konsekvenser för vattenområden.	Små till måttliga negativa konsekvenser för parkmark, bebyggd mark, visuella utblickar och stråk.
3	Stora negativa konsekvenser för Riksintresse Nationalstadspark, övriga parker, vattenområden, visuella utblickar och stråk, delvis på grund av att alternativet innefattar sänktunnel. Måttliga till stora negativa konsekvenser för bebyggd mark samt små konsekvenser för naturmark.	Måttliga negativa konsekvenserna för stråk, parkmark, visuella utblickar och små negativa konsekvenser för bebyggd mark och för riksintresse Nationalstadspark.
4	Stora negativa konsekvenser för visuella utblickar och vattenområden på grund av sänktunnel. Även stora negativa konsekvenser för parkmark och stråk samt måttliga till stora negativa konsekvenser för bebyggd mark.	Små till måttliga negativa konsekvenser för parkmark, visuella utblickar, stråk och små negativa konsekvenser för bebyggd mark.
5	Måttliga negativa konsekvenser för parkmark, bebyggd mark och stråk.	
5B	Stora negativa konsekvenser för visuella utblickar och vattenområden på grund av sänktunnel. Även stora negativa konsekvenser för parkmark och stråk samt måttliga till stora negativa konsekvenser för bebyggd mark.	
6	Måttliga negativa konsekvenser för parkmark, bebyggd mark och stråk.	

Tabell 22: Samlad alternativvis konsekvensbedömning. **Naturmiljö.**

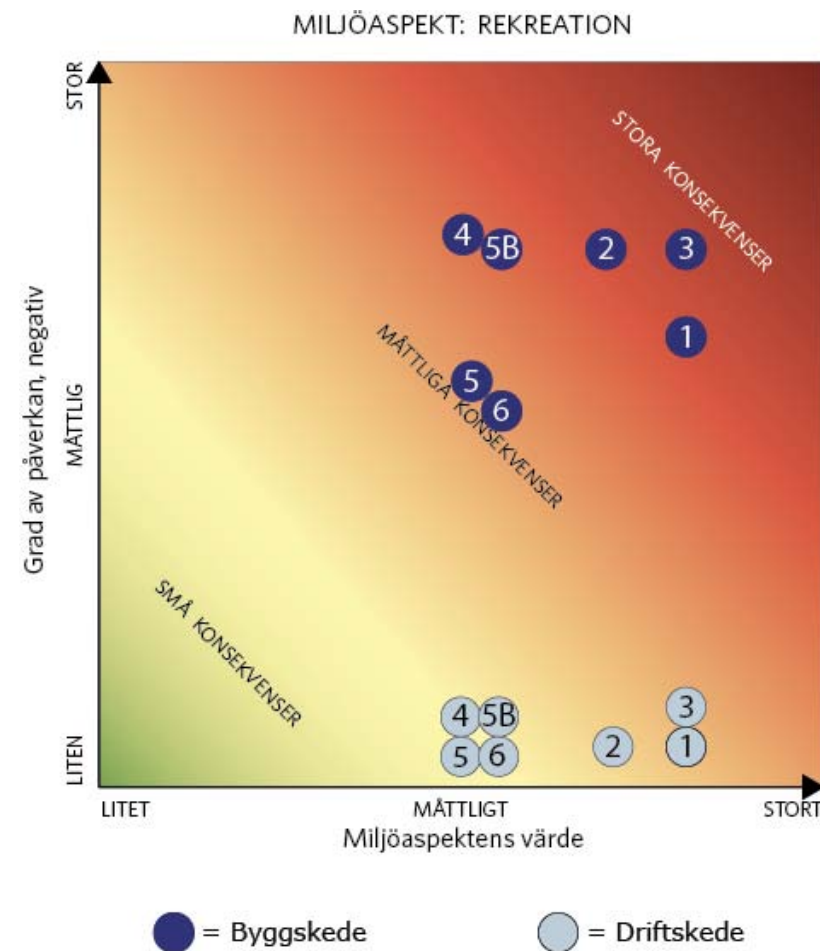
Alternativ	Byggskede	Driftskede
1	Måttliga till stora negativa	Måttliga negativa
2	Små till måttliga negativa	Små till måttliga negativa
3	Måttliga till stora negativa	Måttliga negativa
4	Små till måttliga negativa	Små till måttliga negativa
5	Små till måttliga negativa	Små till måttliga negativa
5B	Små till måttliga negativa	Små till måttliga negativa
6	Små till måttliga negativa	Små till måttliga negativa

 Tabell 23: Samlad alternativvis konsekvensbedömning. **Rekreation.**

Alternativ	Byggskede	Driftskede
1	Måttliga till stora negativa	Små till måttliga negativa
2	Måttliga till stora negativa	Små till måttliga negativa
3	Stora negativa	Små till måttliga negativa
4	Måttliga till stora negativa	Små till måttliga negativa
5	Måttliga negativa	Små till måttliga negativa
5B	Måttliga till stora negativa	Små till måttliga negativa
6	Måttliga negativa	Små till måttliga negativa



Figur 50: Bedömningsmatris Naturmiljö. Siffrorna i cirlarna motsvarar de olika alternativen.



Figur 51: Bedömningsmatris Rekreation. Siffrorna i cirlarna motsvarar de olika alternativen.

9.7 Skyddsåtgärder och försiktighetsmått

9.7.1 Förslag på skyddsåtgärder under byggskedet *Naturvärden*

För att säkerställa att påverkan på värdefulla naturvärden blir så liten som möjligt under byggskedet föreslås följande skyddsåtgärder:

- Anläggning av entréer och tunnlar samt temporär omläggning av gång- och cykelvägar ska ske på sådant sätt som i möjligaste mån begränsar påverkan på natur- och rekreationsvärden.
- Kranplatser och byggplatser vid påslag och entréer bör förläggas så långt möjligt utanför park- och naturområden som möjligt, samt på en så minimal yta som möjligt
- Vid anläggningsarbeten på parkmark eller i anslutning till naturmark ska påverkan på naturliga vattenflöden undvikas.
- Kända värdefulla naturmiljöer och rekreationsstråk bör markeras ut på kartor och delges entreprenörer innan arbetet påbörjas.
- Skyddsvärda träd och växter bör mätas in och markeras på plats.
- Bedömning bör göras om uppstagnning och skyddsvärda träd.
- Entreprenör som ges i uppdrag att utföra anläggningsarbeten föreslås upprätta en miljöplan i vilken deras åtaganden för miljöhänsyn redovisas.

Rekreativsvärden

För att säkerställa att påverkan på värdefulla rekreationsvärden blir så liten som möjligt under byggskedet föreslås följande skyddsåtgärder:

- Tydlig avgränsning bör göras för byggarbetsplats så att allmänheten lätt ska kunna röra sig igenom och förbi områden som är under ombyggnad.
- Skyddande åtgärder såsom plank och staket som minimerar buller och spridning av partiklar och damm ska placeras runt byggplatser så att påverkan på rekreationsmöjligheter minimeras.
- Området kring byggvägar och byggarbetsplatser ska hållas rena från skräp och byggavfall så att negativ påverkan på rekreationsupplevelser kring entréer minimeras.
- Gång- och cykelvägar och parkmark ska i så stor utsträckning som möjligt hållas fria från byggmaterial och uppställning av fordon.
- Hänsyn till befintliga gångstråk och tydligt upptrampade stigar föreslås tas vid fastställande av läge av entréer. Att använda befintliga gångstråk kan vara ett sätt att minska påverkan på närområdets rekreationsmöjligheter, samtidigt som det kan skada möjligheterna om entréerna utformas så att stråken försvinner.

9.7.2 Förslag på skyddsåtgärder under driftskedet

Naturvärden

För att säkerställa att påverkan på värdefulla naturvärden blir så liten som möjligt under driftskedet föreslås följande skyddsåtgärder:

- Efter färdigställande ska mark som använts som byggplats kring entréer och tunnlar återställas i så stor utsträckning som möjligt.
- Påverkade naturområden bör få en lämplig skötsel för att naturvärden kvarvarande naturvärden ska ges möjlighet att fortleva och utvecklas.

Rekreationsvärden

För att säkerställa att påverkan på värdefulla rekreationsvärden blir så liten som möjligt under driftskedet föreslås följande skyddsåtgärder:

- Efter färdigställande ska tidigare och nya gång- och cykelstråk länkas samman. Detta föreslås ske genom gemensam markbeläggning, belysning och skyltning.
- Nya gång- och cykelvägar kan behöva upprättas i park- och naturområden för att minimera slitage och utveckla rekreationsstråk.

10 Buller, stomljud och vibrationer

I detta avsnitt jämförs de olika alternativen av tunnelsträckning för tunnelbana mellan Kungsträdgården och Nacka Forum vad gäller påverkan av buller, stomljud och vibrationer till bebyggelse ovanför tunnelbanan, dels för byggskedet och dels för driftskedet.

Fakta om buller, stomljud och vibrationer

Störningsmått

För beskrivning av ljud vars styrka är konstant i tiden används oftast ljudnivå i decibel med beteckningen dB(A). Indexet "A" anger att ljudets frekvenser har viktats på ett sätt som motsvarar hur det mänskliga örat uppfattar ljud. Detta störningsmått är enkelt att arbeta med och kan direkt mätas med ljudnivåmätare.

I Sverige används ofta två störningsmått, *ekvivalent ljudnivå* respektive *maximal ljudnivå*, för byggbuller, industribuller och trafikbuller vars ljudnivå varierar i tiden. Med ekvivalent ljudnivå avses en form av medelljudnivå under en angiven tidsperiod, till exempel fem minuter, en natt eller ett dygn. Den maximala ljudnivån är den högsta förekommande ljudnivån under denna period. Enheten för dessa störningsmått är dB(A).

Luftljud är ljud som transporteras genom luften från bullerkällan till mottagarens öra. När vi i vardagslag talar om buller är det i allmänhet luftljud som avses. Enheten för luftljud är i dagligt tal decibel.

Stomljud från tunnlar är ljud som överförs som små vibrationer genom berg och mark till byggnadens stomme för att sedan som luftljud utstråla från denna och nå mottagarens öra. Bra exempel på stomljud är när någon i ett flerbostadshus borrar i sin betongvägg, och detta hörs i bostäder flera våningar bort. Enheten för stomljud är i dagligt tal decibel.

Vibrationer överförs i fasta material, berg, byggnadens stomme etcetera, och kan kännas i exempelvis fötterna men inte höras direkt. Vibrationer kan dock ge upphov till hörbart ljud såsom klirr i glas i vitrinskåp. Vibrationer som stör i boendemiljön kan orsakas av maskiner eller installationer i byggnaden, och under vissa omständigheter av tågtrafik eller av byggverksamhet. Storheten för vibrationer är i dessa sammanhang oftast vibrationshastighet, med enheten millimeter per sekund.

Akustiska nyckeltal

Decibel är ett logaritmiskt måttetal. Detta innebär bland annat att bullernivån från två lika starka ljudkällor ökar nivån med 3 dB(A), jämfört med bullernivån från en av dem.

När det gäller upplevelsen av skillnader i bullernivå kan 3 dB(A) upplevas som en knappt hörbar förändring, medan en skillnad på 8 – 10 dB(A) upplevs som en fördubbling/halvering av ljudet. Även om det direkt upplevelsemässigt är svårt att notera små skillnader i ljudnivå, så ger varje decibel sänkning av bullernivån en minskad störning. För att ge en viss uppfattning om vad olika ljudnivåer innebär ges i Figur 53 exempel på ljudnivåer från olika miljöer och verksamheter.

Påverkan av buller

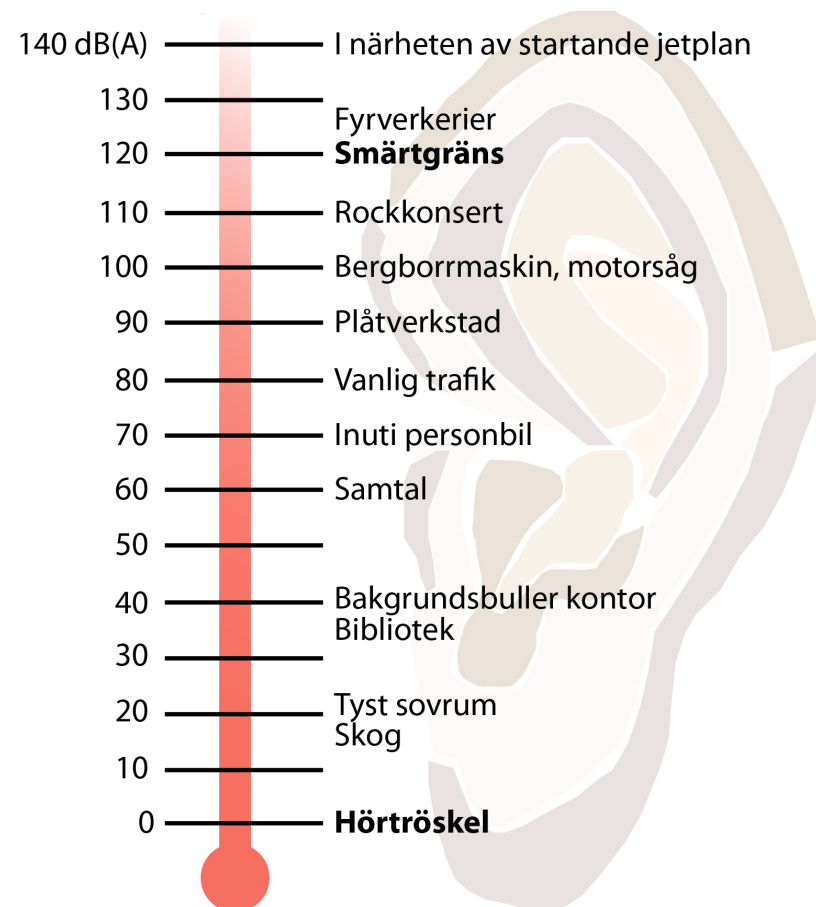
Hörselskador kan uppkomma vid långvarig kraftig exponering för buller. Ju starkare bullret är desto kortare tid behövs för att en hörselskada ska uppstå. Trafikbuller, byggbuller och stomljud är normalt inte av sådan styrka att det kan orsaka hörselskador.

Buller ger upphov till olika typer av effekter under insomningsfasen och sömnfasen. För att minimera risken för sömnstörningar bör den maximala ljudnivån vid en bullerhändelse inte överskrida 45 dB(A). Sömnstörningar är en av de vanligaste följderna av högt trafikbuller.

Samtalsstörningar uppkommer genom att buller kan maskera talet och därigenom försvårar möjligheten att föra samtal. Samtalsstörningar uppkommer vid maximala ljudnivåer över 70 dB(A).

Effekter på prestation och inläring uppkommer om viktig information maskeras. Huruvida effekter på arbetsprestationen uppkommer beror i övrigt framför allt på uppgiftens art, bullrets egenskaper och på faktorer hos individen. Det är inte möjligt att generellt ange en nivå som inte får överskridas, utan riktvärden måste anges för olika miljöer beroende på vilken typ av arbete som utförs.

Psykosociala effekter och symptom, som irritabilitet, huvudvärk och trötthet, kan uppkomma vid långvarig exponering för buller. Forskning har visat att det även kan leda till ökad stress, som innebär en ökad risk för förhöjt blodtryck och i förlängningen risk för hjärt- och kärlsjukdomar. Buller är också en stressfaktor som i samverkan med andra belastningsfaktorer, och beroende på individens känslighet kan detta förstärka andra psykosociala och psykosomatiska besvär.



Figur 53: Exempel på ljudnivåer. Källa: Arbetsmiljöverket, 2001, bearbetning av Ramböll.

10.1 Bedömningsgrunder

10.1.1 Bedömningstabell

Påverkan

Påverkan bedöms utifrån den relativa störningsgraden enligt följande, där:

Bullernivåer

Låga nivåer < 35 dB(A)

Höga nivåer ≤ 45 dB(A)

Mycket höga nivåer ≥ 55 dB(A)

Varaktighet

Kort varaktighet < 1 vecka

Lång varaktighet ≤ 1 månad

Oavsett varaktighet

Relativ störningsgrad av buller, stömljud och vibrationer

Ingen Inga störande nivåer

Liten Låga nivåer och kort varaktighet

Måttlig Låga nivåer men lång varaktighet eller höga nivåer men kort varaktighet

Stor Höga nivåer och lång varaktighet

Mycket stor Nivåer som överskrider riktvärdet 45 dB(A) med mer än 10 dB(A) under lång tid

Med låga nivåer avses de som inte överskrider projektspecifika riktvärden för buller, stömljud och vibrationer, höga nivåer om de överskrider och mycket höga om de överskrider med mer än 10 dB(A). Varaktighet kortare än en månad kan i detta sammanhang anses som kort, medan lång varaktighet är tre månader eller mer.

Värde

Med värde avses mängd bosatta inom stört område ovanför de alternativa sträckningarna mellan station Kungsträdgården och station Saltsjö-Järla. Mängden är inte absolut utan en jämförelse med graderingen **liten** – **måttligt** – **stort** mellan de olika alternativen.

10.1.2 Byggskede

Byggbuller och stömljud

I denna MKB antas att tunnelbana till Nacka kan tillämpa samma projektspecifika riktvärden för buller, stömljud och vibrationer i byggskedet som de som gäller för Citybanan i Stockholm, det vill säga riktvärden enligt Tabell 25. Dessa riktvärden tillåter 10 dB(A) högre nivå på vardagskvällar jämfört med riktvärden enligt NFS 2004:15, "Naturvårdsverkets allmänna råd för buller från bygg- arbetsplatser". På samma sätt som för Citybanan antas det i denna MKB att de byggbulleralstrande arbetena för tunnelbana till Nacka kunna pågå vardagar klockan 07 – 22. Värdena avser såväl luftburet som stomburet buller inomhus.

Vibrationer

I denna MKB antas att man ska kunna tillämpa samma målsättning som vid bygget av Citybanan, att för mer kontinuerlig byggverksamhet som pågår längre tid än fem minuter per timme ska målet vara att de komfortstörande vibrationerna inte ska överstiga 1,0 mm/s, vägt enligt svensk standard SS 460 48 61, vilket är det övre riktvärdet i intervallet för måttlig störning i bostäder och på gränsen till sannolik störning.

Tabell 25: Projektspecifika riktvärden för Citybanan i Stockholm avseende byggbuller inomhus. Riktvärdena avser ekvivalent ljudnivå under den tid det bullrande arbetet pågår.

Byggbullernivå inomhus, ekvivalent ljudnivå i dB(A) för varje 5-minutersperiod					
Typ av lokal	Helgfri måndag - fredag		Lör-, sön- och helgdag		Samtliga nätter
	Dag 07-19	Kväll 19-22	Dag 07-19	Kväll 19-22	Natt 22-07
Bostäder	45	45	35	30	30
Vårdlokaler	45	45	35	30	30
Undervisningslokaler	40	–	–	–	–
Arbetslokaler	45	–	–	–	–

10.1.3 Driftskede

I förstudie Tunnelbana till Nacka finns för nyanläggning av tunnelbana projektspecifika krav upprättade av Trafikförvaltningen SLL, daterade 2013-04-30, med följande lydelse vad gäller buller, stomljud och vibrationer i driftskedet. Kraven avser trafikfordon, inte arbetsfordon.

Projektspecifika riktvärden för buller

Anläggningen ska utformas så att trafikbuller, inklusive kurvskrik, till omringboende och närliggande verksamheter minimeras. Bullerdämpande åtgärder ska genomföras för att klara riktvärdena vid nybyggnation eller väsentlig ombyggnad av trafikinfrastruktur (Prop. 1996/97:53), vilka är:

- 30 dB(A) ekvivalentnivå inomhus
- 45 dB(A) maximalnivå inomhus nattetid
- 55 dB(A) ekvivalentnivå utomhus (vid fasad/huvudsaklig uteplats)
- 60 dB(A) ekvivalentnivå utomhus för bostadsområdet i övrigt
- 70 dB(A) maximalnivå vid huvudsaklig uteplats i anslutning till bostad

Projektspecifika mål för stomljud

Anläggningen ska utformas så att stomljud till intilliggande fastigheter minimeras. Det finns idag inga nationellt antagna riktvärden gällande stomljud från spårtrafik. Projektets mål för högsta tillåtna stomljudsnivå till följd av spårtrafik är i utrymmen för sömn och vila såsom bostäder, hotellrum, förskolor och vårdlokaler med övernattning 30 dB(A), $L_p A, max, SLOW$, och baseras på anvisningar i "Hjälpreda för miljöfrågor i stadens planering" upprättad av Miljöförvaltningen i Stockholms stad. Projektets mål för övriga lokaler är att uppfylla ljudnivåer för ljudklass C i Svensk Standard SS 25267 vad gäller trafik och andra yttre ljudkällor.

Projektspecifika riktvärden för vibrationer

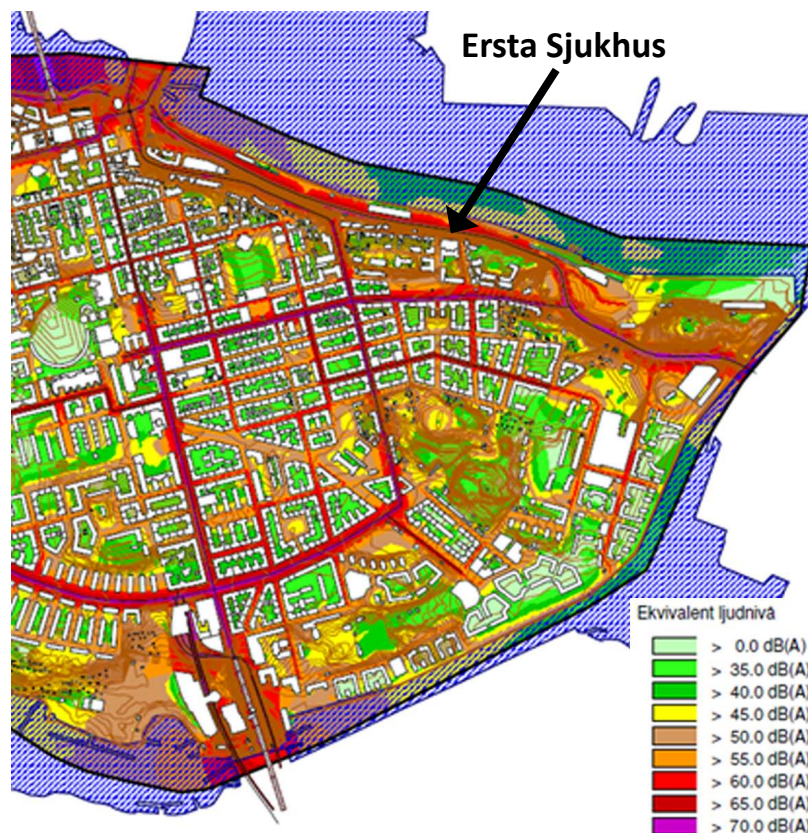
Anläggningen ska utformas så att vibrationer som påverkar omgivningen och/eller anläggningen minimeras.

Riktvärden i svensk standard, SS 460 48 61, "Vibration och stöt – Mätning och riktvärden för bedömning av komfort i byggnader" ska tillämpas. Konfortstörande vibrationer i bostäder till följd av tunnelbanetraffiken skall inte överstiga 0,4 mm/s i vägd vibrations-hastighet. Detta värde är i enlighet med "Hjälpreda för miljöfrågor i stadens planering" upprättad av Miljöförvaltningen i Stockholms stad och överensstämmer även med värden redovisade av Banverket

och Naturvårdsverket i "Buller och vibrationer från spårburen linjetrafik".

10.2 Nuvarande förhållanden, berörda värden

Nuvarande tågtrafik i tunnlar, såsom de för Saltsjöbanan under Ersta och under Henriksdal, genererar inte märkbart stömljud eller vibrationer i bebyggelsen längs de olika sträckningsalternativen.

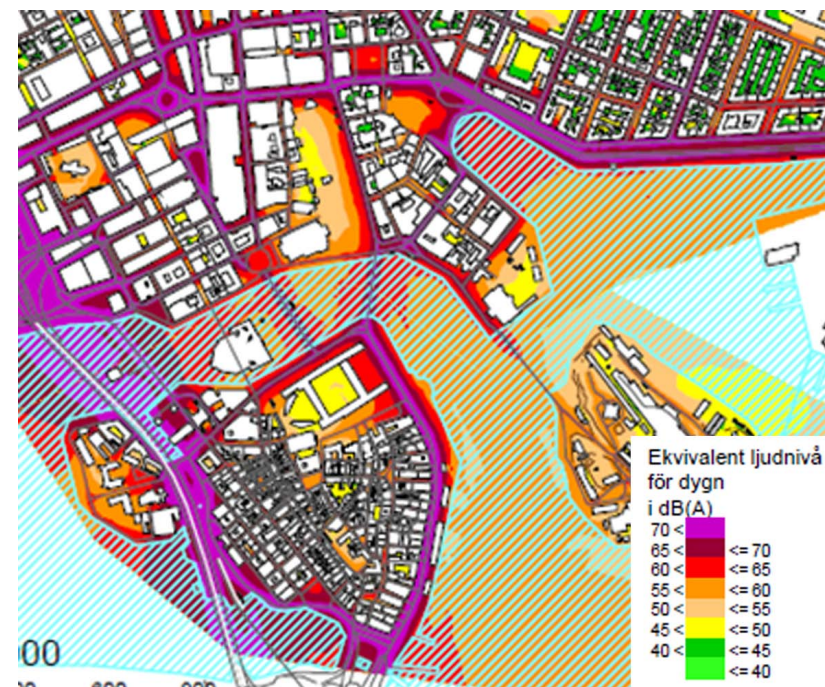


Figur 54: Östra Södermalm. Källa: Miljöförvaltningen Stockholms stad, 2013.

Buller från väg- och gatutrafiken i områden som berörs av bygget
På östra Södermalm genererar de mest högttrafikerade gatorna höga bullernivåer, > 60-65 dB(A), vid angränsande bebyggelse.

Östra Södermalm har mycket tät bebyggelse med bostäder, och flera skolor. I Figur 54 är läget för sjukhus markerat.

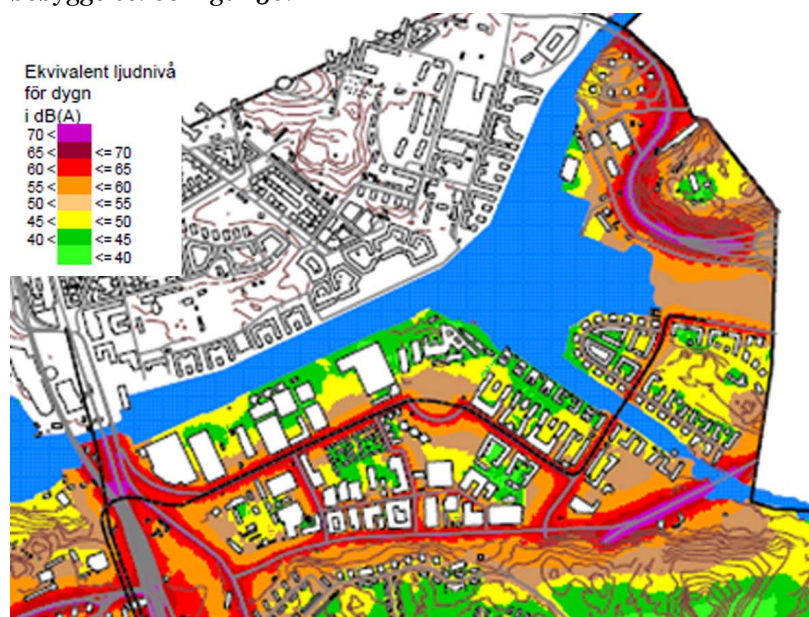
I City och Gamla Stan (Figur 55) ger de mest högttrafikerade gatorna en trafikbullernivå på 65-70 dB(A) vid angränsande byggnader.



Figur 55: City och Gamla Stan. Källa: Miljöförvaltningen Stockholms stad, 2013.

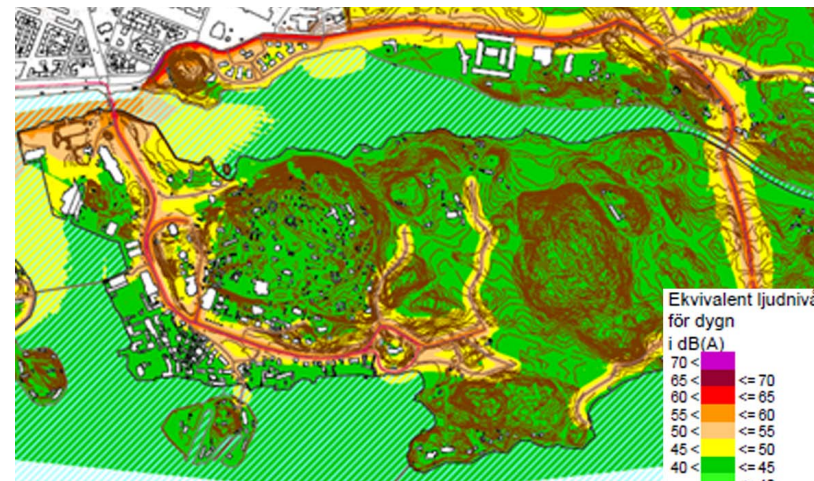
Värdöleden vid Henriksdal är med sin höga trafiktäthet en kraftig bullerkälla, som dock är skärmd mot norra Hammarby Sjöstad med ett osedvanligt högt bullerplank.

Generellt sett är trafikbullernivån låg i Hammarby Sjöstad, utom längsmed Hammarby Allé där den når 60 dB(A) vid angränsande bebyggelse. Se Figur 56.



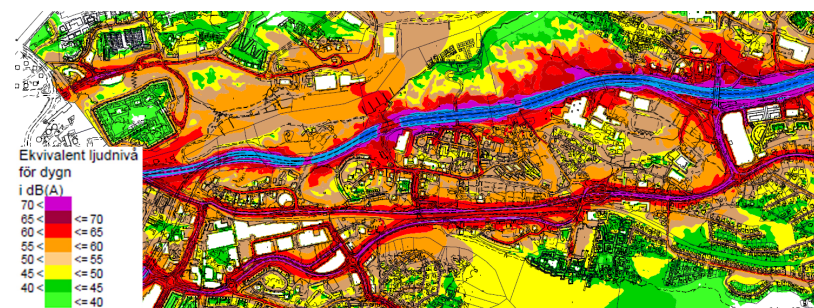
Figur 56: Hammarby Sjöstad och Henriksdal. Källa: Miljöförvaltningen Stockholms stad 2013.

På Djurgården är vägtrafiken så gles att inga byggnader har över 55 dB(A) i ekvivalentnivå, och de flesta väsentligt lägre nivå än så, se Figur 57.



Figur 57: Sydvästra Djurgården. Källa Miljöförvaltningen Stockholms stad 2013.

Inom område för alternativa sträckningar av tunnelbana till Nacka Forum är det främst Värmdöleden, Värmdövägen och Järlaleden som med hög trafikintensitet är betydande bullerkällor. Se Figur 58.



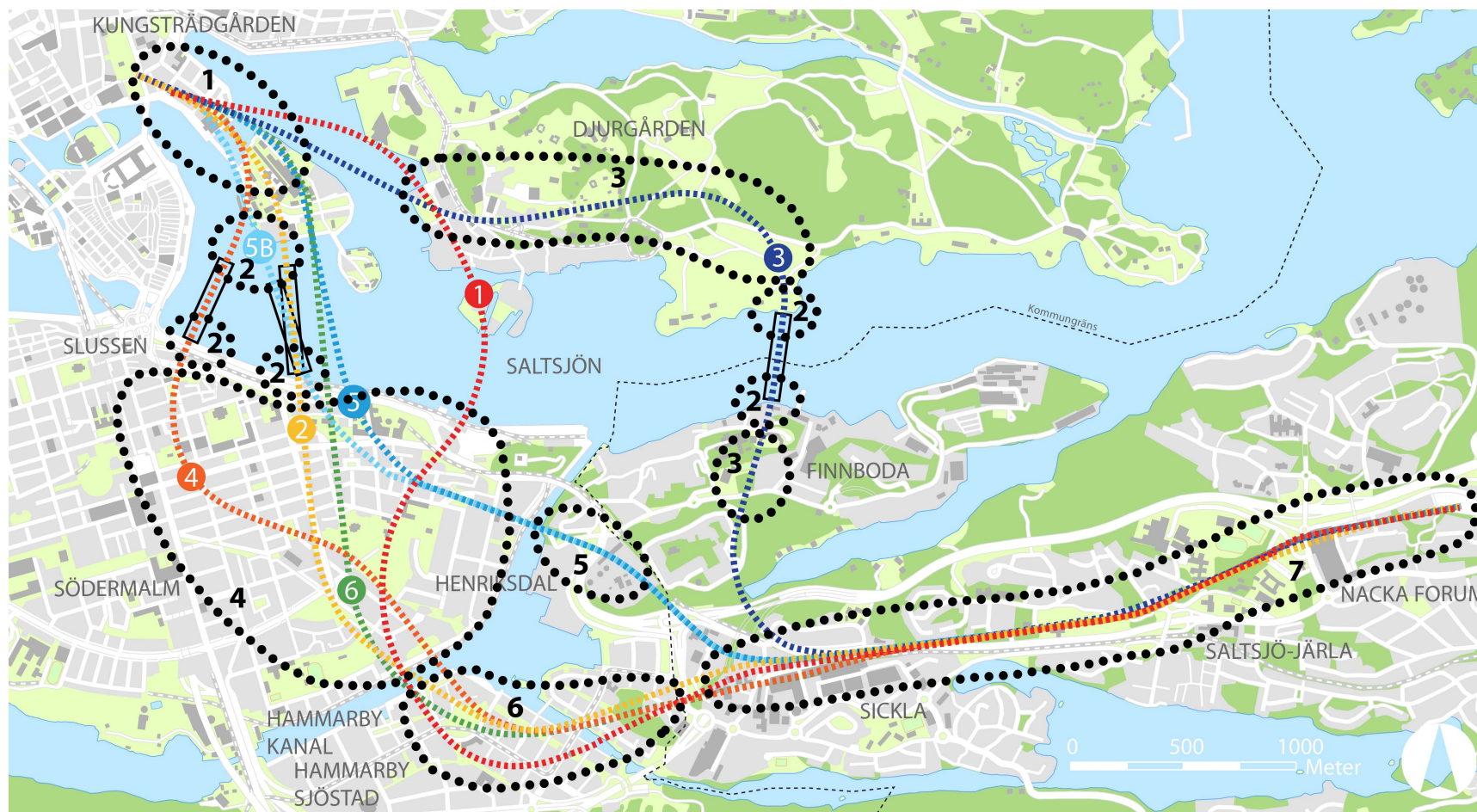
Figur 58: Västra Nacka. Källa: Nacka kommun 2010.

10.2.1 Delområden

I Tabell 26 redovisas det bedömda värdet på respektive delområde vilka syns i Figur 59. Få bullerexponerade byggnader och inga känsliga byggnader, som skolor och vårdbyggnader, ger ett lågt värde. Ett högt värde ges om den motsatta situationen gäller för området.

Tabell 26: Översikt över bedömda värden avseende buller, stomljud och vibrationer under nuvarande förhållanden för respektive delområde. Nummer refererar till Figur 59.

Områdesnamn	Beskrivning och motivering	Värde
1. Blasieholmen - Skeppsholmen	Delvis hårt trafikbullerbelastat område med bland annat hotell och kulturhistoriska byggnader.	Måttligt till stort
2. Saltsjöns stränder	Låg bullerbelastning utmed Djurgården, men hög vid Stadsgården och Skeppsbron.	Litet till måttligt
3. Djurgården - Finnboda	Låg bullerbelastning. Relativt få bostäder på Djurgården.	Litet
4. Östra Södermalm	Hög bullerbelastning från trafiken på genomfartsgator, men låg på lokalgator. Mycket stor täthet av bostadsbebyggelse, flera kyrkor, skolor och ett sjukhus.	Stort
5. Henriksdal	Relativt hög trafikbullerbelastning vid bostadhus närmast Värmdöleden.	Måttligt
6. Hammarby Sjöstad	Bebyggelse närmast Södra Länken och Hammarby Allé har relativt hög belastning av trafikbuller, i övrigt låg belastning.	Måttligt
7. Sickla - Nacka Forum	Hög trafikbullerbelastning från Värmdöleden, Järlaleden och Värmdövägen	Måttligt till stort



Figur 59: Karta med markerade delområden och alternativa tunnelsträckningar. För beskrivning, se Tabell 26.

10.3 Nollalternativets miljöpåverkan

Nollalternativet är en tänkt situation år 2030 utan tunnelbana till Nacka, med dagens trafikförsörjning med Saltsjöbanan och bussar till Slussen. Förutsättningarna i nollalternativet beskrivs detaljerat i punkt 4.1. Utan tunnelbana till Nacka bedöms exploateringen av västra Nacka bli relativt blygsam. Med avseende på trafikbuller kommer därmed trafikökningen vara så liten att det inte märkbart påverkar bullersituationen, eftersom det krävs en ökning med 27 % för att höja ekvivalentnivån med en enda decibel.

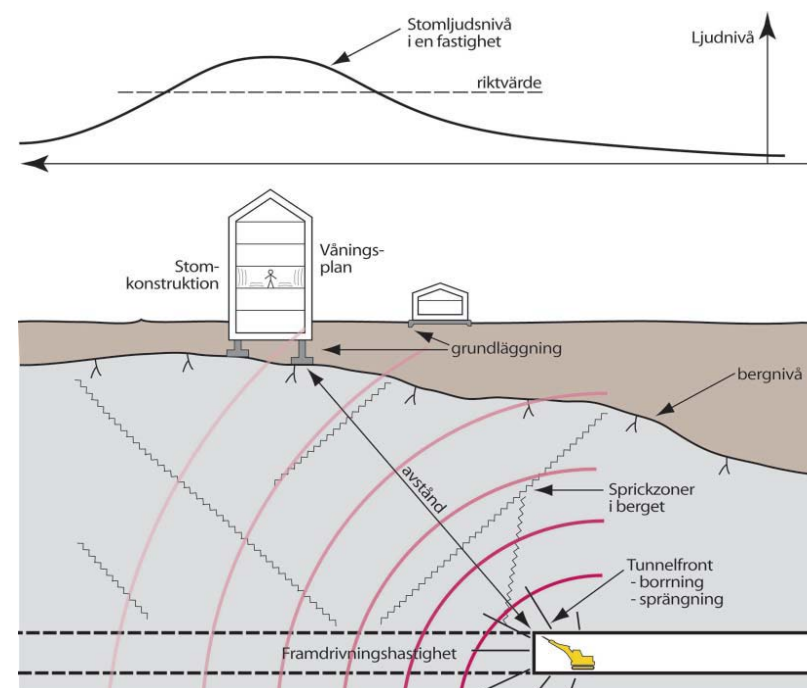
10.4 Miljöpåverkan under byggskedet

Stomljud från tunneldrivning

I detta avsnitt antas det att tunneldrivningen sker på konventionellt sätt genom borrhning och sprängning. Skulle man välja fullortsborrning med så kallad TBM (Tunnel Boring Machine) får bullerstörningarna kortare varaktighet eftersom tunnelfronten under goda förhållanden drivs framåt drygt tio gånger fortare än vid konventionell tunneldrivning med borrhning och sprängning. Stomljud från TBM är i samma storleksordning som det från konventionell tunneldrivning.

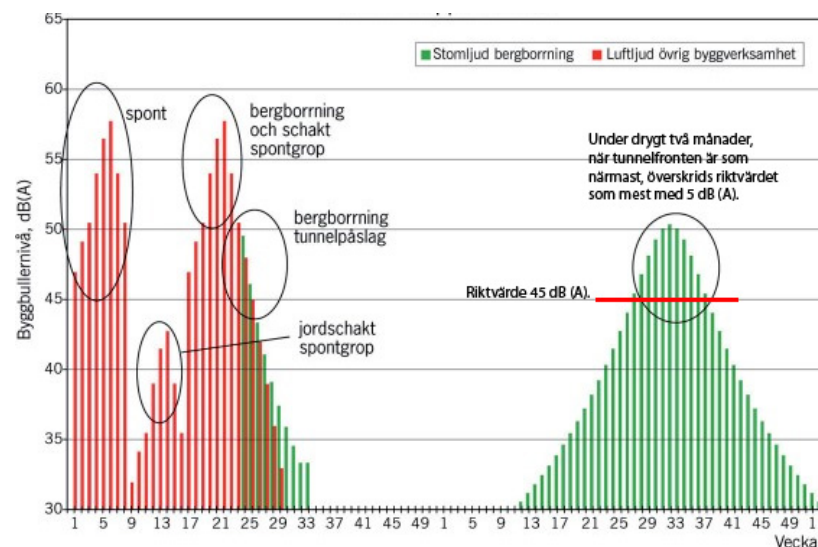
Även vid fullortsborrning kvarstår den konventionella metoden med borrhning och sprängning för att skapa plattformsutrymme vid stationer, utrymme för fläktrum och att anlägga alla vertikala schakt för trappor, hissar och lufttransport vid stationer. Av den totala tunnelsträckan med TBM måste cirka 30 % kompletteras med konventionell borrhning och sprängning.

Hur högt stomljudet blir vid konventionell tunneldrivning beror främst på avståndet mellan tunnelfront och byggnadens grundläggning, grundläggningsteknik, typ av byggnadsstomme samt kvaliteten på berget. Sprickzoner dämpar stomljud genom energiförluster.



Figur 60: Illustration av konventionell tunneldrivning. Källa: Banverket, 2007.

Bedömning av vilka stomljuds nivåer som kommer att uppstå under byggskedet är konservativ i den bemärkelsen att den utgår ifrån att berget är av god kvalitet, vilket gäller för ungefär 80 % av all tunnelsträcka, och att alla byggnader är grundlagda till berg och har betongstomme, det vill säga sådana förhållanden som ger högst stomljuds nivå.



Figur 61: Exempel på beräknat byggbuller i en bostad under olika tider i byggskedet.
 Källa: Banverket, 2007.

Samtliga alternativ har tunnelsträckning under Blasieholmen, där Alternativ 2, 4 och 5B passerar under Nationalmuseum, de övriga cirka 50 meter vid sidan av. Bergtäckningen är måttlig, cirka 25-30 meter, och tunneldrivningen kommer att ge störande stomljud under ett par månader, främst i ovanliggande bostäder och hotell.

För samtliga alternativ kommer borrhningen vid konventionell tunneldrivningen ge upphov till störningsnivåer som i rakt ovanliggande bostäder överstiger det projektspecifika kravet på högst 45 dB(A) under en tid som kan vara långt mer än en vecka. Där bergtäckningen är som minst kommer de högsta stomljudsnivåerna att erhållas, med varaktigheter upp till tre månader.

Generellt innebär det att byggnader rakt ovanför tunneldragning enligt Alternativ 1, 5 och 6, som är de djupast förlagda berg-

tunnlarna, får lägre stomljudsnivåer i området östra Södermalm än Alternativ 1, 2 och 5B som har betydligt ytligare lägen. Alternativ 3 passerar inte under Södermalm utan under Djurgården, Finnboda och Henriksdal, där bergtäckningen är god. Ovanför tunneln under Djurgården är det få bostadshus som berörs av stomljud.

Om tunneldrivning sker som fullortsborrning med TBM (Tunnel Boring Machine) kommer en byggnad rakt ovanför TBM att passeras mycket snabbare än vid konventionell tunneldrivning med borrhning och sprängning, och störningens omfattning blir därmed kortare. Karaktären på störningen är olika; en TBM ger ett ständigt malande stomljud, vars styrka knappast är lägre än den från konventionell tunneldrivning, med den senare ger ett knattrande ljud vid bergborrning som kan pågå relativt oavbrutet i flera timmar innan det blir avbrott för laddning, sprängning, borttransport av bortsprängt berg och skrotning då löst berg bilas bort.

Vibrationer

Inget alternativ passerar så nära bostäder eller vårdinrättningar att annat än de kortvariga sprängningarna vid tunneldrivningen kommer att ge kännbara vibrationer.

Byggbuller

Med detta avses här luftburet buller som från anläggningsarbeten som spontning, pålning och schaktning, samt buller från lastbils-transporter främst till/från arbetstunnlar.

Läget för arbetstunnlarnas mynningar är ännu oklart, men ett behov av tre till fyra nya arbetstunnlar diskuteras fränsett den som redan finns på Blasieholmen norr om Nationalmuseum. Den ligger logistiskt illa till och skulle belasta närområdet med tung trafik under flera år. En plats för arbetstunnelmynning är vid Londonviadukten eller nedanför Fåfången som har bättre läge i

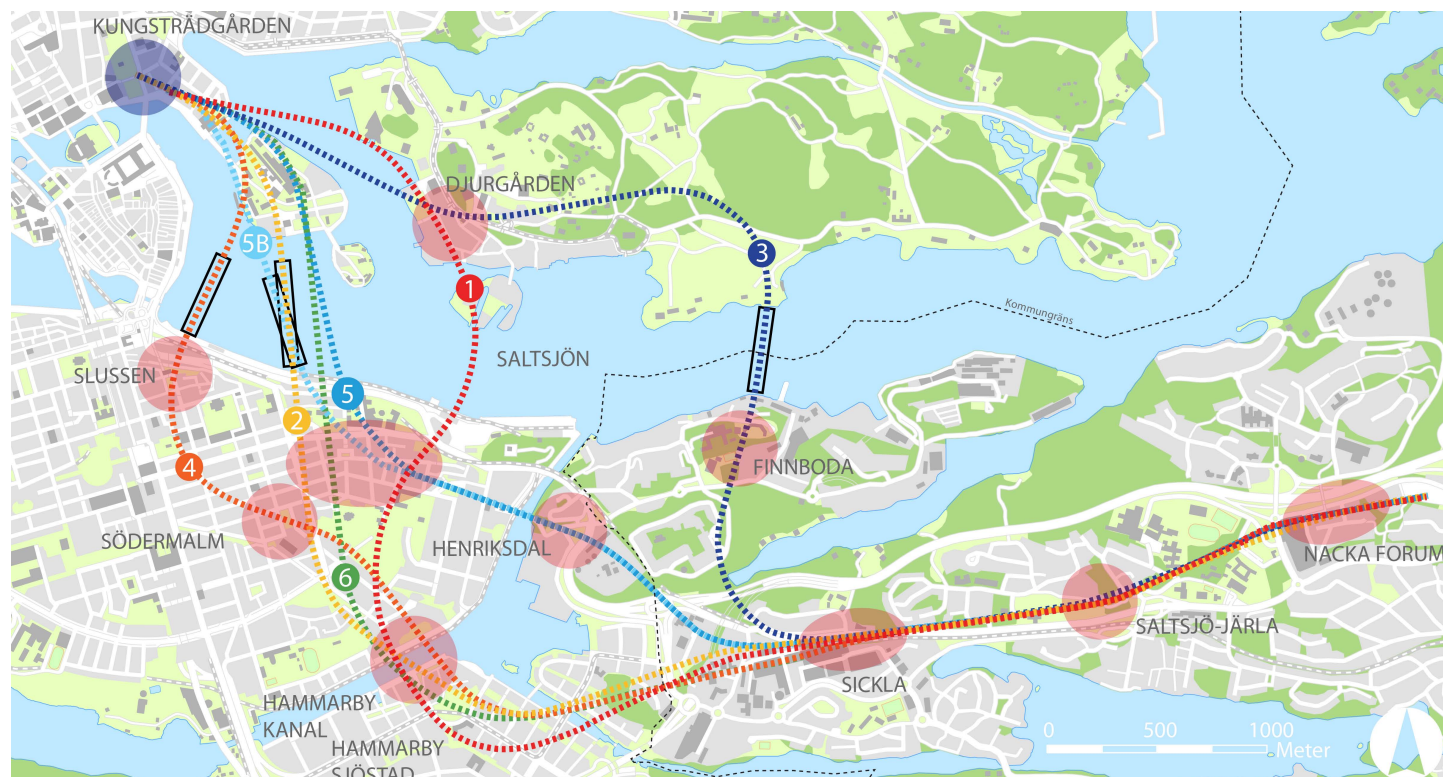
förhållande till transportnätet, vilket även en arbetstunnel med öppning vid Södra Länkens östra tunnelmynning har.

Uppförandet av stationsbyggnader, ventilationstorn och dylikt ovan mark kommer att ge byggbuller med relativt kortvarigt hög nivå vid angränsande bostäder.

Som framgår av Figur 62 så innehåller Alternativ 1 och 4 sex stationer, medan övriga alternativ har fem stationer.

Byggandet av stationer belastar omgivning med mer byggbuller och stomljud än vad själva tunneldrivningen gör.

För Alternativ 2, 3, 4 och 5B, som innehåller sänktunnel i Saltsjön, kommer man att behöva stödpåla under sänktunneln, och vid övergång till bergtunnel att behöva spontas och utföras mycket djupa schaktgropar. Alla dessa arbeten kommer under flera års tid att skapa luftburet byggbuller utomhus med höga nivåer vid närliggande kontor, bostäder och hotell.



Figur 62: Planerade stationslägen för de olika alternativen.

Bullerstörningens omfattning och påverkan på respektive delområde är sammanställt i Tabell 27 och Tabell 28. Med stor påverkan menas kraftiga bullerstörningar som drabbar många boende under relativt lång tid, och liten påverkan fås då bullerstörningen har låg nivå, är kortvarig och drabbar få boende.

Tabell 27: Sammanställning för **byggskedet**.

Värde (omfattning)		Påverkan	
Alternativ	Relativ mängd störda	Alternativ	Störningsgrad
1	Måttlig	1	Liten
2	Stor	2	Stor
3	Liten	3	Måttlig
4	Stor	4	Stor
5	Måttlig	5	Liten
5B	Måttlig	5B	Stor
6	Stor	6	Liten

10.5 Miljöpåverkan under driftskede

Ingen del av de alternativa sträckningarna av tunnelbana är förlagd i ytläge. Alternativ 1, 5 och 6 har i hela sin sträckning tunnel i berg, medan Alternativ 2, 3, 4 och 5B har en delsträcka förlagd i sänktunnel i Saltsjön. Sträckan mellan Sickla station och Nacka Forum är gemensam för alla alternativen, och är därmed inte alternativskiljande.

För samtliga alternativ har sådan grad av bergtäckning redovisats att normal tunnelbanedrift inte bedöms ge upphov till stomljud eller vibrationer som överskrider projektets mål. Vid station Saltsjö-Järla är bergtäckningen till ovanliggande bostadshus dock mindre än cirka 10 meter, varför direkt ovanliggande bostäder grundlagda på berg eventuellt kan få störande stomljud i driftskedet. Detta bör utredas vidare.

Vid en jämförelse mellan de alternativa sträckningarna av tunnelbana är det ingen skillnad mellan dem när det gäller störningar av typ stomljud och vibrationer under driftskedet. Alla alternativ bedöms uppfylla projektets mål.

Alla alternativ medför en viss minskning av vägtrafiken jämfört med nollalternativet vilket marginellt minskar trafikbullret vid Värmdöleden, Värmdövägen, Stadsgårdsleden, Folkungagatan.

10.6 Konsekvensbedömning

10.6.1 Byggskede

De alternativ som i hela sin sträckning går i bergtunnel, såsom Alternativ 1, 5 och 6 kommer att generera mindre byggbuller än de med sänktunnel under Saltsjön, eftersom sänktunnel innebär arbeten med pålning, spontning och muddring som generar luftburet buller med höga nivåer till omgivningen. Samma alternativ har längre sträckor med stor bergtäckning och ger därför lägre störning av stomljud från tunneldrivningen än övriga alternativ.

Konsekvenser för hälsa under byggskedet bedöms utifrån faktorerna påverkan och värde.

Tabell 28: Översikt över påverkan och konsekvensbedömning för berörda delområden under **byggskedet** avseende buller, stomljud och vibrationer. För motivering av värdebedömningen se Tabell 26. Delområden se Figur 59.

Områdesnamn och värde	Berörs av Alternativ	Beskrivning och motivering	Påverkan	Negativa konsekvenser
1. Blasieholmen - Skeppsholmen <i>Måttligt – stort värde</i>	2, 4, 5, 5B och 6	Redan trafikbullerbelastat område med relativt hög nivå utmed strandlinjen. Relativt liten bergtäckning till hotell och kulturbyggnader. Eventuell mynning till arbetstunnel ger där starkt buller.	Stor	Måttliga till stora
2. Saltsjöns stränder <i>Litet – måttligt värde</i>	2, 3, 4, och 5B	Byggarbeten med sänktunnel genererar kraftigt och långvarigt buller.	Måttlig till stor	Måttliga till stora
3. Djurgården - Finnboda <i>Litet värde</i>	3	Relativt få bostäder på Djurgården. Stor bergtäckning vid Finnboda	Liten	Små
4. Östra Södermalm <i>Stort värde</i>	1, 5 och 6	Bergtunnel under Saltsjön medför en djupt liggande tunnel under östra Södermalm, vilket ger mindre störningar av stomljud.	Måttlig	Måttliga till stora
	2, 3, 4 och 5B	Sänktunnel under Saltsjön medför en relativt ytlig tunnel under östra Södermalm, vilket ger kraftigare stomljudsstörning.	Stor	Stora
5. Henriksdal <i>Måttligt värde</i>	5 och 5B	Trafikbullerbelastat av Värmdöleden. God bergtäckning ger relativt lågt stomljud från tunnelborrningen.	Liten till måttlig	Små
6. Hammarby Sjöstad <i>Måttligt värde</i>	1, 2, 4, 5, 5B och 6	Relativt god bergtäckning ger förhållandevis lågt stomljud från tunnelborrningen.	Liten till måttlig	Små till måttliga
7. Sickla - Nacka Forum <i>Måttligt – stort värde</i>	Alla	Trafikbullerbelastning från Värmdövägen belastar bostadhusen ovan tunnelsträckningen. Tämligen god bergtäckning, utom vid station Saltsjö-Järla där bergtäckningen är liten, vilket lokalt ger mycket högt stomljud från tunnelborrningen.	Måttlig till stor	Måttliga till stora

10.6.2 Driftskede

I driftskedet förväntas inte tunnelbana till Nacka ge upphov till ljud- eller vibrationsstörningar för omgivningen i något av de sju alternativen av sträckning för tunnelbana till Nacka.

När det gäller färdig anläggning har tunnelbanan en viss positiv påverkan genom att trafikmängden på större vägar och gator mellan Nacka och Stockholms innerstad bedöms minska, och därmed trafikbuller från dessa. I och med den förbättring av kollektivtrafiken mellan Nacka och Stockholm som tunnelbana utgör bedöms fler välja detta resealternativ framför färd med eget fordon. Främst kommer biltrafiken på Värmdöleden, Värmdövägen och Stadsgårdsleden att påverkas. Även en viss minskning av kollektivresandet på Saltsjöbanan kan förväntas.

Det krävs en minskning av trafikflödet på vägar och gator med 35 – 50 % för att den ska ge en märkbar sänkning av den dygns-ekvivalenta trafikbullernivån, som är 2-3 decibel. Så stor reducering av trafikmängden torde inte en tunnelbana till Nacka medföra.

Skillnaden i hur mycket de olika alternativen påverkar minskningen av buller från biltrafik och trafik på Saltsjöbanan är så liten att det inte är alternativavgörande.

10.6.3 Nollalternativet

Om ingen tunnelbana mellan Kungsträdgården och Nacka Forum byggs förmodas detta leda till en betydligt blygsammare ökning av bil- och busstrafik mellan Nacka och Stockholm, än vid den omfattande exploatering av bostäder i västra Nacka som en tunnelbana till Nacka är en förutsättning för. Trafikökningen blir så liten att den inte märkbart påverkar trafikbullret, eftersom det krävs en trafikökning med 27 % för att den ekvivalenta ljudnivån skall öka med en decibel och en fördubbling av trafikmängden för att ekvivalentnivån skall öka med 3 decibel.

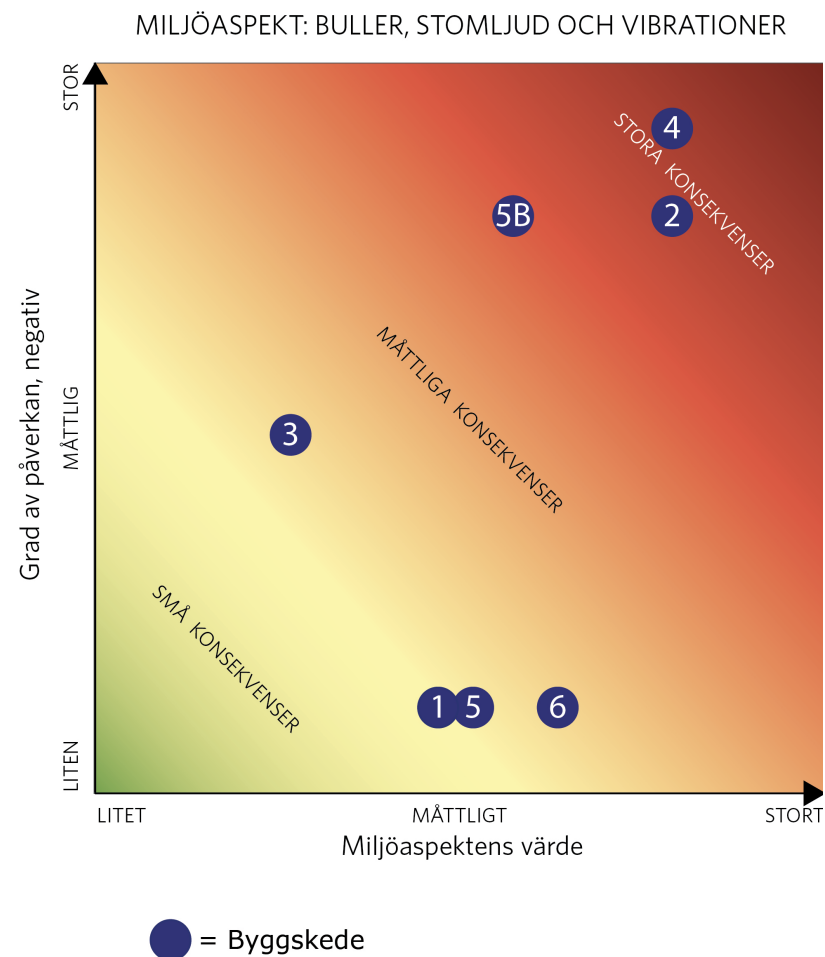
10.6.4 Sammanfattande bedömning

Under byggskedet kommer alla alternativen tidvis att innebära stora störningar till omgivningen i form av byggbuller, stomljud och vibrationer. Störningarna kommer inte att uppnå nivåer som är hälsofarliga, men väl påverka boendekomfort och sömnkvalitet (skiftesarbetande kan behöva sova dagtid) för de som vistas i byggnader rakt ovan bergtunnelssträckning och nära arbetstunnelsmynning. Störningar med hög nivå kan vara relativt lång tid, upp till flera månader. Alternativ 3 med sträckning under Djurgården stör färre bostäder än övriga, och de djupgående alternativen 1, 5 och 6 stör färre bostäder än de med sänktunnel.

När det gäller driftskedet föreligger det ingen nämnvärd skillnad för denna aspekt mellan de sju olika alternativen. Färre boende på Djurgården gör dock att det alternativet bedöms som mest fördelaktigt. Inget alternativ medför någon hälsorisk och alla kommer att uppfylla de hittills ställda projektkraven för buller, vibrationer och stomljud.

Tabell 29: Samlad alternativvis konsekvensbedömning.

Alternativ	Byggskede	Driftskede
1	Små till måttliga negativa	Obetydliga
2	Stora negativa	Obetydliga
3	Små till måttliga negativa	Obetydliga
4	Stora negativa	Obetydliga
5	Små till måttliga negativa	Obetydliga
5B	Måttliga till stora negativa	Obetydliga
6	Små till måttliga negativa	Obetydliga



Figur 63: Bedömningsmatris Buller, stömljud och vibrationer. Siffrorna i cirkelarna motsvarar de olika alternativen. För samtliga alternativ i driftskedet blir konsekvenserna obetydliga och de har därför inte tagits med i matrisen.

10.7 Skyddsåtgärder och försiktighetsmått

Vibrationer från sprängning

Sprängningsarbetena kan komma att kräva speciella anpassningar, som sömborring med små borrhålsavstånd, slitsborring med borrhålen intill varandra, försiktig sprängning med korta salvor, delade salvor.

Noggranna riskanalyser för sprickbildning och skador orsakade av tunnelsprängning ska genomföras som underlag för samråd med fastighetsägare och beslut om eventuella skadeförebyggande åtgärder. Detta gäller alla byggnader i allmänhet och den kulturhistoriskt värdefulla bebyggelsen i synnerhet.

Även vibrationskänslig utrustning ska inventeras och vid behov ska skyddsåtgärder genomföras. Arbetsmetoder som minimerar risken för skador ska användas.

Väljer man fullortsborring med TBM bortfaller på de delsträckorna behovet av sprängningsarbeten, vilket har ungefär samma påverkan på alla alternativ.

Byggbuller

I de fall byggbullernivåerna inomhus i bostäder förväntas överstiga 45 dB(A) under mer än en vecka ska byggherren överväga att erbjuda tillfälligt boende på annat håll. Det handlar inte bara om alternativt boende för sömn, utan även om alternativ vistelseplats dagtid för de som är hemma (pensionärer, sjukskrivna, föräldralediga).

Det är störningsmässigt motiverat att man på byggentreprenören ställer krav på att använda tystast möjliga arbetsmetod och transportmedel.

Bullerrelaterade klagomål och tillfälligt boende (sammanfattning från erfarenheter med Citybanan)

För arbetsmoment med höga bullernivåer har Citybanan tagit fram ett speciellt handlingsprogram för dem som störs i väldigt hög grad. Programmet innebär att de först kommer och gör bullermätningar hos berörd boende eller verksamhet.

Nästa steg är att de om möjligt försöker dämpa ljudet vid bullerkällan till exempel maskinerna. Därefter undersöks det om det finns någon bullerdämpande åtgärd som kan göra hos de boende eller i verksamheter, till exempel bättre isolerande fönster. Om bullernivån trots dessa åtgärder överskrider 45 decibel (inomhus) i över en vecka, erbjuds tillfällig vistelse i paviljonger vid Observatorielunden och Tantolunden.

Det som styr Citybanans arbetstider är bullernivåerna. Olika tider på dygnet får det låta olika mycket från de olika arbetsplatserna. Bullermätningar utförs hela tiden arbetet anpassas och efter mätresultaten.

Generella arbetstider:

- Under jord: Vardagar klockan 07-22
- Ovan jord: Vardagar klockan 07-19

Om bullret från arbetet ligger under de nivåer som gäller jobbar Citybanan även vissa helger och nätter. Under jord är det borrhning och sprängningar som låter mest. Och ovan jord är det spontning och utlastning av utsprängda bergmassor som låter mest.

Tabell 30: En sammanställning av Citybanans årsrapporter antalet årliga klagomål och vilken andel av dem som är bullerrelaterade.

År	Antal ärenden	Antal bullerrelaterade ärenden	% Buller
2009	152	45	30
2010	435	110	25
2011	750	224	30
2012	765	198	26

Tabell 31: Tillfälligt boende vid byggandet av Citybanan.

Boendeform	2009			2010			2011			2012		
	City	Norr	Söder	City	Norr	Söder	City	Norr	Söder	City	Norr	Söder
Lägenhet				2	1	4	2	6	21	-	8	26
Paviljong	-	1	1	-	1	7	-	9	9	-	11	12
Annan lösning				-	-	-	-	-	-	-	-	1
Summa	0	1	1	2	2	11	2	15	30	-	19	39
Total Summa	2			15			47			58		

Merparten av de bullerrelaterade klagomålen har avsett delprojekt Söder och Norr som har sina verksamheter i bostadstätta områden. Klagomålen kan i huvudsak hänföras till störande buller från entreprenadmaskiner och arbetsmoment (pålning, borrhning, sprängning och skrotning), samt arbetsmoment utanför arbetstiderna. I några enstaka fall har behov av uppföljande mätningar funnits. Dessa har visat att gällande byggbullernivåer har överskridits.

Vid bullrande arbetsmoment har åtgärder vidtagits i form av bullerskyddsskärmar, kompletterande fönsteråtgärder, ändrade arbetstider, informationsinsatser samt tillfälliga och permanenta evakueringar.

Som framgår har tillfälligt boende ökat stadigt från två hushåll 2009 till 58 hushåll 2012, varav de flesta finns på Söder.

11 Luftkvalitet

Samhället har satt upp miljö kvalitetsnormer, för områden ovan jord där människor vistas, i syfte att skydda människors hälsa. Miljö kvalitetsnormer finns för många ämnen men i Stockholms trafikmiljöer är det främst normerna för kvävedioxider och inandningsbara partiklar som är svåra att klara upp. En utbyggnad av tunnelbanan bidrar till att minska befolkningens exponering för kvävedioxider och partiklar ovan jord när anläggningen tas i drift. Dock, under vissa perioder av byggskedet ökar exponeringen ovan jord.

Tunnelmiljön ger inget tillskott av kvävedioxider. Däremot har olika rapporter det senaste decenniet påvisat halter av inandningsbara partiklar i tunnelbanan som vid en jämförelse med gatumiljö är höga.

Aspektområdet luftkvalitet avgränsas till att behandla partiklar och kvävedioxider. När det gäller byggskedets miljöpåverkan beskrivs påverkan enbart ovan jord. När det, i byggskedet, gäller påverkan under jord (arbetsmiljö) kan kort sägas att val av tunneldrivningsmetod har påverkan på luften i tunneln under byggskedet. Metoden, borra och spränga, medför stora volymer spränggas som ska ventileras bort. Fullortsborrning kan ske under mer kontrollerade former med en mindre ansträngning på arbetsmiljön.

11.1 Bedömningsgrunder

Det är känt att höga halter av inandningsbara partiklar från vägtrafiken har negativ hälsopåverkan. Slitagepartiklar från tunnelbanetraffiken är av annat slag och med andra storleksfraktioner och bedöms, utifrån uppmätta nivåer, inte vara lika skadliga som partiklar från vägtrafiken.

Inriktningsmål avseende partikelhalter

Slitagepartiklarna i tunnelbanan består främst av järnpartiklar. Samhället har inte fastställt några krav eller rekommendationer på maxhalter för dessa partiklar. Den ökade totalexponeringen för inandningsbara partiklar, och därmed den ökade oron för dess kumulativa hälsoeffekt, har emellertid föranlett Trafikverket att i avvaktan på bättre kunskap om hälsoeffekterna formulera ett inriktningsmål för partikelhalter (PM₁₀) på Citybanans stationer (pendeltågsstationer) där trafikanter vistas och exponeras. Inriktningsmålet är satt till 120 µg/m³ PM₁₀ som ett dygnsmedelvärde och till 200 µg/m³ som ett timmedelvärde. Dessa inriktningsmål har senare kommit att tillämpas för flera järnvägstunnelar med stationer under mark. Inriktningsmålet innebär en hög ambitionsnivå som Trafikverket anser täcka in den osäkerhet som råder om dessa partiklars hälsoeffekter. Som en jämförelse är gränsvärdena för PM₁₀ enligt miljö kvalitetsnormen för uteluft 50 µg/m³ där människor stadigvarande vistas, det vill säga 24 timmar om dygnet.

Det yrkeshygieniska gränsvärdet som avser 8-timmars arbetsdag under ett 40-årigt yrkesliv är för respirabelt järnoxiddamm (det som kan nå längst till alveolerna i lungorna, det vill säga <PM_{4,5}) 3500 µg/m³. Det är en väsentligt högre nivå än Trafikverkets inriktningsmål för Citybanan. Det finns idag inga indikationer på att slitagepartiklarna från tunnelbana skulle vara mer hälsofarliga än det järnoxiddamm som det yrkeshygieniska gränsvärdet enligt ovan avser.

Det främsta skälet till att sträva mot att minska exponeringsnivåerna av inandningsbara partiklar för tunnelbanan är att den ska vara tillgänglig för alla. Om nivån bör ligga på den som Citybanan har tillämpat är inte klarlagt idag, men i syfte att förbättra underlag för beslut rörande tunnelluftfrågor har Trafikverket initierat ett antal forskningsstudier i ämnet.

11.1.1 Påverkansbedömning

Djurgården och öarna Beckholmen, Skeppsholmen och Kastellholmen har relativt lite bostadsbebyggelse och hyser därmed färre människor som kan bli exponerade. I delområdenas miljövärde/effektvärde angående luftkvalitet tas hänsyn till hur många personer som berörs av, samt deras känslighet för, tillkommande luftföroreningar. Områden med grupper, i synnerhet hushåll med barn som stadigvarande berörs, tilldelas här ett högt värde. Likaså om det i ett område finns risk för överskridande av miljökvalitetsnormen bidrar det till att öka värdet.

Olika delar inom utredningsområdet kommer att påverkas i olika grad, stora delar inte alls eftersom hela tunnelbanesträckan går under jord. Det är främst i närområdet till arbets- och etableringsområden till arbetstunnlar/utlastningsområden, stationsuppgångar samt vid sänktunnelområden som påverkan sker. Men även påverkan av transportvägar från arbetstunnlarna kan ge betydande påverkan. Därvidlag ger uttransport via pråm en lägre påverkan.

11.1.2 Miljökvalitetsnorm

Miljökvalitetsnormen (MKN) anger de föroreningsnivåer eller störningsnivåer som människor kan utsättas för utan fara för olägenheter av betydelse (miljöbalken). Normen anger gränser för års- och dygnsmedelvärden där människor vistas stadigvarande. I miljöer där människor inte vistas stadigvarande, till exempel trafiktunnlar (väg och järnväg/tunnelbana) har samhället inte ställt några normkrav på partiklar (PM₁₀) och kvävedioxid.

Partiklar (PM₁₀)

Inandningsbara partiklar bedöms idag som ett av samhällets största hälsorelaterade miljöproblem varför luftmiljön utomhus sedan år 2005 har belagts med en miljökvalitetsnorm som följer av ett EU-direktiv på området. Normen gäller luftens innehåll av

inandningsbara partiklar, PM₁₀, vilket är massan av alla partiklar i luften med en aerodynamisk diameter mindre än 10 µm (mikrometer), se Tabell 31.

Tabell 32: MKN för partiklar (PM₁₀).

Miljökvalitetsnorm	Anmärkning
40 µg/m ³ , årsmedelvärde	Får inte överskridas efter år 2004.
50 µg/m ³ , dygnsmedelvärde	Får efter år 2004 överskridas högst 35 dygn per år, 90-percentil.

Kvävedioxid

Kvävedioxidhalt fungerar som en indikator på de samlade luftföroreningarna från vägfordon som kan påverka känsliga personer. Miljökvalitetsnormen för kvävedioxid framgår av Tabell 32.

Tabell 33: MKN för kvävedioxid.

Miljökvalitetsnorm	Anmärkning
40 µg/m ³ , årsmedelvärde	Får inte överskridas efter år 2005.
60 µg/m ³ , dygnsmedelvärde	Får efter år 2005 överskridas högst 7 dygn per år, 98-percentil.
90 µg/m ³ , timmedelvärde	Får efter år 2005 överskridas högst 175 timmar per år, 98-percentil.

11.1.3 Hälsopåverkan

Partiklar

Slitagepartiklar från tunnelbanan skiljer sig beträffande storleksfördelning och sammansättning från vägtrafikens partiklar utomhus. Även hälsoeffekterna av tunnelbanans slitagepartiklar skiljer sig från de hälsoeffekter som vägtrafikens partiklar ger upphov till. Det allmänna kunskapsläget är att de grova partiklarna (2,5–10 µm) ger luftvägsbesvär och luftvägsrelaterade sjukdomar medan de fina (< 2,5 µm) och framför allt ultrafina partiklarna orsakar ökad dödlighet i hjärt- och kärlsjukdomar samt lungcancer. Av betydelse för hälsoeffekterna är också den dos man utsätts för.

I folkhälsostudier är det de inandningsbara partiklarna, de som kan nå längst ner i luftvägarna till alveolerna i lungorna, som har signifikant betydelse.

Vid mycket höga halter har enligt cellstudier (Karlsson med flera, 2005), de järnrika partiklarna från tunnelbanan en högre potential att orsaka DNA-brott än partiklar från gatumiljö.

Kvävedioxid

Hälsoeffekterna vid förhöjda halter av kvävedioxid har i epidemiologiska studier i första hand varit besvärreaktioner och symptom från andningsorganen. Vid kontrollerade exponeringar med försökspersoner är en ökad bronkiell reaktivitet (överkänsliga luftrör) den effekt som är av huvudsaklig betydelse. Hos personer med astma kan denna effekt påvisas vid halter motsvarande höga omgivningskoncentrationer. Vid dessa koncentrationer kan exponering även ge bronksammandragande effekter hos känsliga grupper, till exempel personer med kronisk obstruktiv bronkit (luftrörsinflammation) och astma. Halten 200 µg/m³ bedöms vara lägsta nivå för ökad bronkiell reaktivitet hos personer med astma. Effekten är dock liten och övergående, men ändå besvärande för en

känslig grupp i befolkningen. Det finns dock inga bevis för att kvävedioxid är cancerframkallande (IMM Karolinska institutet, 2013).

11.2 Nuvarande förhållanden, berörda värden

I Stockholm är höga halter av partiklar och kvävedioxider ett betydande problem. De miljö kvalitetsnormer som gäller för gatu-miljön i Stockholm överskrids i en omfattning som gör att kraftfulla åtgärder behöver vidtas för att minska halterna av främst partiklar.

En starkt växande befolkningstillväxt i östra Stockholm, Nacka och Värmdö, har lett till en kraftigt ökad trafik och därav ökad belastning på luftmiljön. Den tilltagande biltrafiken leder till återkommande stängningar av Södra Länken eftersom trafiksystemet inte klarar att bära den ökade belastningen. Effekterna av den ökade transportefterfrågan leder till en tilltagande försämring av luftkvaliteten, inte bara i Värmdöledens närområden utan även kring alla infartsvägar till Stockholm söder ifrån. Idag råder ett akut behov av att tillskapa alternativa transportmöjligheter från en av Stockholms mest expansiva regioner, Nacka och Värmdöområdet.

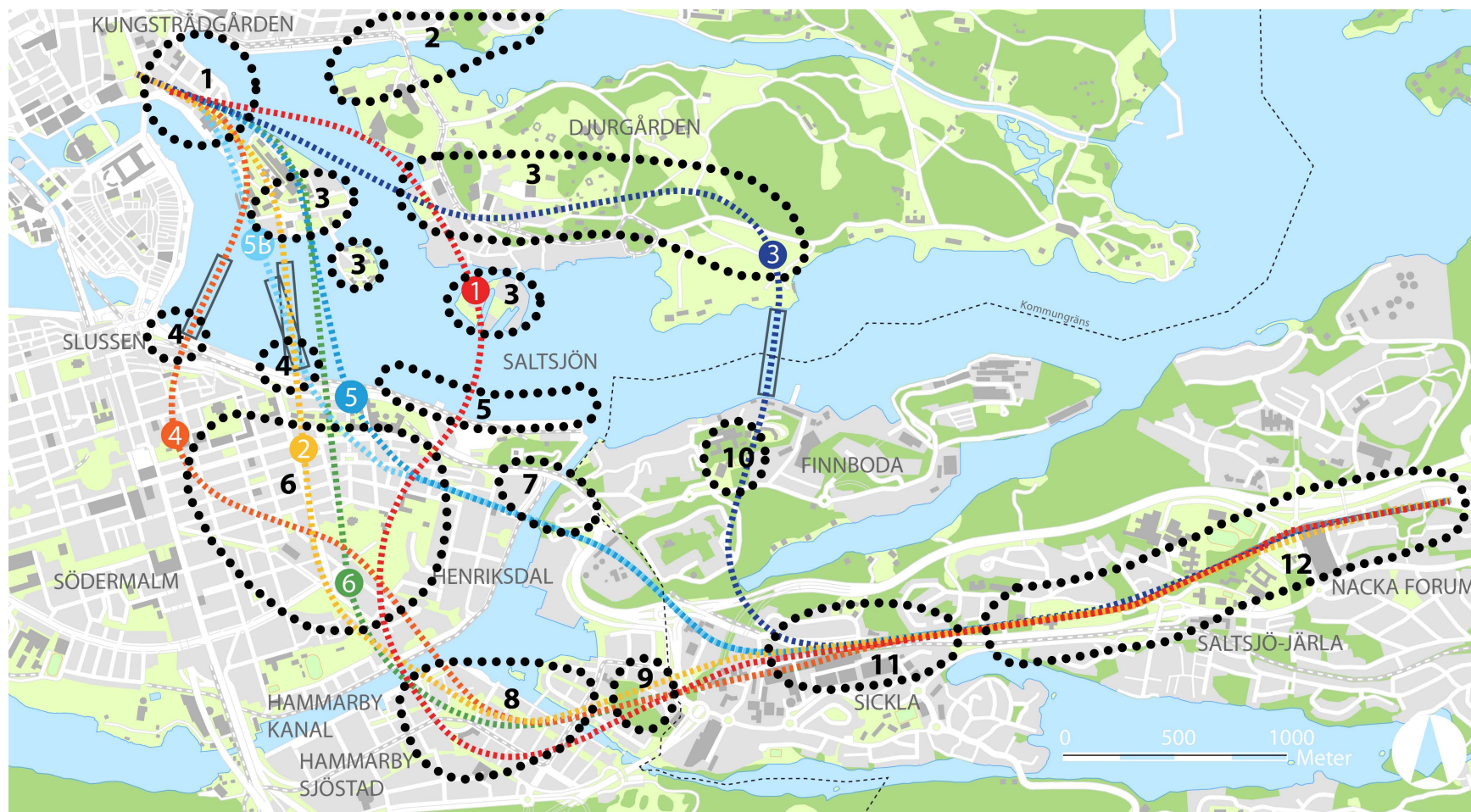
Inom utredningsområdet finns flera tätbebyggda områden. Tät bostadsbebyggelse och förekomst av förskolor, skolor och vårdinrättningar innebär att många människor kan exponeras för tillkommande luftföroreningar samt att exponeringen kan beröra känsliga grupper såsom barn och sjuka.

11.2.1 Delområden

I Tabell 34 anges ett antal berörda delområden med en beskrivning av deras respektive egenskaper samt korresponderande värde. Figur 64 visar delområdena på karta.

Tabell 34: Redovisning av berörda delområdens bedömda värde. Delområdesnummer refererar till Figur 64.

Delområde	Beskrivning och motivering	Värde
1. Blasieholmen	Stadsbebyggelse, främst kontor, hotell och museer samt en mindre del bostäder. Låga luftföroreningsnivåer, ingen risk för överskridande av MKN.	Måttligt
2. Östra Östermalm	Stadsbebyggelse med bostäder, skolor och kontor.	Stort
3. Djurgården, Beckholmen, Skeppsholmen och Kastellholmen	Låg bebyggelse, obetydligt med bostäder. Låga luftföroreningsnivåer, ingen risk för överskridande av MKN.	Litet
4. Stadsgården/Skeppsbron	Hamnområde utan bebyggelse.	Litet
5. Masthamnen	Hamnområde utan bebyggelse.	Litet
6. Södermalm	Stadsbebyggelse, delvis tät och med förskolor, skolor och vårdlokaler. Lokalt högtrafikerade innerstadsgator med höga nivåer av luftföroreningar, risk för överskridande av MKN.	Stort
7. Danvikstull/Henriksdal	Främst kontorsbebyggelse, tät trafik, måttlig risk för överskridande av MKN.	Litet till måttligt
8. Hammarby sjöstad, Finnroda	Stadslignande bebyggelse med bostäder, förskolor, skolor och kontor. Låga luftföroreningsnivåer, ingen risk för överskridande av MKN.	Stort
9. Sickla industriområde	Blandad bebyggelse, industriområde och kontor.	Litet
10. Finnroda	Stadslignande bebyggelse med bostäder och kontor. Låga luftföroreningsnivåer, ingen risk för överskridande av MKN.	Stort
11. Sickla	Blandad bebyggelse, bostäder, industriområde och kontor.	Måttligt
12. Saltsjö-Järla	Blandad bebyggelse, relativt mycket bostäder, en del industrimark, kontors- och handelslokaler. Lokalgator med måttlig trafik och liten risk för överskridande av MKN.	Måttligt till stort



Figur 64: Delområden, för beskrivning se Tabell 34 på föregående sida.

11.3 Nollalternativets miljöpåverkan

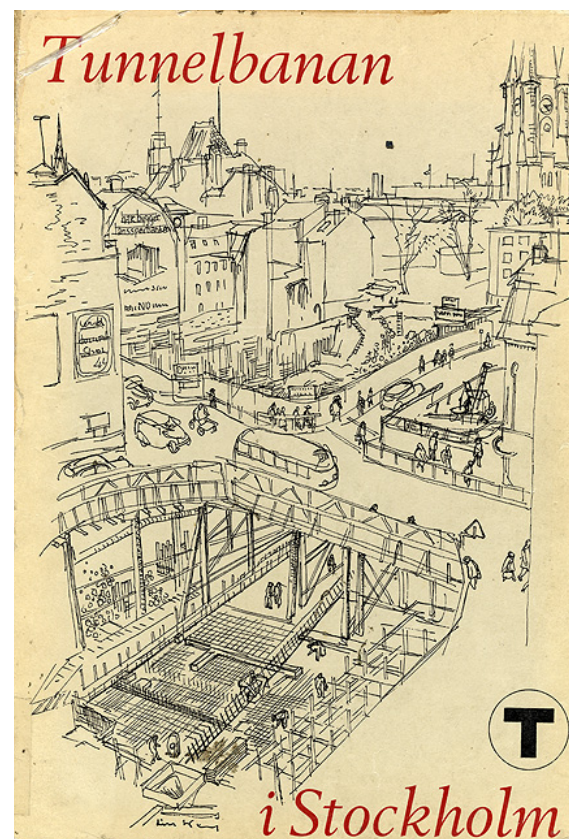
Nollalternativet, att inget av alternativen genomförs, skulle innebära att utsläppen till luft vid byggande och drift av Tunnelbana till Nacka uteblir. Samtidigt skapas heller inte möjligheten att flytta över trafik från vägarna till tunnelbanan. De samhällsekonomiska beräkningarna rörande utbyggnaden till Nacka har visat att jämförelsealternativet, som nollalternativet bygger på, innebär större utsläpp till luft än samtliga utbyggnadsalternativ beroende på att bilresorna förväntas gå ner i viss mån om tunnelbanan byggs ut.

11.4 Miljöpåverkan under byggskedet

11.4.1 Miljöpåverkan ovan jord

Erfarenheten är att stora infrastrukturprojekt av det aktuella slaget ger betydande störningar under byggskedet. Figur 65 illustrerar de störningar som tunnelbanans utbyggnad medförde för över femtio år sedan.

Tunnelbaneutbyggnaden mot Nacka kommer inte att göra lika stora sår i stadsbilden som den tidiga tunnelbaneutbyggnaden, men trafikbelastningen är idag mer ansträngd och byggtrafiken kommer att ha påverkan på närmiljön kring arbetstunnlar och etableringsytor i form av ökad partikelalstring och höjda kvävedioxidhalter. I det planeringsskede som projektet nu befinner sig i är det inte klarlagt var arbetstunnlarna kommer att etableras, varför redovisade tänkbara lägen är en bedömning som baseras på den information som föreligger vid upprättande av denna miljökonsekvensbeskrivning.



Figur 65: Bokomslag med illustration av miljöpåverkan vid tunnelbanans utbyggnad på 1950-talet.
Källa: Stockholmskällan, 2014.

Val av tunneldrivningsmetod och utlastningsmetod av berget kan ha väsentlig påverkan på såväl partikelhalter som kvävedioxidhalter i anslutning till etableringsområdena. Den konventionella metoden, borra och spränga, medför större volymer av bergmassor som ska transporteras bort jämfört med fullortsborrning. Borttransport av massorna från fullortsborrning kan också ske med fler alternativa

metoder. Vidare kan produktionstiden kortas med fullortsborrning vilket minskar den miljöpåverkan byggskedet innebär. Även valet mellan en renodlad bergtunnel och en kombinerad sänk- och bergtunnel påverkar graden av miljöpåverkan. En renodlad bergtunnel medför konfliktpunkter med omgivningen endast i anslutning till arbetstunnlarnas påslag medan en kombinerad sänk- och bergtunnel får fler arbetstunnlar och arbetsplats-etableringar ovan mark. TBM-tekniken kommer bäst till sin rätt i de renodlade bergtunnelalternativen.

Lämpliga placeringar av arbetstunnlar har i förstudien inte närmare utretts. De tidigare antagna lägena för arbetstunnlars mynnningar som framgår av kapitel 5 har här tagits med i bedömning av påverkan, men för att kunna utvärdera de olika alternativa sträckningarna har tänkbara arbetstunnlar tagits med i bedömningarna, se Tabell 35.

11.4.2 Samlad bedömning byggskedet

Vid en samlad bedömning framstår bergtunnelalternativen som de mest fördelaktiga med avseende på luftkvaliteten, i synnerhet om fullortsborrning med TBM-tekniken kan användas. Läger man därtill möjligheten att lasta ut bergmassor via pråm framstår Alternativ 1, 5 och 6 som de mest fördelaktiga alternativen på grund av att de passerar nära möjlig utskeppningsplats vid Masthamnen. Alternativ 5 ger sammantaget minst påverkan, därefter kommer alternativen 6 och 1. Alternativ 4 bedöms som det minst fördelaktiga alternativet på grund av strandetableringar och stationsetableringar som genererar betydande byggtrafik. Alternativ 5B bedöms som bättre än Alternativ 2, främst på grund av mindre känsliga stationsplaceringar.

Alternativ 3 ger genomgående höga konsekvenser. Sammantaget blir dock miljöeffekterna under byggtid mer begränsade i tid om tunnelbana och Österleden byggs samtidigt.

11.5 Miljöpåverkan under driftskede

Att flytta över trafik från vägar till tunnelbana är bland de viktigaste åtgärderna för att minska befolkningens exponering av hälsofarliga luftföroreningar eftersom vägtrafiken är den största enskilda källan till överskridanden av gränsvärdet för såväl kvävedioxid som partiklar.

Tunnelbanan alstrar dock partiklar från till exempel slitage av hjul och räl. Dessa partiklar innebär en påverkan för de som vistas i tunnelbanan under jord och ställer krav på ventilationssystem för att luftkvaliteten i stationsmiljöer med mera ska vara god. När luft från tunnelbanan ventileras ut innebär det en miljöpåverkan ovan jord.

Under senare år har de inandningsbara partiklar som tunnelbanan genererar varit föremål för ett flertal studier. I en engelsk studie (Seaton et al, 2005) avseende toxiciteten av tunnelluften i Londons tunnelbana är exponeringsnivåerna på så låg nivå att de toxiska effekterna av dessa järnpartiklar inte är urskiljningsbara över den bakgrundsexponering som människan utsätts för. I en annan studie (Gustafsson med flera, 2005) kunde man visa att tunnelbanepartiklarna var mindre inflammatoriska än gatupartiklarna.

På senare år har ansträngningarna ökat för att identifiera miljöer, källor och åtgärder mot järnvägens partikelföroreningar. Även forskning om hälsoeffekterna av de stora järnhaltiga partiklarna i järnvägsmiljöer har nyligen kommit igång och kommer om något eller några år ge ett förbättrat kunskapsunderlag.

Tabell 35: Påverkan och konsekvens av arbetstunnlar samt strand- och stationsetableringar (sänktunnlar) i byggskede.

Områdesnamn och värde	Alternativ	Beskrivning och motivering	Påverkan	Negativa konsekvenser
1. Blasieholmen <i>Måttligt värde</i>	Samtliga	På Blasieholmen finns en befintlig arbetstunnel som, om den ska användas, innebär byggtrafik. Mängden trafik som bedöms kunna gå på väg antas vara relativt liten (liten omfattning tillkommande luftföroreningar).	Måttlig	Måttliga
2. Östra Östermalm <i>Stort värde</i>	1, 3	Antas kunna påverkas av transporter av arbetsområden/strandetablering på Djurgården eller Beckholmen.	Liten	Måttliga
3. Djurgården, Beckholmen, Skeppsholmen och Kastellholmen <i>Litet värde</i>	Samtliga	Etablering av arbetstunnel inom delområdena antas möjliggöra uttransport av bergmassor med transportband och båt. Det medför att masstransporter på väg minskar.	Måttlig	Små
	2, 5B, 3	Strandetablering för sänktunnel antas kräva omfattande transporter till och från etableringen.	Stor	Måttliga
4. Stadsgården <i>Litet värde</i>	2, 4, 5, 5B, 6	Etablering av arbetstunnel inom delområdena antas möjliggöra uttransport av bergmassor med transportband och båt. Det medför att masstransporter på väg minskar.	Liten	Små
	2, 4, 5B	Strandetablering för sänktunnel antas kräva omfattande transporter till och från etableringen.	Stor	Måttliga
5. Masthamnen <i>Litet värde</i>	1	Etablering av arbetstunnel inom delområdena antas möjliggöra uttransport av bergmassor med transportband och båt. Det medför att masstransporter på väg minskar.	Liten	Små
6. Södermalm <i>Stort värde</i>	1, 2, 4, 5, 5B, 6	Om utlastning av bergmassor kommer att ske med båt och därför bedöms inte Södermalm beröras.	Ingen	Inga
		Om utlastning av bergmassor sker med lastbil blir påverkan måttlig.	Måttlig	Stor
7. Danvikstull/Henriksdal <i>Litet till måttligt värde</i>	5, 5B	Antas kunna beröras om masstransport sker på väg.	Måttlig	Måttlig
8. Hammarby sjöstad <i>Stort värde</i>	1, 2, 4, 6	Hammarby sjöstad antas inte beröras av arbetstunnlar eller strandetableringar.	Ingen	Inga
9. Sickla industriområde <i>Litet värde</i>	1, 2, 4, 6	Betydande transporter antas ske vid delområdet.	Måttlig	Små
10. Finnbo <i>Stort värde</i>	3	Strandetablering antas kräva omfattande transporter till och från etableringen.	Stor	Stora
11. Sickla <i>Måttligt värde</i>	Samtliga	Arbetstunnel i Sickla kan generera betydande byggtrafik inom/vid delområdet.	Måttlig	Måttliga
12. Saltsjö-Järla <i>Måttligt till stort värde</i>	Samtliga	Arbetstunnlar kommer att generera betydande byggtrafik.	Måttlig	Måttliga till stora

11.5.1 Miljöpåverkan ovan jord

Den färdiga anläggningen ger ingen direkt miljöpåverkan ovan jord eftersom minskad biltrafik medför minskad exponering ovan jord för kvävedioxider och partiklar jämfört med nollalternativet.

Utsläpp från tunnlar kommer främst att ske via avluftningstorn på tillräckligt hög höjd i atmosfären så att omgivningen, där människor vistas inte påverkas av förhöjda halter. Vid speciella vädersituationer med inversion i de lägre luftlagren kan dock en lokal påverkan under begränsad tid uppstå. Omfattningen av påverkan sammanhänger då med hur högt respektive delområde ligger i förhållande till avlufttornens utsläppsnivå.



Figur 66: Exempel på avluftningstorn. Bilden visar Södra Länkens avluftningstorn vid Hammarby sjöstad.

I områden med gles eller ingen bebyggelse kan avluftningstorn hållas låga men i områden med tätare bebyggelse och kanske redan förhöjda nivåer av luftföroreningar är det lämpligt med högre torn för att inte öka belastningen där människor vistas. Möjliga tornplaceringar framgår av Tabell 36.

11.5.2 Miljöpåverkan under jord

Exponeringsnivåer i tunnelbana

Den inandningsbara fraktionen av slitagepartiklar från spårtrafik har i tunnelmiljöer och underjordiska stationer visat sig vara avsevärt högre än i högtrafikerad gatumiljö. En rad studier av exponeringsnivåer i tunnelbanemiljö har därför genomförts, varav några visas i Tabell 37.

PM_{2,5} används som indikator för inandningsbara fraktioner som når längst ner till alveolerna i lungorna. I yrkeshygieniska sammanhang tillämpas gränsvärdena för fraktionen PM_{4,5}.

Exponeringsnivåerna i Londons tunnelbana konstaterades vara höga speciellt för de grövre partiklarna (> PM_{2,5}) jämfört med gatumiljön. Dock, vid en jämförelse med det arbetshygieniska gränsvärdet för järnoxid är halterna låga, cirka 1/10 av det gränsvärdet. Det motsvarar en exponeringsdos som är 1/40 (vid två timmars exponering per dag) av det arbetshygieniska gränsvärdet. För trafikpendlare som exponeras en timma om dagen ger det ett exponeringstillskott på 16 µg/m³ per dygn.

Tabell 36: Möjliga placeringar av avluftningstorn. För bedömningsgrunder av värdet, se Tabell 34.

Områdesnamn och värde	Alternativ	Preliminär tornhöjd	Kommentar/utvärderings-möjligheter	Påverkan vid inversion	Negativa konsekvenser
Djurgården <i>Litet värde</i>	1, 3	Liten	Goda	Liten	Små
Skeppsholmen/Stadsgården <i>Litet värde</i>	2, 5B	Liten	Goda	Måttlig	Måttliga
Stadsgården/Kastellholmen <i>Litet värde</i>	5, 6	Liten	Goda	Liten	Små
Centrala Södermalm <i>Stort värde</i>	4	Stor	Dåliga	Stor	Stora
Sickla - Saltsjö Järla - Nacka <i>Måttligt - stort värde</i>	Samtliga	Stor	Blandade	Måttlig	Måttliga
Hammarby sjöstad <i>Stort värde</i>	1, 2, 4, 6	Stor	Inte goda	Måttlig till stor	Måttliga till stora
Henriksdalsberget <i>Litet - måttligt värde</i>	3, 5, 5B	Liten	Delvis goda	Måttlig	Små

Mätningar på Mariatorgets tunnelbanestation visar också relativt höga exponeringsnivåer. Dock var andelen grövre partiklar lägre. Även i studien rörande tunnelbanepersonalens exponering för partiklar och kvävedioxid i Stockholms tunnelbana dras i huvudsak samma slutsatser som i Londonstudien. Färdbeviskontrollanternas exponeringsnivåer låg på endast cirka 1/40 av det arbetshygienska gränsvärdet. Och tågförarnas exponeringsnivåer låg på cirka 1/3 av färdbeviskontrollanternas. Utredningen (Plato et al, 2006) betecknade därför exponeringen som låggradig.

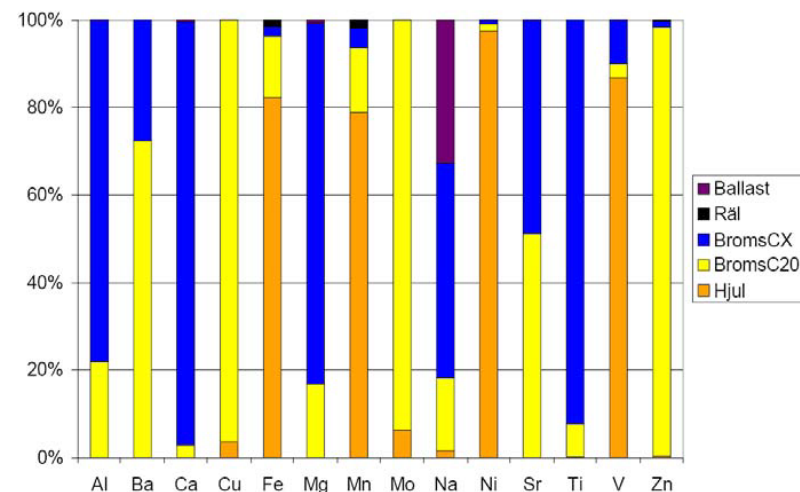
Även i Karolinska institutets slutrapport (2010) drog man slutsatsen att "det finns inget som pekar på att en 2-timmars exponering i tunnelbanemiljön ger någon signifikant inflammatorisk påverkan hos människor", detta gällde även gruppen med mild astma.

Tabell 37: Uppmätta exponeringsnivåer av luftburna partiklar i Londons och Stockholms tunnelbanor.

	PM 10 µg/m ³	PM 2,5 µg/m ³	PM 1 µg/m ³
Londons T-bana Maxnivåer på tre olika T-banelinjer (Seaton et al, 2005)	1000-1500	270-480 (3-8 ggr mer än i gatunivå)	
Mariatorget T-bana Maxnivåer (högtrafik) (Johansson et al, 2001)	367	256	51
Färdbeviskontrollanter, SL T-bana Medelvärden under ett 8-timmarsspår, (Plato et al, 2006)	256	79,4	35,1
Odenplan T-banestation Medelvärden under tre delstudier mellan 2006-2010. Delstudie 1 och 2 genomfördes under eftermiddags- rusningen mellan kl 16-18. Delstudie 3 genomfördes under förmiddags- rusningen mellan kl 7.30-9-30. (Karolinska institutet, 2010)	235-242	73-77	

I mätningar (Johansson, 2005) från Mariatorgets tunnelbanestation kan man utläsa partiklarnas sammansättning och var de antas härröra ifrån, se Figur 67.

Järn (Fe), mangan (Mn) och nickel (Ni) beräknas till mycket stor del härröra från hjulen, medan koppar (Cu) och zink (Zn), tillsammans med molybden (Mo) och barium (Ba), nästan uteslutande härrör från det ena av de två analyserade bromsbelägg (C20-tåg).



Figur 67: Beräknade medelbidrag under dagtid från olika källor till halterna av 14 olika metaller i PM10 från Mariatorgets tunnelbanestation Källa: Johansson, 2005.

I de studier som genomförts i tunnelbanan i Stockholm (Norman och Johansson, 2005) och på Arlanda station (Gustafsson med flera 2006), har man bedömt att en mycket stor del av det damm som uppmäts är direktemitterat (det vill säga inte uppvirvlat) från räls och hjul med mera. Vid utvärderingen av mätningarna (Ripanucci et al, 2006) i Roms tunnelbana drog man den motsatta slutsatsen att uppvirvling av damm från banan var en viktig faktor och att dammhalterna i luften skulle kunna reduceras genom att avlägsna dammet från spåren genom till exempel tvättning. Kompletterande mätningar för projektet Citybanan visar också på att partikelkoncentrationen av var cirka 50 % högre vid spåret än på plattformen.

I den engelska studien (Seaton et al, 2005) avseende toxiciteten av tunnelluften i Londons tunnelbana gjorde man bedömningen att risken för allvarliga lung- och hjärtsjukdomar är mycket låg vid de uppmätta exponeringsnivåerna samt att de toxiska effekterna av järnpartiklarna på den aktuella nivån inte är utskiljningsbara över den bakgrundsexponering som människan utsätts för.

Långtidsexponering respektive korttidsexponering

Avgörande vid folkhälsobedömningar är den dos befolkningen exponeras för. Dosen är den ackumulerade mängden över tid som en population exponeras för. Vid korttidsexponering är det främst halten som har avgörande inverkan på bedömning av direkta effekter för känsliga personer.

En tunnelbaneresenär exponeras för partiklar från de underjordiska stationerna under kort tid av dygnet, men halten av partiklar är högre och av annan sammansättning än vad som normalt gäller för Stockholmsluft. Det är därför angeläget att skilja på de hälsoeffekter som kan bli följden av den korta exponeringen med högre halter av stationspartiklar och den mer långvariga exponeringen av andra partiklar under övrig tid.

En innerstadsbo exponeras för inandningsbara partiklar som normalt inte är över $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, räknat som ett dygnsmedelvärde. Den nivån överensstämmer med världshälsorganisationens förslag till nytt årsmedelvärde.

En kortvarig exponering för $360 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM₁₀ (max uppmätt halt i tunnelbanan vid högtrafik) 30 minuter om dagen ger en dygnsdos (dygnsmedelvärde) på $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

De hälsoeffekter som kan uppstå vid höga halter drabbar i första hand särskilt känsliga grupper som till exempel astmatiker och rökare men även äldre och barn. Det är dels frågan om direkta symptom som andningsstörning, irritation i hals eller allmän besvärskänsla, dels fysiologiska effekter.

Den långvariga exponeringen är resultat av den totala partikelexponeringen i olika vistelsemiljöer under längre perioder. Då dominerar exponering från biltrafikens avgaser och partiklar.

Emission från tunnelbanan

Det finns mätningar som har visat att ett tunnelbanetåg med full längd emitterar upp mot två gram partiklar (PM₁₀) per kilometer spårsträcka. Med en trafik om 20 tåg i timmen i en enkelspårstunnel innebär det att det krävs fyra luftomsättningar i timmen för att inte halterna ska överstiga $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ under högtrafik. Om emissionen kan sänkas till ett gram per kilometer erfordras en lufrörelse om cirka 1 meter/sekund för att hålla halterna under $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Luftutbytessystemet i tunneln kommer att vara en central fråga i den fortsatta projekteringen. Ju djupare linjen går desto svårare är det att arrangera effektiva luftutbytesschakt. Djupa schakt kräver att fläktar installeras i schakten.

När det gäller alstringen av slitagepartiklar är stationernas höjdlägen i förhållande till linjen en faktor påverkar mängden slitagepartiklar. Även antalet stationer har betydelse för mängden slitagepartiklar. Hög placering av station ger lägre bromsbehov och mindre motordriven acceleration. I det perspektivet innebär sänktunnlarna mindre linjelutningar och färre slitagepartiklar. Betydelsen av denna skillnad bedöms emellertid som så liten att den inte bör värderas som alternativskiljande. Beträffande möjligheten att reducera halterna som distribueras i systemet genom naturlig genomluftning orsakad av tågens kolvverkan bedöms den inte heller vara alternativskiljande.

När det gäller möjligheten att tillskapa luftutbytesstationer i anslutning till stationerna framstår Alternativ 1, Alternativ 3 samt Alternativ 5 och 5B som de mest fördelaktiga. Och för möjligheten att placera luftutbytesstationer på linjen mellan stationerna framstår Alternativ 1 och Alternativ 5 som mest fördelaktiga. Dock, beträffande Alternativ 1, ställer etablering av avluftstorn på Djurgården stora krav på utformning och placering på grund av nationalstadsparkens skyddsvärde.

Vad beträffar tillgång till eller möjlighet att anordna sidoutrymmen i anslutning till tunneln för ventilation och luftutbyte är passagen över Saltsjön den mest problematiska. Luftutbytesstationerna bör placeras mitt på sträckan mellan två stationer för att få avsedd effekt. I det perspektivet underlättas en sådan placering för Alternativ 1 av Beckholmen, för Alternativ 3 av Saltsjöpassagen och station Finnbodas närhet till varandra och för Alternativ 5 och 6 av Kastellholmens närhet, varför dessa alternativ bedöms som minst problematiska.

Antal stationer, avstånd mellan stationer, linjens längd och linjens standard påverkar också emitteringen av slitagepartiklar men skillnaderna är i detta sammanhang så små att de inte bör vara alternativskiljande.

Andra designval som kan påverka luftkvaliteten är valet av enkelspårstunnlar eller dubbelspårstunnlar. Dubbelriktad trafik begränsar nyttan av tågens kolvverkan eftersom de mötande tågens kolvverkan motverkar varandra, det vill säga luften kommer att pulsera fram och tillbaka utan att bidra till erforderligt luftutbyte. Det är sannolikt inte alternativskiljande mellan de olika tunnelbanesträckningarna eftersom att båda systemvalen har bedömts vara möjliga för alla alternativ.

Möjligheten att reducera trafikanternas direkta exponering för PM₁₀ på vistelseytor på stationerna bedöms heller inte vara alternativskiljande. Olika tillgängliga tekniker för att begränsa partikelhalterna på vistelseytor är tillämpliga för alla alternativ.

11.5.3 *Samlad bedömning för driftskedet*

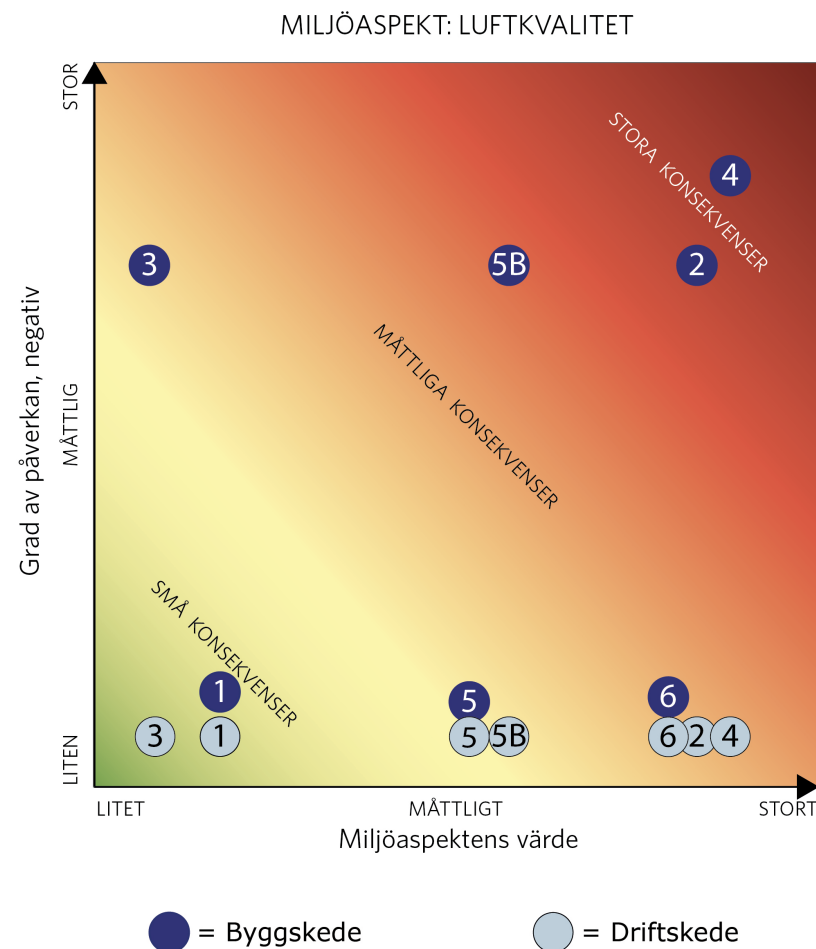
Vid en samlad bedömning är det de tekniska och ekonomiska möjligheterna att tillskapa luftutbytesstationer och ventilation som bedöms väga tyngst.

Alternativ 3 ger minst negativa konsekvenser med avseende på utsläpp via avlufttornen. Därefter kommer Alternativ 5 och 5B. Alternativ 1, 2, 6 och 4 har fler personer inom influensområdet, vilket skulle kunna ge måttliga negativa konsekvenser vid vädersituationer med inversion i de lägre luftlagren.

11.6 Konsekvensbedömning

Tabell 38: Samlad alternativvis konsekvensbedömning.

Alternativ	Byggskede	Driftskede
1	Små negativa	Små negativa
2	Stora negativa	Måttliga negativa
3	Små till måttliga negativa	Små negativa
4	Stora negativa	Måttliga negativa
5	Små till måttliga negativa	Små till måttliga negativa
5B	Måttliga till stora negativa	Små till måttliga negativa
6	Måttliga negativa	Måttliga negativa



Figur 68: Bedömningsmatris Luftkvalitet. Siffrorna i cirklarna motsvarar de olika alternativen.

11.7 Skyddsåtgärder och försiktighetsmått

En minskad exponering för inandningsbara partiklar kan ske genom att:

- Reducera alstringen av inandningsbara slitagepartiklar.
- Reducera halterna som distribueras i tunnelmiljön.
- Reducera trafikanternas direkta exponering för dessa partiklar.

Steg 1: Reducera alstringen vid källan.

Fältmätningar visar att olika tågtyper och körsätt alstrar olika mängder slitagepartiklar. Den främsta källan till inandningsbara partiklar är bromsar, hjul och räler. Källstyrkan är störst där inbromsning och eventuellt acceleration sker. Hastigheten har också en direkt påverkan på den mängd partiklar som alstras. Slitage på hjul, bromsar och räl påverkas förutom av tåghastighet och turtäthet av materialval, bromssystem, boggietyper och körsätt. Elektronisk bromsning ger avsevärt mindre partikelalstring än mekaniska bromsar och mjuk boggie (C20-tåg) ger lägre slitage än styv boggie (exempelvis X60-tåg).

Det är i val av teknik och system som minimerar slitage, som den framtida minskningen av inandningsbara partiklar bedöms ligga.

Även stationernas höjdlägen i förhållande till linjen i övrigt påverkar generering av slitagepartiklar. Hög placering av station ger lägre bromsbehov och mindre motordriven acceleration.

Steg 2: Minska exponering för inandningsbara partiklar i tunnelmiljön.

Halterna som distribueras i tunnelsystemet reduceras främst genom att ventilerar bort den kontaminerade luften. Luftens omsättnings-hastighet i systemet är väsentlig. Det kan ske med:

- Naturlig genomluftning orsakad av den kolvverkan, drageffekt tågen har på tunnelluften.
- Mekanisk genomluftning med impulsfläktar.
- Utbyte av kontaminerad luft via luftutbytesschakt i systemet.

Men även tunnelsektionens storlek (luftvolym) har betydelse för halterna i luften.

Andra designparametrar som påverkar luftomsättningen är enkelspårstunnlar eller dubbelspårstunnlar. Dubbelriktad trafik begränsar kolvverkan i systemet som helhet.

Steg 3: minska exponering för inandningsbara partiklar i trafikanternas direkta exponering på vistelseytor, plattformar, biljetthall med mera.

Åtgärder som reducerar exponeringen på vistelseytor inom stationerna är:

- Riktade ventilationslösningar på stationerna som påverkar luftkvaliteten i vistelsezonerna på plattformarna.
- Rening av luften genom partikelavskiljning, insug under plattform nära källan där halterna är höga, det vill säga mellan spår och vagn.
- Sektionering mellan plattform och spårtunnel med vistelsezoner för trafikanter som väntar på inkommande tåg.
- Informerande budskap om aktuella partikelnivåer för att ge trafikanter underlag för egenpreventiva åtgärder, vilket kräver kontinuerlig mätning.

Andra möjliga åtgärder.

Andra diskuterade åtgärder är utökad tunneltvätt för att försöka sänka halten av de luftburna partiklarna. Forskningen ger dock inte en entydig bild av den eventuella nyttan. Vissa studier visar att spolning av spår och tunnelväggar har ringa betydelse för de inandningsbara partikelhalterna.

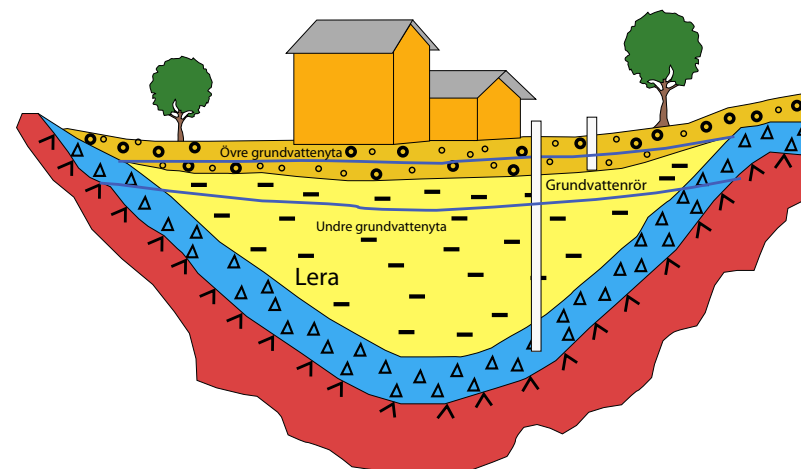
12 Grundvatten

Avgörande för grundvattennivån i ett grundvattenmagasin är jordarternas genomsläpplighet, också kallat hydraulisk konduktivitet, samt vattenbalansen, det vill säga balansen mellan källor och sänkor. Källor utgörs då av tillskott av grundvatten via nederbörd, tillförsel från omkringliggande områden och läckande ledningar och så vidare. Sänkor utgörs i sin tur av avgång av grundvatten till intilliggande magasin eller till vegetation, dränerande undermarkskonstruktioner eller infiltration till berggrund.

Generellt är grovkorniga jordar mer vattenförande än finkorniga. Åsmaterial är ofta mycket vattenförande medan lera kan betraktas som tät. Med få undantag underlagras leran i utredningsområdet av morän eller av åsmaterial.

Ovanpå leran förekommer ställvis ett övre grundvattenmagasin i jord, se Figur 69. Grundvatten i övre magasin är ofta uppdelat i mindre magasin, lokala "sjöar", och grundvattennivåerna kan variera kraftigt på korta avstånd på grund av den dämmande inverkan från täta grundmurar och den dränerande effekten från ledningar och ledningsgravar med grovt material. Grundvatten som förekommer i jordlagren direkt ovanpå bergytan brukar benämnas undre magasin. Undre magasin har ofta kontakt med grundvatten i bergsprickor varför grundvattennivåer i jord kan påverkas även av undermarkskonstruktioner förlagda i berg.

Grundvatten i kristallint berg, vilket är den typ av berg som finns i utredningsområdet, förekommer nästan uteslutande i sprickor/sprickzoner. Dessa sammanfaller ofta med svackor i terrängen. Bergplintarna mellan svackorna är med stor sannolikhet relativt sett sprickfria och därmed i mycket liten utsträckning vattenförande.



Figur 69: Principskiss över övre och undre grundvattenmagasin. Lagerföljd nerifrån och upp: berggrund, friktionsjord (morän/isälvsmaterial), lera, fyllning. Källa: Sweco, 1997, bearbetning av Ramböll.

Berggrunden som tunnelbanan passerar genom är mestadels relativt tät, men partier med vattenförande sprickzoner förekommer. Trots tätning är visst inläckage till bergtunnlarna oundvikligt. Inläckaget förväntas fördela sig ojämnt utefter tunnelsträckningen.

Detaljerade förutsägelser av vilken påverkan en viss sträckning kommer att få låter sig inte göras utan detaljerade undersökningar av varje enskilt område. Inom ramen för denna utredning har en översiktlig bedömning av hur olika alternativa sträckningar förhåller sig till varandra vad gäller grundvattenrelaterade miljökonsekvenser gjorts. Undersökningen har gjorts utifrån befintligt kartmaterial och tidigare utförda undersökningar.

Påverkan på de delar av utredningsområdet som berörs på samma sätt av samtliga alternativ (det vill säga sträckan från Sickla station och österut) har inte bedömts, då denna påverkan inte är alternativ-

skiljande. En värdering har dock gjorts. Allmänt kan sägas att dessa östra delar av utredningsområdet generellt bedöms vara mindre komplicerade ur grundvattenavseende, varför konsekvenserna för de ej bedömda delområdena bör vara på den lägre delen av bedömningsskalan.

Grundvattenbortledning utgör tillståndspliktig vattenverksamhet enligt miljöbalken och god kännedom om grundvattensystemen i området är även en viktig faktor för senare projektering av anläggningen. Detaljerade undersökningar av grundvattenmagasin, lerområden, brunnar och andra skadeobjekt kommer därför att göras i senare skeden av planeringsprocessen.

Inom ramen för tillståndsprövet kommer även ansvars- och ersättningsfrågor vad gäller påverkan på tredje man hanteras. Detta gäller exempelvis negativ påverkan på byggnader, energibrunnar och dricksvattenbrunnar där sådana förekommer.

12.1 Bedömningsgrunder

För respektive alternativ har ett antal delområden definierats. För dessa har sedan värdet av grundvattnet i dessa delområden bedömts utifrån vilken betydelse det har för miljön i området. Därefter har det bedömts vilken påverkan på grundvattnet i respektive delområde som kommer att följa av en tunnelbaneutbyggnad. Parametrarna värde och påverkan har sedan använts för att bedöma konsekvens för varje delområde.

Med värde avses här värdet i att inte ytterligare sänka grundvattentryck i grundvattenmagasin ovan respektive under leran.

Grunderna för klassificering av värde är:

Tabell 39: Grunder för klassificering av värde.

Värde	Lerområden	Brunnar
Litet	Få byggnader/anläggningar med grundvattenberoende grundläggning. eller Ringa lermäktighet eller känd låg känslighet för grundvattennivåsänkning.	Få brunnar
Måttligt	Stora lermäktigheter eller många grundvattenberoende grundläggningar.	Många brunnar
Stort	Stora lermäktigheter eller känd hög känslighet för grundvattennivåsänkningar och många grundvattenberoende grundläggningar.	Extremt många brunnar

Det är inte relevant att tala om positiv påverkan vad gäller miljöaspekten grundvatten i detta skede. Indirekt positiv påverkan skulle kunna vara att situationen för befintliga trägrundläggningar förbättras eller att pågående sättningsförlopp hejdas till följd av skyddsinfiltration som utförs för tunnelbaneprojektet. Det är dock i nuläget omöjligt att bedöma effekter på denna detaljnivå, varför endast negativ påverkan har tagits med i bedömningsskalan.

Grunderna för klassificering av påverkan är:

*Tabell 40: Grunder för klassificering av påverkan *Marginalerna mellan rådande övre grundvattenyta och pålavskärningsnivå är ofta små varför skalan är tätare för övre magasin.*

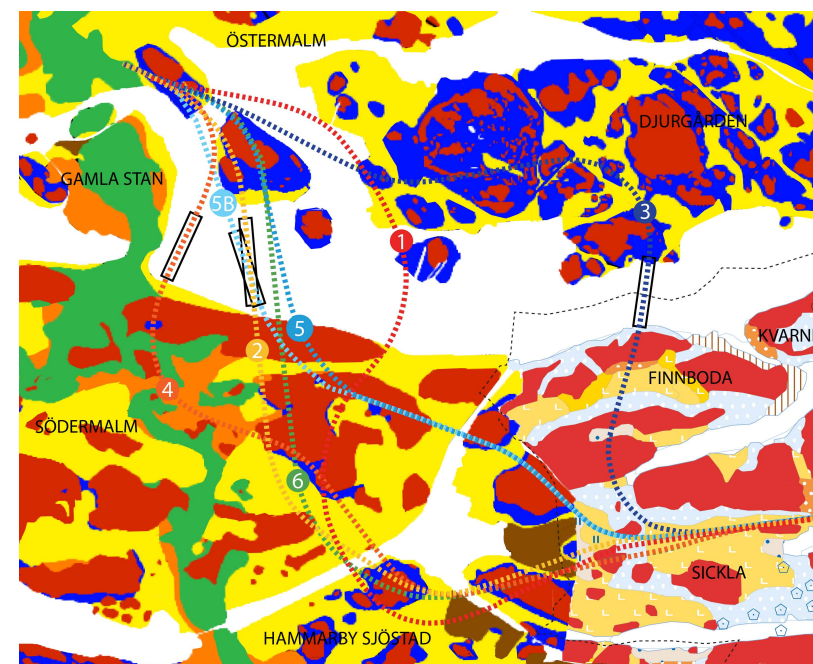
Påverkan	Lerområden [avsänkning i undre magasin]	Lerområden [avsänkning i övre magasin]	Brunnar [avsänkning i brunn]
Ingen påverkan	Mindre än 5 cm	Mindre än 5 cm	Mindre än 1 m
Liten negativ	5-20 cm	5-10 cm*	1-5 m
Måttligt negativ	20-100 cm avsänkning	10-25 cm*	5-20 m
Stor negativ	Mer än 100 cm – 2 m.	Mer än 25* cm	Mer än 20 m eller igengjutning

Utifrån Värde och Påverkan har Konsekvens bedömts utifrån den värderingsmodell som beskrivits i avsnitt 3.2.

12.2 Nuvarande förhållanden, berörda värden

Grundvattnet i Stockholmsregionen är starkt påverkat. Befintliga tunnlar och andra undermarkskonstruktioner har påverkat och försätter att påverka grundvattennivåer och strömningsriktningar. I tätbebyggda delar är grundvattenbildningen dessutom ofta starkt begränsad genom att stora ytor täcks av hårdgjorda ytor där nederbörden leds bort via dagvattensystem. Stockholmsåsen (Brunkebergsåsen, se Figur 70) är områdets enda egentliga betydande grundvattentillgång.

De delar, som kan komma att beröras av tunnelbaneutbyggnaden, saknar i nuläget betydelse som dricksvattenresurs, eftersom dricksvatten tas från Mälaren. Kvaliten är också tydligt, negativt, påverkad av den urbana miljön (Miljöförvaltningen Stockholms stad, 2004). Påverkan på grundvattenkvalitet har därför inte bedömts vara en alternativskiljande fråga och grundvattenkvalitet värdebedöms därför inte i denna utredning.



Figur 70: Jordartskarta. Stockholmsåsen syns som ett stråk av isälvmaterial (grönt) i nord-sydlig riktning genom området. Lera markeras med gul färg i olika nyanser. Övriga färger: rött-berg i dagen; blå (mörk/ljus)-morän; brun-organisk jord; vit-tvatten.

Källa: kombination av Byggnadsgeologiska kartan, Stockholms stad, 1976 och SGU:s jordartskarta, 2013, bearbetning av Ramböll.

Grundvattnet i området är av potentiellt stor betydelse som en teknisk resurs, vilken exempelvis vissa byggnaders och anläggningars grundläggning är beroende av. Grundvattnet kan också vara av betydelse för energiutvinning så kallad bergvärme eller energilagring.

12.2.1 Delområden

Potentiellt värdefulla delområden längs planerade alternativa sträckningar är därför delområden där lerlager av icke försumbar mäktighet förekommer i marken (däribland områden med trägrundläggningar) eller områden med energibrunnar.

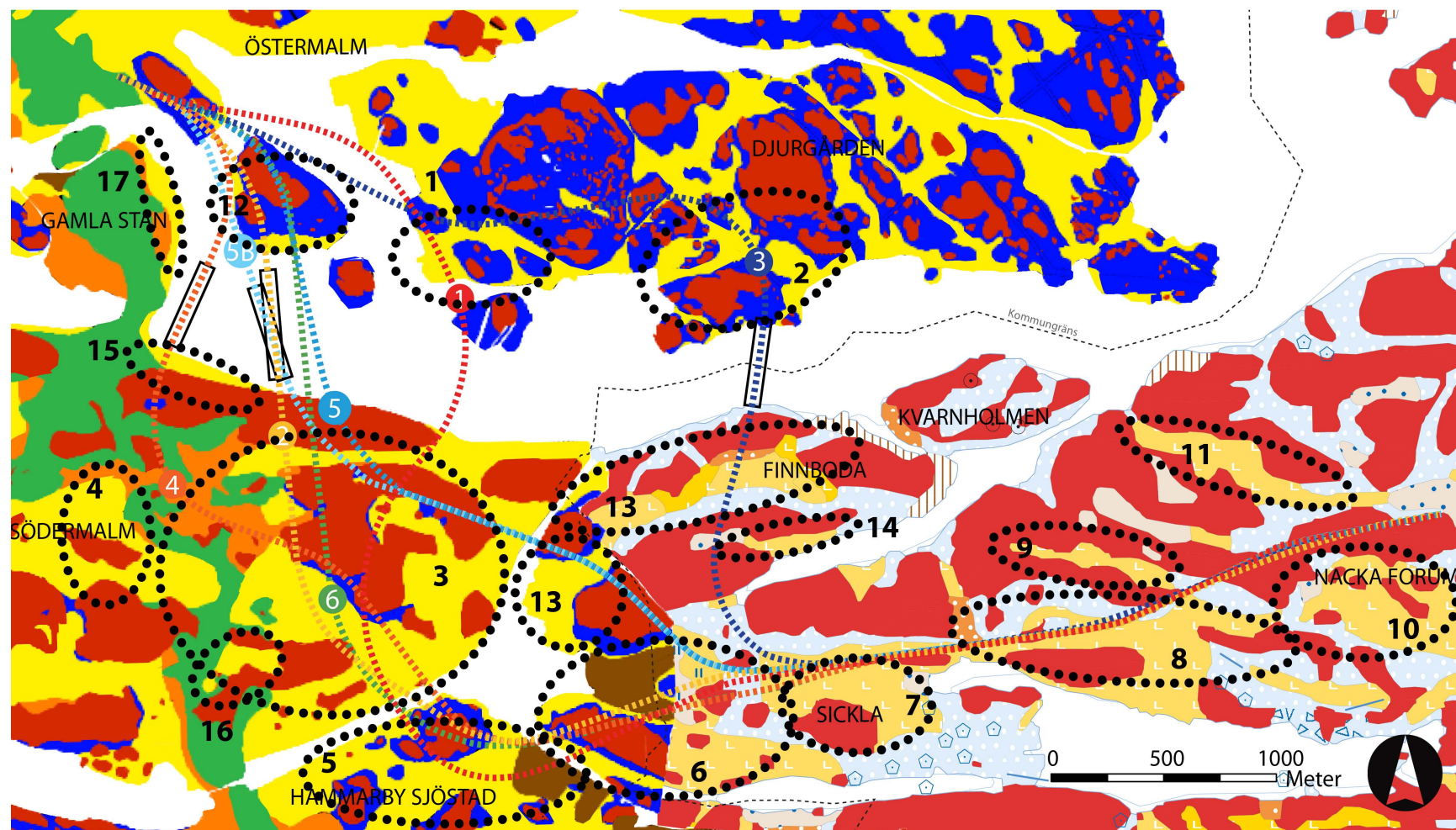
Lerområden

En central fråga för bedömningen av alternativen är de lerområden som finns i närheten av respektive sträckning, se Figur 70. Detta på grund av den risk för marksättningar som förknippas med grundvattennivåsänkning under lera, vilket kan ge skador på byggnader, ledningar och dessas anslutningar till byggnader samt mark med plattsättningar etcetera.

En annan anledning är att byggnader och anläggningar som grundlagts på träpålar och rustbäddar kan skadas till följd av snabbare nedbrytning av träet om grundvattennivån i övre magasin sänks av.

Lerområden som identifierats längs de alternativa sträckningarna presenteras i Figur 71 och en värdering av dem redovisas i Tabell 41.

Ingen direkt hänsyn har tagits till förekomsten av byggnader med kulturhistoriska värden. Indirekt finns dock en koppling i värderingen, eftersom byggnader med grundvattenberoende grundläggning är vanligare bland äldre bebyggelse, vars kulturhistoriska värden generellt också är högre, se kapitel 7.



Figur 71: Identifierade områden med lera samt löpnummer enligt Tabell 41. Källa: Stockholms stad, 1976 och SGU:s jordartskarta, 2013, bearbetning av Ramböll.

Tabell 41: Värde för identifierade lerområden inom området som kan komma att beröras av tunnelbaneutbyggnaden. Med värde avses värdet i att inte ytterligare påverka (sänka av) grundvatten-tryck i grundvattenmagasin ovan respektive under leran. Källor som ligger till grund för bedömningen: Lermäktigheter från byggnadsgeologisk karta (Stockholms stad, 1976), jorddjup från SGU:s jorddjupskarta (2013). Nummer refererar till Figur 71.

Lerområde	Kort beskrivning	Värde
1. Västra Djurgården	Ställvis stora lermäktigheter (cirka 16 m). Sannolikt hög andel byggnader med grundvattenberoende grundläggning (bedömning utifrån byggnadernas ålder).	Måttligt
2. Östra Djurgården	Mestadels tunna jordlager, max 3-5 m. Mestadels obebyggt, det vill säga få byggnader med grundvattenberoende grundläggning.	Litet
3. Östra Södermalm	Stora jorddjup (10-20 m) i centrala delar av lerområdet. Tätt bebyggelse. I nordvästra delen av lerområdet finns ett flertal fastigheter grundlagda på lera, där jorddjupen är kring 5 m. Enstaka hus med trägrundläggning finns nära station vid Sofia (se Figur 9).	Stort
4. Kring Åsö gymnasium	Tätt bebyggelse. Ett flertal byggnader grundlagda på träpålar finns i kvarteret Pelikanen och enstaka byggnadsdel grundlagd på lera. Nuvarande grundvattennivåer i övre magasin ligger ovan pålavskärningsnivå, varför nivån i övre magasin är viktig att upprätthålla såvida inte byggnaderna grundförstärkts, så att pålarnas bärande funktion utgått.	Stort
5. Hammarby Sjöstad	Måttliga jorddjup (5-10 m). Tätt bebyggelse. Generellt få byggnader med grundvattenberoende grundläggning på grund av övervägande nyare bebyggelse.	Måttligt
6. Sickla strand	Måttliga jorddjup (5-10 m). Ett sammanhängande område med organiska jordar finns vid Sickla udde. Sannolikt underlagras den organiska jorden av lera. Tätt bebyggelse. Frekvens av byggnader med grundvattenberoende grundläggning låg på grund av nyare bebyggelse (1980-tal och framåt).	Måttligt
7. Sickla	Tunna jordlager, max 3-5 m. Verksamheter och handel samt skola, mestadels av nyare datum. Äldre industribyggnader, vilka kan förmodas ha grundvattenberoende grundläggning, förekommer dock.	Måttligt
8. Saltsjö-Järla	Tunna jordlager, max 3-5 m, utom nära stranden där större jorddjup förekommer. Flerfamiljshus, villabebyggelse och industri-fastigheter. Byggnader med grundvattenberoende grundläggning förekommer men frekvens oklar.	Måttligt
9. Järneksvägen	Tunna jordlager ger relativt liten risk för sättning och risken för skador till följd av dessa är generellt lägre för villabebyggelse än för större byggnader	Liten
10. Storängen	Tunna jordlager ger relativt liten risk för sättning och risken för skador till följd av dessa är generellt lägre för villabebyggelse än för större byggnader	Liten
11. Vikdalen	Måttliga jorddjup (5-10 m). Villabebyggelse av varierande ålder.	Måttligt
12. Skeppsholmen	Stora jorddjup (10-20 m) mot strandkanten. Gammal bebyggelse, det vill säga troligen hög andel grundvattenberoende grundläggning.	Måttligt
13. Danviken	Mestadels tunna jordlager, cirka 3-5 m, i västra och södra delen dock 5-10 m jorddjup samt central svacka i Finnroda upp mot 20 m djupt där Alternativ 5 passerar. Bebyggelse i form av flerfamiljshus från 1960-tal och framåt. Frekvens av byggnader med grundvattenberoende grundläggning låg på grund av bebyggelsens ålder.	Måttligt
14. Svindersviks båtklubb	Varierande jorddjup upp till cirka 20 m, där bebyggelsen i form av båtklubbar finns upp till cirka 10 m jorddjup. Gles bebyggelse troligtvis mestadels av äldre datum.	Litet
15. Stadsgårdskajen	Stora jorddjup (10-20 m) mot strandkanten. Frekvens av grundvattenberoende anläggningar oklar.	Måttligt
16. Kolonnen	Jorddjup upp till 10 m, varav cirka 7 m lera. Tätt stadsbebyggelse. Träpålade byggnader på Kolonnen 1 i områdets nordvästra kant.	Stort
17. Kungsträdgården	Jorddjup upp till cirka 10 m, kan dock vara större mot strandkanten. Äldre stadsbebyggelse. Flertal träpålade byggnader förekommer.	Stort

Energibrunnar

En annan omgivningsförutsättning att beakta är förekomsten av energi- och vattenbrunnar längs sträckan. Allmänt är risken för påverkan förknippad med närheten till den dränerande anläggningen, tunnelbanan.

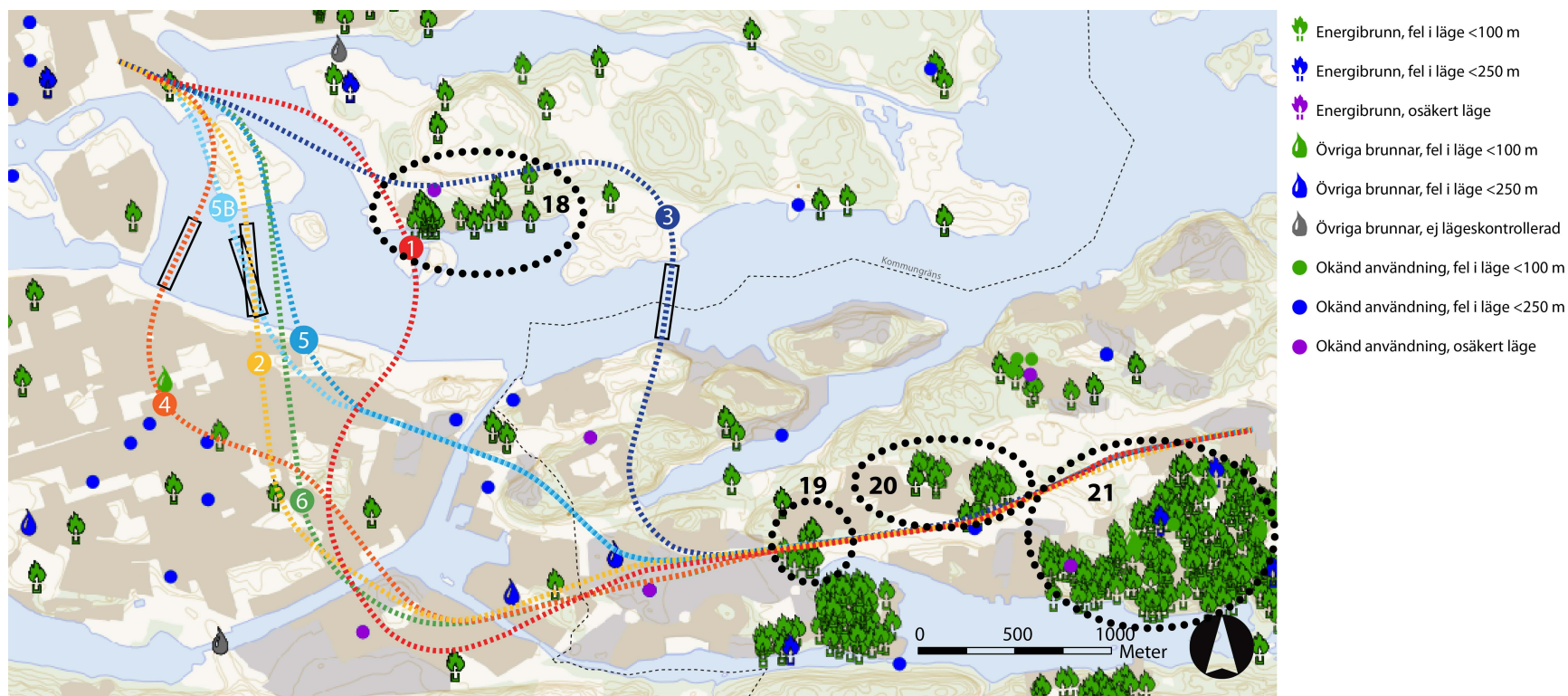
Energibrunnar är den i särklass vanligaste användningen för brunnar i området. Direkt påverkan på sådana kan ske genom att brunnen korsar tunnelsträckningen och därför måste gjutas igen för att förhindra olyckor vid sprängning av tunnelavsnittet.

Indirekt påverkan kan ske genom att vattennivåerna sänks av i energibrunnar (bergvärme) som kommunicerar med spricksystem som påverkas av anläggningen. Detta kan leda till minskat möjligt energiuttag.

I Figur 72 redovisas fastigheter med brunnar. Av figuren framgår att antalet brunnar i närheten av planerade alternativa sträckningar allmänt är litet. Några områden där brunnar är vanligt förekommande finns, men i övrigt ligger endast enstaka brunnar längs de alternativa sträckningarna, se Tabell 42.

Tabell 42: Värde för områden med brunnar som kan komma att beröras av tunnelbaneutbyggnaden. Med värde avses värdet i att inte påverka (sänka av) grundvattennivå i brunnarna ifråga. Nummer refererar till Figur 72.

Område med brunnar	Antal brunnar	Värde
18. Brunnar sydvästra Djurgården	Cirka 10 energibrunnar	Litet
19. Brunnar Sickla stationen	Cirka 10 energibrunnar	Litet
20. Brunnar Järneksvägen	Cirka 15 energibrunnar	Litet
21. Brunnar söder om Nacka forum	Stort antal energibrunnar	Måttligt
22. Brunnar i övrigt	Enstaka	Litet



Figur 72: Brunnar i området. Endast en symbol per fastighet visas oberoende av antalet brunnar inom fastigheten. Identifierade områden enligt löpnummer i Tabell 42. Felangivelsen i teckenförklaringen utgår från vilket sätt brunnarnas läge rapporterats in till brunnarsarkivet (ofta angivelse av vilken fastighet brunnen borrats inom). Noggrannheten är fullt tillräcklig för denna tillämpning. Källa: SGU Brunnarsarkivet, 2013, bearbetning av Ramböll.

12.3 Nollalternativets miljöpåverkan

Nollalternativet, att inget av alternativen genomförs, skulle innebära att negativ påverkan på grundvattenförhållanden helt uteblir. Detta vore åtminstone i det korta perspektivet ensidigt positivt sett till miljöaspekten grundvatten. Det får dock hållas för troligt att andra transportslag skulle behöva byggas ut, vilket sannolikt skulle innebära andra typer av infrastrukturprojekt med inverkan på grundvattnet.

12.4 Miljöpåverkan under byggskedet

Med miljöpåverkan under byggskedet avses påverkan som uppstår till följd av verksamhet som bedrivs under byggskedet. Mekanismerna som styr grundvattenrelaterad miljöpåverkan kan i vissa fall vara mycket långsamma, exempelvis marksättningar i tjocka lerlager, varför effekterna tidsmässigt kan uppträda först efter att driftskedet påbörjats. I den mån påverkan uppstår till följd av verksamheter under byggskedet beskrivs de alltså i byggskede-avsnittet.

Grundvatten kommer att läcka in till de anläggningsdelar som ligger under grundvattenytan, vilket gäller den absolut största delen av tunnelbanan. Bortledning av inläckande vatten, länshållning, kommer därför att ske, både under byggtiden och under drifttiden.

Påverkan på grundvattennivåer i jord är allmänt sett förknippat med större risker än påverkan på grundvatten i berg. Samtliga huvudtunnlar i de studerade alternativa sträckningarna är till klart övervägande del förlagda i berg.

De delar som inte är bergförlagda utgörs av sänktunnel under Saltsjösnittet och anslutningar till denna samt vissa uppgångar från stationer och liknande. Påverkan på grundvattennivåer i berg kan leda till påverkan i jord, men så måste inte ske.

En bedömning har gjorts av vilken påverkan som får förväntas till följd av byggskedet på de värden som identifierats. Bedömningen redovisas i Tabell 43 nedan. Infiltration under byggskedet är en i sammanhanget normal skyddsåtgärd, vilken vid bedömningen förutsatts tillämpas i den omfattning som är nödvändig.

Tabell 43: Bedömda värden, påverkan samt konsekvenser för identifierade lerområden och områden med brunnar inom området som kan komma att beröras av tunnelbaneutbyggnaden. Påverkan och konsekvenser avser **byggskedet**. Nummer refererar till Figur 71 och Figur 72.

Områdesnamn och värde	Alternativ	Beskrivning och motivering	Påverkan	Negativa konsekvenser
1. Västra Djurgården <i>Måttligt värde</i>	1	Alternativ 1 passerar under lerområdet och station med tillhörande uppgångar ska anläggas där. Påverkan begränsas dock sannolikt av närhet till ytvatten och vid behov infiltration.	Måttlig	Måttliga
	3	Alternativ 3 passerar under norra delen av området och station med tillhörande uppgångar ska anläggas. Påverkan bedöms liten på grund av att lerlagret där är tunnare, liksom att avsänkning vid behov kan begränsas genom infiltration.	Liten	Små
2. Östra Djurgården <i>Litet värde</i>	3	Alternativ 3 passerar området. Ingen station är aktuell i området. Påverkan bedöms kunna bli måttligt negativ.	Måttlig	Små
3. Östra Södermalm <i>Stort värde</i>	1, 2, 4, 5, 5B och 6	Samtliga alternativ utom 3 berör området. Tunneln kommer att gå helt i berg. Viss schaktning i jord kan dock bli nödvändig i synnerhet för uppgångar. I områdets västra del (i närheten av Åsen) kan kraftigt vattenförande material förekomma under leran. I detta fall kan det möjligen bli nödvändigt med tillfälliga grundvattennivåsänkningar under kortare perioder. I huvudsak bedöms grundvattennivåsänkningar i undre magasin kunna motverkas med hjälp av infiltration. Sammantaget bedöms därför påverkan på lerområdet som liten.	Liten	Måttliga
4. Kring Åsö gymnasium <i>Stort värde</i>	4	Alternativ 4 passerar strax nordväst om området, vilket innebär en risk för att grundvattennivåer i övre och undre magasin indirekt berörs. I bägge fallen bedöms dock nivåerna kunna upprätthållas med hjälp av infiltration. Sammantaget bedöms därför påverkan som liten.	Liten	Måttliga
5. Hammarby Sjöstad <i>Måttligt värde</i>	1, 2, 4, 6	Alternativen 1, 2, 4 och 6 passerar området. I samtliga fall anläggs station vid Hammarby kanal. Närhet till ytvatten begränsar sannolikt påverkan av stationen och tillhörande uppgångar (vilka troligen innebär öppna schakt i jord). Påverkan i sydöstra delarna av området bedöms komma att minskas genom infiltration. Sammantaget bedöms därför påverkan som måttlig.	Måttlig	Måttliga

Tabell forts. Bedömda värden, påverkan samt konsekvenser för identifierade lerområden och områden med brunnar inom området som kan komma att beröras av tunnelbaneutbyggnaden. Påverkan och konsekvenser avser **byggskedet**. Nummer refererar till Figur 71 och Figur 72.

Områdesnamn och värde	Alternativ	Beskrivning och motivering	Påverkan	Negativa konsekvenser
6. Sickla strand <i>Måttligt värde</i>	1, 2, 4, 6	Alternativen 1, 2, 4 och 6 passerar området. Ingen station är aktuell i eller nära området. Närhet till ytvatten begränsar sannolikt påverkan i västra delen av området. I övrigt bedöms påverkan vid behov hanteras med hjälp av infiltration. Sammantaget bedöms därför påverkan som måttlig.	Måttlig	Måttliga
12. Skepps-holmen <i>Måttligt värde</i>	2, 4, 5, 5B, 6	Samtliga alternativ utom 1 och 3 passerar området. Närhet till ytvatten bedöms begränsa påverkan. Påverkan bedöms därför som liten.	Liten	Små
13. Danviken <i>Måttligt värde</i>	3, 5, 5B	Alternativen 3, 5 och 5B passerar området. Närhet till ytvatten begränsar sannolikt påverkan i västra delen av området. I övrigt bedöms påverkan vid behov hanteras med hjälp av infiltration. Sammantaget bedöms påverkan som måttlig.	Måttlig	Måttliga
15. Stadsgårds-kajen <i>Måttligt värde</i>	4	Mätningar för Slussenprojektet har visat på god kommunikation mellan Saltsjön och grundvattnet åtminstone i västra delen av området. Sannolikt gäller detsamma även längre österut. Påverkan bedöms därför som liten.	Liten	Små
16. Kolonnen <i>Stort värde</i>	2, 4, 5, 5B, 6	Inga alternativ passerar i områdets omedelbara närhet, 2, 4, 5, 5B och 6 dock något hundratal meter bort. Bergklack avgränsar påverkan, vilket i tillägg till avståndet gör att påverkan bedöms som liten även i frånvaro av infiltration.	Liten	Måttliga
17. Kungsträd-gården <i>Stort värde</i>	Samtliga	Samtliga alternativ utgår från Kungsträdgården. Smärre variationer i spårlutning och -riktning finns därefter. Aktuellt för potentiell påverkan bedöms södra delen av lerområdet vara – stationen existerar redan och ger ingen tillkommande påverkan. Väster om bergklacken finns en träpålad byggnad. Isälvsmaterial bedöms underlagra leran varför undre grundvattenmagasin troligen är okänsligt på grund av god kontakt med ytvatten. Direkt påverkan på övre magasin förväntas inte. Därmed bedöms inte det övre magasinet väster om den centrala bergryggen vara känsligt. Övre magasinet öster om bergryggen har sannolikt god kontakt med ytvatten och är därför då inte känsligt för grundvattenbortledning. Sammantaget bedöms påverkan bli liten oavsett alternativ.	Liten	Måttliga
18. Brunnar Sydvästra Djurgården <i>Litet värde</i>	1, 3	Alternativen 1 och 3 passerar området på cirka 65 respektive 30 meter djup under mark. Alternativen passerar i bägge fallen endast i närheten varför påverkan bedöms måttligt negativ.	Måttlig	Små
22. Enstaka brunnar i övrigt <i>Litet värde</i>	Samtliga	Samtliga alternativ passerar nära enstaka brunnar. Det är tänkbart att vissa av dessa kan påverkas kraftigt.	Stor	Måttliga

12.5 Miljöpåverkan under driftskede

Påverkan på grundvatten under byggskedet respektive under driftskedet är i allt väsentligt av samma art. Huvudorsaken till påverkan är i grunden densamma (bortledning av grundvatten) och de värden som påverkas är i stort desamma. Dock är påverkan under driftskedet generellt betydligt mindre, både vad gäller graden av påverkan och påverkansområde. Detta beror på att temporära konstruktioner färdigställts till exempel att öppna schakter för uppgångar och tätning av tunneln avslutats.

Mot bakgrund av resonemanget i förgående stycke har grundvattenpåverkan under driftskedet inte bedömts vara alternativskiljande. Konsekvenserna under driftskedet förväntas vara av samma art men mindre betydande och beröra mindre områden än konsekvenserna under byggskedet, det vill säga små enligt använda bedömningsgrunder.

12.6 Konsekvensbedömning

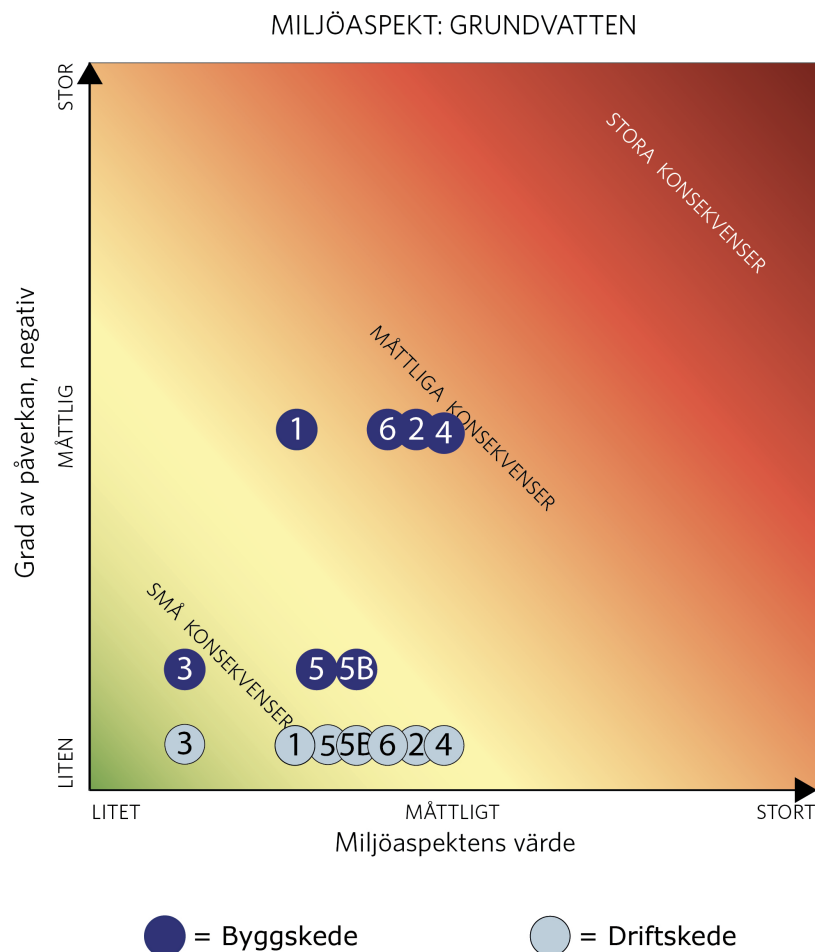
Grundvattenrelaterad påverkan för de olika alternativen enligt bedömningsgrunder ovan, kan sammanfattas enligt Tabell 43 och Tabell 44 samt Figur 73. Bedömningen utgår från grundvattenpåverkan under byggskedet. Detta eftersom påverkan av färdig anläggning inte bedömts alternativskiljande.

Sammantaget bedöms Alternativ 3 vara mest fördelaktigt sett till miljöaspekten grundvatten. Mycket grovt kan sägas att Alternativ 3 är minst krävande ur grundvattensynvinkel då det passerar förhållandevis få områden med känd eller förmodad hög frekvens av byggnader och anläggningar som riskerar att påverkas negativt av en eventuell grundvattennivåsänkning. På grund av detta har Alternativ 4 bedömts vara minst fördelaktigt.

De grundvattenrelaterade problem man kan komma att träffa på är tekniskt lösbara. Det finns stor erfarenhet av att bygga tunnlar och andra undermarkskonstruktioner i Stockholmsområdet och riskerna för negativ miljöpåverkan till följd av grundvattenpåverkan går att hantera i projekteringen och under byggnationen av tunnelbanan.

Tabell 44: Samlad alternativvis konsekvensbedömning.

Alternativ	Byggskede	Driftskede
1	Små till måttliga negativa	Små negativa
2	Måttliga negativa	Små negativa
3	Små negativa	Små negativa
4	Måttliga negativa	Små negativa
5	Små negativa	Små negativa
5B	Små negativa	Små negativa
6	Måttliga negativa	Små negativa



Figur 73: Bedömningsmatris Grundvatten. Siffrorna i cirkelarna motsvarar de olika alternativen.

12.7 Skyddsåtgärder och försiktighetsmått

Tätning av tunneln

Tätning av hela eller delar av tunneln är ett bra sätt att minska inläckaget av grundvatten och därmed riskerna för negativ miljöpåverkan. Detta är närmast ett standardförfarande och betraktas som en del av utförandet och har beskrivits närmare i kapitel 5.

Infiltration

Trots tätning är visst inläckage till bergtunnlarna oundvikligt. För att upprätthålla grundvattennivåerna i områden med grundvattenberoende grundläggning (det vill säga trägrundläggning eller grundläggning av hela byggnader eller endast källargolv på lera som är känslig för grundvattennivåsänkning) kan infiltration användas. Infiltrationen kombineras då med löpande mätning av grundvattennivåer inom ramen för kontrollprogram, i syfte att säkerställa önskad effekt. Infiltration är en i Stockholmsområdet väl beprövad metod.

Infiltrationen kan göras temporärt, i samband med till exempel temporära avsänkningar kring öppna schakter under byggtiden, eller permanent under hela eller delar av tunnelns drifttid.

Grundförstärkning och borbekämpning

Om sannolikheten för skadliga sättningar bedöms hög, eller konsekvenserna oacceptabla kan grundförstärkning av särskilt känsliga eller värdefulla byggnader vara ett alternativ.

Grundförstärkning är resurskrävande och används normalt inte som avhjälpare i större omfattning. Grundförstärkning, eller omläggning, av ledningar kan också genomföras.

För det fall träpålar är i gott skick men en avsänkning av grundvattennivå i övre magasin inte kan undvikas kan borbehandling vara ett alternativ. Det innebär att träpålarna på kemisk väg skyddas mot mikrobiologisk nedbrytning genom att borföreningar injekteras i jorden kring pålarnas övre ände i syfte att förebygga mikrobiologisk nedbrytning av träverket. Metoden är i sig inte förknippade med några negativa miljökonsekvenser av vikt. Detta beror bland annat på att leran kring grundläggningen effektivt begränsar oönskad spridning av borföreningarna.

Kemikaliehantering

Under förutsättning att kemikalieval och kemikaliehantering på arbetsplatser ovan och under jord sker med normal försiktighet bedöms risken för påverkan på grundvattenkvaliteten vara liten.

Dricksvatten- och energibrunnar

Försämradeffekt i energibrunnar till följd av sänkt vattennivå i dem kan åtgärdas genom att brunnarna fylls med sand med god värmeledningsförmåga.

Dricksvattenbrunnar kan ersättas av nya brunnar alternativt kan vattenförsörjning för användare av brunnen ordnas på annat sätt, vilket bör vara relativt lätt i den urbana miljön.

13 Klimat och hushållning

Detta avsnitt belyser tunnelbaneutbyggnadens påverkan på klimatet samt lyfta ett hushållningsperspektiv. Klimatpåverkan beskrivs genom att grovt uppskatta den mängd koldioxidekvivalenter som släpps ut under materialtillverkning, byggtid och när infrastrukturen används. Hushållningsaspekten belyses genom att projektets förbrukning av och påverkan på mark- och vattenresurser, berg- och grusmaterial, energi och bränslen beskrivs.

Då klimataspekten går hand i hand med hushållningsaspekten men har olika innebörd kommer de två här beskrivas separat för att slutligen föras samman till en aspekt med en bedömning.

13.1 Bedömningsgrunder

Till grund för beräkningar av koldioxidekvivalenter finns uppgifter om materialåtgång för injektering, förstärkning, dräner och bergschakt för de olika alternativen, materialåtgång för sänktunnlar samt energiåtgång för arbetsmaskiner i byggskedet. Beräkningarna är baserade på Trafikverkets metod för beräkning av infrastrukturens klimatpåverkan (Trafikverket, 2013).

Förenklingar har gjorts vid beräkningarna. Bland annat har energiåtgången för byggmaskiner begränsats till den tid som det tar att transportera ut bergmassorna längs arbetstunnlarna i respektive alternativ. Under den tiden har även en hjullastare för att lasta massorna medtagits. Detta är en grov förenkling, men sammanräkningar av koldioxidekvivalenter från materialtransporter och materialåtgång resulterar i en relativ jämförelse av alternativen för att identifiera om något/några alternativ kräver signifikant mer koldioxid under byggskedet.

Baserat på bland annat kunskaper om spårburen kollektivtrafik (Trafikverket, 2013) kommer samtliga tunnelbanesträckningar ha stor negativ påverkan under byggskedet och stor positiv påverkan under driftskedet jämfört med nollalternativet.

13.2 Nuvarande förhållanden, berörda värden

Halten av växthusgaser i atmosfären ska enligt FN:s klimatkonvention stabiliseras till en nivå som inte hotar att ändra klimatsystemet. Koldioxid är den mest omfattande växthusgasen och en effekt av utsläppen är bland annat förhöjd genomsnittstemperatur på jorden.

Enligt FN:s internationella klimatpanels (IPCC) femte utvärderingsrapport *Climate Change 2013: The Physical Science Basis* som kom ut i september 2013 kan man utläsa att det viktigaste och rakaste budskapet är att **”Människans påverkan på klimatsystemet är tydlig.”** Detta påstående är bland annat baserat på följande fakta från rapporten:

- Uppvärmningen av klimatsystemet är entydig och många av de iakttagna förändringarna sedan 1950-talet har inte tidigare förekommit under de senaste tusentals åren. Atmosfären och världshaven har blivit varmare, mängden snö och is har minskat, havsnivåerna har stigit och halten av växthusgaser har ökat.
- Individuellt har de tre senaste decennierna varit varmare än samtliga tidigare decennier sedan 1850. På norra halvklotet har perioden 1983 till 2012 förmodligen varit de varmaste 30 åren under de senaste 1 400 åren.
- Energi som är lagrad i klimatsystemet är framför allt lagrad i världshaven. Mer än 90 % av denna energi har ackumulerats mellan åren 1971 och 2010. Det är praktiskt taget säkert att de översta 0-700 meterna blivit varmare mellan 1971 och 2010, och sannolikt att de blivit varmare mellan 1870 och 1971.

- Under de senaste två årtiondena har istäcket på Grönland och Antarktis minskat, glaciärer fortsätter att krympa över nästan hela världen, och havsisen på Arktis samt norra halvklotets vårsnötäcke har fortsatt att minska i omfattning.
- Den genomsnittliga havsnivån har stigit fortare sedan mitten av 1800-talet än vad den gjort under de senaste två årtusendena. Under perioden 1901 till 2010 har den globala, genomsnittliga havsnivån stigit med 0,19 (0,17 till 0,21) meter.
- Den atmosfäriska koncentrationen av koldioxid (CO₂), metan och dikväveoxid (lustgas) i atmosfären har ökat till nivåer som inte förekommit under åtminstone de senaste 800 000 åren. Koldioxidhalten har ökat med 40 % sedan förindustriell tid, främst genom utsläpp från fossila bränslen och i andra hand på grund av markanvändningen. Haven har tagit upp ungefär 30 % av människans utsläpp av koldioxid med havsförurning som följd.

Rapporten slår även fast att: "Fortsatta utsläpp av växthusgaser kommer att vålla fortsatt uppvärmning och ändringar i alla delar av klimatsystemet. För att begränsa klimatförändringen krävs omfattande och bestående minskningar av koldioxidutsläpp".

Varje invånare i Stockholms län släpper årligen ut cirka 3,1 ton koldioxid. Energiproduktionen och vägtrafiken är de största utsläppskällorna av växthusgaser i länet. Tendensen är att energisektorn minskar sina utsläpp då nationella ekonomiska styrmedel gör att fossila bränslen byts ut mot biobränslen och jämfört med år 1990 har energisektorn minskat sina utsläpp av växthusgaser med cirka 60 %. Däremot har vägtrafikens utsläpp istället fortsatt öka i takt med den växande trafikvolymen (Länsstyrelsen Stockholms län, 2011).

För att de totala utsläppen ska minska måste kraftfulla åtgärder vidtas som minskar utsläppen från trafiken. Exempelvis ökad andel kollektivtrafik, energieffektivisering och andra teknikförbättringar för minskade utsläpp från fordon samt effektiviseringar i transportsystemet.

Markresurser

I Stockholmsområdet är det hård konkurrens mellan olika intressen angående hur marken ska användas. Fokus för markanvändningsplaneringen i länet är därför att utnyttja redan exploaterad mark effektivare samt att bättre dra nytta av perifera områden för att på så sätt förbättra pendlingsmöjligheterna för länets invånare.

Berg och grus

Tillgången på naturgrus i Stockholms län är begränsad och strävan är att istället använda bergkross i så stor utsträckning som möjligt. Bergtäkter medför intrång i landskapet som kan vara till men för naturmiljö, kulturmiljö och rekreation. I Länsstyrelsens rapport *Masshantering i Stockholm Län 2000:11* estimerades det år 2000 att åtgången på grus år 2020 blir nio miljoner ton per år. En tänkbar utveckling är att andelen bergkross uppgår till 70 %, att andelen återvunnet material utgör 20 % och att andelen naturgrus är 10 %.

Energi och bränsle

Storstäder är ofta resurssnåla när det gäller energianvändning och så är också Stockholm. Trafiksystemets andel av den totala energiförbrukningen i Sverige är 24 % och består främst av oljeprodukter. Tunnelbanetrafiken är energisnål och drivs med förnybar el från vind- eller vattenkraftverk. En stor andel eldriven kollektivtrafik gör därför att den genomsnittliga resan i Stockholmsregionen förbrukar mindre energi, framför allt en mindre andel fossila bränslen, än vad den genomsnittliga resan i övriga riket gör.

Tunnelbana till Nacka möjliggör en ännu högre andel spårburen kollektivtrafik i Stockholmsregionen som möjliggör en minskning av antal buss- och bilresor jämfört med nollalternativet. Den föreslagna tunnelbanan innebär därför en förbättrad hushållning med energi och bränslen.

Sammanställning av värden

För hushållning har arbetsområdena kring arbetstunnlarnas mynnningar beaktas. Det är oftast mycket centralt belägen mark med ett antaget måttligt till stort värde. Värdet är baserat på antaget högt kommersiellt värde samt att det är mycket trafik kring de aktuella platserna. Byggtrafik och eventuella trafikomläggningar påverkar trafikanterna och boende samt miljön då koldioxidutsläppen ökar vid köbildningar och eventuella omvägar för att förlägga trafiken runt arbetsområdena.

För klimat gäller samma värde för hela utredningsområdet. Värdet är stort eftersom det är viktigt att möta uppsatta klimatmål.

Då områdena för hushållningsaspekten finns inom området för klimataspekten beskrivs de två aspekterna separat men bedöms slutligen tillsammans som en samlad aspekt med ett sammanvägt värde som är stort.

13.3 Nollalternativets miljöpåverkan

Nollalternativet innebär en tänkt situation år 2030 utan tunnelbana till Nacka. Utan tunnelbana till Nacka skulle den nuvarande trafiksituationen i Stockholm förvärras. För Stockholms östra delar skulle det innebära en hög trafikmängd av personbilar och bussar på Värmdöleden och högt tryck på Saltsjöbanan.

Energi och bränsle

Mer energi och bränsle kommer att förbrukas då ingen trafik flyttas från buss- eller biltrafik till tunnelbana.

De samhällsekonomiska beräkningarna rörande en utbyggd tunnelbana till Nacka har visat att jämförelsealternativet, som nollalternativet är baserat på, innebär större utsläpp av koldioxid än samtliga utbyggnadsalternativ beroende på att bilresorna förväntas gå ner i viss mån om tunnelbanan byggs ut.

Markresurser

Inga arbetsområden tas till förfogande för tunnelbaneutbyggnad vid nollalternativet och ytor krävs heller inte till depåområde vilket är positivt.

Andra projekt som kräver markresurser skulle kunna bli aktuella.

Berg

Nollalternativet ger inte uppkomst till bergmassor.

13.4 Miljöpåverkan under byggskedet

Under byggskedet kommer stora mängder bergmassor tas ut från tunnelmynnningarna och transporteras vidare via utskeppningshamnar och/eller på vägar. Detta kommer leda till ökad trafik. Med arbetstunnelmynnningar nära hamnar minimeras antalet och längden av trafikrörelser på vägnätet.

Åtgången av energi och bränsle under bygg- och drifttiden inkluderas i beräkningarna i den mån det är möjligt då genomförande och arbetstunnlarnas placering i dagsläget inte är bestämd. Antagandet avseende arbetstunnellägen beskrivs i kapitel 5. Vid planering av arbetsgången och lokalisering av arbetstunnlar ska antalet och typ av transporter (sjö/väg) beaktas.

Markresurser

Mark kommer att nyttjas under bygget av tunnelbanan. Arealen av störda områden för de olika alternativen är inte alternativskiljande då de antas använda samma läge för arbetstunnelmynningar med tillhörande arbets- och etableringsområden. Det som skiljer alternativen åt är arbetsområden kring stationsuppgångarna, i och med att antalet stationer skiljer sig åt mellan alternativen. Alternativ 1 och 4 antas få sex stationer medan övriga alternativ antas få fem stationer.

Berg

Mängden uttaget berg har ingen direkt negativ påverkan då det kommer att användas vid anläggandet av tunnelbanan och efterfrågan på berg och grus är för tillfället stort i regionen. Att hantera mängden berg kräver energi. Tabell 45 visar uppskattad mängd uttaget berg för de olika alternativen. Detta kan inte anses vara direkt alternativskiljande då det är mindre än 20 % skillnad mellan den största och minsta mängden. Indirekt läggs mängden in i beräkningarna av koldioxidekvivalenter och integreras i bedömningen av alternativen genom att transport och delvis lastning av berg ingår i beräkningarna.

I detta tidiga planeringsskede finns inga beslut om slutlig användning av massorna och dess logistik. Detta bör bevakas i den fortsatta planeringen för att minimera transporter och av uttagna bergsmassor.

Tabell 45: Total mängd berg.

Alternativ	Total 1000 m ³
1	1 213
2	1 062
3	1 019
4	1 162
5	1 027
5B	991
6	1 103

Materialåtgång vid byggskedet

Under byggskedet kommer mängder av material användas för förstärkningsåtgärder, plattformar, sänktunnlar med mera. Åtgången är estimerad för de olika alternativen och är översatt från till exempel cement eller stål till koldioxidekvivalenter. Tabell 46 visar uppskattad materialåtgång för förstärkningsåtgärder för de olika alternativen.

Material för installationer vid stationerna har inte inkluderats i de alternativskiljande beräkningarna. Alternativ med fler stationer kommer att använda mer material, men vara mer tillgängliga för fler resenärer vilket balanserar materialåtgången och det har därför inte setts som alternativskiljande.

För de alternativ där sänktunnlar nyttjas för att gå under Saltsjön har materialåtgång av betong och armering för detta lagts till i beräkningarna.

Från sammanställningen i Tabell 46 kan utläsas att Alternativ 1 och 4 är de som kräver mest förstärkningsåtgärder och därmed har hög materialåtgång.

Tabell 46: Förstärkningsåtgärder kommer att utföras i de olika tunnelalternativen. Uppskattad mängd material för de olika alternativen. Ungefärliga mängder förstärkningar. (Baserat på mängdberäkningar utförda i förstudieskedet).

Alternativ	Total mängd sprutbetong m ³	Totalt antal 3 meters bultar (st)	Totalt antal 5 meters bultar (st)	Total mängd ingjutningsbruk (ton)	Total mängd injektering (ton)	Total volym sprutbetong drän (m ³)
1	12 400	38 800	16 700	440	3 600	9 100
2	11 100	36 700	14 400	400	3 200	7 700
3	10 600	34 300	13 600	380	3 100	7 700
4	11 400	31 900	17 200	395	3 300	8 600
5	10 000	30 100	14 500	360	3 000	7 500
5B	9 700	29 100	14 400	350	2 800	7 200
6	11 000	33 400	14 200	380	3 300	8 000

Energi och bränsle

Vid beräkningarna har uppskattad längd arbetstunnlar och volym av bergmassor, Tabell 45, använts för att kunna jämföra antalet transporter, tiden det tar för transporterna att transportera massor genom den totala längden arbetstunnel samt tillägg för en hjul-lastare som arbetar under den tiden som det tar att köra ut bergmassorna.

Total längd arbetstunnlar för de olika alternativen har grovt uppskattats till:

- Alternativ 1 – 1,6 km
- Alternativ 2 – 2 km
- Alternativ 3 – 1,3 km
- Alternativ 4 – 2 km
- Alternativ 5 – 1,6 km
- Alternativ 5B – 1,6 km
- Alternativ 6 – 2 km

Den arbetsintensiva tiden för att bygga sänktunnlarna har inte beaktats i energi- och bränsleförbrukningen.

Från sammanställningen i Tabell 47 kan utläsas att Alternativ 5 och 5B får en lägre påverkan baserat på att dessa alternativ har den kortaste sträckan. Att Alternativ 3 ligger bra till i jämförelsen är baserat på att längden på arbetstunnlarna är relativt kort vilket leder till mindre utsläpp från arbetsfordonen. Alternativ 5, 5B och 3 har en måttlig till stor påverkan på klimatet och Alternativ 1, 2, 4 och 6 har en stor påverkan på klimatet.

Som jämförelse kan nämnas att en Stockholmare år 2011 nyttjade 1,32 ton koldioxidekvivalenter för resor (Stockholms stad, 2013c). Skillnaden mellan det mest koldioxidkrävande och det minst koldioxidkrävande alternativet rör sig om cirka 3 400 resor under ett års tid.

Tabell 47: Mängd tusen ton koldioxidekvivalenter som arbete och materialåtgång uppskattas ge per alternativ.

	Alternativ 1	Alternativ 2	Alternativ 3	Alternativ 4	Alternativ 5	Alternativ 5B	Alternativ 6
Arbetstunnlar (m)	1,9	2,4	1,6	2,3	1,8	1,9	2,3
Total injutningsbruk (ton)	315	285	270	285	255	250	270
Sprutbetong Armeringsstål 60 kg/ m³	0,9	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,8
Sprutbetong Cement 480 kg/ m³	4 300	3 800	3 600	3 900	3 500	3 300	3 400
Total bult 3 m	1	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,5
Total bult 5 m	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3
Area tunnelinklädnad, sprutbetong dränering	3 400	2 800	2 900	3 100	2 800	2 700	3 000
Banöverbyggnad (enkelspår)	7,0	6,4	6,4	6,7	5,8	5,8	6,5
Injektering	555	485	470	510	465	430	510
Hjullastare (lastar när dumpertrafiken går)	4 400	5 200	3 000	5 600	3 800	3 600	5 300
Dumper (uttransport berg)	2 700	3 100	1 800	3 400	2 300	2 200	3 200
Sänktunnel Betong	0	160	400	125	0	145	0
Sänktunnel Armering	0	6	16	5	0	6	0
TOTAL tusen ton koldioxidekvivalenter	15 600	15 900	12 500	17 000	13 000	12 600	16 000

13.5 Miljöpåverkan under driftskede

Markresurser

Tunnelbanetrafik är mycket yteffektiv då spåret är förlagt under marken vilket är positivt då konkurrensen mellan olika intressen om hur marken ska användas är hård i Stockholm. Då samtliga linjer är förlagda under mark så antas detta inte vara alternativskiljande.

Mynningarna till arbetstunnlarna kommer att finnas kvar i driftskedet då de kan nyttjas för löpande underhåll av tunnelbanan. Detta antas inte vara alternativskiljande.

Samtliga alternativ anses ha en måttlig positiv påverkan på markresurser jämfört med nollalternativet då tunnelbanealternativet förflyttar trafik från markytan ner under marken.

Berg och Grus

Förbrukning av berg och grus är inte aktuellt för driftskedet.

Energi och bränsle

Baserat på de samhällsekonomiska beräkningarna utförda i förstudien, skulle en utbyggd tunnelbana från Kungsträdgården till Nacka, jämfört med jämförelsealternativet (se avsnitt 4.1), innebära en årlig minskning av antal kilogram CO₂ från cirka 1 500 000 till 2 400 000 och en minskning av årligt antal försvunna bilresor med cirka 500 000 till 800 000 stycken enligt Tabell 48.

För busstrafiken har trafikförvaltningen ambitionen att bussflottan ska vara fossilfri år 2025 vilket innebär att indragen busstrafik inte ger någon effekt på CO₂-utsläppen.

Vid driftskedet nyttjas energi bland annat för att driva tunnelbanan, rulltrappor, hissar och belysning. Skillnaderna mellan alternativen anses inte vara alternativskiljande och har inte beräknats.

Tabell 48: Årlig minskning av koldioxidutsläpp (CO₂) till följd av tunnelbaneutbyggnaden.

Alternativ	Årlig minskning av kg CO ₂ , avrundat	Årlig minskning försvunna bilresor, avrundat
1	1 500 000	500 000
2	2 300 000	800 000
3	1 600 000	500 000
4	2 400 000	800 000
5	2 100 000	700 000
5B	2 100 000	700 000
6	2 300 000	800 000

Jämfört med nollalternativen är dock skillnaden stor och positiv när det gäller hushållning med energi och bränsle. Detta är även inkluderat i klimatpåverkan och behandlas fortsatt under klimat.

13.6 Konsekvensbedömning

I detta skede görs en översiktlig summering av konsekvenserna för klimat och hushållning.

Konsekvenserna av byggskedet för tunnelbana till Nacka är stora och negativa då mycket energi och tillgångar nyttjas under byggskedet, se Tabell 49. Alternativ 1 och 4 nyttjar mest material under byggskedet (förstärkningsåtgärder och material i sänktunnlar). Detta material har även nyttjats i beräkningar till koldioxid-ekvivalenter och är en del av klimatkonsekvenserna. Alternativ 5, 5B och 3 framstår som de fördelaktigaste vid beräkningar av koldioxid-ekvivalenter och bedöms ha en måttlig till stor negativ konsekvens på klimatet och Alternativ 1, 2, 4 och 6 har en stor negativ konsekvens på klimatet.

Konsekvenserna av samtliga alternativ i driftskedet för tunnelbana till Nacka har stora positiva konsekvenser då tunnelbanan är mycket energieffektiv jämfört med personbilstrafik samt att SL endast nyttjar grön el för att driva tunnelbanan, se Tabell 49. Belastning på befintliga vägar kommer att gå ner vilket leder till att trafiken kan flyta bättre vilket leder till minskad energianvändning.

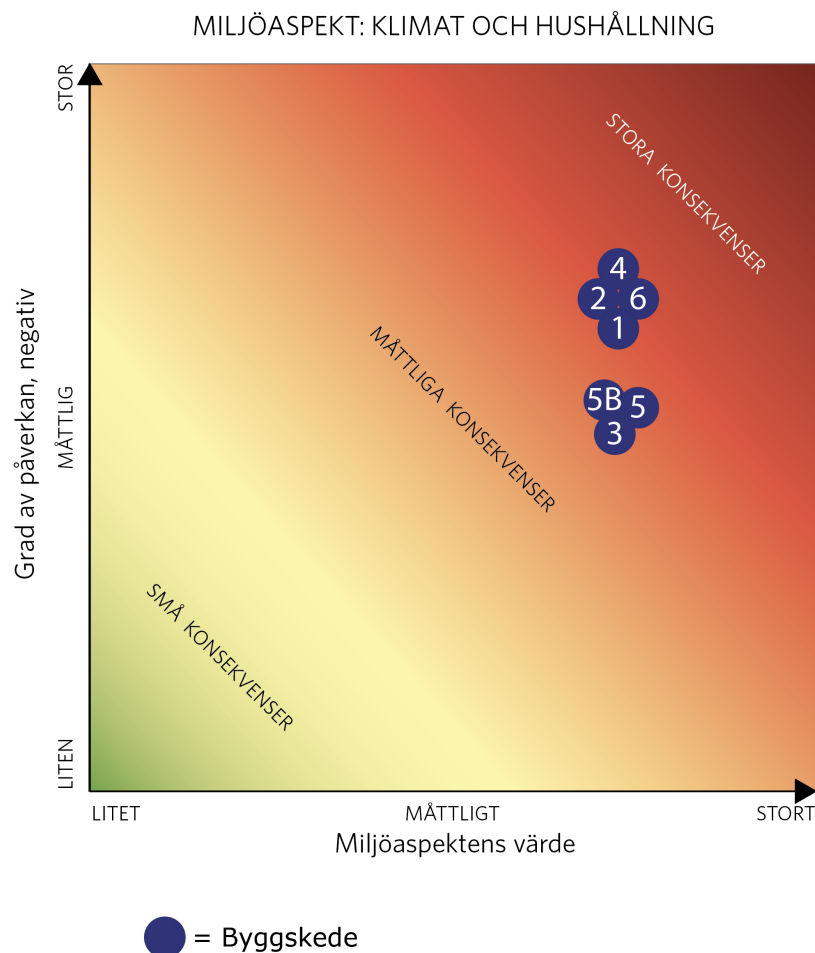
Merparten av de negativa miljökonsekvenserna uppkommer under tunnelbanans byggtid och skillnaderna mellan alternativen är liten sett till tunnelbanans drifttid. När tunnelbanan väl är byggd kommer de negativa konsekvenserna att bli oviktiga. Skillnaderna mellan det mest koldioxidintensiva och det minst koldioxidintensiva alternativets klimatpåverkan under byggskedet, 4 500 000 kg koldioxidekvivalenter, tjänas in efter att tunnelbanan har varit i drift i två år.

Tabell 50: Samlad alternativvis konsekvensbedömning.

Alternativ	Byggskede	Driftskede
1	Stora negativa	Stora positiva
2	Stora negativa	Stora positiva
3	Måttliga till stora negativa	Stora positiva
4	Stora negativa	Stora positiva
5	Måttliga till stora negativa	Stora positiva
5B	Måttliga till stora negativa	Stora positiva
6	Stora negativa	Stora positiva

Tabell 49: Påverkan och konsekvenser under bygg- och driftskedet.

Områdesnamn och värde	Beskrivning och motivering	Påverkan i byggskedet	Konsekvenser i byggskede	Påverkan i driftskedet	Konsekvenser i driftskede
Klimat Stort värde	Påverkas av de utsläpp som har beräknats i koldioxidekvivalenter för de olika alternativen. Påverkan på klimatet är under byggtiden måttlig till stor. Under drifttiden har tunnelbana en positiv påverkan på klimatet.	Alternativ 5, 5B och 3 har en måttlig till stor negativ påverkan på klimatet och Alternativ 1, 2, 4 och 6 har en stor negativ påverkan på klimatet.	Stora negativa konsekvenser	Stor positiv	Stora positiva konsekvenser
Hushållning (Markresurser) Stort till måttligt värde	Tunnelbanan påverkar markresurserna under byggtiden då mark tas i anspråk för arbets- och etableringsområden vid stationsuppgångar och mynningar till arbetstunnlar. Under drifttiden innebär tunnelbaneutbyggnaden att trafik flyttas ned under jord vilket bedöms som en måttlig positiv påverkan jämfört med nollalternativet.	Måttlig till stor	Måttliga till stora negativa konsekvenser	Måttlig positiv	Stora positiva konsekvenser



Figur 74: Bedömningsmatris Hushållning. Siffrorna i cirkelarna motsvarar de olika alternativen. Konsekvenserna under driftskedet är positiva för samtliga alternativ och redovisas därför inte i figuren.

13.7 Skyddsåtgärder och försiktighetsmått

För att minska energianvändningen och klimatpåverkan i de olika skedena bör man redan i planeringsstadiet verka för att minimera infrastrukturens energianvändning och klimatpåverkan i ett livscykelperspektiv genom att inkludera beräkningar om framtida möjliga konsekvenser av koldioxidutsläpp och energianvändning. En livscykelanalys (LCA) är för detta ändamål ett passande verktyg som kan användas och successivt förfinas under hela planerings- och projekteringsprocessen. Genom att beräkna och värdera olika åtgärder i takt med att projektet snävas in och ytterligare information tillkommer kan man genom hela processen styra mot minskad energianvändning och klimatpåverkan i ett livscykelperspektiv.

14 Risk och säkerhet

Syftet med risk- och säkerhetsarbetet i detta tidiga skede av projektet har varit att:

- Översiktligt beskriva vilka risker som är förknippande med de olika sträckningsalternativen för både byggskedet och driftskedet.
- Jämföra de olika alternativen ur riskhänseende.
- Visa hur en acceptabel säkerhet kan uppnås i drift av ny tunnelbana.

14.1 Bedömningsgrunder

I detta avsnitt kommer ingen kvantitativ värdering av sannolikheter och konsekvenser att göras. Identifierade risker kommer att jämföras kvalitativt i en grovriskanalys för de olika alternativen. Analysen syftar till att översiktligt identifiera konflikter och göra en tidig bedömning om möjligheten att genomföra projektet säkert, samt identifiera behov av riskreducerande åtgärder.

Figur 75 visar principen över hur risker värderas. Är sannolikheten och konsekvensen hög, är risken röd, vilket innebär att den är oacceptabel och åtgärder måste vidtas. Grön risk innebär att risken kan accepteras och gul/orange risk innebär att noggrannare studier måste göras.

Sannolikhet	Mycket stor					
	Stor					
	Måttlig					
	Liten					
	Mycket liten					
		Mycket små	Små	Måttliga	Stora	Mycket stora

Figur 75: Riskmatris, som beskriver värderingen av risker. Rött innebär hög risk, orange-gul måttlig risk och grönt låg risk.

Följande risker beskrivs:

- Risker under byggskedet
- Risker under driftskedet
- Risker från omgivningen

14.2 Nuvarande förhållanden, berörda värden

Samtliga sträckningar passerar tät stadsbebyggelse och byggnader med stort kulturhistoriskt värde.

Risker i befintligt tunnelbanesystem

Bränder, som är mer än incidenter, är ytterst sällsynta i tunnelbanan, endast ett drygt tjugotal bränder har skett sedan tunnelbanan började byggas för 80 år sedan. Inga större katastrofer har inträffat och ingen människa har omkommit på grund av brand trots att antalet trafikanter är stort, cirka 320 miljoner om året (2012). Av inrapporterade incidenter härrör cirka 85 % från bränder i askkoppar och papperskorgar, cirka 7-8 % från överhettning av rulltrappor, cirka 5 % från anlagda tidningsbränder i vagn och 2 % från vagnfel, överhettade bromssystem och liknande.

Den typiska dödsolyckan i tunnelbanan är självmord och obehöriga på spårområdet som har blivit påkörda.

Det är inte möjligt att bygga bort alla risker i samhället, exempelvis är det svårt att påverka människors riskbeteende.

14.3 Nollalternativets risker

Nollalternativet, att inget av alternativen genomförs, skulle innebära att risker vid byggande och drift av Tunnelbana till Nacka uteblir. Detta vore i det korta perspektivet positivt. Det får dock hållas för troligt att om inte detta projekt genomförs kommer resandet till Ostsektorn att behöva lösas på annat sätt vilket kan komma att ge andra risker än de som har identifierats för Tunnelbana till Nacka.

14.4 Risker under byggskedet

Fartygskollision

Vid anläggning av en sänktunnel kommer fartyg att användas, vilket innebär en ökad sannolikhet för fartygskollisioner.

Alternativ 2, 4 och 5B kommer bland annat innebära arbete i närheten av hamnarna på Skeppsholmen och södra Blasieholmen samt hamnarna vid Gamla Stan (Skeppsbrokajen och Slussen) med tillhörande inlopp mot Riddarfjärden, vilka trafikeras av privata båtar samt färjetrafik.

För Alternativ 3 kan det finnas konflikter med den tunga sjötrafiken vid Tegelvikshamn på nordöstra Södermalm. En genomfartsled för trafik med mindre fartyg kommer att tillåtas vid en lösning enligt Alternativ 3, dock med begränsad vidd vilket ökar risken för kollisioner samt ökar kraven på samordning. Alternativ 3 innebär även användande av bredare sänktunnelement vilket försvårar bogsering av elementen till etableringsområdet i det fall dessa produceras på annan plats.

Grundvattensänkning

Vid borrhning/sprängning av bergtunnel kan okontrollerat inflöde av grundvatten i tunneln leda till sättningar i överliggande områden med skada på byggnader som följd.

Samtliga alternativ förutom 1 och 3 går under Skeppsholmen; dessa går istället under västra Djurgården och Gröna Lund. Alla alternativ förutom Alternativ 3 går under stora delar av östra Södermalm och Sickla. Konsekvensen beror på byggnadernas grundläggning.

Konflikt med befintliga tunnlar

Det finns ett antal befintliga tunnlar inom de studerade områdena, till exempel lednings- och VA-tunnlar. En risk vid drivning av tunnel är att närliggande tunnlar påverkas negativt.

Alternativ 2, 4, 5, 5B samt 6 föreslås förläggas över eller under en befintlig bergtunnel för renat avloppsvatten.

Alternativ 3 föreslås placeras i närheten av en planerad kraftledningstunnel.

Deformationer och ras

Drivning av tunnel kommer att påverka omgivningen i någon mån. Påverkan på närliggande byggnader och markområden är en risk. Alternativ 4 särskiljer sig då alternativet ansluter sänktunnel till bergtunnel under Slussenområdet mellan Gamla Stan och Södermalm.

Trafikolyckor

Under byggtiden kommer tunga transporter behövas till arbetstunnlarna. Trafikolyckor på grund av ökad tung trafik i närområdet samt brand och explosion är relevanta vid samtliga alternativ. Riskerna för dessa olyckor beror på utformning och placering av byggarbetsplatser samt säkerhets- och övervakningsrutiner och behöver därför inte vara alternativavskiljande.

Kollaps i spont eller muddringsutrustning

Då förläggning av sänktunnel ofta kräver anläggandet av öppna undervattensschakt för anslutningen mellan sänktunnel och bergtunnel så finns det risk för kollaps i spont som kan leda till utsläpp av jordmassor eller spridning av bottensediment i Saltsjön. Detta berör Alternativ 2, 3, 4 och 5B.

Mälarens utlopp i Saltsjön vid Slussen kan försvåra eventuella muddringsarbeten vid arbete för Alternativ 4 eller vid saneringsarbeten efter kollaps av schakt i området men alternativen med sänktunnel 2, 3, 4 och 5B berörs av dessa risker. Konsekvenserna av en sådan kollaps beror till stor del på om jordmassorna som släpps ut i vattnet är förorenade eller inte.

Brand och explosion

Explosiva och brandfarliga ämnen kommer att behöva hanteras inom arbetsområdet och en explosion kan påverka omgivningen negativt. Brand påverkar även från och mot befintlig tunnelbana, särskilt vid Kungsträdgården finns en viss förhöjd risk. Denna risk är inte alternativskiljande.

Fallolyckor

Stora infrastrukturbyggen med ett stort antal olika teknikdiscipliner och entreprenader skapar en komplex och riskabel miljö. Erfarenhetsmässigt inträffar i storleksordningen 25 olyckor per miljon arbetstimmar, som medför minst en sjukdag. Nyckelparametrar för att få ned arbetsplatsolyckorna är att en gedigen säkerhetsorganisation etableras, att tydliga rutiner och instruktioner tas fram och följs upp samt att relevant säkerhetsutbildning genomförs. Detta är inte alternativskiljande.

14.5 Risker i driftskedet

Urspårning

Urspårning drabbar i första hand tågresenärer och människor som vistas på plattformar. Eftersom tågen går i tunnel sker ingen påverkan mot omgivningen. Denna risk bedöms inte vara alternativskiljande.

Brand

Tågbrand utgör i regel en liten risk vid ytan för passagerare och tredje man. I tunnel kan konsekvenserna bli stora för framförallt passagerare men även personer som befinner sig i närheten av mynningar kan drabbas. Brand kan orsakas av el-, motor- eller bromsfel. Anlagd brand inberäknas också här.

Detta bedöms inte vara alternativskiljande utan beror på utformningen av tunnlar och stationer. En viss ökad risk finns för Alternativ 6 som innebär långa branta tunnlar och djupt belägna stationer. Detta medför att utformningen försvåras samt att en lång brant backe möjligen kan öka sannolikheten för överhettning i motor och bromsar.

Kollision

Kollision innebär att två tåg kolliderar med varandra eller att ett tåg kolliderar med något föremål. Kollisioner kan i de värsta fallen leda till stora konsekvenser för passagerare. Denna risk är inte alternativskiljande.

Personpåkörning

Personpåkörning är den vanligaste olyckstypen i tunnelbana. Orsaker till personpåkörning är oftast att obehöriga befinner sig otillåtet i spårområdet. Detta innefattar även självmord. Personpåkörning beror på utformning av tunnlar och stationer och bedöms inte vara alternativskiljande.

Elolyckor

Elolyckor kan inträffa vid trasiga installationer eller om obehöriga tar sig in på spårområdet och bedöms inte vara alternativskiljande.

Sabotage/Terrorism

Förändrad hotbild kan inte uteslutas i framtiden. Sabotage mot tunnelbanan kan ge konsekvenser både för passagerare och för tredje man. Denna risk bedöms inte vara alternativskiljande.

Ras och konstruktionskollaps

Ras eller konstruktionskollaps kan bero på exempelvis feldimensionering och materialfel. Konsekvensen kan bli allvarlig i de fall byggnaders eller frekventerade platser bärverk påverkas. Denna risk bedöms inte vara alternativskiljande.

14.6 Risker från omgivningen

Översvämning

Översvämning kan utgöra en risk genom att höga vattenstånd kan underminera grundläggningen. En tunnel kan även översvämmas vid höga flöden. Denna risk bedöms inte vara alternativskiljande.

Farliga ämnen

Olyckor som kan påverka tunnelbanan är framförallt större olyckor med farliga ämnen vid transporter av farligt gods på väg. Samtliga alternativ kommer att passera rekommenderade leder för farligt gods. Konfliktpunkter med rekommenderade leder är i huvudsak väg 222 från Vikingaterminalen till Lugnets trafikplats samt Södra Länken. Se Figur 76.

Eftersom tunnelbanan är belägen djupt under mark, är risken för olyckor störst vid stationerna. Leder för farligt gods passerar nära stationen i Henriksdal och berör Alternativ 5 och 5B.

Även stationen i Nacka är belägen nära en rekommenderad led för farligt gods och berör samtliga alternativ. Denna risk är beroende på utformning av och placering av schakt, mynningar och entréer.



Figur 76: Röda heldragna linjer är rekommenderade leder för farligt gods. Källa: Trafikförvaltningen SLL, 2012, bearbetning av Ramböll.

14.7 Konsekvensbedömning

Under byggskedet

Ur risksynpunkt bedöms Alternativ 4 innebära störst risk under byggskedet, vilket till stor del beror på konflikter med ombyggnaden av Slussen samt konflikter med befintliga tunnlar.

För Alternativ 3 kan det uppstå viss konflikt med den tunga färjetrafiken till och från Tegelvikshamnen. För Alternativ 1 råder det osäkerheter rörande de risker som är förknippade med dåligt berg eller liten bergtäckning på del av sträckan.

För övriga alternativ finns det en viss skillnad i risken under byggtid beroende på om en sänktunnel (2, 3, 4, 5B) ska förläggas eller inte (1, 5, 6).

Vid en samlad bedömning av byggskedet framstår bergtunnelalternativen som de mest fördelaktiga ur ett riskperspektiv. Alternativ 5 bedöms som minst riskabelt. Därefter kommer Alternativ 6 och 1. Alternativ 2, 3 och 5B bedöms vara likvärdiga medan Alternativ 4 bedöms medföra störst risk.

Under driftskedet

Samtliga alternativ bedöms vara genomförbara med en acceptabel risk för tågresenärer och tredje man.

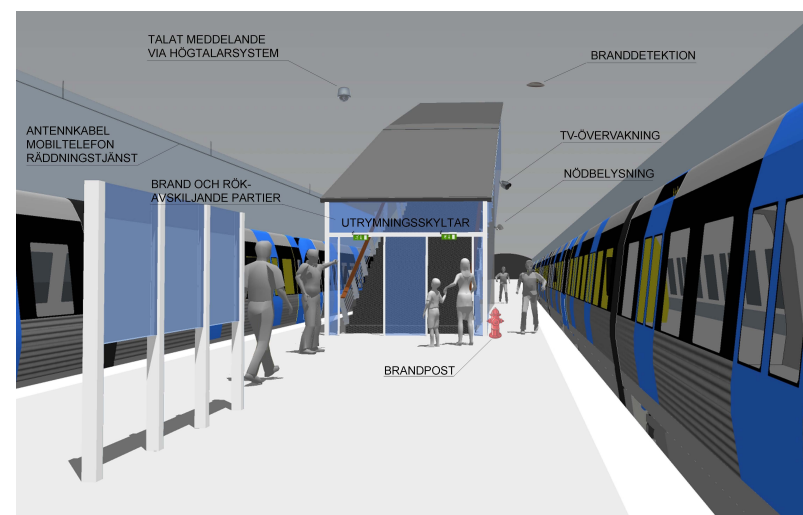
Parametrarna tunnelsektion, tunnelarea, enkel- eller dubbelspår och spårstandard bedöms inte vara olika för de olika alternativen. Inte heller är möjligheten att skapa brandventilationsschakt i anslutning till stationerna alternativskiljande.

Antalet stationer kan vara alternativskiljande men undantas värdering eftersom en sådan värdering är betydelselös i förhållande till nytta med respektive alternativ.

Risk för påkörning med fartyg gäller endast för sänktunnlar. Bergtunnlarna är därmed ett säkrare alternativ.

Alternativ 3 som integreras med vägtunneln erbjuder i särklass bäst möjligheter för räddningstjänsten att göra insats. Alternativ 3 erbjuder också mycket goda möjligheter för en flexibel och enkel ventilationslösning. Alternativ 3 erbjuder också bästa utrymningsförhållande varför det sammantaget bedöms som det mest fördelaktiga i händelse av olycka. Om farligt gods tillåts i vägtunneln innebär detta en viss ökad risk för Alternativ 3 och i händelse av en katastrof/olycka i vägtunneln bedöms alternativ 3 vara det mest utsatta.

Alternativ 4 är i det minst gynnsamma med hänsyn till utrymning och insats.



Figur 77: Exempel på säkerhetsåtgärder på en station.

Samtliga stationer kommer att förläggas på ett relativt stort djup från ytan. De renodlade bergtunnelalternativen innebär ett större djup än vad sänktunnelalternativen innebär. Utifrån ett utrymnings-scenario borde inte stationsdjupet vara det avgörande. Det viktiga är att kunna sätta sig i säkerhet inom viss tid. För räddningsinsatser innebär däremot ett större djup längre insatstider vilket närmare behöver studeras.

Vid en samlad bedömning av driftskedet framstår Alternativ 4 som det minst fördelaktiga. Alternativ 3 bedöms som fördelaktig med avseende på tänkbara händelser, men det minst fördelaktiga i händelse av en katastrofsituation i den intilliggande vägtunneln.

Erforderlig säkerhet under driftskedet kan skapas i samtliga alternativ.

Tabell 51: Sammanfattande bedömning av risker. Rött innebär hög risk, orange-gul måttlig risk och grönt låg risk.

Alternativ	Risker under byggskede	Driftskede	
		Risker för resenärer	Risker för omgivningen
1			
2			
3			
4			
5			
5B			
6			

14.8 Åtgärder och säkerhetsarbete

Säkerhetskonceptet för Tunnelbana till Nacka kommer att uppdateras även avseende på andra risker än brand samt att utbyggnaden medför en ökad personbelastning på framförallt Blå linje. Hur det påverkar övriga tunnelbanelinjer är svårare att avgöra i detta tidiga skeden.

Säkerhetsarbetet pågår kontinuerligt i projektet och nästa steg är att fastställa dimensionerande parametrar till exempel för brand, och utföra inledande analyser av identifierade risker till exempel avstånd mellan utrymningsvägar. Därmed skapas förutsättningar för att det valda alternativet utformas med god säkerhet. En kontinuerlig dialog med berörda myndigheter till exempel i form av scenariospel och mötesserie kommer att anordnas efter att beslut tas om fortsättningen.

Fortsatt säkerhetsarbete behöver fokusera på att utveckla säkerhetskonceptet för tunnelbanan. Vidare utredningar behövs inom de olika olycksområdena.

Säkerhetsåtgärder för utrymning och räddningsinsats i stationer behöver utredas vidare i senare skeden. Särskilt behöver djupt förlagda stationer studeras, och möjlighet till utrymning med hissar.

Även placering och utformning av mynningar till schakt och utrymningstunnlar behöver utredas vidare. Om de placeras nära leder för farligt gods eller riskobjekt kan det bli aktuellt med åtgärder för att förhindra påverkan på tunnelbanan vid en olycka.

För alternativ med sänktunnel (2, 3, 4, 5B) behöver behovet av avskiljande konstruktioner, som förhindra spridning till bergtunnlarna vid en översvämning, utredas vidare i senare skeden.

Konfliktpunkterna med omgivningen är få och vidare utredningsarbete är begränsat till ett fåtal frågeställningar. Vidare utredningar behövs dock för till exempel vilka påkörningslaster som en sänktunnel ska dimensioneras för, samt dimensionering för eventuella påbyggnader ovan betongtunnlar.

14.9 Säkerhetskoncept – principer

Utrymning och räddningsinsats i tunnlar

Vid brand i tåg ska det brinnande tåget köras till närmaste säkra utrymningspunkt, det vill säga närmaste station, och sedan utrymmas. Utrymning i tunnel ska undvikas.

Skälen för detta är många. Vid stationer gäller bland annat följande:

- Utrymning sker i god miljö med normal urstigning, god belysning, inga el- eller påkörningsrisker, effektiva utgångar mm.
- Kontroll av incidenter sker bäst vid station.
- Insats av personal och räddningstjänst underlättas.
- Möjlighet till god brandgaskontroll finns.

Sannolikheten är stor för att tåg kan köras till station så att utrymning kan genomföras där, men sannolikheten för att utrymning behöver genomföras i tunnel är inte så liten att den kan anses försumbar. Därför ska utrymningsvägar anordnas även i tunnlarna.

Utrymning av tunnlar sker enligt samma principer som järnvägstunnlarna Citytunneln, Citybanan och Västlänken. Det innebär utrymningsvägar i form av:

- Utrymningsschakt med trappor.
- Parallell spårtunnel eller parallell utrymningstunnel.

Utrymningen bör helst ske horisontellt till annan brandtekniskt avskild tunnel. Detta kan åstadkommas genom utrymning mellan enkelspårstunnlar eller genom en parallell separat service- och evakuerings-tunnel.

Utrymning genom utgångar direkt till det fria via trappor, mynningar eller liknande är inte att föredra vid djup förläggning.

Avståndet mellan utrymningsvägar styrs i stort sett av vad en framtida analys av möjligheterna till självutrymning visar. Detta beror i sin tur på tvärsnittstorlek, passagerarantal, bredd i gångbanor, dimensionerande brand med mera. Nödbelysning, hårdgjord gångyta invid spår, vägledande markering ska också att finnas.

Insats sker via tunnelmynningar och utrymningsvägar.

Utrymning och räddningsinsats i stationer

Utrymning ska primärt ske via de normala in- och utgångarna (uppgångar). Om detta inte är tillräckligt kan stationerna i undantagsfall kompletteras med särskilda utrymningsvägar.

Stationerna behöver normalt brandgasventilation av plattformar och en avskiljande konstruktion mellan plattformsrummet och trapphus för att säkerställa att utrymning kan ske utan kritisk

påverkan. I botten av trapphusen behövs ett säkert utrymme för utrymmande i väntan på vidare utrymning via trappor, hissar och rulltrappor, samt för rullstolsburna i väntan på assistans. För djupt förlagda stationer övervägs hissar för utrymning, enligt samma princip som i vissa höga byggnader. Detta behöver studeras vidare i kommande skeden.

För att säkerställa att utrymningsvägarna hålls fria från brandgaser bör dessa kunna trycksättas vid brand. Även utrymningslarm, nödbelysning med mera ska installeras.

Räddningstjänsten gör insats från avskild plats vid utrymnings-/angreppsväg i plattformspanet där särskilda anordningar som exempelvis släckvatten finns för räddningstjänsten.

15 Samlad miljöbedömning

Denna miljökonsekvensbeskrivning görs i ett tidigt skede av planeringen av tunnelbana till Nacka och därför finns stora osäkerheter kring utformning av anläggningen och hur den ska byggas. En rad antaganden har därför gjorts angående läge och utformning av stationsbyggnader, arbetstunnlar med mera.

Byggskedet bedöms medföra stora negativa konsekvenser för de flesta aspekter oavsett sträckningsalternativ.

Även om konsekvenserna i byggskedet är stora sker miljöpåverkan under en begränsad tid och är i huvudsak övergående, medan driftskedets påverkan sker under en lång tid.

I driftskedet överväger de positiva konsekvenserna för klimatet. För övriga aspekter är de negativa konsekvenserna små till måttliga.

Sammantaget bedöms att den färdigbyggda tunnelbanan till Nacka kommer att bidra till att minska miljöbelastningen i Stockholmsregionen genom att ge flera möjligheten att resa med spårbunden kollektivtrafik. Eftersom tunnelbanan kommer att gå under mark hela sträckan blir störningarna ovan mark obetydliga.

15.1 Jämförelse mellan alternativen

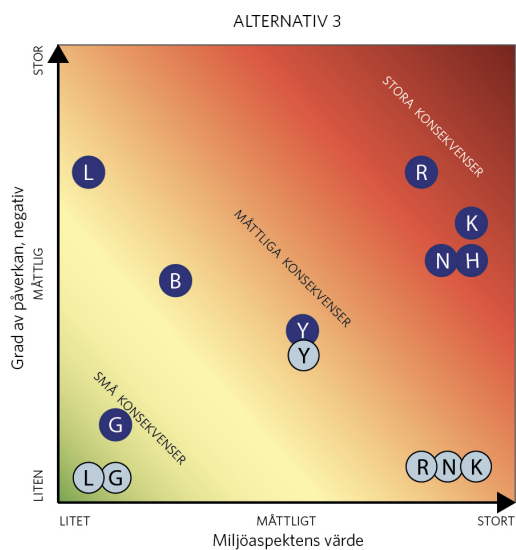
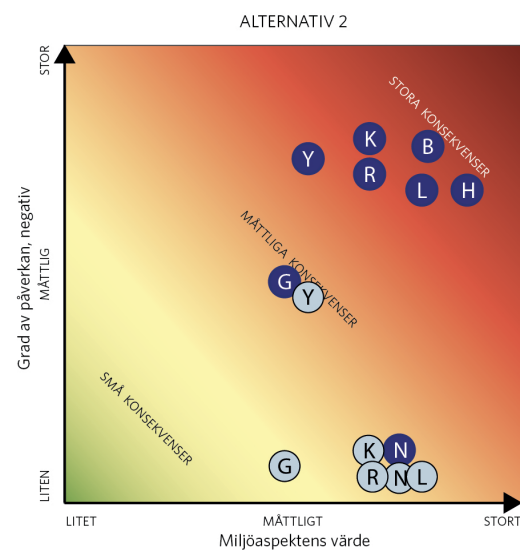
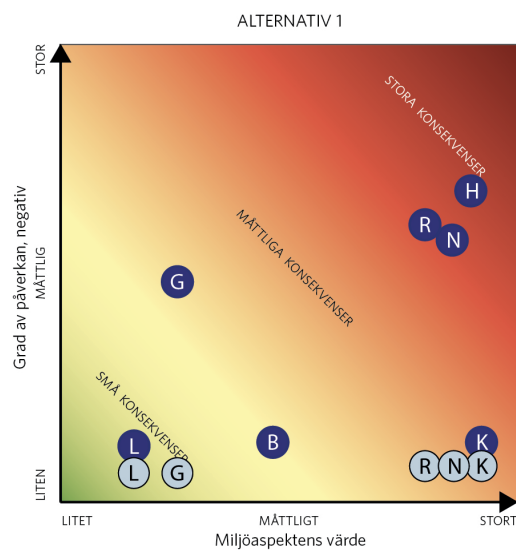
Eftersom Saltsjön är en viktig resurs i staden bedöms alternativen med sänktunnel, (2, 3, 4, 5B) få större negativa konsekvenser än de alternativ som går i bergtunnel hela sträckan (1, 5, 6). Detta gäller för alla miljöaspekter utom grundvatten samt klimat och hushållning.

För miljöaspekten grundvattnet är Alternativ 3 mest fördelaktigt, eftersom det passerar förhållandevis få områden med känd eller förmodad hög frekvens av byggnader/anläggningar vilka riskerar att påverkas negativt av en eventuell grundvattennivåsänkning. Av motsvarande skäl har Alternativ 4 bedömts vara minst fördelaktigt.

För miljöaspekterna klimat och hushållning är skillnaderna mellan de olika alternativa sträckningarna försumbar. Under byggskedet bedöms samtliga alternativ få måttliga till stora konsekvenser. Under driftskedet innebär tunnelbanan till Nacka stora positiva konsekvenser för klimatet för samtliga alternativa sträckningar.

Att väga olika miljöaspekter och dess värde och påverkan mot varandra är svårt, men genom att bedöma dem enligt ungefär samma mall kan ett visst mönster skiljas ut.

I matriserna på följande sidor har bedömda negativa konsekvenser för de olika aspekterna lagts in för varje alternativ. Sammantaget bedöms Alternativ 5 och 6 ge minst negativa konsekvenser. Därefter kommer Alternativ 1 följt av Alternativ 2 och 5B. Alternativ 4 bedöms ge mest negativa konsekvenser.



● = Byggskedet

○ = Driftskedet

B = Buller, stömljud och vibrationer

G = Grundvatten

H = Klimat och hushållning

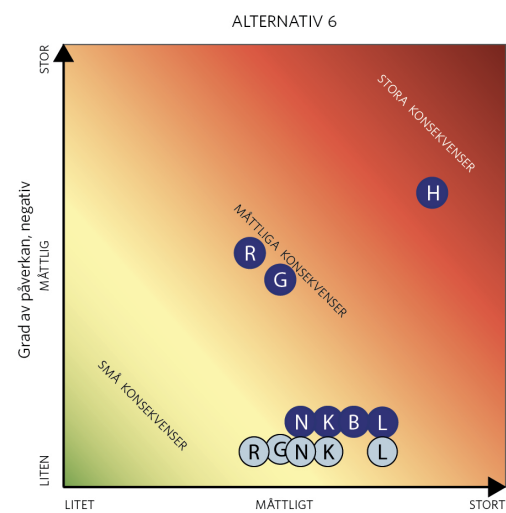
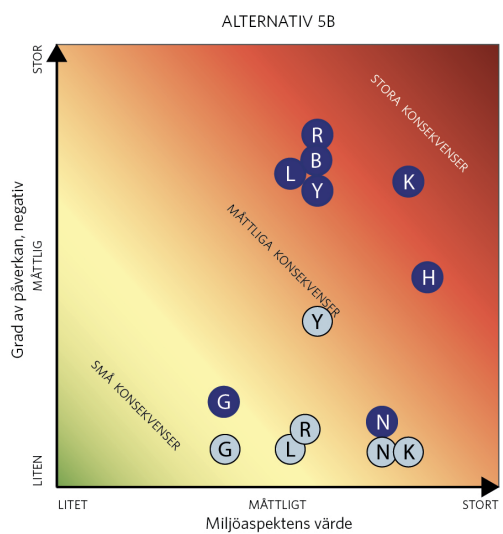
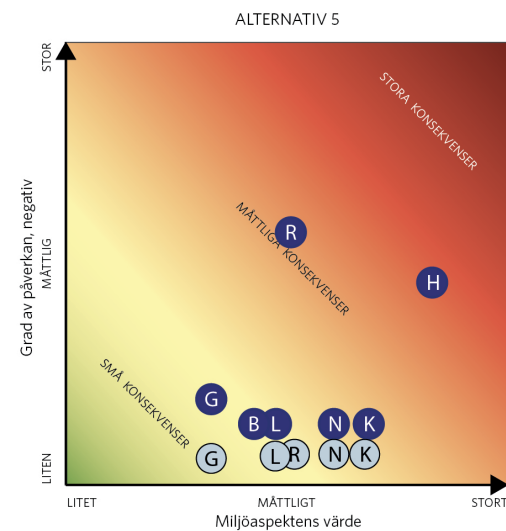
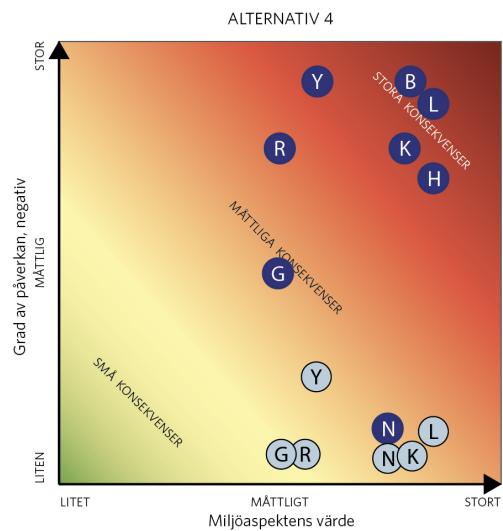
K = Kulturmiljö och stadsbild

L = Luftkvalitet

N = Natur

R = Rekreation

Y = Ytvatten och vattenmiljö



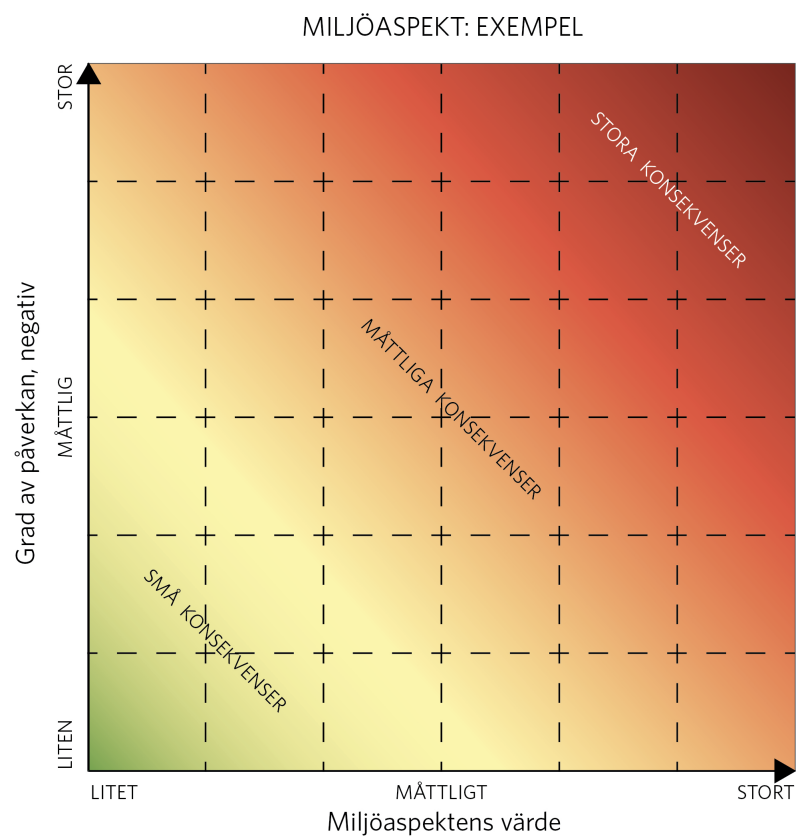
Tabell 52: Samlad konsekvensbedömning för alla alternativ under **byggskede**. För förklaring av kulörer se Figur 78 och Figur 79 på sida 162.

Alternativ	1	2	3	4	5	5B	6
Miljöaspekt							
Kulturmiljö och stadsbild	Måttliga negativa	Stora negativa	Stora negativa	Stora negativa	Måttliga negativa	Stora negativa	Små till måttliga negativa
Ytvatten och vattenmiljö	Obetydliga	Måttliga till stora negativa	Små till måttliga negativa	Stora negativa	Obetydliga	Måttliga till stora negativa	Obetydliga
Naturmiljö	Måttliga till stora negativa	Små till måttliga negativa	Måttliga till stora negativa	Små till måttliga negativa	Små till måttliga negativa	Små till måttliga negativa	Små till måttliga negativa
Rekreation	Måttliga till stora negativa	Måttliga till stora negativa	Stora negativa	Måttliga till stora negativa	Måttliga negativa	Måttliga till stora negativa	Måttliga negativa
Buller, stömljud och vibrationer	Små till måttliga negativa	Stora negativa	Små till måttliga negativa	Stora negativa	Små till måttliga negativa	Måttliga till stora negativa	Små till måttliga negativa
Luftkvalitet	Små negativa	Stora negativa	Små till måttliga negativa	Stora negativa	Små till måttliga negativa	Måttliga till stora negativa	Måttliga negativa
Grundvatten	Små till måttliga negativa	Måttliga negativa	Små negativa	Måttliga negativa	Små negativa	Små negativa	Måttliga negativa
Klimat och hushållning	Stora negativa	Stora negativa	Måttliga till stora negativa	Stora negativa	Måttliga till stora negativa	Måttliga till stora negativa	Stora negativa
Risk och säkerhet							

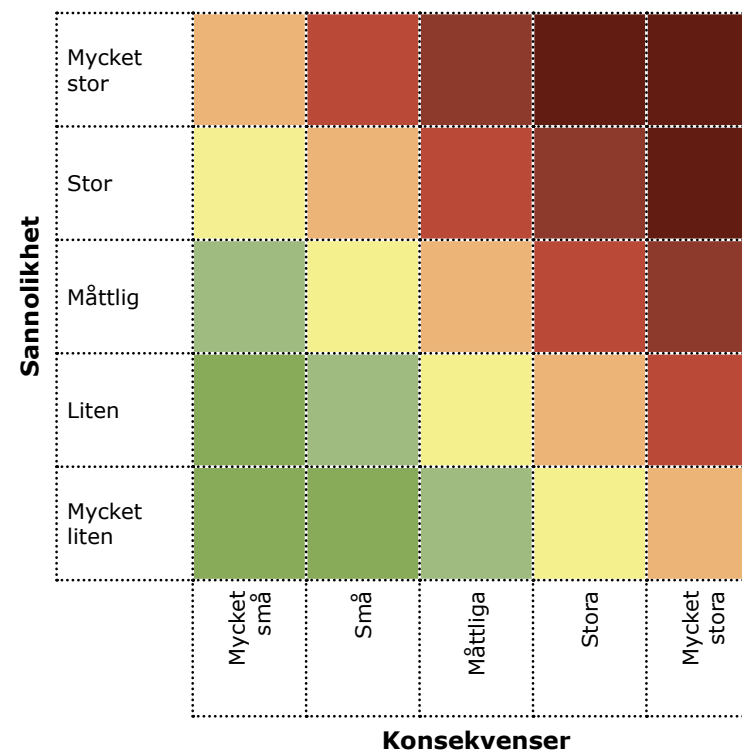
Tabell 53: Samlad konsekvensbedömning för alla alternativ under **driftskede**. För förklaring av kulörer se Figur 78 och Figur 79 på sida 162.

Alternativ	1	2	3	4	5	5B	6
Miljöaspekt							
Kulturmiljö och stadsbild	Måttliga negativa	Små till måttliga negativa	Måttliga negativa	Måttliga negativa	Måttliga negativa	Måttliga negativa	Små till måttliga negativa
Ytvatten och vattenmiljö	Obetydliga	Måttliga negativa	Små till måttliga negativa	Små till måttliga negativa	Obetydliga	Måttliga negativa	Obetydliga
Naturmiljö	Måttliga negativa	Små till måttliga negativa	Måttliga negativa	Små till måttliga negativa	Små till måttliga negativa	Små till måttliga negativa	Små till måttliga negativa
Rekreation	Små till måttliga negativa	Små till måttliga negativa	Små till måttliga negativa	Små till måttliga negativa	Små till måttliga negativa	Små till måttliga negativa	Små till måttliga negativa
Buller, stömljud och vibrationer	Obetydliga	Obetydliga	Obetydliga	Obetydliga	Obetydliga	Obetydliga	Obetydliga
Luftkvalitet	Små negativa	Måttliga negativa	Små negativa	Måttliga negativa	Små till måttliga negativa	Små till måttliga negativa	Måttliga negativa
Grundvatten	Små negativa	Små negativa	Små negativa	Små negativa	Små negativa	Små negativa	Små negativa
Klimat och hushållning	Stora positiva	Stora positiva	Stora positiva	Stora positiva	Stora positiva	Stora positiva	Stora positiva

Risk och säkerhet	Risker för resenärer							
	Risker för omgivningen							



Figur 78: Konsekvensmatris. Gult innebär små konsekvenser, orange måttliga konsekvenser och rött stora konsekvenser.



Figur 79: Riskmatris, som beskriver värderingen av risker. Rött innebär hög risk, orange-gul måttlig risk och grönt låg risk.

15.2 Påverkan på riksintressen

Eftersom större delen av utredningsområdet berörs av områden av riksintressen kommer dessa att påverkas mer eller mindre. Detta har beskrivits närmare i avsnitten om Kulturmiljö, Ytvatten och vattenmiljö samt Natur och rekreation. Bedömningen är att påverkan inte är betydande.

15.3 Avstämning mot miljömål

Projektet tunnelbana till Nacka bedöms bidra till möjligheten att uppfylla generationsmålet då projektet till exempel bedöms möjliggöra bostadsbyggande i kollektivtrafiknära lägen.

Regeringens miljö kvalitetsmål är listade i följande tabell med kommentarer angående möjlig påverkan av tunnelbana till Nacka.

Tabell 54: Regeringens miljö kvalitetsmål.

Miljö kvalitetsmål	Bidrar till måluppfyllelse	Miljö påverkan av tunnelbana till Nacka
1 Begränsad klimatpåverkan	Ja	Preliminärt bedöms tunnelbana till Nacka innebära mindre utsläpp av klimatpåverkande gaser till luft, jämfört med ett nollalternativ (ingen tunnelbana byggs), genom mindre vägtrafikmängder till följd av utbyggd spårtrafik. Byggskedet innebär dock ett förhöjt bidrag av klimatgaser.
2 Frisk luft	Ja	Totalt sett mindre luftföroreningar jämfört med nollalternativ. Vid normal drift bedöms bidraget av luftföroreningar från tunnelbanans ventilation vara mycket begränsat. Under byggskedet kommer utsläpp till luft ske genom byggtrafik och sprängningar.
3 Bara naturlig försurning	-	Inte relevant för projektet.

Tabell forts. Regeringens miljö kvalitetsmål.

Miljö kvalitetsmål	Bidrar till måluppfyllelse	Miljö påverkan av tunnelbana till Nacka
4 Giftfri miljö	Ja	I driftskedet bedöms projektet ha positiv påverkan på möjligheten att nå miljö kvalitetsmålet då mindre vägtrafik jämfört med nollalternativ kan innebära minskad risk för förorenat dagvatten. Val av material är viktigt för att inte bygga in giftiga material i anläggningen. Byggande av sänktunnel i förorenade sediment kommer kräva skyddsåtgärder för att inte orsaka spridning av föroreningar.
5 Skyddande ozonskikt	-	Inte relevant för projektet.
6 Säker strålmiljö	Ja	Magnetiska fält orsakade av tunnelbana till Nacka bedöms inte uppstå på sådant sätt att negativ hälsopåverkan uppstår.
7 Ingen övergödning	-	Inte relevant för projektet.
8 Levande sjöar och vattendrag	-	Inte relevant för projektet.
9 Grundvatten av god kvalitet	Nej	Grundvatten är nästan enbart en teknisk resurs i centrala Stockholm. Kvaliten på grundvattnet antas inte bli påverkad i högre grad, men grundvattensänkningar kan komma att uppstå längs banan. Tätning av berget och andra skyddsåtgärder kommer att behöva göras.
10 Hav i balans samt levande kust och skärgård	Nej	En sänktunnel i Saltsjön kan innebära en påverkan under byggskedet, vilket kommer att kräva skyddsåtgärder. Påverkan under driftskedet bedöms preliminärt bli liten.
11 Myllrande våtmarker	-	Inte relevant för projektet.

Tabell forts. Regeringens miljö kvalitetsmål.

Miljö kvalitetsmål	Bidrar till målupp- fyllelse	Miljö påverkan av tunnelbana till Nacka
12 Levande skogar	-	Inte relevant för projektet.
13 Ett rikt odlingslandskap	-	Inte relevant för projektet.
14 Storslagen fjällmiljö	-	Inte relevant för projektet.
15 God bebyggd miljö	Ja	Totalt sett mindre bullerstörningar jämfört med nollalternativet. Bättre förutsättningar för ett större kollektivresande. Kulturhistoriskt värdefull bebyggelse och miljö kan påverkas. Byggskedet kommer innebära buller- och vibrationsstörningar som behöver begränsas och kontrolleras.
16 Ett rikt växt- och djurliv	Nej	Byggande av sänktunnel kan komma att påverka växt och djurlivet negativt. För ytanläggningar, som uppgångar och ventilationstorn behöver påverkan på växt och djurlivet studeras om grönyta ianspråk tas.

15.4 Avstämning mot miljö kvalitetsnormer

De miljö kvalitetsnormer som är relevanta för tunnelbana till Nacka de för luft och vattenkvalitet. Det finns också miljö kvalitetsnormer för buller, men Trafikförvaltningen omfattas inte av kraven på kartläggning av omgivningsbullerenligt förordningen (SFS 2004:675). Däremot finns nationellt antagna bullerriktvärden att planera utifrån.

Luftkvalitet utomhus

Tunnelbanan i drift släpper ut partiklar och kan därmed påverka halt PM₁₀ och PM_{2,5}. Under byggtiden påverkas luftkvaliteten i huvudsak av kväveoxider (transporter och arbetsmaskiner) och partiklar (PM₁₀ och PM_{2,5}). Miljö kvalitetsnormer finns för samtliga tre parametrar. Preliminärt bedöms att det är normen för partiklar (PM₁₀) som kan vara kritisk.

Baserat på spridningsberäkningar vid ventilationstorn för pendeltågstunneln Citybanan visar att normen för partiklar (50 µ/m³) kan klaras vid en måttlig höjd på tornen (3-5 meter). Detta antas gälla även för tunnelbanan till Nacka.

Vid stadshuvudgatorna med mycket trafik överskrider miljö kvalitetsnormen för PM₁₀ redan i dag. De planerade arbetstunnlarnas mynnningar är i de flesta fall planerade så att omlastning till sjötrafik sker relativt nära tunnelmynningen vilket skulle innebära minimal belastning från byggtrafiken på miljö kvalitetsnormen. Beräkningar av partikelhalter utefter planerade transportvägar kan dock behövas i senare planeringsskede för att se vilken påverkan byggnationen av tunnelbanan har på miljö kvalitetsnormen.

Vattenkvalitet, havsmiljö, fisk

Vattendelegationen beslutar om miljö kvalitetsnormerna, som uttrycker den kvalitet en vattenförekomst ska ha vid en viss tidpunkt. Huvudregeln är att alla vattenförekomster ska uppnå normen god status till år 2015 och att statusen inte får försämrats, men ibland kan undantag göras.

Saltsjön är klassad att ha god ekologisk potential år 2021 och god kemisk status år 2015.

Med planerade skyddsåtgärder vid eventuella sänktunnlar bedöms vattenkvaliteten utanför avskärmat vattenområde inte komma att överskrida någon av miljökvalitetsnormerna för vatten. Frågan behöver dock fortsatt studeras under planering och projektering av en eventuell sänktunnel och dess genomförande.

15.5 Beaktande av miljöbalkens allmänna hänsynsregler

Bevisbörderegeln

Det är verksamhetsutövaren, i detta fall Trafikförvaltningen, som har att bevisa att framarbetat förslag uppfyller de krav som följer av miljöbalkens bestämmelser. Trafikförvaltningen anser att bevisbörderegeln, i detta skede, är så långt möjligt beaktad genom de utredningar som genomförts. Bevisbördan följer projektet i det fortsatta arbetet med system- och bygghandlingar samt med kontroll och uppföljning under såväl bygg- som driftskedet.

Kunskapskravet

Alla som bedriver eller avser att bedriva en verksamhet ska skaffa sig den kunskap som behövs för att skydda människors hälsa och miljön mot skada.

Kunskap inhämtas successivt i det mycket omfattande utrednings- och projekteringsarbete som ingår i planer och tillståndsansökningar med tillhörande MKB samt i systemhandlingar och bygghandlingar. Det gäller naturgivna förutsättningar, bebyggelse och anläggningar, vattenverksamhet, ventilations- och reningsteknik, magnetfält, bullerbegränsande åtgärder, miljöanpassning av byggmetoder, lagstiftning med mera.

Försiktighetsprincipen

Redan kunskapen om att risk för negativ påverkan kan uppstå innebär en skyldighet för verksamhetsutövaren att vidta skyddsåtgärder och andra försiktighetsåtgärder.

Inom projektet kommer det att kontinuerligt bedrivas ett omfattande riskanalysarbete i syfte att förutse risker för oönskade händelser, som i sin tur kan orsaka skada på byggnader, tekniska system samt direkt och indirekt även skada på människa och miljö. Det gäller både bygg- och driftskedet. Analyserna ger underlag för de anpassningar av byggmetoder, anläggningsutformning och drift som tillgodoser försiktighetsprincipen.

Bästa möjliga teknik

För yrkesmässig verksamhet ska bästa möjliga teknik användas för att förebygga skador och olägenheter.

Kraven på hänsyn gäller i den utsträckning det inte kan anses som orimligt att uppfylla dem. Vid bedömningen ska särskilt beaktas nyttan av skyddsåtgärder och andra försiktighetsåtgärder jämfört med kostnaderna för sådana åtgärder.

Tunnelbana till Nacka beräknas kunna börja byggas tidigast år 2018 och pågå till andra halvan av 2020-talet. Den långa byggtiden medför att det finns anledning att i flera fall bevaka en teknikutveckling, som bättre än nuvarande teknisk utformning och byggmetoder kan komma att tillgodose kravet på effektivitet och miljöanpassning.

Lokaliseringsprincipen

För verksamheter och åtgärder som tar i anspråk mark eller vattenområden, annat än helt tillfälligt, ska sådan plats väljas som är tillämpligt med hänsyn till miljöbalkens mål och tillämpningsområde (kapitel 1) samt grundläggande och särskilda hushållningsbestämmelser (kapitel 3 och 4). Detta måste studeras vidare när ett alternativ har valts.

Hushållnings- och kretsloppsprincipen

Man ska hushålla med råvaror och energi samt utnyttja möjligheterna till återanvändning och återvinning. I första hand ska förnybara energikällor användas.

Tunnelbana till Nacka skapar ett stort överskott av bergmassor, som antas kunna återanvändas i olika fraktioner för byggande inom regionen. Projektet skapar utrymme för en växande spårtrafik med tunnelbana och anslutande spårvagnstrafik. Därmed skapas förutsättningar för att minska vägtrafiken i området och att minska användningen av fossila bränslen. Tunnelbanan drivs med förnybar el från vind- eller vattenkraft och bidrar därför inte växthuseffekten lika mycket som användandet av fossila bränslen. Miljöbalkens hushållnings- och kretsloppsprincip anses bli väl tillgodosedd i projektet.

Ansvar för att avhjälpa skador

Skador ska avhjälpas i samband med arbete i förorenad mark. Platsens verksamhetsutövare är ansvarig för eventuella föroreningar. För skador som upptäcks i ett senare skede är eventuella tidigare verksamhetsutövare ansvariga. Riskområden för markföroreningar bör kartläggas och beredskap skapas för att ta omhand eventuella föroreningar som kan påträffas på land och i vatten.

Om det valda alternativet innebär en sänktunnel kommer muddring i förorenade sediment att krävas. Tillstånd ska i så fall sökas hos mark- och miljödomstolen. I tillståndsprocesser hanteras skadereglering kopplat till vattenverksamheten.

Andra situationer är sådana där tunnelarbeten och andra arbeten kan orsaka skador på byggnader eller anläggningar. Med detaljerade riskanalyser som underlag görs nödvändiga skadeförebyggande åtgärder och där skada ändå uppstår kommer Trafikförvaltningen ansvara för reparationer och kompensationsåtgärder.

Trafikförvaltningen åtar sig således att i den mån det är rimligt förebygga och vid behov avhjälpa och kompensera för skador till följd av tunnelbanan och har därmed uppfyllt sitt ansvar enligt miljöbalken.

Nyttjandeintressen

De nyttjandeintressen som berörs är vattenförsörjning, sjöfart och fiske. Inget av dessa intressen anses komma att bli negativt påverkade av tunnelbanan under drift och inte heller väsentligt under byggtiden.

16 Samråd

Samråd har bedrivits på flera olika sätt och med olika parter – allt från webenkäter och möten öppna för allmänheten till återkommande arbetsgruppsmöten med berörda kommuner och Trafikverket.

Under perioden den 7 december 2012 till den 7 januari 2013 fanns en digital enkät tillgänglig. Information om den tidiga dialogen fanns i dagspressen, lokalpressen, på sl.se samt på Clear Channel (digitala annonsplatser) i tunnelbanan.

I april 2013 bjöd Trafikförvaltningen in till samrådsmöten samt möjlighet att lämna skriftliga synpunkter under perioden 2 april-30 april. En broschyr med information och samrådsinbjudan skickades ut via posten den 2-3 april till myndigheter, organisationer och intressenter samt till alla adressater inom ett stort område som grovt kan sammanfattas med Stockholm City, Djurgården, östra Södermalm, Nacka och Värmdö.

Av de många synpunkter som inkom till Trafikförvaltningen i samband med samrådet i april 2013 handlade de flesta om förordnande av alternativ. Några föreslog även nya sträckningar, förlängningar och nya stationslägen. Uttryck för oro gällande miljöpåverkan, framför allt under byggtiden fanns också bland de inkomna synpunkterna. Trafikverket har sammanställt och bemött inkomna synpunkter.

En arbetsgrupp bestående av tjänstemän från Stockholms stad, Nacka och Värmdö kommuner samt Trafikverket har träffats ungefär varannan vecka sedan augusti 2012 för utbyte av information.

Återkommande möten har även hållits med Trafikverket för att diskutera kring möjligheterna för en samförläggning/samplanering av tunnelbana och väg över Saltsjön.

Vid behov har även enskilda möten hållits med berörda eller intressenter. Som exempel kan nämnas att möten hållits med intressentsammanslutningen YIMBY (Yes In My Back Yard) samt företagen Sweco och Veidekke där deras respektive utformningsförslag har diskuterats. Andra exempel är att möten hållits med Nobel Prize Center samt med Statens Fastighetsverk för att diskutera utformning och anläggning av tunnelbaneförlängning från befintlig station på Kungsholmen.

Ett tidigt samråd har hållits med Länsstyrelsen i Stockholms län 2013-06-13.



Figur 80: Samråd, april 2013. Foto: Kari Kohvakka.

17 Fortsatt arbete och tillkommande provningar

Arbetet med Förstudien för Tunnelbana till Nacka pågår. När ett alternativ är valt påbörjas projekteringen för det valda alternativet och underlag för tillståndsprövning av vattenverksamhet och eventuellt miljöfarlig verksamhet samt för detaljplanering enligt Plan- och bygglagen (PBL) tas fram. MKB-arbetet som nu har inletts kommer att fortsätta och detaljeras under hand.

Trafikförvaltningen tar löpande ställning till val av teknisk utformning och arbetsmetoder. I vissa delar avgörs valet av teknik och metod först i samband med entreprenadupphandling och i samråd med vald entreprenör.

Denna MKB bygger på den kunskap som är tillgänglig i december 2013. Slutgiltigt behov av tillkommande provningar är inte färdigutrett, men hanteras löpande inom ramen för den miljösamordning som sker i projektet, nära kopplat till projekteringen. I och med att grundvattenbortledning följer av alla alternativ är det dock givet att tillståndsprövning för vattenverksamhet blir aktuellt.

Tillåtlighetsprovning

En utbyggnad av Tunnelbana till Nacka skulle kunna vara ett projekt som regeringen kan tillåtlighetspröva. Efter regeringens tillåtlighetsprovning, alternativt om regeringen inte tar upp projektet för provning, fortsätter planering och provning av projektets närmare utformning.

Tillstånd till vattenverksamhet kapitel 11 miljöbalken

Tillstånd för vattenverksamhet ska sökas för sänktunnlar, för bortledning av grundvatten från bergtunnlarna samt för skyddsinfiltration och anläggningar för detta.

Tillstånd till miljöfarlig verksamhet kapitel 9 miljöbalken

Tillfällig eller permanent uppläggning av fasta ämnen såsom jord- och bergmassor kräver tillstånd från länsstyrelsen i de fall verksamheten bedöms medföra ”ej ringa föroreningsrisk”. Om föroreningsrisken bedöms som ringa krävs anmälan till kommunen. Behandling av fasta ämnen såsom bergkross, jordsortering och liknande kan kräva särskilda tillstånd. En särskild plan för hantering av massor ska tas fram.

Utsläpp av förorenat vatten från tunneldrivningen samt sanitärt avlopp från manskapsbodar ska anmälas till kommunen/miljöförvaltningen.

Tillstånd till transport av avfall

De entreprenörer som anlitas för eventuella transporter av förorenad jord eller annat farligt avfall ska ha särskilt tillstånd.

Ingrepp i fornlämningar

För åtgärder som kan skada fornlämningar och fornlämningsmiljöer krävs tillstånd från länsstyrelsen, som ställer villkor för arkeologiska åtgärder såsom förundersökning och i förekommande fall även arkeologisk slutundersökning. För arbeten som sker inom områden som redan tidigare är utschaktade kan länsstyrelsen lämna tillstånd utan villkor eller med anmälningsplikt enligt kulturmiljölagen.

För ingrepp i fasta fornlämningar och fornlämningsmiljöer krävs tillstånd från länsstyrelsen.

Bygg-, mark- och schaktlov

För stationsbyggnader och ventilationstorn krävs bygglov. När det gäller tillfälliga markanspråk i form av arbets- och etableringsområden krävs också bygglovprövning utan föregående planläggning.

17.1 Miljöfrågor som ska utredas vidare

I det fortsatta arbetet med systemhandlingarna och med att miljöanpassa projektet och dess genomförande, kommer att flertal tekniska redovisningar och miljöstudier att behövas.

Följande sakområden bedöms vara särskilt viktiga att utreda vidare:

- Buller och stomljud under byggtiden
- Arbetet i/vid fornlämningar samt utformning av ovanjordsanläggningar i skyddsvärda kulturmiljöer
- Stationsentréer och miljön kring dessa
- Grundvattensänkning av inläckande vatten i tunnlar
- Hantering av förorenat vatten från tunnlar med mera
- Hantering av muddermassor (om sänktunnelalternativ väljs)
- Hantering av bergmassor
- Ventilation och partikelavskiljning
- Hushållning och energi
- Förekomst av hotade och/eller skyddade arter (om ingrepp/påverkan) i naturmiljöer

Buller och stomljud under byggtiden

Trafikförvaltningen bör fortsätta arbeta med bullerfrågan för att minimera störningar. Det är av stor vikt att kontinuerligt informera boende och verksamma i området för att minimera problematiken. Genom produktionsplanering och avtal med entreprenörer samt i samråd med fastighetsägare och boende, kommer Trafikförvaltningen att påverka val av utrustning och byggmetoder.

Kulturmiljöer och stationsentréer

Byggande av Tunnelbana till Nacka innebär ingrepp i fornlämningsområdet centrala Stockholm, RAÄ 103, vid stationsentréer, ventilationsschakt och andra ovanmarksanläggningar vid stationsentréer. Stationsentréer antas utformas och placeras med omsorg för att skapa en positiv inverkan på platsen.

I den fortsatta projekteringen kommer utformningen att studeras och ett styrande gestaltungsprogram bör tas fram. Ventilationsanläggningarnas inpassning i stadsmiljön behöver samordnas med ventilationstekniska villkor vad avser placering, ytkrav och höjd.

Grundvattensänkning

Beroende på jordarter och bergkvalitet kan vatten läcka in i tunnlar. I den fortsatta projektering kommer detta att studeras närmare.

Hantering av förorenat vatten

Gäller främst alternativen med sänktunnel, där eventuellt förorenat vatten riskerar att rinna ut från tunnlar till Saltsjön. Detta behöver i så fall studeras närmare.

Hantering av muddermassor

Om det valda alternativet är ett alternativ med sänktunnel under Saltsjön blir det aktuellt med muddermassor. Hur detta kan genomföras bestäms i detalj i samråd med länsstyrelsen och prövas som vattenverksamhet av mark- och miljödomstolen.

Hantering av bergmassor

I det fortsatta arbetet med produktionsplaneringen kommer hantering av bergmassor, inklusive mellanlagring och förädling, att närmare studeras för att nå en optimal och miljöbesparande hantering.

Ventilation och partikelavskiljning

Fortsatta studier kommer att klargöra behov och utformning av partikelavskiljning vid stationsplattformarna och vilket samband detta har med de partikelutsläpp som kan förväntas i stadsmiljön. Det är nödvändigt att avväga reningsteknik, ventilationssystem, val av plats för ventilationsutsläpp, utformning av utsläppsanordning (area, höjd med mera) samt möjlig samordning med brandventilation.

Hushållning och energi

I takt med att projektet konkretiseras bör noggrannare beräkningar av koldioxidutsläpp göras.

Förekomst av hotade arter

När ett beslut har tagits om vilken sträckning som ska byggas ska lägen för stationsentréer, arbetstunnelmynningar och leder för farligt gods anpassas till eventuell förekomst av hotade arter.

18 Referenser

Bilder och figurer:

Banverket, 2007, *Miljökonsekvensbeskrivning, Citybanan i Stockholm Järnvägsplan, Dnr. F07-1809/SA20*.

Den Store Danske, 2013, *De levende organismers invandring*, <<http://www.denstoredanske.dk>> [Åtkomst 2013-09-20].

AB SL, 2012, *Åtgärdsvalsstudie – Kapacitetsstark kollektivtrafik till ostsektorn*.

Arbetsmiljöverket, 2001, *Bullertermometer*, <http://www.av.se/teman/buller/termometer_stor.aspx> [Åtkomst, 2013-10-01].

Artportalen, 2013, *Rödlistade arter i Sverige*, <<http://artportalen.se/>> [Åtkomst: 2013-09-03].

Banverket, 2007, *Miljökonsekvensbeskrivning, Citybanan i Stockholm Järnvägsplan, Dnr. F07-1809/SA20*.

Johansson, C. 2005, *Källor till partiklar i Stockholms tunnelbana. SLB analys, Miljöförvaltningen i Stockholm, Stockholm, SLB 6:2005*.

Länsstyrelsen, 2013, *WebbGIS*, <<http://ext-webbgis.lansstyrelsen.se/Stockholm/Planeringsunderlag/>> [Åtkomst: 2013-08-20].

Miljöförvaltningen Stockholms Stad, 2013, *Bullerkartor*, <<http://www.stockholm.se/TrafikStadsplanering/Trafik-och-resor-/Trafik-och-miljo/Trafikbuller/Bullerkartor/>> [Åtkomst: 2013-09-10].

Miljöförvaltningen Stockholms Stad, 2008, *Hjälpreda för miljöfrågor i stadens planering*.

Nacka kommun, 2010, *Bullerkarta Sicklaön, Nacka kommun*.

Riksantikvarieämbetets Fornsök, 2013, *Stockholm - Nacka*, <<http://www.fmis.raa.se/cocoon/fornsok/search.html>> [Åtkomst: 2013-09-10].

SGU, 2013, *Energibrunnar*, <<http://www.sgu.se/kartvisare/kartvisare-brunnar-sv.html>> [Åtkomst: 2013-08-21].

SGU, 2013, *Jordartskarta*, <<http://www.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jordarter-1-miljon-sv.html>> [Åtkomst: 2013-08-19].

SGU, 2013, *Jorddjupskarta*, <http://maps2.sgu.se/kartgenerator/maporder_sv.html> [Åtkomst: 2013-08-20].

Stockholmskällan, 2014, *Tunnelbanan i Stockholm*, <<http://www.stockholmskallan.se/Soksida/Post/?nid=9724>> [Åtkomst: 2014-01-07]

Stockholms stad, 1976, *Byggnadsgeologisk karta*,

Stockholms stad, 2010, *Sportfiske i Stockholmsström*.

Stockholms stad, 2013a, *Stadsmuseets kulturhistoriska klassificering*, <http://kartor.stockholm.se/bios/dpwebmap/cust_sth/kul/klassificering/DPWebMap.html> [Åtkomst: 2013-05-21].

Sweco, 1997, *Grundvatten i Stockholm*.

Trafikförvaltningen SLL, 2012, *Förstudie tunnelbana till Nacka - underhandsrapport till statens förhandlingspersoner*.

Trafikförvaltningen SLL, 2013, *Projektspecifika krav för nyanläggning av Tunnelbana, Förstudie Tunnelbana till Nacka Dnr. SL-2012-03995*.

WoRMS (World Register of Marine Species), 2013, *Marenzelleria neglecta*, <<http://www.marinespecies.org>> [Åtkomst 2013-09-20].

Tryckta källor:

AB SL, 2012, *Åtgärdsvalsstudie – Kapacitetsstark kollektivtrafik till ostsektorn.*

Banverket, 2005, *Miljökonsekvensbeskrivning (MKB) avseende byggande av betongtunnel för tågtrafik i Söderström.*

Banverket och Naturvårdsverket, 2006 (reviderad 2009), *Buller och vibrationer från spårbunden linjetrafik. Riktlinjer och tillämpning, dnr. S02-4235/SA60.*

Banverket, 2007, *Miljökonsekvensbeskrivning, Citybanan i Stockholm Järnvägsplan, Dnr. F07-1809/SA20.*

Gustavsson, M et al, 2006, *Inandningsbara partiklar i järnvägsmiljöer, VTI.*

Havs- och vattenmyndigheten, 2012, *God Havsmiljö 2020.*

Johansson, C et al, 2001, *Partikelhalter i Stockholms tunnelbana. SLB rapport 2:2001.*

IPCC, 2013, *Climate Change 2013: The Physical Science Basis.*

Johansson, C. 2005, *Källor till partiklar i Stockholms tunnelbana. SLB analys, Miljöförvaltningen i Stockholm, Stockholm, SLB 6:2005.*

JP Sedimentkonsult HB, 2009, *Spridning av föroreningar från Beckholmen – Sedimentundersökning i Stockholms hamn.*

Karlsson H, et al, 2005, Subway particles are more genotoxic than street particles and induce oxidative stress in cultured human cells. *Chem. Res. Toxicol.*, 18(1) 19-23

Karolinska Institutet, 2010, *Hälsoeffekter, luftvägar, partiklar i Stockholms tunnelbana, Diariennr: S 05-3111/AL50.*

Länsstyrelsen, 2000, *Masshantering i Stockholms Län, Rapport 2000:11.*

Länsstyrelsen Stockholms län, 2011, *Saldo 2010 Uppföljning av miljömål i Stockholms län, Länsstyrelsen i Stockholms län.*

Länsstyrelsen, 2012, *Vård- och utvecklingsplan för Kungliga nationalstadsparken.*

Medins Biologi AB, 2008, *Projekt Slussen - Bottenfauna upp- och nedströms Slussen 2008.*

Miljöförvaltningen Stockholms stad, 2004, *Grundvatten i Stockholm.*

Miljöförvaltningen Stockholms Stad, 2008, *Hjälpreda för miljöfrågor i stadens planering.*

Nacka kommun, 2011, *Nacka kommuns kulturmiljöprogram.*

Naturvårdsverket, 1999, *Bedömningsgrunder för miljö kvalitet Kust och Hav, Rapport 4914.*

Naturvårdsverket, 2007, *Status, potential och kvalitetskrav för sjöar, vattendrag, kustvatten och vatten i övergångszon, Handbok 2007:4.*

Naturvårdsverket, 2009, *Miljöeffekter vid muddring och dumpning, Rapport 5999.*

Plato et al., 2006, *Luftföroreningar i Stockholms tunnelbana, Rapport från arbets- och miljömedicin, SLL.*

Ripanu G, et al, 2006, Dust in the underground railway tunnels of an Italian town. *Journal of Occup and Environ Hyg*, 3: 16-25.

Seaton A, et al, 2005, The London underground: dust and hazards to health. *Occup Environ Med* 2005;65:355 362.

Socialstyrelsen, 2013, *Remissyttrande: samråd om Förstudie Tunnelbana till Nacka. Dnr 17973/2013.*

Stockholms läns landsting, 2010, *Regional utvecklingsplan för Stockholmsregionen RUF 2010.*

Stockholms stad, 2010, *Promenadstaden Översiktsplan för Stockholm*.

Stockholms stad, 2012, *Föreskrifter Nackareservatet i Stockholms stad*.

Stockholms stad, 2013b, *Arkitektur Stockholm Utställningsförslag*.

Storstockholms lokaltrafik (SL) AB, 2012, *Åtgärdsvalsstudie Kapacitetsstark kollektivtrafik till ostsektorn*.

Sweco, 2011, *PM Bilaga 5, Effekter på recipienten av en sänktunnel liggande delvis ovanpå botten i Saltsjön*.

Svensk standard, 1992, *SS 4604861, Vibrationer och stöt – Mätning och riktvärden för bedömning av komfort i byggnader*.

Svensk Standard, 2004, *SS 25267:2004, Ljudklassning av utrymmen i bostäder*.

Svensk Standard, 2007, *SS 25268:2007, Ljudklassning av utrymmen i byggnader - vårdlokaler, undervisningslokaler, dag- och fritidshem, kontor och hotell*.

Trafikförvaltningen SLL, 2013, *Projektspecifika krav för nyanläggning av Tunnelbana, Förstudie Tunnelbana till Nacka Dnr. SL-2012-03995*.

Trafikverket, 2011, *Klimatkalkyl för byggande av objekt i Nationell Transportplan (NTP) 2014-2025, Samhällsekonomiskt beslutsunderlag*.

Trafikverket, 2013, *Beräkning av infrastrukturens klimatpåverkan i ett livscykelperspektiv för förslag till nationell plan för transportsystemet 2014 - 2025 – Metodbeskrivning och resultat*.

Trafikverket, 2013, *Åtgärdsvalstudie - Tillgänglighet för Stockholm, Nacka, Värmdö och Lidingö, TRV 2013/15692*.

Vägverket, 1993, *Österleden passage under Saltsjön, vattenmål ansökningshandlingar, Ringen och yttre tvärleden*.

Elektroniska källor:

SLU, 2013, *ArtDatabanken*, <<http://www.slu.se/artdatabanken/>> [Åtkomst: 2013-09-25].

Artportalen, 2013, *Rödlistade arter i Sverige*, <<http://artportalen.se/>> [Åtkomst: 2013-09-03].

IMM Karolinska institutet, 2013, TOMAS

Länsstyrelsen, 2013, *WebbGIS*, <<http://ext-webbgis.lansstyrelsen.se/Stockholm/Planeringsunderlag/>> [Åtkomst: 2013-08-20].

Miljöförvaltningen Stockholms Stad, 2013, *Bullerkartor*, <<http://www.stockholm.se/TrafikStadsplanering/Trafik-och-resor-/Trafik-och-miljo/Trafikbuller/Bullerkartor/>> [Åtkomst: 2013-09-10].

Stockholms Läns Museum, 2013, *Finnboda varv*, <<http://www.stockholmslansmuseum.se/faktabanken/kulturmiljoer-i-kommunerna/visa/0182030003/>> [Åtkomst: 2013-08-12].

Stockholms stad, 2013c, *Miljöbarometern*, <<http://miljobarometern.stockholm.se/>> [Åtkomst: 2013-12-10].

Stockholms stad, 2013a, *Stadsmuseets kulturhistoriska klassificering*, <http://kartor.stockholm.se/bios/dpwebmap/cust_sth/kul/klassificering/DPWebMap.html> [Åtkomst: 2013-09-03].

VISS (Vatteninformationssystem Sverige), 2013, *Strömmen*, <<http://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterEUID=SE591920-180800>> [Åtkomst 2013-09-20].

19 Ordlista

Begrepp	Förklaring
Akkumulationsbottnar	Akkumulationsbottnar är bottnar där finmaterial sjunker ner och kontinuerligt läggs i lager på lager.
Aerodynamisk diameter	För att korrigera för olika densiteter hos olika partiklar räknas de om till aerodynamisk diameter, vilket innebär att man räknar ut hur stor partikeln skulle vara om den skulle falla lika snabbt men ha samma densitet som vatten. Det vill säga densiteten 1g/cm^3 .
Akvatisk	Har att göra med vatten eller vattenmiljöer.
Alkalinitet	Alkalinitet är ett mått på vattnets buffertkapacitet, det vill säga mått på vattnets förmåga att tåla tillskott av oxoniumjoner utan att reagera med en pH-sänkning. Man kan genom att mäta alkalinitet bestämma hur känsligt vattnet är för försurning och det ger ett bättre mått på föroreningsgraden än vad pH-undersökningar gör.
Alveoler	Alveoler är små blåsor i lungorna där gasutbytet av syre till blodet sker.
Betydande miljöpåverkan	Förändringar i samhället kan medföra många olika konsekvenser. Bara vissa av dessa konsekvenser kan bedömas vara så komplexa och övergripande att de medför en betydande miljöpåverkan på miljön eller människor. En betydande miljöpåverkan är därför en konsekvens som inte uppenbart eller med lätthet kan överblickas eller åtgärdas.
Biota	Den totala samlingen av organismer i ett geografisk område
Borrkax	Det bergmaterial som kommer ut ur ett borrhål vid borrhning i berg.

Begrepp	Förklaring
dB(A), decibel, ekvivalent- och maximal ljudnivå, momentan ljudnivå	Buller anges i A-vägd ljudtrycksnivå i decibel, dB(A). I Sverige används två störningsmått, ekvivalent respektive maximal ljudnivå. A-vägning innebär att ljudmätarens mikrofonsignal filteras på ett sätt som efterliknar örats förmåga att uppfatta ljud med olika tonhöjd. Med ekvivalent ljudnivå menas en form av medelljudnivå under en angiven tidsperiod, till exempel fem minuter eller ett helt dygn. Med momentan ljudnivå menas uppmätt ljudnivå ett visst ögonblick. Den maximala ljudnivån är den högsta förekommande momentana ljudnivån under exempelvis en passage av ett tåg. En höjning av ljudnivån med 8-10 dB(A) upplevs ofta som en fördubbling av störupplevelsen, och det krävs en förändring med minst 2-3 dB(A) för att den ska märkas.
Efterinjektering	Tätning av sprickor i bergmassa genom injektering av cement- eller polymerbaserade tätningsmedel i borrhål i berget. Utförs efter det att berget i tunneln i fråga tagits ut. Metoden används vid behov som komplement till förinjektering.
Energibrunn	Bergborrad brunn (normalt 100-200 m djupa) som används för att använda berggrunden som värmekälla för energiuttag med värmepump. Systemet som helhet kallas ofta bergvärme.
Fullortsborrning	Borrning av tunnel med bormaskin vars borkrona har samma diameter som tunneln, så kallad TBM, Tunnel Boring Machine.
Förinjektering	Tätning av sprickor i bergmassa genom injektering av cement- eller polymerbaserade tätningsmedel i borrhål i berget. Utförs innan berget i tunnelavsnittet i fråga tagits ut.

Begrepp	Förklaring
Försiktighetsprincipen, myndigheternas försiktighetsprincip	Arbetsmiljöverket, Boverket, Elsäkerhetsverket, Socialstyrelsen och Statens strålskyddsinstitut har utarbetat en vägledning i frågor om hälsorisker och elektromagnetiska fält. Vägledningen ska ge ett underlag för beslutsfattare som i varje enskilt fall behöver göra en skälighetsbedömning där eventuella risker vägs mot tekniska och ekonomiska förutsättningar.
Förstudie	Landstingets investeringsprocess löper från Behovsanalys – Förstudie – Program – Genomförande – Driftstart/Uppföljning
Grundvattenberoende grundläggning	Grundläggning som riskerar att påverkas negativt om grundvattennivån sänks. Exempelvis gäller detta byggnader grundlagda direkt på lera, utan pålar, samt träpålade byggnader.
Hydraulisk konduktivitet	Genomsläpplighet (för vatten) hos jord och bergmaterial.
Infiltration	Tillförande av vatten till jordlager för att höja eller hålla uppe grundvattennivå.
Injektering	Inpumpning av tätningsmedel (oftast i huvudsak cementbruk) i borrhål i berg i syfte att tätta sprickor i berget.
Koldioxidekvivalenter	Gemensam måttenhet för utsläpp av växthusgaser som tar hänsyn till olika gasers förmåga att bidra till växthuseffekten. Används för att beräkna den sammanlagda växthuseffekten av olika utsläpp av växthusgaser. Vid användande av olika material kan det aktuella materialets klimatpåverkan beräknas baserat på tillverkningsprocesser och transporter. Resultatet anges i koldioxidekvivalenter.
Kolloidal egenskap	Uppslamningsegenskap, partiklarna är inte lösta i lösningsmedlet men hålls svävande genom krockar med lösningsmedlets molekyler.
Kompaktionsgrad	Volymminskningen hos djupare liggande sediment på grund av trycket från överliggande sedimentskikt.

Begrepp	Förklaring
Konsolideringssättning	Sättning i lera till följd av till exempel att leran trycks ihop av sin egen tyngd samt tyngd från ovanliggande jordlager eller byggnader. Kan orsakas av grundvattennivåsänkning främst i grundvattenmagasin under lerlagret.
Kristallint berg	Bergarter som saknar porstruktur vilken kan leda vatten i en omfattning som har någon som helst praktisk betydelse. Exempel på kristallint berg är granit. Grundvattentransport sker i kristallint berg i system av sprickor och uppkrossade delar av bergmassan.
Lining	Tät inklädnad, ofta i form av betongrör med diameter något mindre än tunneln.
Luftljud, luftburet ljud	Ljud som transporteras genom luften från bullerkällan till mottagarens öra.
Länsvatten	Länshållningsvatten kallas det vatten som behöver pumpas bort för att hålla en yta fri från vatten då bland annat schakt sker under grundvattenytan eller i vatten innanför täta väggar.
MB, miljöbalken	Miljöbalken är en svensk miljölagstiftning. Miljöbalken har som syfte att främja en hållbar utveckling och på så sätt tillförsäkra nu levande och kommande generationer en hälsosam och god livsmiljö.
Miljökvalitetsnorm	Miljökvalitetsnormer finns i 5 kapitel miljöbalken och är ett styrmedel i det svenska miljöarbetet. Miljökvalitetsnormer ska ange den miljökvalitet som bedöms vara godtagbar för att varaktigt skydda människors hälsa, miljö eller för att avhjälpa skador på eller oangelägenheter för människors hälsa och miljö. Idag finns normer för bland annat luftkvalitet, vatten och omgivningsbuller.
Mm ³	M är en förkortning för Mega som betyder miljon. 1 Mm ³ betyder således 1 miljon kubikmeter.
Muddring	Schaktning jord/sediment under vattnet.

Begrepp	Förklaring
Polycykliska aromatiska kolväten	Finns i stenkol och petroleumprodukter samt bildas vid förbränning av organiskt material. De är aromatiska kolväten med minst tre sammankopplade ringar som ofta avger en stark lukt.
Polymerbaserade tätningsmedel	Plastmaterial, gummimaterial, hårdplaster och termoplaster är exempel på konstruktionsmaterial som baseras på polymerer, i allmänhet med olika tillsatser för att ge materialet önskade egenskaper. Ordet polymer härstammar från grekiskans poly som betyder flera och meros som betyder delar. Polymerer består av långa kedjor uppbyggda av små repeterande enheter.
Pålavskärningsnivå	Betecknar högsta nivå på träpålarna i grundläggningen hos en träpålad byggnad, det vill säga den nivå där byggnadens stomme vilar på träpålarna. Pålavskärningsnivå bör ligga lägre än grundvattennivå i övre magasin för att undvika mikrobiell nedbrytning av träet.
Resuspension	Förnyad suspension av ett utfällt sediment.
Rustbädd	Äldre form av trägrundläggning kännetecknad av korsvis anordnade lager av trävirke som underlag för byggnader. Förekommer i lerområden och är känslig för sänkning av grundvattenytan i övre grundvattenmagasin, vilket kan ge mikrobiell nedbrytning av materialet.
Sedimentationsanläggning	Anläggning där vatten hålls stilla så att suspenderat material (partiklar) tillåts sedimentera det vill säga lämna den lösta vattenfasen.
Sedimentporvatten	Vatten i porerna i sedimentet. Vid förorenade sediment kan förorening spridas till detta vatten som genom diffusion har ett utbyte med den ovanliggande fria vattenmassan.
Slitsborrning	Slitsborrning innebär att man borrar ett antal parallella hål, så tätt att de tillsammans bildar en luftspalt (slits) som sedan dämpar vibrationerna vid en sprängning.

Begrepp	Förklaring
Siltgardin	Används för att hindra spridning av grumlade vattenmassor framförallt vid muddring och andra bottenarbeten. Den består av flytande bojar på vattenytan med geotextilier (fiberduk) hängande under och som även ansluter till botten. Detta inhägnar området där grumlande arbete utförs vilket förhindrar spridningen av uppgrumlat material.
Spont	Stödkonstruktion som används för att ta upp exempelvis jord eller vattentryck i samband med schaktningsarbeten.
Stomljud, stomburet ljud	Ljud som först överförs som vibration i fasta material som berg, betongstomme eller liknande, för att sedan utstråla som hörbart ljud från byggnadsytor såsom väggar, tak och golv.
Suspenderat material	Är ett mått på mängden organiska och oorganiska partiklar i vattnet som kan sedimentera, det vill säga falla till botten.
TBM, Tunnel Boring Machine	Borrning av tunnel med stor bormaskin vars borkrona har samma diameter som tunneln.
Tredje man	En person, fysisk eller juridisk, som utan att vara en direkt part berörs av en händelse.
Underlagra	Ligga under i jordlagerföljd.
Övergångsvatten	Gränsen mellan sötvatten och saltvatten.

