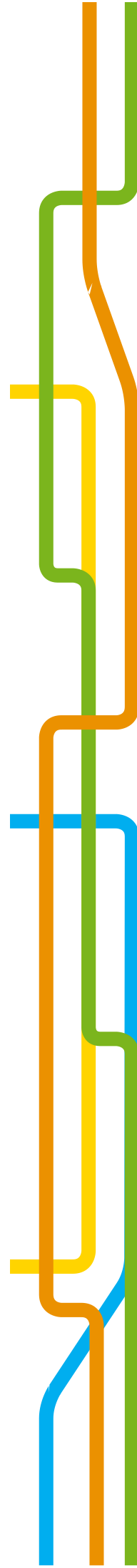


Miljöprövning för tunnelbana från Kungsträdgården till Nacka och söderort

Bilaga B

Miljökonsekvensbeskrivning



Miljökonsekvensbeskrivning

Bilaga B

Miljöprövning för tunnelbana från
Kungsträdgården till Nacka och söderort

Titel: Miljökonsekvensbeskrivning

Konsult: Sweco/TYPSA

Författare: Eva Lindahl, Anders Berzell

Projektledare: Martin Hellgren

Bilder & illustrationer: Sweco/TYPSA och SLL om inget annat anges

Dokumentid: 2320-M25-22-00003

Diarienummer: FUT 2016-0026

Utgivningsdatum: 2017-02-27

Distributör: Stockholms läns landsting, förvaltning för utbyggd tunnelbana

Box 225 50, 104 22 Stockholm. Tel: 08 737 25 00. E-post: nyatunnelbanan@sll.se

Innehållsförteckning

1	Icke-teknisk sammanfattning	8
2	Inledning.....	9
2.1	Bakgrund och syfte	9
2.2	Avgränsning.....	10
2.2.1	Miljöaspekter	11
2.2.2	Avgränsning i tid	11
2.2.3	Geografisk avgränsning.....	11
2.3	Metodik.....	13
3	Planeringsunderlag	14
3.1	Miljödomar	14
3.1.1	City Link	16
3.1.2	Stockholms framtida avloppsrening, SFAR.....	16
3.2	Detaljplaner	18
3.3	Järnvägsplan.....	18
3.4	RUFS 2010.....	18
3.5	Kommunala översiktsplaner.....	18
3.5.1	Stockholms stad	18
3.5.2	Nacka kommun	18
3.6	Miljö kvalitetsnormer (MKN).....	19
3.6.1	Grundvatten.....	19
3.6.2	Ytvatten	19
3.6.3	Luft	20
3.6.4	Buller	20
3.7	Miljöprogram för SLL	21
4	Beskrivning av området	22
4.1	Lokalisering	22
4.2	Berg.....	23
4.3	Jordlager	24
4.4	Grundvatten.....	26
4.5	Beskrivning av geologi- och grundvattenförhållanden längs sträckan.....	28
4.5.1	Norrmalm och Skeppsholmen	28
4.5.2	Södermalm	28
4.5.3	Sickla udde och Nacka.....	28
4.5.4	Mårtensdal, Hammarby Sjöstad och söderort	29
4.6	Ytvatten.....	31
4.6.1	Strömmen och Hammarby sjö.....	31
4.6.2	Mälaren-Årstaviken.....	32
4.6.3	Järlasjön och Sicklasjön	32
4.6.4	Långsjön	33
4.7	Befintliga föroreningar	34
4.8	Bebyggelse och markanvändning	38

4.8.1	Byggnader	39
4.8.2	Ledningar	39
4.8.3	Brunnar	40
4.9	Omgivningsbuller	41
4.10	Riksintressen	42
4.10.1	Riksintressen kulturmiljövård	43
4.10.2	Riksintressen kommunikationer	43
4.10.3	Riksintresse Nationalstadspark.....	44
4.10.4	Riksintresse friluftsliv.....	44
4.11	Naturmiljö och friluftsområden.....	44
4.12	Kulturmiljö	47
4.13	Andra objekt som påverkar grundvattenförhållandena	50
4.13.1	City Link	50
4.13.2	Stockholms framtida avloppsrening, SFAR.....	50
5	Beskrivning av utbyggnaden av tunnelbanan	51
5.1	Planerade tunnlar och tillhörande anläggningar.....	51
5.1.1	Spårtunnlar, servicetunnel, stationer.....	52
5.1.2	Arbetstunnlar	53
5.1.3	Schakt vid markytan	54
5.1.4	Vattenhantering och utsläpp av vatten	54
5.1.5	Skyddsinfiltration	55
5.2	Byggmetoder	55
5.2.1	Byggmetoder i berg	55
5.2.2	Byggmetoder i jord	57
5.2.3	Transportvägar och etableringsytor	57
6	Alternativ.....	58
6.1	Nollalternativ.....	58
6.1.1	Allmänt.....	58
6.1.2	Infrastruktur	59
6.1.3	Stadsutveckling.....	59
6.2	Lokaliseringsalternativ	60
6.2.1	Förstudie för tunnelbana till Nacka och idéstudie för tunnelbana till Gullmarsplan och söderort.....	60
6.2.2	Fortsatta lokaliseringstudier för tunnelbana mot söderort	62
6.2.3	Kompletterande lokaliseringstudier	64
6.2.4	Arbetstunnlar	64
6.3	Utformningsalternativ	65
6.4	Byggmetoder	66
7	Konsekvenser av grundvattenbortledningen	67
7.1	Generella konsekvenser av grundvattenbortledning.....	67
7.1.1	Sättningar i mark.....	68
7.1.2	Skador på byggnader och anläggningar	69

7.1.3	Skador på brunnar	69
7.1.4	Spridning av föroreningar.....	69
7.1.5	Naturmiljö, kulturmiljö och fornlämningar.....	69
7.1.6	Radon.....	70
7.2	Skadeförebyggande åtgärder	70
7.2.1	Tätning.....	71
7.2.2	Infiltration	71
7.2.3	Andra åtgärder.....	72
7.3	Inläckage och influensområde.....	72
7.3.1	Inläckage	72
7.3.2	Influensområde för grundvatten	73
7.4	Konsekvenser för mark, byggnader och anläggningar i jord	75
7.4.1	Bedömningsskala.....	75
7.4.2	Känsliga objekt/områden	75
7.4.3	Konsekvenser av nollalternativ	77
7.4.4	Konsekvenser under bygg- och drifttid	78
7.5	Konsekvenser för anläggningar i berg	88
7.5.1	Bedömningsskala	88
7.5.2	Känsliga objekt/områden	88
7.5.3	Konsekvenser av nollalternativ.....	89
7.5.4	Konsekvenser under bygg- och drifttid	89
7.6	Konsekvenser av spridning av föroreningar i grundvatten	91
7.6.1	Bedömningsgrund.....	91
7.6.2	Konsekvenser av nollalternativ	92
7.6.3	Konsekvenser under bygg- och drifttid	92
7.7	Konsekvenser för naturmiljö – grundvattenpåverkan	94
7.7.1	Bedömningsskala	94
7.7.2	Konsekvenser av nollalternativ.....	95
7.7.3	Konsekvenser under bygg- och drifttid.....	95
7.8	Konsekvenser för kulturmiljö – grundvattenpåverkan	96
7.8.1	Bedömningsskala.....	96
7.8.2	Känsliga objekt/områden.....	97
7.8.3	Konsekvenser av nollalternativ	98
7.8.4	Konsekvenser under bygg- och drifttid	98
7.9	Konsekvenser för naturmiljö – utsläpp av vatten.....	100
7.9.1	Bedömningsskala.....	100
7.9.2	Konsekvenser av nollalternativ	100
7.9.3	Konsekvenser under bygg- och drifttid	101
8	Övriga miljökonsekvenser under byggtiden.....	102
8.1	Buller och stömljud.....	102
8.1.1	Allmänt om buller	102
8.1.2	Bedömningsskala.....	103

8.1.3	Hantering av risker för bullerstörningar	104
8.1.4	Luftburet buller	106
8.1.5	Stomljud.....	126
8.1.6	Kumulativa konsekvenser av bullerstörningar	138
8.2	Vibrationer.....	139
8.2.1	Allmänt om vibrationer	139
8.2.2	Konsekvenser nollalternativ.....	140
8.2.3	Utbyggt alternativ.....	140
8.3	Masshantering och transporter	142
8.3.1	Generell masshanteringsplan	142
8.3.2	Transport av massor.....	142
8.3.3	Tillfälliga upplag.....	143
8.3.4	Hantering av förorenade massor.....	144
8.4	Luftkvalitet.....	144
9	Indirekta konsekvenser av sökt verksamhet	146
9.1	Klimat	146
9.2	Människors hälsa.....	146
9.3	Hushållning med mark och landskap	146
10	Samlad bedömning.....	147
11	Miljömål	149
11.1	Nationella miljömål	149
11.2	Regionala miljömål.....	149
11.2.1	Länsstyrelsen i Stockholms län.....	149
11.3	Lokala miljömål	149
11.3.1	Stockholms stad.....	149
11.3.2	Nacka kommun	150
11.4	Sammanställning miljömål.....	150
12	Kontrollprogram	152
12.1	Grundvatten.....	152
12.1.1	Inläckage till bergtunnlar och schakt	152
12.1.2	Grundvattennivåer i jord och berg	152
12.1.3	Sättningsrörelser i byggnader, anläggningar och mark	152
12.1.4	Infiltration.....	152
12.2	Miljöfarlig verksamhet.....	153
12.2.1	Byggbuller	153
12.2.2	Vibrationer.....	153
12.2.3	Kvalitetskontroll av länshållningsvatten	153
13	Samråd	154
13.1	Samrådsperioder	154
13.2	Möten med myndigheter, organisationer, fastighetsägare och intressenter	156
14	Ordlista.....	158
15	Referenser	160

Bilagor

Bilaga B1	Masshanteringsplan, Utbyggnad av tunnelbanan, SLL, 2016-11-30
Bilaga B2	Åtgärdsplan för buller och stomljud under byggtiden, SLL, 2015-11-20
Bilaga B3	Åtgärdsplan för vibrationer gällande kulturbyggnader, SLL, 2015-12-07
Bilaga B4	Samrådsredogörelse

1 Icke-teknisk sammanfattning

Stockholmsområdet växer med drygt 35 000 personer om året och har även en viktig roll i landets ekonomiska tillväxt. Befintligt tunnelbanenät är hårt belastat och den nya tunnelbanan är en viktig pusselbit för Stockholmsregionens utveckling. Under 2013 års Stockholmsförhandling kom Stockholms läns landsting (hädanefter benämnt som SLL), Stockholms stad, Nacka kommun, Solna stad och Järfälla kommun bland annat överens om att tunnelbanan ska byggas ut från Kungsträdgården dels till Nacka, dels till Gullmarsplan och söderort. Detta för att skapa förutsättningar att kunna tillgodose de ökade behoven av fler bostäder och arbetsplatser i Nacka och Stockholm. Under tunnelbanans bygg- och drifttid kommer grundvatten att behöva ledas bort, vilket är tillståndspliktig vattenverksamhet enligt miljöbalken kapitel 11.

SLL ansöker om tillstånd enligt miljöbalken. Denna miljökonsekvensbeskrivning, MKB, beskriver påverkan och konsekvenser vid byggande och drift av tunnelbanan med tyngdpunkt på den vattenverksamhet som grundvattenbortledningen innebär. MKB:n bifogas ansökan om tillstånd enligt miljöbalken. Byggtiden för tunnelbanan mellan Nacka och söderort förväntas starta under 2018 och pågå 7-8 år. Miljökonsekvensbeskrivningen avhandlar de miljöaspekter som kan påverkas av projektet, så som grundvattenbortledning, ytvatten, naturmiljö och kulturmiljö. Dessutom omfattar rapporten betydande miljöaspekter som påverkas under byggtiden så som buller, stomljud, vibrationer, luftkvalitet och utsläpp till vatten samt påverkan av masshantering och transporter.

Samtidigt sker så kallad planprovning med järnvägsplan enligt lag om byggande av järnväg och detaljplan enligt plan- och bygglagen. Till järnvägsplanen hör också en MKB, där ovanstående aspekter tas upp, med fokus på förhållanden och anläggningar ovan jord snarare än vatten. Vidare fokuserar järnvägsplanens MKB:n på att redovisa drifttiden, medan byggtiden endast beskrivs översiktligt.

Tunnelbanan kommer att byggas i tunnel under jord och sträcka sig från befintlig station Kungsträdgården, via ny station Sofia på Södermalm, till Nacka Centrum samt från ny station Sofia till redan befintlig station Sockenplan.

För att bygga tunneln krävs att sex arbetstunnlar anläggs. I anslutning till arbetstunnelmynningarna behövs etableringsytor för förvaring av byggmaterial, uppställning av arbetsbodar, tillfälliga upplag av mindre massor och uppställning av fordon under byggtiden. Utöver detta kommer arbetsområden kring stationsentréer och ventilationstorn att behövas.

I sin helhet ger tunnelbaneutbyggnaden positiva konsekvenser för klimatet jämfört med om tunnelbaneutbyggnaden inte blir av, eftersom resande med tunnelbana medför mindre utsläpp av växthusgaser än motsvarande resor med till exempel personbil och buss. Utbyggnaden ger också positiva konsekvenser för hälsan, med ökad tillgänglighet och minskade restider samt att utsläpp av föroreningar, påverkan från buller och partiklar från vägslitage kan minska i förhållande till nollalternativet.

När man bygger tunnlar under grundvattennivån sker i regel ett inläckage av grundvatten till tunneln. Det är därför normalt förfarande att tätta tunnlar för att begränsa inläckaget. Kvarvarande inläckage ger olika konsekvenser beroende på omgivningens förutsättningar. Inom projektet finns delsträckor i områden där jord och berg är mycket genomsläppligt. Detta tillsammans med sättningskänslig infrastruktur kräver beredskap för ytterligare skyddsåtgärder, exempelvis att tillföra vatten för att upprätthålla grundvattennivåerna (skyddsinfiltration). Under byggtiden kommer boende att störas av buller. SLL har en åtgärdsplan för att hantera dessa störningar så att boendemiljön blir acceptabel.

2 Inledning

Denna miljökonsekvensbeskrivning (MKB) är ett underlag för Stockholms läns landstings (SLL), Förvaltningen för utbyggd tunnelbana, ansökan om tillstånd enligt miljöbalken för vatten- verksamhet med anledning av anläggande och drift av tunnelbana. Sökanden benämns i det följande ”SLL”. SLL ansvarar för tunnelbanans utbyggnad. Ansökan om tillstånd följer en tillståndsprozess parallellt med järnvägsplanens planprocess, se Figur 1.



Figur 1. Tidplan för järnvägsplan och tillståndsansökan.

2.1 Bakgrund och syfte

Stockholmsområdet växer med drygt 35 000 personer om året och har även en viktig roll i landets ekonomiska tillväxt. Enligt prognoser förväntas den totala befolkningen i Stockholms län öka från dagens 2,1 miljoner till 2,6 miljoner till år 2030. Det ligger en utmaning i att möta denna tillväxt på ett hållbart sätt och samtidigt tillgodose de ökade behoven av fler bostäder och arbetsplatser. Samtidigt ökar även trängseln i trafiken vilket innebär att framkomlighet har blivit en fråga för regionen som kräver lösning.

En nyckelaspekt för att klara utmaningarna är att bygga ut kollektivtrafiken med nya förbindelser och ökad turtäthet. Tunnelbanan är en central utgångspunkt för en långsiktig satsning och utveckling av kollektivtrafiken eftersom dess funktion och struktur är själva navet i Stockholms kollektivtrafiksystem. Befintligt tunnelbanenät är hårt belastat, speciellt i de centrala delarna av Stockholm. Under högtrafik, det vill säga morgon- och kvällstrafik, nyttjas redan idag tunnelbanans maximala spårkapacitet varför det lätt uppstår störningar.

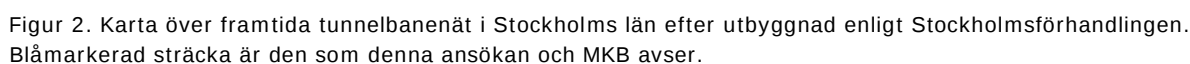
För att möta det ökade behovet av bostäder och kollektivtrafik i Stockholms län har staten, SLL, Stockholms stad, Nacka kommun, Solna stad och Järfälla kommun utifrån det som kallas 2013 års Stockholmsförhandling tecknat avtal om utbyggnad av 19 kilometer ny tunnelbana, nio nya tunnelbanestationer och nybyggnation av 78 000 bostäder i länet (se Figur 2).

Överenskommelsen innebär att tunnelbanan byggs ut längs tre delsträckor.

En av delsträckorna innebär att den Blå linjen förlängs från Kungsträdgården till Nacka, via station Sofia på östra Södermalm. Förbindelsen ansluts även från station Sofia till Gullmarsplan

I nordväst byggs tunnelbanan ut från Akalla till Barkarby station. På så sätt skapas en bättre förbindelse med pendeltåg, och förutsättningar skapas för en helt ny stadsdel i Barkarby. En ny linje från Odenplan till Hagastaden och Arenastaden möter behov av utbyggda kommunikationer i en del av Stockholm och Solna som expanderar kraftigt. Dessutom planeras för en ny tunnelbanedepå och investeringar krävs i fordon samt signalsystem.

Byggstarten (förberedande arbeten och upphandling av entreprenader) beräknas ske under 2018 och byggtiden beräknas pågå under 7-8 år. Under 2017 startar vissa förberedande arbeten, exempelvis ledningsomläggningar, vilka inte är tillståndspliktiga.



I projektet för tunnelbana från Kungsträdgården till Nacka och söderort tas två typer av MKB:er fram: MKB för ansökan om tillstånd enligt miljöbalken och MKB för järnvägsplan. MKB för järnvägsplan nyttjas också som MKB för detaljplaner för tunnelbanan.

10

skyddsåtgärder som behövs i den färdiga anläggningen med hänsyn till omgivningen och möjliggör markåtkomst.

2.2.1 Miljöaspekter

Följande miljöaspekter belyses i denna miljökonsekvensbeskrivning:

- Påverkan på hus eller anläggningar som beror av grundvattennivåsänkningar (eller höjningar) främst i form av sättningar och sänkta vattennivåer i brunnar.
- Påverkan på naturmiljö och människors hälsa som beror av ändrade spridningsvägar för föroreningar i grundvatten.
- Påverkan på naturmiljön från utsläpp av dränvatten och länshållningsvatten.
- Påverkan på naturmiljö orsakad av grundvattennivåsänkningar, exempelvis minskning av växttillgängligt vatten.
- Påverkan på kulturmiljö genom sättningar beroende på grundvattennivåsänkningar.

Dessutom belyses miljöaspekter som bara uppkommer under byggtiden, som alltså har en begränsad varaktighet:

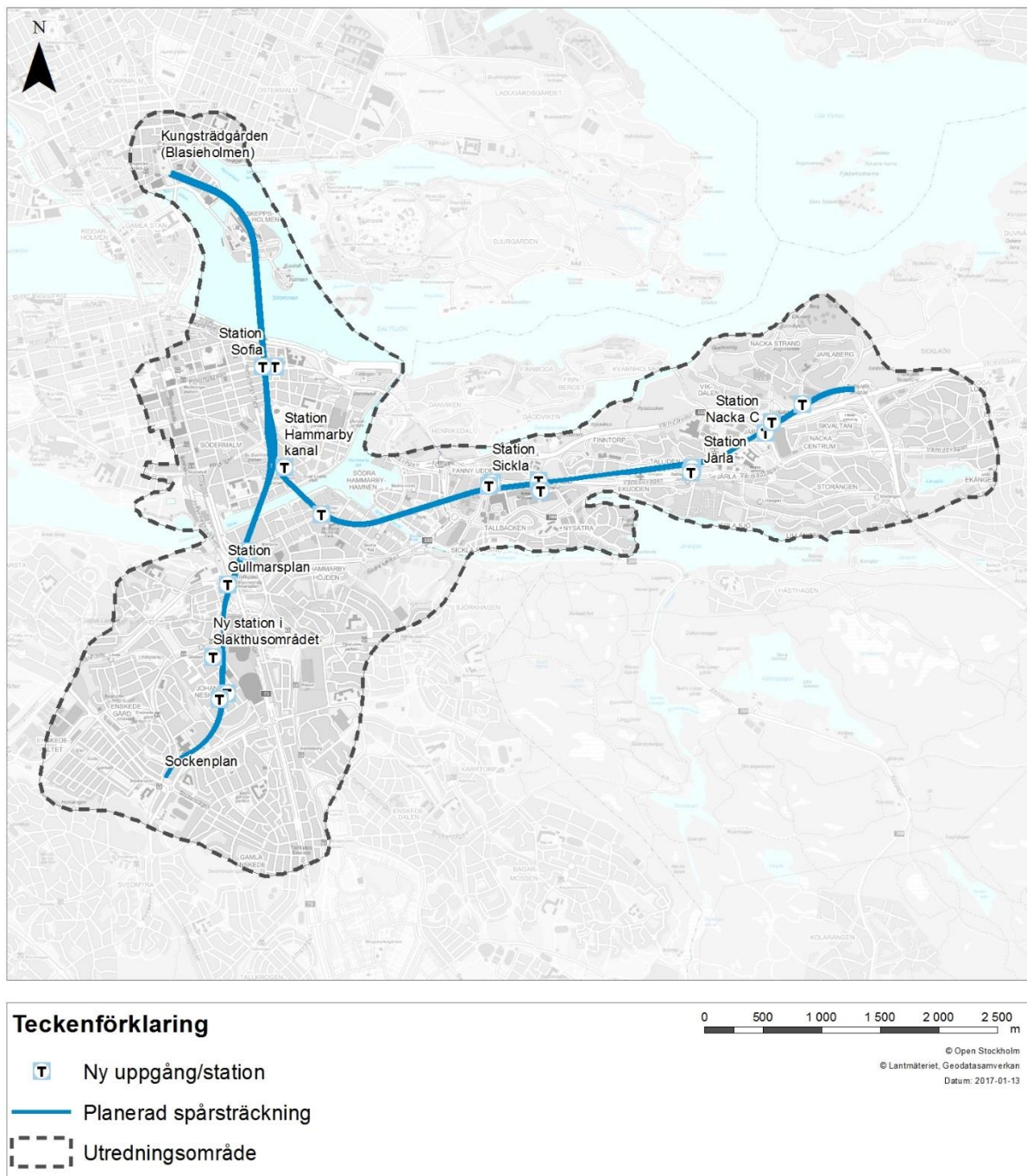
- Påverkan på framför allt människors hälsa från buller och stomljud.
- Påverkan på byggnader, anläggningar och kulturmiljö beroende på vibrationer.
- Påverkan från masshantering och transporter, framför allt hushållning av naturresurser och påverkan på människors hälsa.

2.2.2 Avgränsning i tid

Miljökonsekvensbeskrivningens avgränsning i tid avser när en konsekvens kan antas uppstå och hur länge den kan antas bestå. Avgränsningen beror på om det är bygg- eller drifttiden som bedöms och huruvida konsekvenserna är övergående eller permanenta. Byggtiden beräknas starta år 2018 och pågå i 7-8 år. Konsekvenser i samband med drifttiden avser en tänkt situation då tunnelbanan beräknas vara färdigställd och i drift sedan några år.

2.2.3 Geografisk avgränsning

Inventering och utredningar av grundvattenförhållanden, geologi, geoteknik, förekomst av föroreningar, samt natur- och kulturvärden, har skett inom ett cirka 18,5 km² stort område som benämns utredningsområde för grundvatten (se Figur 3). Utredningsområdet är ett väl tilltaget område där SLL i tidigt skede bedömde att grundvattnet möjligen kunde påverkas. Denna information har legat till grund för grundvattenutredningarna och bedömningen av miljökonsekvenser av projektet.



Figur 3. Utredningsområde för grundvatten.

Utredningsområdet för grundvatten har också använts som avgränsning för samrådskretsen.

Slutlig beskrivning av grundvatten, och risker för påverkan som är kopplad till vattenverksamheten, utförs inom det redovisade influensområdet för grundvatten. Influensområdet presenteras närmare i avsnitt 7.3.2. Influensområdet är det område som kan påverkas av grundvattensänkning om inga skyddsåtgärder genomförs. Det är utformat utifrån resultatet av beräkningar och genomförda hydrogeologiska fältundersökningar.

Beskrivning av aspekter under byggtiden har avgränsats enligt nedan:

- Bullerstörningar, stömljud och luftburet buller beskrivs för de områden där det finns risk för överskridanden av Naturvårdsverkets riktvärden.
- För utsläpp till vatten beskrivs recipienten.
- För vibrationer beskrivs ett område på 150 meter från platser där sprängning kan förekomma. Skador befaras inte uppkomma utanför detta område.

2.3 Metodik

I denna MKB identifieras och beskrivs den omgivningspåverkan som kan följa av projektet och de effekter och konsekvenser som påverkan kan medföra.

I dagligt tal görs inte alltid en åtskillnad i betydelsen mellan begreppen påverkan, effekt och konsekvens. Effekt och konsekvens används till exempel ofta som synonymer. I miljökonsekvensbeskrivningar använder man emellertid begreppen med skilda betydelser, för att göra beskrivningarna så entydiga som möjligt. Begreppen definieras nedan.

Påverkan

Påverkan är den fysiska förändring som projektet/verksamheten orsakar, till exempel en grundvattennivåsänkning eller påverkan på ytvattenförhållanden.

Effekt

Effekten är den förändring av miljökvaliteter som uppstår till följd av projektets påverkan, till exempel att en energibrunn får lägre vattennivå eller att en byggnad riskerar att få sättningar. Effekter kan ofta, men inte alltid, beskrivas i kvantitativa termer.

Konsekvens

Konsekvens är effektens, eller flera effekters, betydelse för olika intressen, såsom människors hälsa och välbefinnande, landskapets kulturhistoriska värden eller den biologiska mångfalden.

Konsekvensbeskrivningar görs av både direkta och indirekta, samt positiva och negativa, konsekvenser. Vid konsekvensbedömning ska både den berörda platsens förutsättningar och värden och de förväntade effekternas omfattning beaktas.

Matrisen, se Figur 4, ger en förenklad beskrivning av metodiken bakom MKB:ns konsekvensbedömningar. Om ett område med högt värde störs i stor omfattning innebär det stora konsekvenser medan en liten störning på ett område med stort värde innebär måttliga konsekvenser.

En bedömning har gjorts av vilken påverkan som projektet antas medföra för respektive delområde och hur stor omfattningen av denna påverkan blir. Skalan sträcker sig från stora, måttliga och små negativa effekter, via ingen effekt/inverkan, till små, måttliga och stora positiva effekter.

Storleken på konsekvensen har bedömts genom en sammanvägning av värdet respektive omfattningen av ingreppet i varje delområde. För att få en samlad bedömning av konsekvensen för respektive miljöaspekt har en sammanvägning av konsekvenserna för alla berörda delområden gjorts. Skalan som används för konsekvenser sträcker sig från stora, måttliga och små negativa konsekvenser, via ingen konsekvens, till små, måttliga och stora positiva konsekvenser.

Skyddsåtgärd

Med skyddsåtgärd avses i denna MKB skadeförebyggande eller skadebegränsande åtgärder.

Intressets värden/ känslighet	Låga	Måttliga	Höga
Ingreppets/ störningens omfattning (storlek på effekter)			
Stora positiva	Stora positiva konsekvenser		
Måttliga positiva	Måttliga positiva konsekvenser		
Små positiva	Små positiva konsekvenser		
Ingen störning	Ingen konsekvens		
Små negativa	Små negativa konsekvenser		
Måttliga negativa	Måttliga negativa konsekvenser		
Stora negativa	Stora negativa konsekvenser		

Figur 4. Illustration av hur konsekvensbedömningen görs utifrån en sammanvägning av berört värde och ingreppets omfattning. Illustrationen ska inte tolkas som en exakt mall för bedömning utan som en princip för hur konsekvensbedömningen är gjord.

3 Planeringsunderlag

3.1 Miljödomar

Det finns många miljödomar inom utredningsområdet. De som nämns nedan har inventerats med anledning av pågående vattenverksamheter, det vill säga bortledning/uttag av grundvatten samt infiltration av vatten. De flesta av dem rör kylanläggningar, med uttag och återinfiltration. Två av dem rör vägtunnlar -Ryssberget och Södra Länken.

Tabell 1. Miljödomar inom utredningsområdet

Plats/område/ kvarter/namn	Målnummer	Ändamål	Begränsning av tillståndet
Slussen	MÖD 2008-14 och M1425-12	Anläggande av ny sluss och ny vattenreglering för Mälaren samt grundvattenbortledning med mera i Stockholms kommun	Bortleda och infiltrera grundvatten på antal fastigheter samt lokalt avsänka grundvatten.
Kv Trollhättan, Stockholm	M 1572-13 (deldom 2014- 12-17)	Akviferanläggning	Uttag och återledning av grundvatten, max 1,577 Mm ³ /år (3000 l/min), dock max 4320 m ³ /dygn (3000 l/min). Uttag för underhåll av anläggningen 4000 m ³ /år (8 l/min), dock max 100 m ³ /dygn (69 l/min).
Kv Hästskon, Stockholm	M 5812/12	Akviferanläggning	Uttag och återledning av grundvatten, max 1,577 Mm ³ /år, (3000 l/min), dock max 6050 m ³ /dygn (4200 l/min). Uttag för underhåll av anläggningen 300 m ³ /år (0,6 l/min).
Ryssberget, Nacka	M 4849/09	Vägtunnel	Dels leda bort inläckande grundvatten å 15 l/min för hela tunnelsträckan som riktvärde och månadsmedelvärde, dels anordna rening av utgående vatten.
Kv Johannes mindre, Torkan (Johannes brandstation), Stockholm	VA 90/93	Bergrum för Stockholms brandförsvar	Bortleda och infiltrera grundvatten
Nacka Port/Södra Länken (Sickla), Nacka	VA 48/93	Vägtunnel	Dränering av grundvattennivån till +4,0 från Sickla kanal och 50 meter österut. Dränering av grundvattennivån till +3,0 från strax öster om Sickla kanal till närmaste rondell, vid Fredells.
Humlegården, Stockholm	VA 95/91	Bergrumsmagasin, annex till Kungliga Biblioteket	Det står i underutredningen "Grund- vattenutredning för bergrum under KB". Bergrumshjässan på cirka -11 m och botten på cirka -29 m.
Kv Hästen 19, 23, Stockholm	AD 45/1963	Kyländamål	Uttag av 1800 m ³ /dygn (1250 l/min). Uttag över 800 m ³ /dygn (555 l/min) ska återinfiltreras.
Kv Stigbygeln (Norrmalm), Stockholm	AD 44/1963	Vattentäkt för kylvatten för luftkonditionering i sydligaste Hötorgsskrapan	600 m ³ /dygn (420 l/min), dock som högst 14 l/s (840 l/min)
Kv Torsken	AD 39/1942	Elverk med transformatorstation	Bortledning av grundvatten, 1200 m ³ /dygn (830 l/min)
Kv Hästen 22, Stockholm	AD 39/1942	Kylvatten för elverk	Uttag av 1200 m ³ /dygn (800 l/min). Osäkert om tillståndet utnyttjas idag.

3.1.1 City Link

Svenska kraftnät planerar en kraftledningstunnel i berg mellan Danderyd och Skanstull och lämnade under våren 2015 in en tillståndsansökan (målnummer M 2772-15, Mark- och miljödomstolen vid Nacka tingsrätt) för den vattenverksamhet som tunnelanläggningen medför. Tunneln är till största del en fullortsborrad tunnel som planeras korsa under tunnelbanan vid Skeppsholmen och löpa parallellt, cirka 100 meter väster om tunnelbanan, under Södermalm och vidare fram till Mårtensdalsområdet där tunnarna återigen korsas, se Figur 5.

Huvudförhandling hölls 2016-08-30 – 2016-08-31 och dom erhöles 2016-11-30. Svenska kraftnät sökte och fick dom för ett inläckagevillkor för delen Skeppsholmen till Mårtensdal (inklusive passagen under Hammarby kanal) på 300 l/min motsvarande cirka 16 l/min och 100 meter tunnel i genomsnitt. I denna flödesvolym är inte ett vertikalschakt vid Skeppsbron inräknat. För Södermalm blir andelen inläckage cirka 240 l/min. Samtidigt redovisade ansökan ett villkor att undvika skada eller risk för skada genom att infiltrera vatten i jord eller i berg. Vid huvudförhandlingen redovisades lägen för infiltrationsanläggningar som skulle vara klara att sättas i drift innan tunneldriften når fram till de olika aktuella områdena. Domen har överklagats men det är inte klart om prövningstillstånd ges av mark- och miljööverdomstolen.

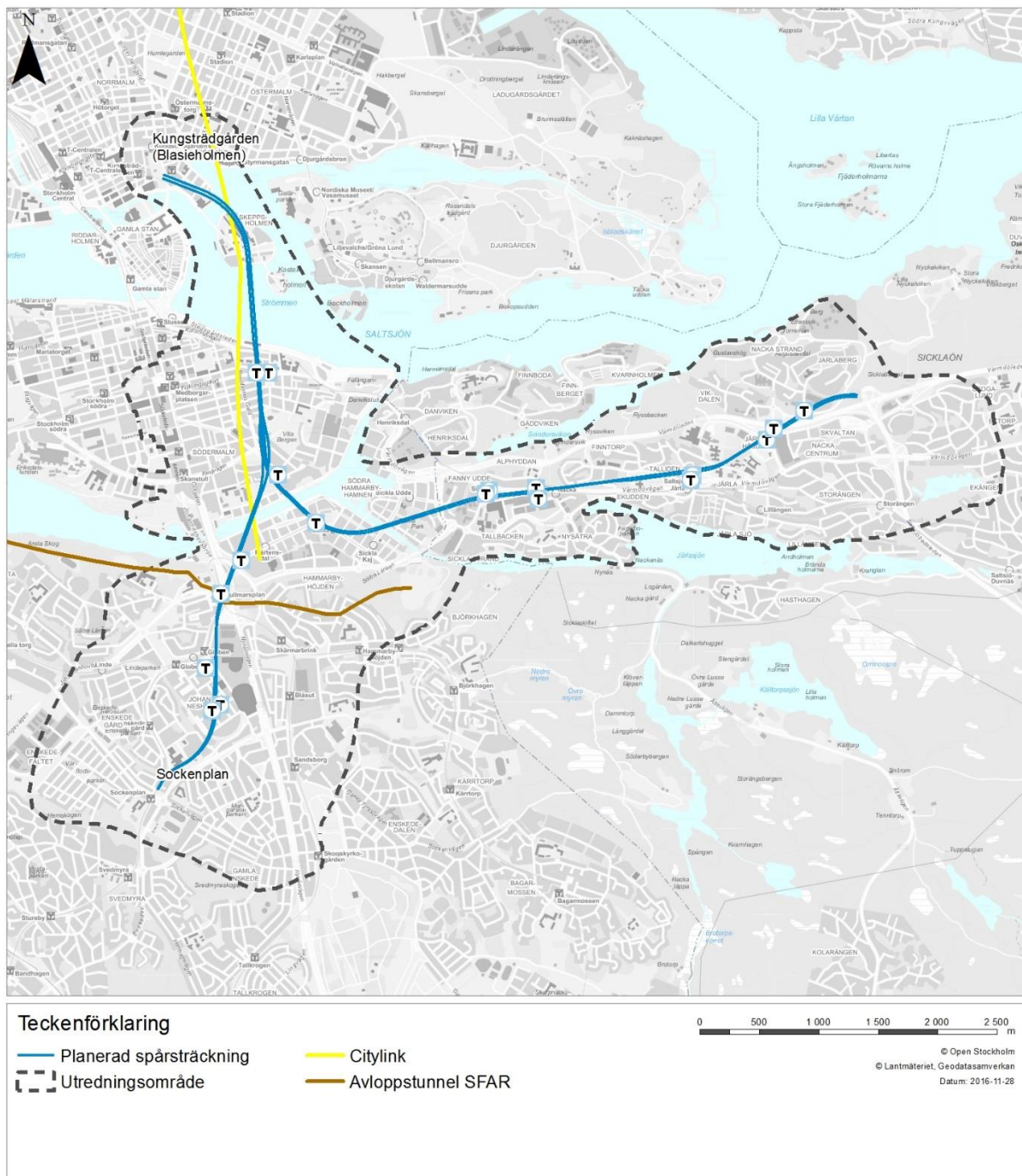
Vid Mårtensdal är tunneln för City Link cirka 250 meter lång och leder fram till vertikalschaktet. Beräknad andel av sökt inläckage blir cirka 40 l/min. Under en del av byggtiden, cirka 1,5 år, söktes för ett inläckage på 100 l/min inom området, vilket då inkluderar byggandet av en cirka 100 meter lång jordtunnel till planerad stamnätsstation Skanstull.

3.1.2 Stockholms framtida avloppsrening, SFAR

Stockholm Vatten planerar för en avloppstunnel mellan Bromma och Henriksdal inom projektet Stockholms framtida avloppsrening (SFAR). Avloppstunneln kommer att passera tunnelbanan direkt söder om station Gullmarsplan och löper vidare under Hammarbyberget fram till Stockholm Vattens anläggning under Hammarbybacken, se Figur 5. En arbetstunnel kommer att etableras vid Sundstabacken vid Skanstull i direkt närhet till den arbetstunnel som planeras för tunnelbanan.

Avloppstunneln har nivån cirka -42 meter där den passerar under tunnelbanan, vilket är cirka 10 meter under spårtunnlarna.

Stockholm Vattens tillståndsansökan lämnades in till Mark- och miljödomstolen i juli 2015 (målnummer M3980-15) och huvudförhandling planeras att hållas under 2017. I ansökan angavs maximalt tillåtna grundvattennivåsänkningar inom olika lerområden längs sträckan. För den aktuella delen vid Gullmarsplan anges ett värde om 7,1 l/min och 100 meter tunnel som kontrollvärde för inläckage under byggtiden. Ett påverkansområde i jord, definierat som gräns för 0,3 meter avsänkning, omfattar del av Årstaberget vid Skanstull, Stockholmsåsen fram till södra delen av bussterminalen vid Gullmarsplan samt Hammarbyberget fram till Hammarby fabriksväg.



Figur 5. Planerade tunnlar inom tunnelbanans utredningsområde.

3.2 Detaljplaner

Både Stockholms stad och Nacka kommun planerar utbyggnadsprojektet. Flera detaljplaner håller därför på att tas fram inom det område som planerad tunnelbana berör. SLL samordnar planeringen så att grundvattenbortledning och infiltration kommer att vara förenliga både med dessa kommande planer och med järnvägsplanen.

Detaljplaner har sökts ut längs med spårlinjen, i syfte att kartlägga eventuella restriktioner med avseende på grundvatten. I en av dem har det påträffats reglering av grundvattennivån i jordlagren inom planen. Det är stadsplan PL7362 gällande Kungliga Trädgården och Norrström, i vilken det anges en lägsta nivå för dränerande ingrepp på +0,9 meter (RH2000). Plangränsen följer fastighetsgräns på Kungsträdgårdsgatan östra sida. Planerad verksamhet bedöms inte påverka planbestämmelsen.

3.3 Järnvägsplan

Arbete med järnvägsplan för tunnelbanan pågår samtidigt som denna tillståndsansökan. Järnvägsplanen redovisar de markanspråk som behövs både permanent och temporärt under byggtiden för att genomföra utbyggnaden av tunnelbanan. För att järnvägsplanen ska kunna antas får den inte strida mot gällande detaljplaner. Järnvägsplanen och de detaljplaneändringar som krävs för tunnelbaneutbyggnaden sker med samordnat förfarande, vilket framför allt innebär att kommunerna i detaljplaneprocessen kan tillgodoräkna sig järnvägsplanens samråd samt att järnvägsplanens MKB kan nyttjas till kommunens detaljplan.

3.4 RUFS 2010

Den regionala utvecklingsplanen för Stockholmsregionen (RUFS, 2010) är framtagen av Stockholms läns landsting och ligger till grund för kommunernas strategiska planering, regionala strukturfondsprogram och infrastrukturplaner. Transportförsörjning och kollektivtrafik tas upp som en av de viktigaste faktorerna för att uppnå Stockholmsregionens vision – att bli Europas mest attraktiva storstadsregion. Prognoserna visar samtidigt att en växande befolkning i kombination med dagens transportsystem kommer att leda till att resandet med bil ökar i snabbare takt än resandet med kollektivtrafik. En konstant (eller sjunkande) andel kollektivtrafik i kombination med en ökad befolkning kommer att resultera i ökade trängselproblem, längre restider och ett som helhet dåligt fungerande transportsystem. En ny RUFS håller på att tas fram och har varit ute på samråd under 2016.

3.5 Kommunala översiktsplaner

3.5.1 Stockholms stad

Stockholms stads gällande översiktsplan är från år 2010. Enligt översiktsplanen är tillgängligheten till Stockholms centrala delar överlag god från de flesta områden inom stadens gränser. I översiktsplanen framhålls dock behovet av att förstärka infrastrukturen för att säkerställa en fortsatt integration inom Stockholm-Mälarenregionen. (Stockholms stad, 2010)

I planen tydliggörs även att en förlängning av Blå linje ger en effektiv kollektivtrafik till den snabbt växande Nacka – Värmdösektorn och avlastar Slussens omfattande busstrafik.

En ny översiktsplan för Stockholms stad håller på att tas fram.

3.5.2 Nacka kommun

Nacka kommuns gällande översiktsplan är från år 2012. Utredningar som har gjorts av kommande resandemängder och prognoser över resbehov har visat att Nacka behöver tunnelbana, utbyggt kapacitetsstarkt bussystem med både direkt- och lokalbussar samt en moderniserad Saltsjöbana,

för att möta den planerade utvecklingen. Nacka kommuns stadsbyggnadsstrategier är bland annat att skapa en tätare och mer blandad stad på västra Sicklaön och att utveckla Nackas lokala centra och deras omgivningar. Om dessa strategier ska vara genomförbara, krävs en utbyggnad av tunnelbanan (Nacka kommun, 2012).

3.6 Miljökvalitetsnormer (MKN)

Miljökvalitetsnormer infördes med miljöbalken år 1999 och reglerar den kvalitet på miljön som ska uppnås till en viss tidpunkt. Det finns idag miljökvalitetsnormer för grund- och ytvattenkvalitet, utomhusluft och omgivningsbuller. Myndigheter och kommuner ansvarar för att miljökvalitetsnormer följs, bland annat genom prövning och tillsyn av verksamheter och planer.

3.6.1 Grundvatten

Vattenmyndigheten har inte beslutat om några MKN för grundvattenförekomster inom det aktuella området.

3.6.2 Ytvatten

Samtliga vatten som har miljökvalitetsnormer finns i en databas, VISS, och beskrivs som vattenförekomst. Varje vattenförekomst har ett ID-nummer och en beskrivning av dess status.

Miljökvalitetsnormer (MKN) för vattenförekomster utgör kvalitetskrav. För ytvatten betyder vattenförekomster en avgränsad och betydande förekomst av ytvatten, exempelvis hela eller delar av en sjö, å, älv eller kanal, ett vattenområde i övergångszonen eller ett kustvattenområde. För ytvattenförekomster syftar normerna till att uppnå hög eller god ekologisk status och god kemisk ytvattenstatus senast 2021, om de inte omfattas av undantag. Undantag kan meddelas i form av tidsfrist, exempelvis god ekologisk status 2021, eller mindre strängt krav. Miljökvalitetsnormerna ekologisk status, ekologisk potential samt kemisk ytvattenstatus har bedömts för varje vattenförekomst.

Den ekologiska statusen grundar sig på biologiska, fysikalisk-kemiska och hydromorfologiska kvalitetsfaktorer såsom exempelvis fisk, bottenfauna, näringsämnen, försurning och ytvattnets närområde. Kvalitetsfaktorerna har olika relevans baserade på vilken typ av vattenförekomst som bedöms och efter geografiska regioner. Under varje kvalitetsfaktor finns ett antal parametrar som bedöms för att erhålla statusklassningen för den överliggande kvalitetsfaktorn. Ekologisk status klassificeras i fem klasser: hög, god, måttlig, otillfredsställande och dålig status.

Den kemiska statusen klassificeras som god eller uppnår ej god status och grundar sig på Vattendirektivet¹ och de gränsvärden för 33 prioriterade ämnen som tas upp där. Prioriterade ämnen i Vattendirektivet är ämnen och föreningar för vilka det föreslås åtgärder för att minska eller fasa ut utsläppen av ämnena. Exempel på prioriterade ämnen är: kadmium, kvicksilver, tributyltenn (TBT) och flera olika polyaromatiska kolväten (PAH). Vissa gränsvärden gäller ämnets koncentration i vatten och andra koncentration i biota eller sediment. En ytvattenförekomst klassificeras med god kemisk status om gränsvärdena underskrids. Om något av ämnena överskrider gränsvärdet blir klassificeringen att ytvattenförekomsten ej uppnår god kemisk status.

¹ Europaparlamentet och Rådet direktiv 2000/60/EG om upprättande av en ram för gemenskapens åtgärder på vattenpolitikens område.

3.6.3 Luft

Miljökvalitetsnormer för luftkvalitet är den svenska implementeringen av EU:s ramdirektiv för luft och är ett för medlemsstaterna juridiskt bindande styrmedel för att förebygga och åtgärda miljöproblem, uppnå miljökvalitetsmålen och genomföra EU-direktiv. Gränsvärdena för föroreningsnivåerna får inte överskridas. För närvarande finns miljökvalitetsnormer gällande utomhusluft för bland annat kvävedioxid, kväveoxid, partiklar (PM10 och PM2,5), bensen, kolmonoxid, svaveldioxid, ozon och bly. I urban miljö är framförallt kvävedioxid och partiklar relevanta att undersöka. De gällande miljökvalitetsnormerna för NO₂ (kvävedioxid) och PM10 (partiklar) sammanfattas i Tabell 2.

Miljökvalitetsnormerna för utomhusluft syftar till att skydda människors hälsa. Med utomhusluft avses enligt luftkvalitetsförordningen utomhusluften med undantag för arbetsplatser samt vägtunnlar och tunnlar för spårbunden trafik. Under drifttiden bedöms partiklar PM10 vara den dimensionerande luftföroreningen i jämförelse mot MKN. Under byggtiden är det både NO₂ (dieselavgaser och sprängning) och partiklar PM10 (avgaser/damning och utvädring från tunneln et cetera) som är relevanta och ska bedömas. Partiklar emitteras via ventilationstorn under tunnelbanans drifttid, och under byggtiden även vid arbetstunnlarnas mynningar.

Tabell 2. Miljökvalitetsnormer för kvävedioxid och partiklar.

Ämne	Medelvärdestid	MKN (µg/m ³)	Kommentar
NO ₂	1 år	40	Medelvärde
	1 dygn	60	Får överskridas 7 gånger ² per kalenderår
	1 timme	90	Får överskridas 175 gånger ³ per kalenderår, förutsatt att halten inte överstiger 200 µg/m ³ under en timme ⁴ mer än 18 gånger per kalenderår
PM10	1 år	40	Medelvärde
	1 dygn	50	Får överskridas 35 gånger ⁵ per kalenderår

3.6.4 Buller

Miljökvalitetsnormen för buller gäller omgivningsbuller från vägar, järnvägar, flygplatser och tillståndspliktiga hamnar. De utgör en målsättningsnorm och anger inte någon särskild nivå som ska följas till en viss tidsangivelse. Normen följs när strävan är att undvika skadliga effekter på människors hälsa av omgivningsbuller. Verksamhetsutövare ska genom sin egenkontroll sträva efter att begränsa bullerstörningar.

Miljökvalitetsnormen för buller bedöms inte beröra tunnelbaneutbyggnaden.

² 7 gånger per kalenderår för dygnsvärden 98-percentil

³ 175 gånger per kalenderår för timvärden 98-percentil

⁴ 18 gånger per kalenderår för timvärden 99,8-percentil

⁵ 35 gånger per kalenderår för dygnsvärden 90-percentil

3.7 Miljöprogram för SLL

SLL har tagit fram ett miljöprogram för perioden 2017-2021. Perioden 2017–2021 genomförs olika åtgärder för att kollektivtrafikresandet ska öka och transporterna bli mer energieffektiva och i ökad uträckning ske med förnybara drivmedel. Miljömålen för kollektivtrafiken och övriga transporter är:

- SLL arbetar för att kollektivtrafik, gång, cykel och digitala möten ska öka så att övriga motoriserade resor minskar. Kollektivtrafikens andel av de motoriserade resorna har ökat år 2021 i jämförelse med år 2011.
- År 2021 sker SLL:s transporter till 95 procent med förnybara drivmedel.
- Energianvändningen för kollektivtrafiken har minskat med 10 procent år 2021 och med 15 procent år 2030, i jämförelse med år 2011.
- År 2021 har mängden miljö- och hälsofarliga kemikalier för drift och underhåll av kollektivtrafiken minskat med 30 procent, i jämförelse med år 2017.
- År 2021 har mängden miljö- och hälsofarliga kemikalier för drift och underhåll av kollektivtrafiken minskat med 30 procent, i jämförelse med år 2017.

4 Beskrivning av området

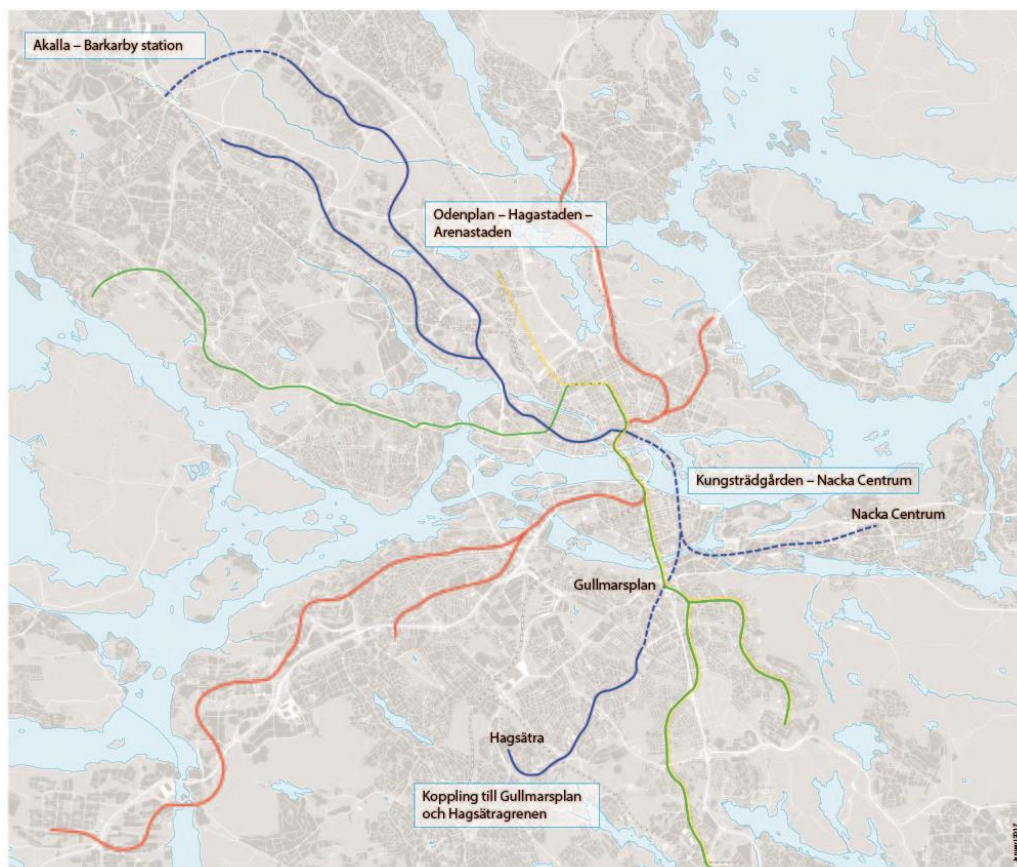
Området för tunnelbanan mot Nacka och söderort karaktäriseras av Södertörns starkt kuperade topografi med markanta förkastningsbranter längs Stadsgårdskajen och Årsta-Hammarbyhöjden samt av Nackas mycket varierande terräng med den branta strandlinjen mot norr. Delen vid Kungsträdgården och området mellan Hammarby sjö och Järlasjön utgör undantag med en låglänt och flackare topografi. Även i södra delen vid Sockenplan och Enskededalen är terrängen flackare. Inom Södermalm passerar spåranläggningen de högsta marknivåerna vid Stigberget. Söder därom sluttar terrängen mot Hammarbysjön, undantaget Vita bergens höjdområde. Söder om förkastningsbranten längs Årsta-Hammarbyhöjden når terrängen sin högsta nivå, strax söder om Gullmarsplan, och därefter sluttar markytan söderut mot Enskededalen. För delen mot Nacka stiger terrängen öster om station Sickla successivt fram till tunnelbanans slut nordost om station Nacka Centrum.

Följande avsnitt beskriver berg-, mark- och vattenförhållandena översiktligt längs sträckan. En mer detaljerad beskrivning återfinns i PM Hydrogeologi som utgör Bilaga C till ansökan.

4.1 Lokalisering

Tunnelbanan till Nacka och söderort utgår från befintlig Blå linje vid Kungsträdgården som förlängs mot Nacka med nya stationer vid Sofia, Hammarby Kanal, Sickla, Järsla och Nacka Centrum. Söder om stationen vid Sofia förgrenas linjen mot söderort med en ny anslutning till befintlig station Gullmarsplan, under den befintliga stationen, en ny station i Slakthusområdet och vidare till Sockenplan där den ansluts till Hagsätragrenen. Hagsätragrenen kommer på så sätt bli en del av Blå linje istället för Grön linje. Den nya stationen i Slakthusområdet ersätter stationerna vid Globen och Enskede Gård.

Se Figur 6 för översiktskarta med det nuvarande tunnelbanenätet och de tillkommande sträckningarna.



Figur 6. Karta över befintligt tunnelbanenät samt de tre tillkommande utbyggnadsgrenarna, Kungsträdgården-Nacka och söderort, Akalla-Barkarby station samt Odenplan-Arenastaden.

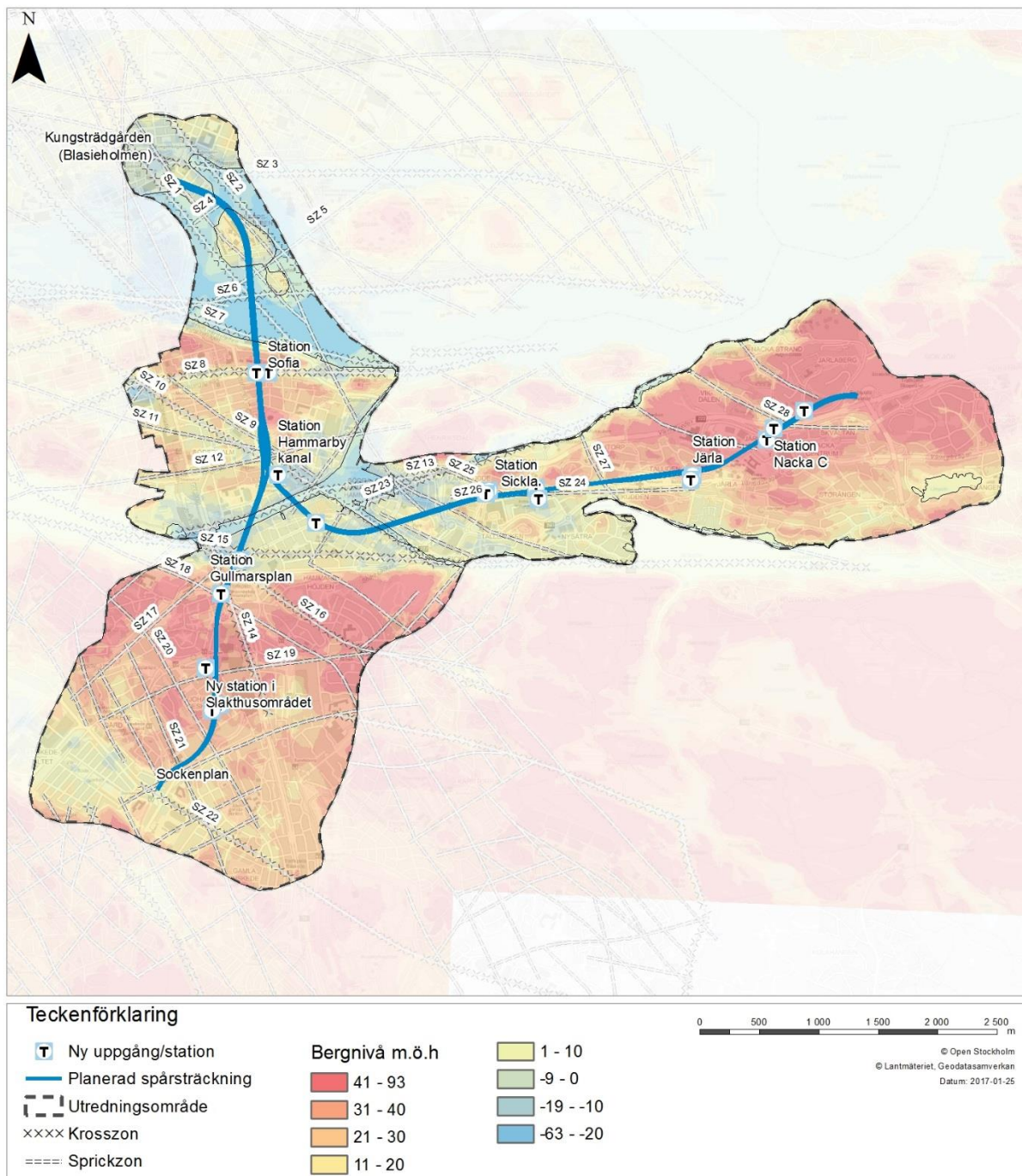
Spårtunnlarna och stationerna kommer att vara förlagda i berg, liksom delar av ventilations- och utrymningsschakt. Uppgångarnas entréer, delar av ventilations- och utrymningsschakten samt påslagen till arbetstunnlarna kommer att vara förlagda ovan jord.

Tunnelbanesträckningen är lokaliserad i Stockholms stad och Nacka kommun.

4.2 Berg

Förutom vid betongtunnel och tråg vid Sockenplan, tunnelpåslagen och uppgångarna, kommer anläggningen vara helt förlagd i berggrunden. Stockholmsberg lämpar sig väl för byggande under mark, vilket det stora antalet befintliga tunnlar vittnar om. Berggrundens bergarter utgörs huvudsakligen av antingen gnejs eller granit (med gnejsig struktur). Gnejsen dominerar inom de mer höglänta områdena medan graniten mest förekommer där topografin är lite flackare. Både gnejs och granit har synliga mineralkorn, oftast kvarts, fältspat och glimmer, men gnejsen har en bandad (randig) struktur.

I arbetet med att projektera för utbyggnaden av tunnelbanan har största vikt lagts vid att bestämma bergytans läge för att uppnå tillräcklig bergtäckning. Dessutom har förekomst av sprick- eller svaghetszoner undersökts, vilka kan påverka tunnelstabilitet och grundvatteninläckage. Bergytans läge och förekomst av större sprick- och svaghetszoner visas i Figur 7 nedan.



Figur 7. Översiktlig geologisk karta över utredningsområdet.

4.3 Jordlager

Området är typiskt för stora delar av Mälardalens kuperade terräng med mindre höjder med synligt berg eller tunnare moränjordtäcke och mellanliggande dalsvackor med lerjord. De mellanliggande dalsvackorna följer ofta de huvudsakliga sprick- och svaghetszonernas orientering. Där terrängen generellt är lägre kan höjdryggarna vara helt jordtäckta, exempelvis döljs en förhållandevis varierande bergyta under Enskededalens och Årstafältets plana markyta. I områden med högre liggande mark saknas istället större jordlagermaktigheter i dalsvackorna och terrängen är mer brant och varierande, exempelvis inom Nacka kommun. Ytterligare ett, för Mälardalen, karaktäristiskt kännetecken är de nästan nord-sydligt orienterade rullstensåsarna (isälvsavlagringar). Dessa sand- och grusavlagringar, som bildades under inlandsisen i samband med avsmältningen, följer inte sällan dalgångar eller ”hänger” längs sidan på en förkastningsbrant.

Inom vissa områden pågår sättningsrörelser. De kan vara orsakade av landhöjning (gäller lerområden intill Strömmen/Saltsjön), nedbrytning av organiskt material, av förändrade lastförhållanden (byggnation) eller av avsänkta grundvattenförhållanden (minskad grundvattenbildning eller dränering). En bebyggd miljö är föränderlig med nybyggnation, olika mark- och ledningsarbeten med mera som kan förändra förhållandena, vilket gör en värdering av pågående sättningar generellt komplicerad.

Större områden med lerjord finns vid Norrmalm, inom centrala delen och södra delen av Södermalm. Inom Hammarby Sjöstad samt i söderort, i området söder om Årsta och Hammarbyhöjdens bergshöjder, förekommer större jorddjup. I Nacka är jordlagermaktigheterna generellt mindre. Områden med något större jordlagermaktighet finns inom Sickla köpkvarter och vid Nacka kyrkogård ned mot Järlasjön.

Inom Norrmalm består jordlagren av Stockholmsåsens sand- och grusavlagringar som även spridits (svallats) ut och underlagrar omgivande lerjordlager vid Kungsträdgården och delar av Norrmalm. Moränjord underlagrar lerjordlagret i öster och finns marknära inom de mindre höjdområdena på Skeppsholmen, Blasieholmen och Östermalm. Stora delar av området med lerjord är utfyllt med fyllningsjord. De största jorddjupen finns i Nybrovikens förlängning mot nordväst med jorddjup överstigande 10 till 15 meter och inom delar av Stockholmsåsen i väster. Lerjorden är mellan 5 till 7 meter, upp mot över 10 meter mäktig inom Norrmalm, och bedöms vara sättningsbenägen. En viss pågående sättning kan pågå, beroende på landhöjningen och områdets bebyggelse och pågående verksamheter.

Skeppsholmen har mestadels ytligt berg eller moränjord vid markytan. Ett område med lerjord finns längs med den södra kajen och mindre delar kan eventuellt vara påverkade av landhöjningen med marksättning som följd.

På Södermalm finns jordlager med större mäktighet längs med Folkungsgatan, vid Katarina Bangata, Ringvägen bort mot Fatburen samt vid Färgarplan och längs kajerna mot Hammarby sjö. Längs Folkungsgatan är jorddjupen inom vissa delar betydande. Vid Stigbergsparken och området för station Sofias uppgång har jorddjup på upp mot 15-23 meter påträffats. Lerjordlagret är dock mindre mäktigt och bedöms inte vara sättningsbenäget på grund av att det är beläget ovan grundvattennivån. Mäktigare lerlager som bedöms vara lös och därmed sättningskänslig lera finns vid Färgarplan, följt av området vid Vintertullsparken ner mot Hammarby sjö. Vid Katarina Bangata och Ringvägen finns stora jorddjup, men lerans mäktighet varierar stort inom området. Vid försiktig bedömning klassificeras dock området som sättningskänsligt. Slutligen finns sättningsbenägna lerjordlager inom utredningsområdet vid Götgatan.

Hammarby sjö hade fram till 1920-talet en cirka fyra meter högre vattenyta och sjön hade en betydligt större utbredning än över Södermalm, delar av Hammarby sjöstad, runt Sickla kanal och in i området norr om Sickla udde. Sjösänkningen innebar stora marksättningar, även i områden utanför tidigare strandlinje.

Inom Hammarby sjöstad varierar lerjordmäktigheten mellan 3 till 9 meter med mindre öar med ytligt berg och moränjord vid markytan. Provtagning och beräkningar visar på något motstridiga uppgifter om lerjordens sättningsbenägenhet. Sannolikt pågår fortfarande vissa sättningsrörelser inom vissa delar men i stort bedöms området som måttligt känsligt.

Inom Sickla udde finns en bergsvacka, den så kallade Nobelsvackan, med lerjordmäktigheter upp mot 20 meter, vilket innebär en sättningsbenägenhet. Österut i Nacka minskar jordlagermäktigheten och därmed lerjordens mäktighet. Provtagningen av lerjorden visar inte på någon större sättningsbenägenhet vid en grundvattennivåsänkning. Mindre marksättningar skulle kunna uppkomma inom Sickla köpkvarters södra del och inom bostadsområdet Järila Sjö. För villaområdena

Storängen, Lillängen samt Vikdalen bedöms marken inte vara sättningsbenägen, på grund av övervägande ringa jordlagermaktighet. Öster om Nacka Forum, vid Skvaltån, låg tidigare en sjö och organiska jordar finns i området. Marksättningar har förekommit i området men provtagning visar på att dessa troligen redan är utvecklade och området bedöms inte vara speciellt sättningsbenäget idag.

Området vid Mårtensdal gränsar mot Stockholmsåsen i väster. Det finns en djup svacka i berggrunden med jordlager upp till 35 meter, mestadels bestående av friktionsjord. Lerjordlagret inom området är mestadels måttligt, cirka 3 till 5 meter.

Spårtunnlarna kommer att gå i närheten av Stockholmsåsen vid Södermalm eller passera under åsen vid Gullmarsplan, där åsens grus- och sandlager är avdelade av bergtrösklar.

Slakthusområdet har växellagring, det vill säga skiktade lager med sand, silt och lerjord. Som mest är jorddjupet cirka 8 till 10 meter men stora delar har ytligt liggande berggrundsytta.

Vid Enskede gårds gymnasium finns tunnare jordlager med växellagring på norra sidan av Enskedevägen och den planerade spårlinjen medan lerjord finns i villaområdet söder om Enskedevägen.

Inom Enskededalen och delar av Linde finns större lerjordlager som bedöms vara sättningsbenägna.

4.4 Grundvatten

Grundvatten förekommer i grundvattenmagasin i jord och i berg, se Figur 8. Ett grundvattenmagasin i jord är en avgränsad del av ett jordlager som magasinerar grundvatten och samtidigt är så genomsläppligt att grundvatten kan transporteras igenom magasinet. Även lerjord innehåller mycket grundvatten men är så tät att den inte räknas som ett grundvattenmagasin. Grus- och sandavlagringar tillhör de bästa grundvattenmagasinen ur lagringshänseende medan moränjord oftast har mindre genomsläpplighet.

Berggrunden har mestadels låg vattengenomsläpplighet och utgör då en barriär mellan olika grundvattenmagasin i jord. Den kan också ha sprickor och de utgör då grundvattenmagasin. Generellt kan spricksystemen ha hög vattengenomsläpplighet men klarar inte att magasinera speciellt mycket grundvatten. Bergssprickorna fungerar snarare som transportvägar än som magasin för grundvattnet.

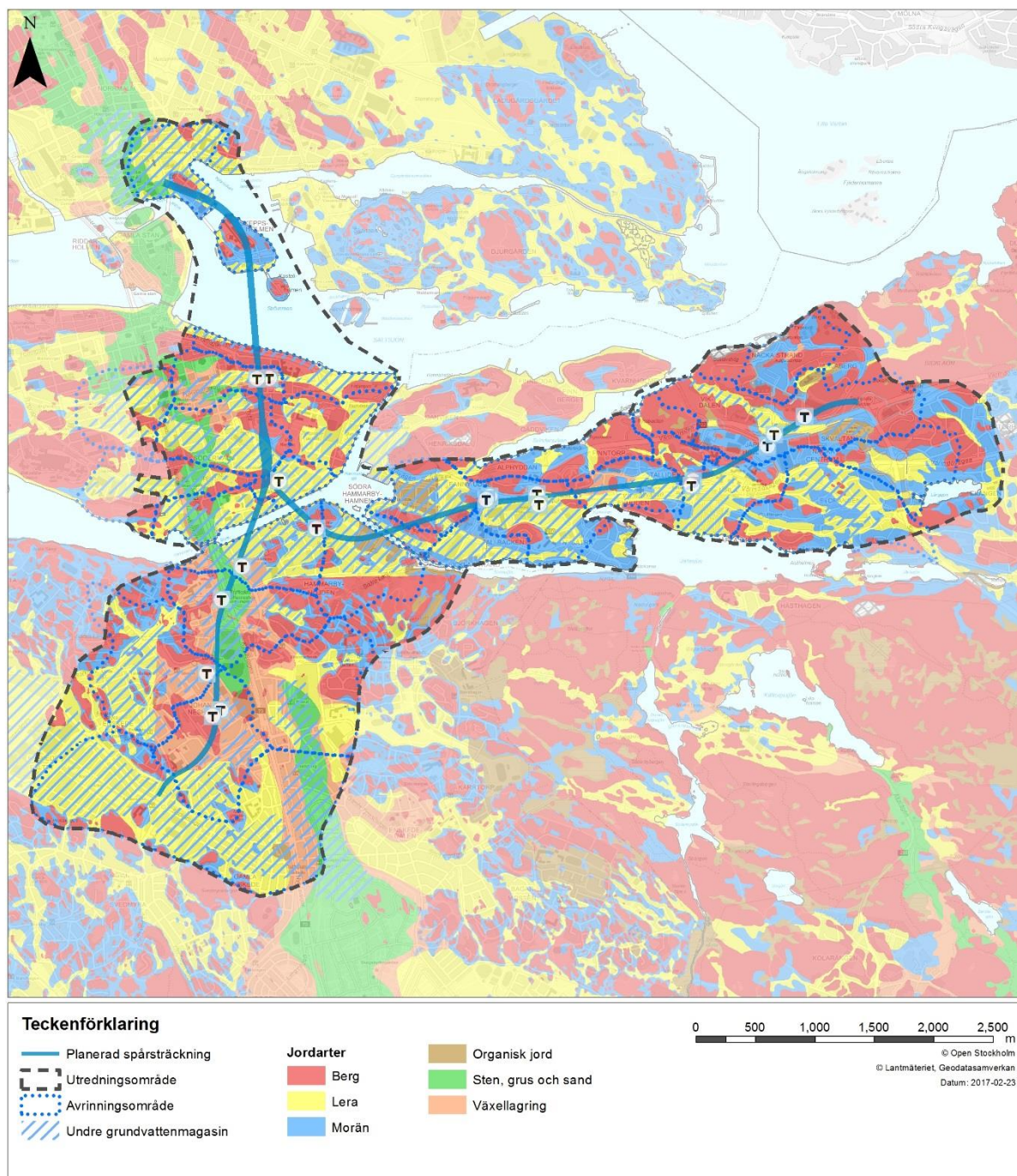
Lerjord har väldigt låg vattengenomsläpplighet och fungerar därför också som en barriär mellan olika grundvattenmagasin. Inom lerområden förekommer därför ofta ett undre grundvattenmagasin i friktionsjordlagret mellan berggrunden och lerjorden och ibland ett övre magasin i det översta lagret av mat- eller fyllningsjord som nästan alltid finns inom bebyggd miljö. För mer detaljerad information, se PM Hydrogeologi, Bilaga C till ansökan.

Grundvattenbildningen till berget sker från sprickor i bergpartier där berget går i dagen eller genom kontakt mellan berg och vattenförande jordlager medan grundvattenbildning till jord sker direkt från nederbörd. Grundvattenbildningen till jord och berg är beroende av topografin, jordarternas vattengenomsläpplighet, storleken på nederbörden och evapotranspirationens andel (avdunstning från mark och transpiration från växter) av den totala nederbörden samt ytavrinningens storlek. Ytavrinningen i sin tur är beroende av topografi, jordartens infiltrationskapacitet och aktuell markanvändning.

Grundvattenbildningens storlek varierar under året. Vid snösmältningen sker en vattenfyllnad av markvattenzonen så att grundvatten kan bildas. Då temperaturen stiger under våren ökar också avdunstningen. Under april-maj är avdunstningen större än nederbörden och någon grundvattenbildning sker inte annat än vid en ordentlig rotblöta som kan mätta markvattenzonen. Under

hösten minskar avdunstningen igen och markvattenmagasinet fylls på och grundvatten kan bildas. Detta innebär att grundvattennivån ofta varierar under året.

I arbetet med att undersöka och beskriva grundvattenförhållanden har utredningsområdet längs sträckan delats in i olika delavrinningsområden (se ordlista, avsnitt 14). Dessa är avgränsade utifrån topografin och var det finns ytligt berg. Inom delavrinningsområdena finns grundvattenbildningsområden, så kallade inströmningsområden, och utströmningsvägar till andra delområden eller till ett ytvatten. Delavrinningsområdena har också använts som indelning för vattenbalansberäkningar. Inom de olika delområdena har de huvudsakliga undre grundvattenmagasinen i jord karterats samt Stockholmsåsens öppna delmagasin. Grundvatten förekommer även utanför dessa huvudsakliga magasin, i berg och i mindre öppna magasin i jord.



Figur 8. Delavrinningsområden samt utbredning av huvudsakliga undre grundvattenmagasin inom områden med lerjord samt grundvattenmagasin inom Stockholmsåsen.

4.5 Beskrivning av geologi- och grundvattenförhållanden längs sträckan

4.5.1 Norrmalm och Skeppsholmen

Grundvattenförhållandena inom den aktuella delen av Norrmalm kring Kungsträdgården, södra Östermalm och Blasieholmen styrs av Stockholmsåsen i väster och av närheten till Saltsjön vid Kungsträdgården och Nybroviken. Stora delar är utfylld sjöbotten eller sjöstrand och övre och undre grundvattenmagasin har i stort samma grundvattennivå. Grundvattennivån varierar kring +0,2 till +0,3 meter (RH2000) vilket endast är cirka en decimeter över Saltsjöns medelvattennivå, under mätperiod 2013-2016.

Inom Skeppsholmen finns grundvattenmagasin inom kajområdet mot söder, eventuellt i fyllningsjorden längs kajen mot nordost och vid brofästet för Skeppsholmsbron. Högre liggande mark utgör grundvattenbildningsområden men bedöms inte ha något stadigvarande grundvattenmagasin. Grundvattennivån längs kajerna följer Saltsjöns nivåvariation.

4.5.2 Södermalm

Södermalms östra del karaktäriseras av Vita bergen vars centralt belägna bergshöjd delar av avrinningsområden i en östlig del vid Färgarplan, en nordlig del längs med Folkungagatan och en västlig del mellan Renstiernas gata, Ringvägen och Götgatan. Längs Södermalms kajer mot Hammarby sjö finns ytterligare grundvattenmagasin i jord, vilka påverkas av ytvattenståndet i Hammarby sjö.

Det undre grundvattenmagasinet längs Folkungagatan har en nivå på cirka +17, motsvarande 8-10 meter under mark, sannolikt orsakat av dränering till befintliga anläggningar och av närheten till Stadsgårdens lägre mark- och vattennivåer. Inom delar av området finns ett övre grundvattenmagasin med grundvattennivå cirka 3 meter under mark. Den låga grundvattennivån i det undre magasinet ligger under lerjordens underkant vilket gör området okänsligt för ytterligare grundvattennivåsänkning.

Området längs Katarina Bangata delas av Stockholmsåsen i mitten med högre grundvattenbildning. Grundvattnet strömmar ut från åsen mot Fatburen och mot Vintertullstorget. Eventuellt kan ett flöde gå i åsen ned mot Skanstull och Eriksdal. Grundvattennivån ligger cirka 6 meter under mark. Grundvattnets gradient ökar i områdets östra del och ner mot Vintertullstorget, delvis beroende av bergströklar och minskad magasinsbredd.

Området vid Vintertullsparken och ner mot Hammarby sjö var tidigare sjöbotten då sjöytan var cirka 4 meter högre fram till mitten av 1920-talet. Grundvattennivån faller från cirka +2,5 meter i området för den planerade norra uppgången för station Hammarby Kanal ned till cirka +0,3 meter intill kajkanten vilket motsvarar Hammarby sjös vattennivå. Området är utfyllt och ett övre grundvattenmagasin kan förekomma i fyllningsjorden.

Östra delen av Södermalm kring Färgarplan har djupa jordlager och ett undre magasin som avrinner mot Danviks kanal. Även här ligger det undre grundvattennivå relativt djupt under markytan, cirka 6 meter med grundvattennivåer från +6.

4.5.3 Sickla udde och Nacka

Sickla udde och västra delen av Nacka kommun karaktäriseras av områdesvis djupa jordlager, en bergsrygg längs med norra sidan av Sicklaön som avdelar avrinningen mot norr och Svindersviken och den större delen som avrinner mot söder och Sickla och Järta sjö. Områden med lerjord och därmed ett undre, och ofta ett övre, grundvattenmagasin finns inom Sickla udde, intill Sickla sjö,

inom Sickla köpkvarter samt inom delar av Nacka kyrkogård och längs Värmdövägen och Saltsjöbanan.

Den östra delen av utredningsområdet inom Nacka domineras av ytligt berg och mestadels tunna jordlager. Bergshöjder separeras av smala dalgångar där endast ett fåtal något större dalgångar har lerjordtäckte. Övriga dalsvackor har moränjordlager vid markytan. Dessa utgör öppna grundvattenmagasin, vilka ger god lagringskapacitet till förekommande spricksystem i berggrunden. Områden med lerjord och därmed ett undre, och ofta ett övre, grundvattenmagasin är området från Värmdöleden ned genom Vikdalen, vid Skvaltån, inom Lillängen och Storängen samt inom området vid Järila Sjö. Ett mindre lerområde bedöms finnas vid Birkavägen. Vid Nacka gymnasium finns lerjord enligt jordartkartan men jordlagren är tunna och magasinet bedöms ha mer karaktär av ett öppet magasin, det vill säga utan tätande lös lerjord.

Grundvattenförhållandena vid Sickla udde bestäms av närheten till ytvatten och det faktum att stora delar var sjöbotten fram till sänkningen av Hammarby sjö under 1920-talet. Grundvattennivån i det undre magasinet går från cirka +1,5 meter ner till +0,5 meter eller lägre.

I området på norra sidan av Sicklasjön och även i området inom Sickla köpkvarter ner mot Järila-sjön (Sicklasjön är en del av Järilasjön) styrs grundvattnet av sjöns ytvattennivå på cirka +5,2 meter. Grundvattennivån inom dessa angränsande områden kan alltså inte falla under denna nivå på naturlig väg, utan så sker bara genom dränering eller brunnsuttag. Gränsen mot tidigare område går från Sickla sluss och följer sedan i stort Södra Länkens dragning som löper under en mindre bergbetingad höjdrygg.

Fortsatt österut inom utredningsområdet gäller att norr om spårtunnlarna ligger berggrunden mestadels ytligt eller synligt vid markytan och jordlagren är tunna. Mindre grundvattenmagasin förekommer i moränfyllda bergsvackor varav vissa dämtes upp av bergtrösklar och haft mindre kärr eller våtmarker och därmed kan ha ett tunnare marklager med organisk jord. Ett kvarvarande område med blötare förhållanden finns norr om Nacka gymnasium, intill ny biltunnel mot Kvarnholmen, där ett mindre fuktområde finns kvar.

Söder om spårtunnlarna finns lite större jorddjup som medger ett varaktigt grundvattenmagasin. Det förekommer längs med Värmdövägen, Nacka kyrkogård och inom bostadsområdena Järila Sjö, Lillängen och Storängen. Grundvattennivån följer i stort terrängen ned mot Järilasjön.

Station Nacka Centrum kommer att lokaliseras under Värmdöleden nära en grundvattendelare där det finns ett grundvattenmagasin som avrinner genom Vikdalen ned mot Svindersviken och ett magasin i öster som avrinner ned mot Långsjön åt sydost. Det senare området var tidigare en sjö, Skvaltån, som delvis syns vara utfylld i flygfoton från 50, och 60-talet. (Eniro, 2016)

4.5.4 Mårtensdal, Hammarby Sjöstad och söderort

Delavrinningsområdena inom söderort med Hammarby Sjöstad kan delas in i två grupper. De områden som avrinner mot norr och Hammarby sjö och de områden som avrinner mot söder och Ensckedalen och vidare mot Årstafältet ned till Årstasjön. Gränsen utgörs av en grundvattendelare genom Stockholmsåsen, norr om Globen, som löper vidare genom Johanneshov ner mot Årstaviken och åt motsatt håll, genom Hammarbyhöjden bort mot Hammarbybacken.

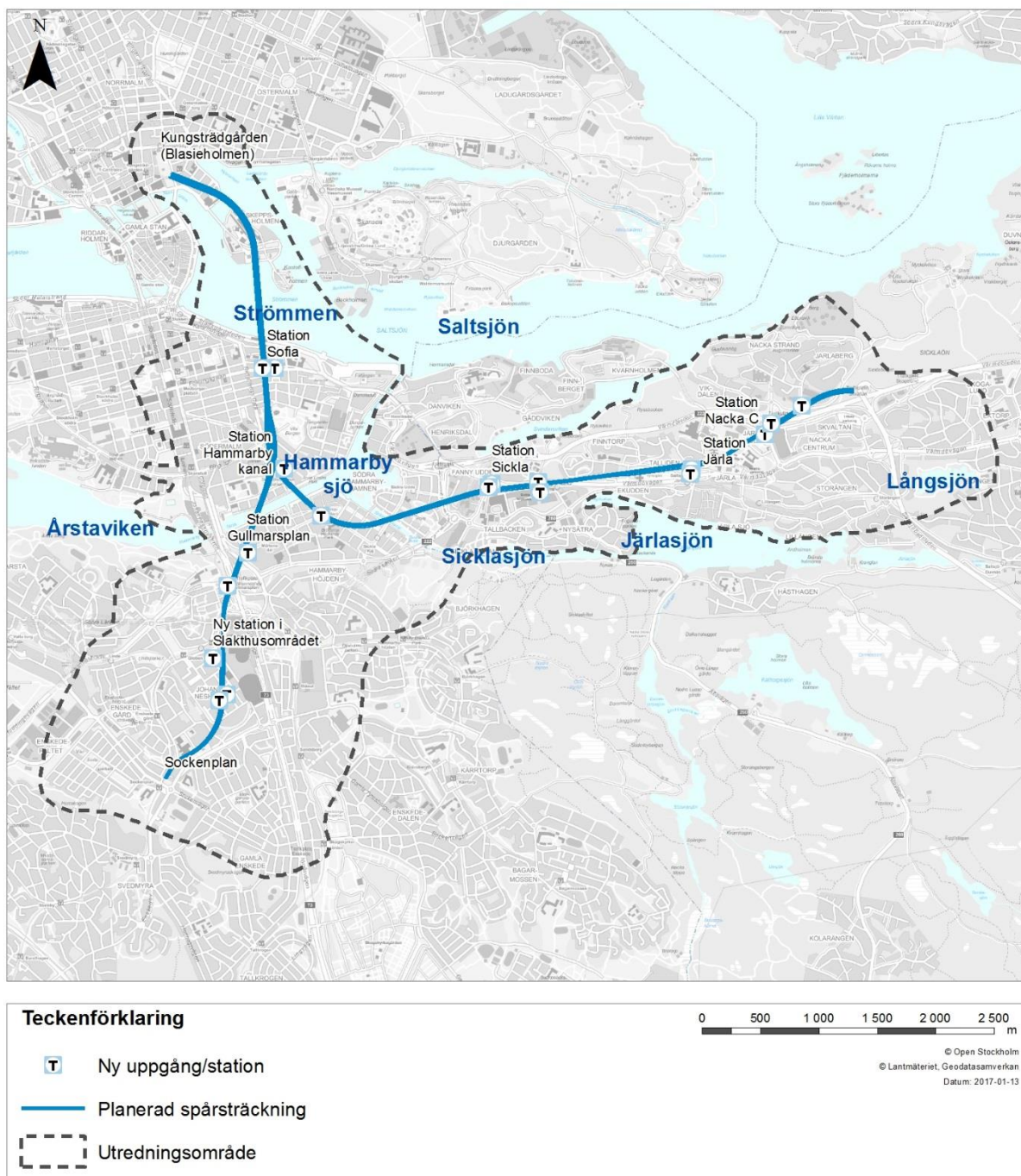
Stockholmsåsen från vattendelaren vid Globen och norrut har delvis kvar mäktiga jordlager men grundvattenmagasinet är endast någon meter mäktigt och hålls uppe av bergtrösklar. Utan dessa trösklar skulle åsmagasinet vara helt torrlagt då bergytan faller brant vid Gullmarsplan ner mot Mårtensdal. Detta illustreras av att grundvattennivån vid station Gullmarsplans södra uppgång ligger kring +32 medan den vid norra uppgången ligger kring +0,2.

Inom Mårtensdal har det undre grundvattenmagasinet delvis kontakt med Årstavikens ytvatten via åsmaterialet. Längre österut och inom Hammarby Sjöstad går strömningen från grundvattenbildningsområdet inom Hammarbyberget norrut till Hammarby sjö. Grundvattennivån faller från cirka +6 ner till cirka +0,2 eller motsvarande ytvattnets nivå.

Delområdena som avrinner mot Årstafältet börjar i norr vid Slakthusområdet där en bergbetingad vattendelare gör att norra delen avrinner mot norr och Bolidenplan och via Linde till Årstafältet. Den södra delen av Slakthusområdet avrinner mot söder och Enskedevägen och vidare genom gamla Enskede till Sockenvägen och Enskededalen.

4.6 Ytvatten

De ytvatten som tunnelbanan kan komma att beröra eller som är belägna inom utredningsområdet är Strömmen med Hammarby sjö (ID SE591920-180800), Mälaren-Årstaviken (ID SE657834-162783), Järlasjön (som Sicklasjön är en del av, ID SE657791-163223) och Långsjön i Nacka, se Figur 9. Information om vattenförekomsternas ekologiska och kemiska status är hämtad från Vattenmyndigheternas databas (VISS, 2017). För en mer ingående beskrivning av vad statusklassificeringen baseras på, se avsnitt 3.6.2.



Figur 9. Berörda ytvatten.

4.6.1 Strömmen och Hammarby sjö

Vattennivån i Strömmen och Hammarby sjö mäts vid Hammarby sluss av Stockholms hamnar med en mätning var 30:e minut. Den mäts även av SMHI, där mätserien för Stockholm med start

år 1774 är den längsta i världen. Sedan år 1889 mäts havsvattennivån vid Skeppsholmen och medelvattennivån är +0,12 m (RH2000). SMHI redovisar en beräkningsformel för att beräkna årets medelvattenstånd vilket än så länge följer en regressionskurva där nivån sjunker med cirka 4 mm årligen på grund av landhöjningen.

Mälarens utflöde till Saltsjön via Slussen och Norrström har mellan år 1968 och 2013 haft en årsmedelvariation på utflödet, med både torra och regniga år, som varierat mellan 42-257 m³/s (Lücke, 2014).

Strömmens ekologiska status i dagsläget har bedömts som otillfredsställande på grund av bottenfaunans status. Kvalitetskravet är beslutat till att måttlig ekologisk status ska uppnås till år 2027. God status avseende övergödning ges tidsundantag till 2027.

Strömmen uppnår ej god kemisk status. För att uppnå god kemisk ytvattenstatus ges undantag för kvicksilver och bromerad difenyleter på grund av att det bedöms vara tekniskt omöjligt att sänka halterna till de nivåer som motsvarar god kemisk ytvattenstatus. Det ges också tidsfrister till år 2027 avseende tributyltenn, bly och antracen.

4.6.2 Mälaren-Årstaviken

Mälarens vattenstånd mäts av Stockholms hamnar vid Hammarbyslussen, det vill säga i Årstaviken, och medelvattenståndet är +0,87 m (RH2000).

Hammarbyslussen används sent i tappningsordningen, det vill säga i normala fall sker tappning relativt sällan, när Mälarens vattenstånd står högt. Avtappningskapaciteten för Hammarbyslussen har fördubblats från 70 till 140 kubikmeter per sekund. Under byggtiden för nya Slussen i Söderström kommer Hammarbyslussen att användas för tappning mer frekvent. Stockholmsåsens genomsläppliga sand- och gruslager passerar Årstaviken vid Hammarbyslussen och ett flöde av ytvatten genom gruslagren till Hammarby kanal.

Mälaren-Årstaviken har i statusklassningen god ekologisk status men uppnår ej god kemisk ytvattenstatus. För att uppnå god kemisk ytvattenstatus ges undantag för kvicksilver och bromerad difenyleter på grund av att det bedöms vara tekniskt omöjligt att sänka halterna till de nivåer som motsvarar god kemisk ytvattenstatus. Det ges också tidsfrister till år 2027 avseende tributyltenn, bly, kadmium och antracen.

4.6.3 Järlasjön och Sicklasjön

Järlasjön och Sicklasjön redovisas i olika arkiv ibland som separata sjöar och ibland som en sammanhängande enhet, då oftast under benämningen Järlasjön. Enligt SMHI redovisas fakta för Sicklasjön separat (Järlasjön och Sicklasjön har egna sjö-ID). I länsstyrelsernas databas (VISS, 2017) redovisas Sicklasjön som en vattenförekomst men inte Järlasjön. Båda sjöarna har en medelvattennivå på +5,2 m (RH2000).

Sicklasjöns ekologiska status bedöms som måttlig. För att uppnå god ekologisk status har tidsfrist till år 2027 föreslagits, på grund av att det bedöms vara tekniskt omöjligt att före detta uppnå god status avseende övergödning. Sjön har också tidsundantag till år 2021 avseende morfologiska förändringar. Överskridandet av ammoniak i vattnet är också ett skäl till den ekologiska statusen.

Sicklasjön uppnår ej god kemisk status. För att uppnå god kemisk ytvattenstatus ges undantag för kvicksilver och bromerad difenyleter på grund av att det bedöms vara tekniskt omöjligt att sänka halterna till de nivåer som motsvarar god kemisk ytvattenstatus. Det ges också tidsfrister till år 2027 avseende, bly, kadmium och antracen.

Det har inte gjorts någon separat statusklassning av Järlasjön. Enligt SMHI betraktas Järlasjön som en vattenyta tillhörande vattenförekomsten Sicklasjön och det är endast vattenförekomsterna

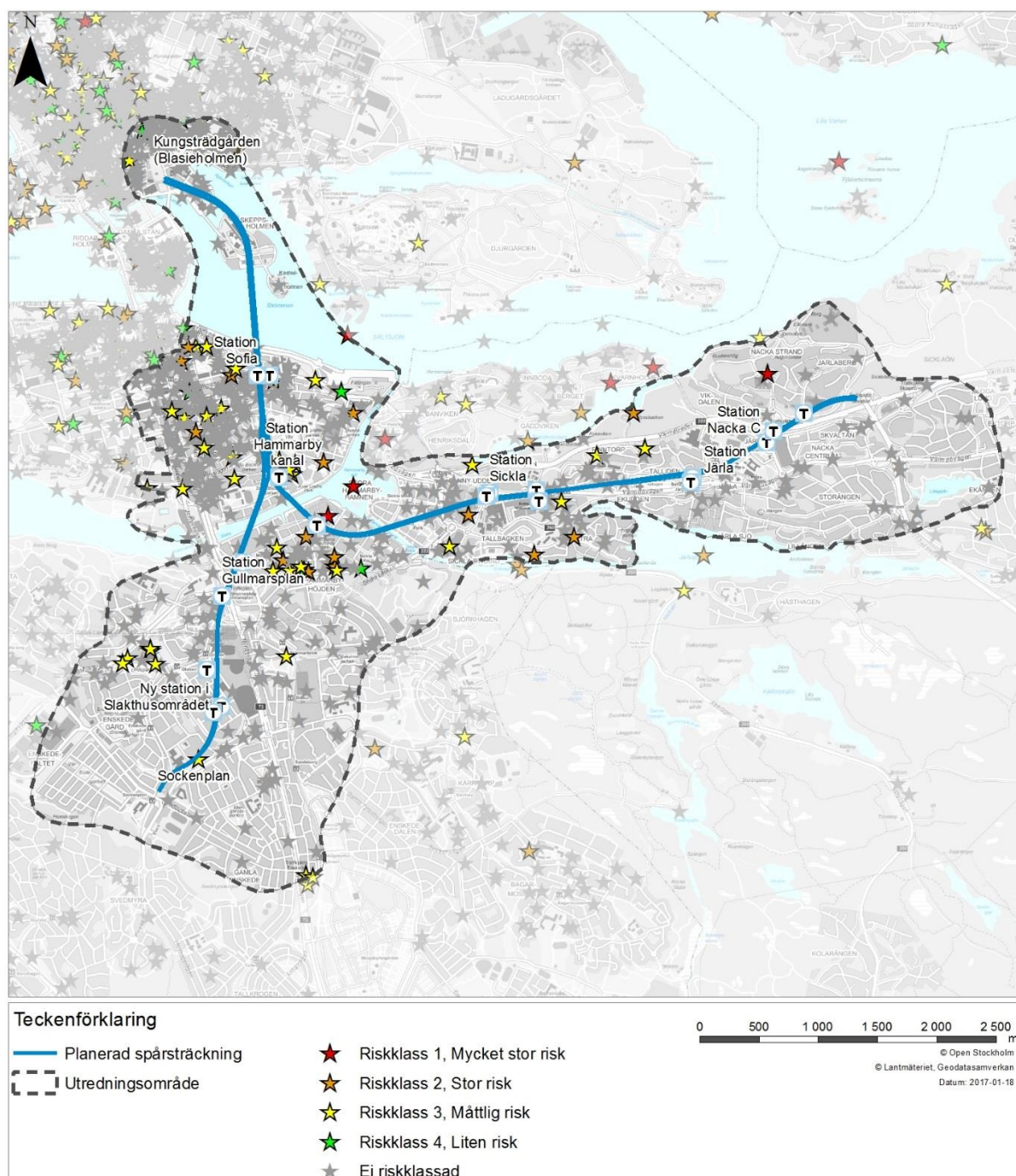
som statusklassas. Enligt undersökningar är Järlasjön påverkad av övergödning men inte av försurning. Ljusförhållandena har bedömts som måttliga.

4.6.4 Långsjön

Långsjön är en mindre och grund sjö i utkanten av utredningsområdet som får en del av sin tillrinning från området kring den tidigare sjön Skvaltan i närheten av Nacka Centrum. Det har inte gjorts någon statusklassning av Långsjön, men det finns några undersökta parametrar. Långsjön har inte problem med övergödning trots att den är näringsrik. Ljusförhållandena i sjön är goda och hög alkalinitet buffrar mot försurning.

4.7 Befintliga föroreningar

Det finns och har funnits ett stort antal miljöfarliga verksamheter som under historiens gång har medfört föroreningar inom utredningsområdet enligt Figur 10. Det har gjorts en övergripande inventering av potentiellt förorenade områden inom utredningsområdet, baserat på länsstyrelsens MIFO-databas (Metodik för Inventering av Förorenade Områden) (se ordlista, avsnitt 14). Inventeringen har baserats på data från länsstyrelsernas och kommunernas databaser över före detta och befintliga miljöfarliga verksamheter.



Figur 10. Karta över potentiellt förorenade områden, enligt Länsstyrelsens MIFO-databas.

Provtagning av jord vid lägen för stationsuppgångar har skett längs med planerad linjesträckning. Jordproverna har analyserats med avseende på främst metaller och organiska ämnen (aromater, alifater, BTEX och PAH). Jämförelse har gjorts mot Naturvårdsverkets generella riktvärden för

mindre känslig markanvändning (MKM), alternativt känslig markanvändning (KM) beroende på markanvändningen på aktuell plats (Naturvårdsverket, 2009.). Grundvattnets kvalitet längs med tunnelbanans planerade sträckning har undersökts genom provtagning. Resultaten från analyserna av grundvattenproverna har jämförts med Sveriges geologiska undersöknings bedömningsgrunder för grundvatten (SGU, 2013) samt med Svenska Petroleuminstitutets förslag till riktvärden (SPI, 2010).

Vid Kungsträdgården, Slussen och Hammarby kanal har det funnits hamnverksamhet under lång tid.

I närområdet till station Sofia har fem respektive sex verksamheter klassats som medelhög respektive hög sammanvägd riskklass för olika föroreningar. Provtagning av jord i området har påvisat förekomst av metaller (kvicksilver och bly) över riktvärden för känslig markanvändning i översta 1,5 metern jord, samt enstaka halter av PAH över riktvärden för både KM och MKM. Provtagning av undre grundvattenmagasin gav en stark lukt av petroleumprodukter vid installationstillfället och analysresultaten för grundvatten översteg SPI:s riktvärde för ångor i byggnader avseende alifater medan övriga organiska ämnen understeg riktvärdena (SPI, 2010). I samma punkt har analysvärden av klorerade lösningsmedel (triklormetan) detekterats i låg halt, men de understeg Livsmedelsverkets gränsvärde i dricksvatten avseende kloroform med flera trihalometaner (SLV, 2011).

I samband med de geotekniska undersökningarna har fyllningsjord med turkosfärgade korn påträffats ytligt vilket visade sig innehålla detekterbara halter av cyanid. Liknande material har påträffats vid provtagning i närliggande provpunkt på provdjup 0,15–0,3 meter under markytan. Förekomsten av material med cyanidinhåll har inte kunnat avgränsas i Stigbergsparken och kan förekomma i annan koncentration i närområdet. Analys av jord från 1,5–3,0 meters djup har inte påvisat några halter av föroreningar över Naturvårdsverkets generella riktvärden för förorenad mark i någon provpunkt i området. Efter denna provtagning har Stockholms stad tagit prover i aktuellt område utan att ha identifierat den tidigare identifierade föroreningen.

Vattenprovtagning har även skett i en brunn inför ett hydraultest. Vattenprovet som representerar det undre grundvattenmagasinet visade på en detekterbar halt av tyngre alifater och en viss påverkan av metaller, med måttlig till hög blyhalt (SGU, 2013). Kloridhalten uppmättes till 98 mg/l vilket även den är på gränsen till hög enligt SGU:s bedömningsgrunder.

Vid Hammarby kanal finns ett värmeverk med förbränning och hantering av gasformiga bränslen.

Ett vattenprov har tagits mellan stationsuppgångarna för Sofia och Hammarby Kanal, vid Katarina Bangata strax norr om korsningen med Ringvägen. Vattenprovet representerar det undre grundvattenmagasinet närmast berg. Även här påvisades kloridhalt och blyhalt som indikerar påverkan från vägar (blyet antas härstamma från tidigare användning i bensin). I övrigt påvisades inga halter av tungmetaller, olja eller PAH.

I närområdet av Hammarby Kanals uppgångar har fyra (norra sidan) respektive två (södra sidan) verksamheter bedömts ha en medelhög respektive hög sammanvägd riskklass avseende föroreningar. Provtagning av jord i området har påvisat förekomst av metaller (koppar, kvicksilver och bly) och tunga PAH över riktvärden för KM i översta metern jordlager. Uppgifter om vattenkvalitet för ett rör som ligger norr om Hammarby kanals norra uppgång har inhämtats från Stockholms stads utredningar. Analysvärdena visar på att grundvattnet generellt har mycket låga halter av metaller, undantaget arsenik som uppvisade hög halt. Grundvattnet hade även hög kloridhalt, troligen från vägsalt eller läckande avloppsledningar.

Vid Atlas Copco-området i Sickla har det funnits gjuteri samt verkstad för dieselmotorer, berg-borraggregat och kompressorer, vilket inneburit utsläpp av metaller, oljor, fenoler med mera. Det

har även funnits en avfallsdeponi kopplad till verksamheten. Akzo Nobel verkar i färg- och kemikaliebranschen och har även haft verksamhet i Sickla. Vid översiktliga markundersökningar har kvicksilver, polyaromatiska kolväten, rester av bekämpningsmedel med mera påträffats.

I Sicklaområdet och längs Värmdövägen har det funnits ett antal bensinstationer varav ett flertal lagts ner och sanerats och några enstaka finns kvar i bruk. Marken inom Sickla och Järla industriområden har efterbehandlats under 2000-talet. Det är dock endast sanerat tillräckligt för att kunna bygga nya bostads- och handelsområden. I Järla industriområde har det funnits många verksamheter. Utöver DeLaval's metall- och gjuteriverksamhet har det även funnits läderfabrik/garveri och skrot.

I närområdet av station Sickla har tre verksamheter identifierats kunna ha föroreningar motsvarande riskklass hög och en verksamhet motsvarande riskklass, medelhög. Provtagning av jord i området har påvisat förekomst av metaller (koppar, kvicksilver och bly), alifater och PAH över riktvärden för KM. Provtagning av grundvattnet gav halter av bensen som översteg SPI:s riktvärde för ångor i byggnader. I samma punkt har analysvärden av klorerade lösningsmedel detekterats i låga halter, vilka understeg Livsmedelsverkets jämförvärden för dricksvatten (SLV, 2001). I samband med borrning av en brunn för provpumpning av det undre grundvattenmagasinet uppborrades oljeförorenade fyllningsjordar från en nivå cirka 5-7 meter under markytan. Ett vattenprov taget efter brunnsinstallationen visade på halter av MTBE och bensen över gränsvärden för grundvatten (SPI, 2010).

I närområdet av station Järla har ingen verksamhet bedömts ha någon sammanvägd riskklass för föroreningar motsvarande hög eller medelhög risk. Provtagning av jord i området har påvisat förekomst av alifater över riktvärden för KM i den översta metern jord.

I närområdet av station Nacka centrum har ingen verksamhet någon sammanvägd riskklass för föroreningar motsvarande hög eller medelhög risk. Provtagning av jord i området har påvisat förekomst av alifater över riktvärden för KM i den översta metern jord.

I närområdet av station Gullmarsplan har en verksamhet en medelhög sammanvägd riskklass för föroreningar. Provtagning av jord i området har påvisat förekomst av metaller (koppar, kvicksilver och bly) över riktvärden för KM i översta metern jord.

Slakthusområdet, söder om Gullmarsplan, är och har under lång tid varit ett område för livsmedelshantering i stor skala. Området är inte undersökt eller efterbehandlat med avseende på markföroreningar, men det kommer att göras i samband med kommande omvandling till bostadsområde.

I området för den nya stationen vid Slakthusområdet och vidare till spåranslutningen vid Sockenplan har ingen verksamhet en riskklass motsvarande medelhög eller hög sammanvägd risk för föroreningar. Provtagning av jord vid uppgångarna för den nya stationen har påvisat förekomst av PAH över riktvärden för KM och MKM samt halter av metaller (kvicksilver; respektive kobolt, krom och nickel) påträffats över riktvärden för KM i översta metern jord.

Vid Sockenplan har Stockholms stads provtagningsprogram för grundvattenövervakning i grundvattenrör detekterat cis-1,2-dikloreten, med en halt som understeg WHO:s riktvärden för dricksvattenkvalitet (WHO, 2008).

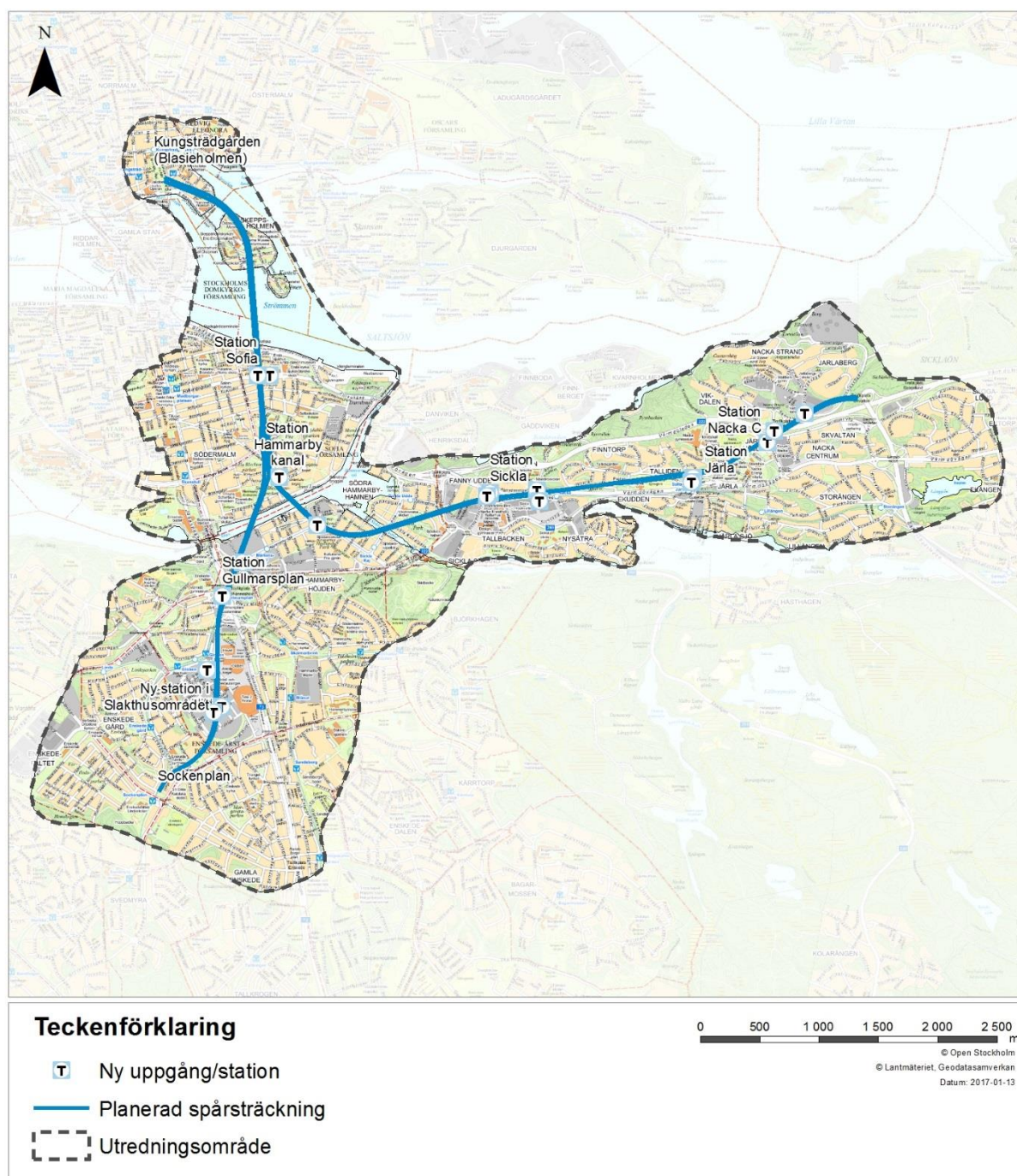
Grundvattenkvaliteten i bebyggd miljö kan också utläsas från vattenkvaliteten från provtagning i befintlig tunnelbana av inläckande vatten. SLL har sammanställt och analyserat data om vattenkvaliteten i befintlig tunnelbana. Generellt är vattenkvaliteten i tunnelbanan, under normal drift, i paritet med Stockholms grundvatten. Enskilda analyser påvisar förhöjda halter av enstaka tungmetaller, klorid, kväve och fosfor. Dessa är tydligt kopplade till de centrala delarna av Stockholm och beror med stor sannolikhet på diffusa yttre föroreningskällor, exempelvis vägsalt eller

läckande avloppsledningar. Höga värden för oljeindex har upptäckts vid två provpunkter vid T-centralen på grund av att provpunkterna innehåller vatten som avleds från hiss- och rulltrappschakt. Sett till vattenkvaliteten i tunnelbanan som helhet underskrider uppmätta halter med marginal de av Dagvattennätverket föreslagna riktvärdena för dagvattenutsläpp till recipient (RTK, 2009). Provtagning från byggnationen av Värtaverket och Projekt Citybanan visar att halterna av kväve och suspenderade ämnen tydligt avtar och kommer ner till stadigtvarande låga värden inom ett år efter att tunneldrivning har avslutats. Vattenprovtagning från Citybanans nybyggda VA-station visar på så låga halter av föroreningar i inkommande vatten att sedimentation och oljeavskiljning egentligen inte är nödvändig.

4.8 Bebyggelse och markanvändning

Markanvändningen, se Figur 11, längs tunnelbanesträckningen består framförallt av tät stad med handels-, kontors- och bostadshus med inslag av grönområden, i form av exempelvis Vitabergsparken på Södermalm och en utlöpare till Nackareservatet i Hammarby Sjöstad. På Sicklahalvön samt i södra delen av söderortsgrenen finns det bebyggelse som är något lägre och glesare, med radhus och villor.

Tunnelbanan planeras också passera ett flertal trafikleder, spårvägar, tunnlar och andra undermarksanläggningar.



Figur 11. Översiktsskarta med tätortskarta.

4.8.1 Byggnader

Blasieholmen har en varierad bebyggelse, tät och storskalig i norr och glesare och mellanskalig i söder. Området i sin helhet präglas av en kvartersstruktur från tidigt 1600-tal. I området finns byggnader som Grand hotell och Nationalmuseum med sin museipark, med för platsen karaktäristiska träd.

Östra Södermalm karaktäriseras bebyggelsemässigt av en mellanskalig, tät och sammanhängande kvartersstruktur. Vid Stadsgårdsberget, Vita bergen och Åsöberget finns en småskalig bebyggelsestruktur med flera äldre trähus. Området präglas av en sammanhållen och tät stadsstruktur.

Hammarby Sjöstad karaktäriseras av en kombination av tät sammanhållen bebyggelse med traditionella slutna kvarter och öppna delar med huvudgator, platser, parker och strandzoner. Västerut blir karaktären allt mer storskalig i de delar där industribebyggelse och omvandlingsområden dominerar. Området har en stor variation i bebyggelsetyper och grönsstruktur. Området för arbetstunnelmynningen mot Hammarby Fabriksväg utgörs idag av industribebyggelse.

Sickla stadsbild domineras av handelsområdet Sickla köp kvarter som ligger centralt i området. De högsta punkterna i området utgörs av naturmark, även bostadsområdet Alphyddan ligger på en höjd. Bostadshusen utgörs av storskaliga flerbostadshus.

Centralt i Järla ligger gamla industribyggnader som ger en tydlig karaktär av äldre industri, men de hyser idag annan verksamhet. Industribyggnaderna omgärdas av mellanskalig bostadsbebyggelse. I sydlig riktning ligger Järlasjön med omkringliggande mellanskalig bostadsbebyggelse.

Nacka centrum är ett varierat och kontrastrikt område med småskalig villabebyggelse intill storskaliga verksamheter. Söder om Värmdöleden ligger köpcentret Nacka Forum som omges av vägar och parkeringsytor. Intill det storskaliga köpcentret finns bostadsområdet Storängen som är av mellanskalig karaktär och söderut finns småskaliga villaområden. Norr om Värmdöleden finns storskalig bebyggelse för verksamheter och bostadsbebyggelse av såväl mellanskalig som småskalig karaktär.

Station Gullmarsplan utgör en viktig knutpunkt för både spårtrafik och busstrafik och områdets karaktär präglas starkt av trafiklandskapet. I området kring Gullmarsplan finns stora höjdskillnader och bebyggelsestrukturen är varierad. I de västliga delarna av Hammarby Sjöstad finns storskaliga områden med industrikaraktär. Mot Årsta är kvartersstrukturen uppbruten och bebyggelsen omväxlande låga trevåningshus och högre flervåningshus i punktform.

Slakthusområdet är kontrastrikt och innehåller storskalig bebyggelse i form av Globenområdet med arenor, shopping och nöjen. Själva Slakthusområdet har en stark industrikaraktär med många aktiva industriella verksamheter medan närliggande Enskede gård har småskalig bebyggelse.

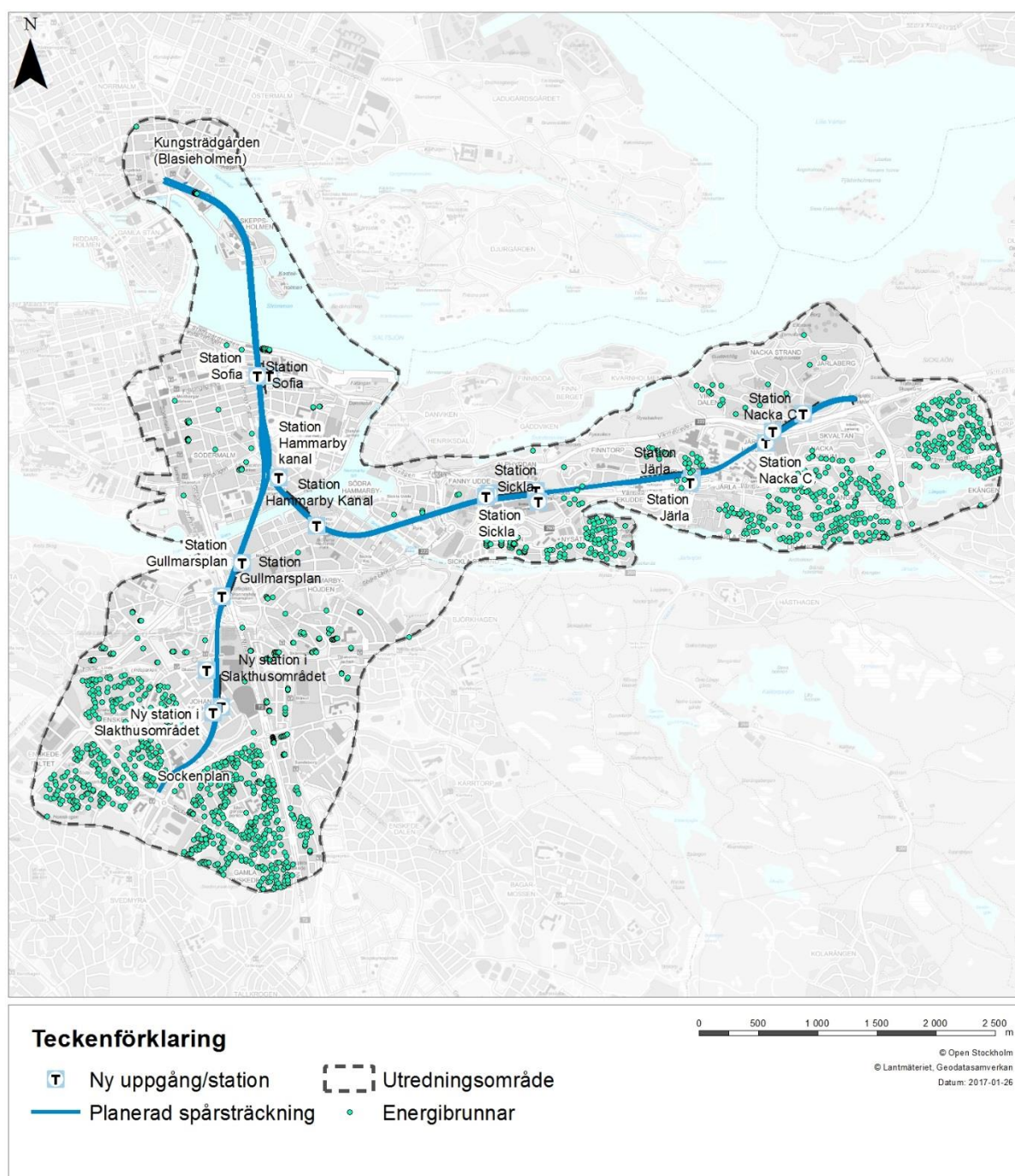
Området kring Sockenplan hyser villakvarter med småskalig trädgårdsstadskaraktär och mellanskaliga bostadsområden med främst trevåningshus.

4.8.2 Ledningar

Inom utredningsområdet finns ledningar för fjärrvärme, fjärrkyla, VA, el, gas, tele och datatrafik förlagda inom allmän gatumark samt servisledningar inom fastighetsmark som ansluter dessa ledningar till byggnaderna. Större ledningsägare är Fortum Värme samägt med Stockholms stad, Stockholm Vatten och Avfall AB, Nacka vatten och avfall AB samt Gasnätet Stockholm AB. Andra ledningsägare som kan bli berörda är fastighetsägare inom lermark med serviceledningar eller privata distributionsledningar inom den egna fastigheten.

4.8.3 Brunnar

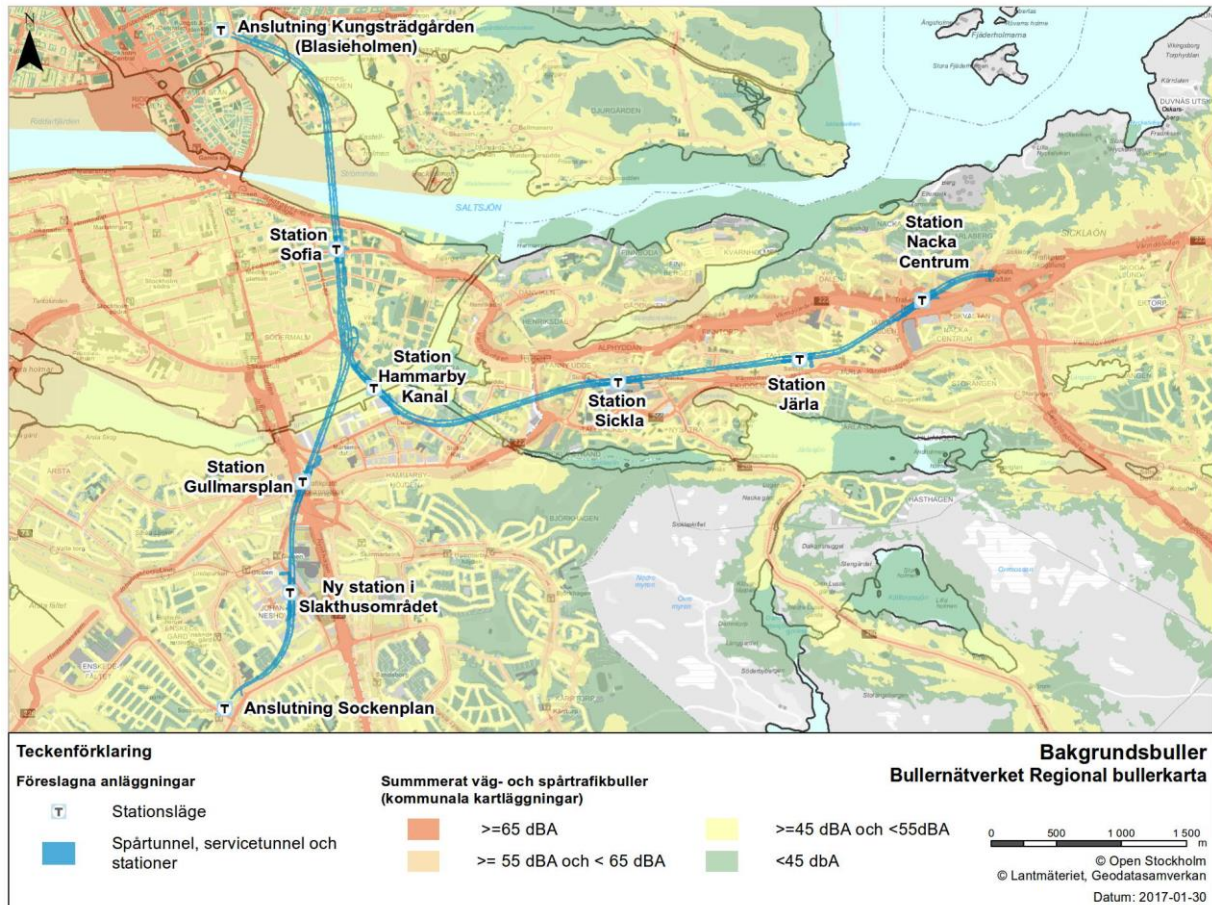
Uppgifter om brunnar inom utredningsområdet har insamlats från Sveriges Geologiska Undersöknings brunnarsarkiv (SGU, 2016), samt från berörda kommuner, se Figur 12. Brunnarna inom utredningsområdet utgörs framförallt av energibrunnar. Brunnar med okänd användning kan antingen utgöra dricksvatten- eller energibrunnar. De största ansamlingarna av brunnar är framförallt i villaområdena i Enskede inom Stockholms stad samt i Nysätra, Lillängen, Storängen och Skogalund inom Nacka kommun. Det finns även ett antal större energibrunnsanläggningar med flera borrhål för hyres- och bostadsrättsföreningar samt för större kommersiella verksamheter.



Figur 12. Energibrunnar inom utredningsområdet.

4.9 Omgivningsbuller

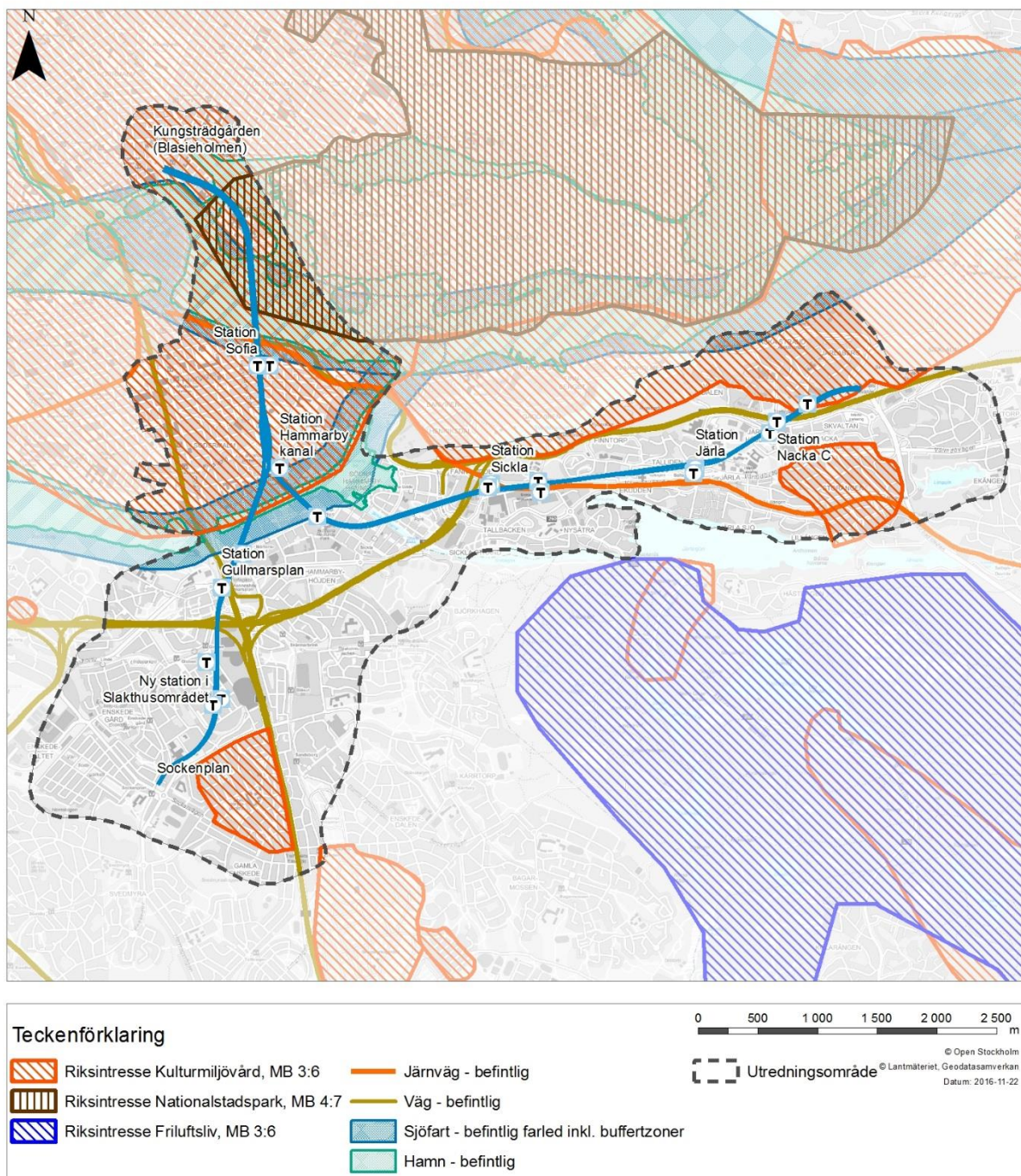
En sammanställning av bullersituationen i Stockholm har gjorts av Bullernätverket i Stockholm. I Figur 13 visas en kartsammanställning av bullerdata framtagna av olika aktörer i länet, främst kommuner, SL och Trafikverket. Bullerkartan består av data från olika årtal och med olika kvalitet. Uppdatering av data kommer att ske när nya kartläggningar finns tillgängliga. Insamlingen av nuvarande material skedde år 2011. Kartan visar sammansatt buller från väg- och spårtrafik. Andra bullerkällor, exempelvis flygtrafik, ingår inte.



Figur 13. Befintligt luftburet buller. (Bullernätverket, 2016)

4.10 Riksintressen

Riksintressen omfattar geografiska områden som har utpekats därför att de innehåller nationellt viktiga värden och kvaliteter. Områden kan vara av riksintresse för både bevarande och exploatering men också för näringar som exempelvis yrkesfiske. Riksintressen ska behandlas och redovisas i samhällsplaneringen så att det blir tydligt hur dessa förhåller sig till andra intressen men också för att avvägningar mellan oförenliga riksintressen ska kunna göras. Tunnelbanans planerade sträckning kommer att passera ett flertal riksintressen, se Figur 14.



Figur 14. Identifierade riksintressen i och omkring utredningsområdet. (WebbGIS, 2016)

4.10.1 Riksintressen kulturmiljövård

Kulturmiljöer av riksintresse ska spegla människans historia från forntid till nutid och såväl skiftningar i estetiska ideal som olika tiders sociala, tekniska och ekonomiska förutsättningar. Enligt 3 kap. 6 § miljöbalken ska områden som är av riksintresse för kulturmiljö skyddas mot åtgärder som påtagligt kan skada kulturmiljön.

4.10.1.1 Stockholms innerstad med Djurgården

Motiveringen för riksintresset är storstadsmiljön, präglad av funktionen som landets politiska och administrativa centrum sedan medeltiden och de mycket speciella topografiska och kommunikationsmässiga förutsättningarna för handel, samfärdsel och försvar. Utvecklingen inom stadsplane- och byggnadskonsten har fått särskilt tydliga uttryck med alla epoker från medeltiden till nutid väl representerade. Det är även en residensstad, domkyrko- och universitetsstad samt viktig sjöfarts- och industristad.

Uttrycket för riksintresset är funktionen som huvudstad och förvaltningsstad alltsedan medeltiden, men särskilt från 1600-talet och framåt. Kungliga miljöer, byggnader för rikets och länets förvaltning, kulturinstitutioner och annan bebyggelse som sammanhänger med funktionerna som huvudstad och länsstad.

4.10.1.2 Stockholms inlopp: Norra Boo-Vaxholm-Oxdjupet-Lindalssundet

Farleden in till centrala Stockholm är klassad som riksintresse på grund av dess långa historia av sjöfart och kommunikation, med betydelse för både skärgård och stad.

Uttrycket för riksintresset är farledsmiljön utmed inloppet till Stockholm via Vaxholm, som speglar skärgårdens betydelse för huvudstadens sjöfart, livsmedelsförsörjning och rekreativt liv, som speglar levnadsbetingelserna för innerskärgårdens befolkning alltsedan medeltiden och som speglar Stockholms utbyggnad mot öster.

4.10.1.3 Gamla Enskede

Motiveringen för riksintresset är egnahemsmiljön som speglar det tidiga 1900-talets trädgårdsstadsideal efter internationella förebilder, och en föregångare på det bostadssociala området med landets första radhus.

4.10.1.4 Storängen

Motiveringen för riksintresset är villasamhället grundat 1904 på enskilt initiativ för en socialt homogen befolkning av akademiskt bildad och välbärgad medelklass. Villabebyggelsen speglar det tidiga 1900-talets arkitekturideal i planering och utformning.

4.10.2 Riksintressen kommunikationer

Enligt 3 kap. 8 § miljöbalken ska områden som är av riksintresse för kommunikationsanläggningar skyddas mot åtgärder som "påtagligt kan försvåra" tillkomsten eller utnyttjandet av anläggningarna. Med detta avses att det är funktionen hos transportsystemet som ska säkerställas. Tillkommande bebyggelse, exempelvis nybyggnad inom en anläggnings influensområde, får inte negativt påverka varken nuvarande eller framtida nyttjande av denna.

4.10.2.1 Sjöfart

Det finns tre farleder som är beslutade som riksintresse och som berörs av tunnelbaneutbyggnaden – en i Mälaren väster om utredningsområdet och två inom utredningsområdet. Av de två farlederna går en från Saltsjön in till Stockholms hamnområde och en genom Stockholms hamnområde via Danvikstull och Årstaviken.

4.10.2.2 Hamn

Mälaren och Saltsjön kring centrala Stockholm är klassat som riksintresse för kommunikationsanläggningar. Området utgör en allmän hamn och är en del av det transeuropeiska transportnätet.

4.10.2.3 Lokalbana (Saltsjöbanan)

Saltsjöbanan är en lokalbana som går mellan Slussen i centrala Stockholm och Saltsjöbaden i Nacka kommun. Tunnelbanans sträckning kommer att passera under Saltsjöbanan, dels på Södermalms norra sida, dels mellan Hammarby Sjöstad och Nacka Centrum.

4.10.2.4 Väg (Väg 222, väg 73, väg 75 och Östlig förbindelse)

Väg 222, väg 73 och väg 75 utgör riksintresse för väg. Tunnelbanans sträckning till Nacka kommer att passera nära och under väg 75 i form av Södra länken samt väg 222 som går från Södermalm via Nacka till Värmdö. Söderortsgrenen kommer passera under väg 73 och väg 75 i närheten av Gullmarsplan. Det finns ett riksintresse i form av en planerad framtida vägtunnel, Östlig förbindelse, mellan E20 i Värtan och väg 222 i Nacka.

4.10.3 Riksintresse Nationalstadspark

Enligt 4 kap. 7 § miljöbalken får ny bebyggelse och nya anläggningar inom en nationalstadspark 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.

Kungliga nationalstadsparken sträcker sig från Ulriksdal via Haga och Brunnsviken till Djurgården. Nationalstadsparken är ett unikt historiskt landskap av betydelse för det nationella kulturarvet, tätortens ekologi och människors rekreation.

4.10.4 Riksintresse friluftsliv

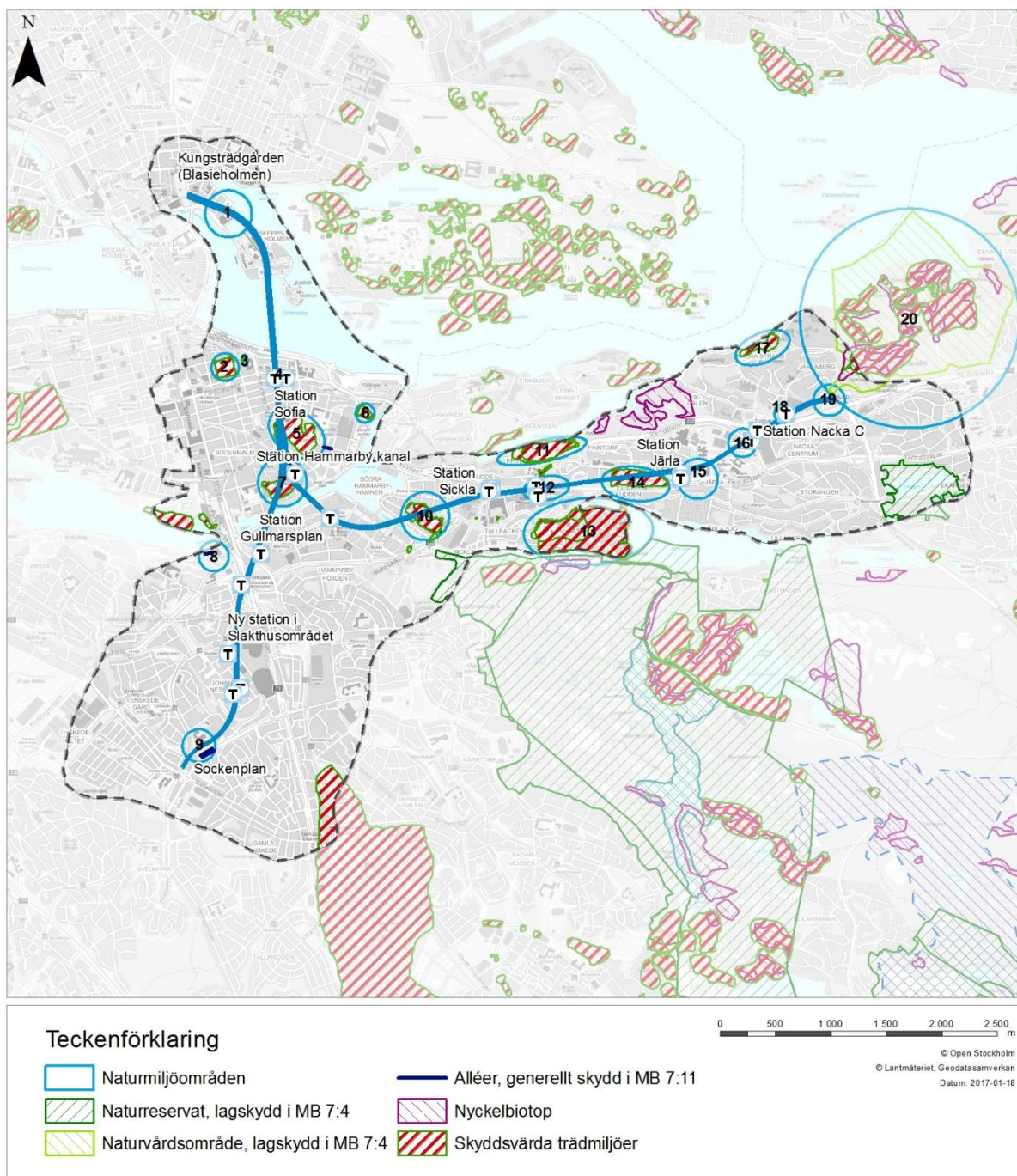
En stor del av Nackareservatet är även bedömt vara av riksintresse för friluftslivet. Viktigast med riksintresset är att området bibehålls som ett oexploaterat strövområde och att anläggningar för friluftslivet underhålls.

4.11 Naturmiljö och friluftsområden

Tunnelbanan planeras passera under ett flertal naturområden som har olika former av skydd. I nedanstående Figur 15 med tillhörande Tabell 3 presenteras en bruttolista över naturmiljöer som skulle kunna beröras av tunnelbaneutbyggnaden. I ett första steg görs en bedömning av om något eller några av områdena kommer att hamna inom ett område där det kan komma att ske en grundvattennivåsänkning. I ett andra steg görs en bedömning av i vilken grad de områden som passerat steg ett, är känsliga för en grundvattennivåsänkning.

Naturvårdsområden och naturreservat har lagligt skydd enligt 7 kap. 4 § miljöbalken. Alléer och alléträd omfattas av generellt biotopskydd enligt 7 kap. 11 § miljöbalken. För nyckelbiotoper och skyddsvärda träd finns inget lagligt skydd, men länsstyrelserna kan vara restriktiva i att ge dispens för exploatering inom en nyckelbiotop. Artskyddsförordningen har stämts av med Länsstyrelsen i Stockholms län och inga prioriterade fågelarter har bedömts beröras av tunnelbaneutbyggnaden.

Sällsynta arter listas och klassas i ArtDatabankens rödlista. Rödlistning av en art innebär inget skydd, men förekomst av rödlistade arter, inklusive hotklassade arter, kan leda till att länsstyrelsen inte godkänner till exempel en detaljplan. Det finns flera kategorier i rödlistan som utgår ifrån hur hotad arten är samt deras respektive sårbarhet, se Figur 16.



Figur 15. Naturmiljöområden i och omkring utredningsområdet. (WebbGIS, 2016)

Nationellt utdöd (RE)	Hotade	Rödlistade
Akut hotad (CR)		
Starkt hotad (EN)		
Sårbar (VU)		
Nära hotad (NT)		
Livskraftig (LC)		

Figur 16. De olika graderna av rödlistning.

Tabell 3. Beskrivning av naturmiljöområden som redovisas i Figur 15.

Numrering i kartan	Namn på naturmiljöområde	Typ av natur	Områdeskaraktär
1	Blasieholmen	Ädellövträd	Stadsmiljö med ädellövträd. Flera äldre träd, varav några hålträd.
2	Katarina kyrka	Kyrkogård	Skyddsvärd trädmiljö med poppel och alm.
3	Glasbrukstjärnan	Liten kvartersstadspark	Skyddsvärd trädmiljö med alm.
4	Stigbergsparken	Liten stadsdelspark	Park med biotopskyddade lindalléer. Träden har diameter om cirka 35 cm.
5	Vitabergsparken	Park kring kyrka	Skyddsvärd trädmiljö med alm, ask, ek, lönn och hästkastanj.
6	Mandelparken	Liten stadsdelspark	Skyddsvärd trädmiljö med ek.
7	Stora Blecktornsplanen	Större stadspark och lövskog. Gatuallé.	Skyddsvärd trädmiljö med alm, ask och ek. Allé med lönn och kastanj.
8	Årstaskogen, Sundstabacken	Blandskog	Biotopskyddad alm- och lindallé. Flera värdefulla träd längs gångväg vid vattnet. Framförallt alm, men även lind och ask.
9	Enskedevägen	Gatuallé	Biotopskyddad lindallé. Skyddsvärd alm.
10	Sickla Park	Park	Skyddsvärd trädmiljö med ekar.
11	Svindervik	Park	Skyddsvärd trädmiljö med många arter ädellövträd.
12	Värmdövägen, Sickla	Allé och ädellövträd vid trafikerad väg.	Biotopskyddad allé med alm och lönn. Skyddsvärda träd almar och askar.
13	Östra Sickla	Villatomter	Uppvuxna villatomter med framförallt ekar och en pil.
14	Nacka kyrka	Kyrkogård	Skyddsvärd trädmiljö med ekar.
15	Järlaleden/Värmdövägen	Trafikplats	Enstaka rödlistade arter
16	Väster om Nacka Forum	Grönya nära motorväg	Många rödlistade arter
17	Nacka strand	Blandskog mellan bostadsområden	Skyddsvärd trädmiljö med framförallt ekar men även lind.
18	Jarlbergsvägen	Skogsbevuxen grönya intill motorväg	Enstaka exemplar av rödlistad art
19	Väster om trafikplats Skvaltan	Skogsbevuxen grönya intill motorväg	Enstaka exemplar av rödlistade arter. En liten sumpskog längst ner i en svacka.
20	Nyckelviken	Stor lövskogslund	Naturresevat som är en 171 ha stor lövskogslund som också utgör grön värdekärna i den regionala grönstrukturen.

Utöver ovan angivna naturområden har Stockholms stad tagit fram ett förslag att göra Årstaskogen (nära Gullmarsplan) till naturreservat. I förslaget till Årstaskogens föreskrifter står det:

”Reservatsbeslutet är förenligt med ställningstaganden i Stockholms stads översiktliga planering. Promenadstaden slår fast att en hållbar stadsutveckling eftersträvas och anger att stadens grönområden bör utvecklas. Genom stadsutveckling av den centrala staden och i tyngdpunkter i ytterstaden som sammankopplas med kollektivtrafik skapas mer sammanhållna stadsmiljöer. Satsningen på centrala staden innebär att vissa grönytor måste tas i anspråk.”

4.12 Kulturmiljö

Kulturmiljö omfattar både fornlämningar och kulturhistoriskt värdefulla byggnader och miljöer.

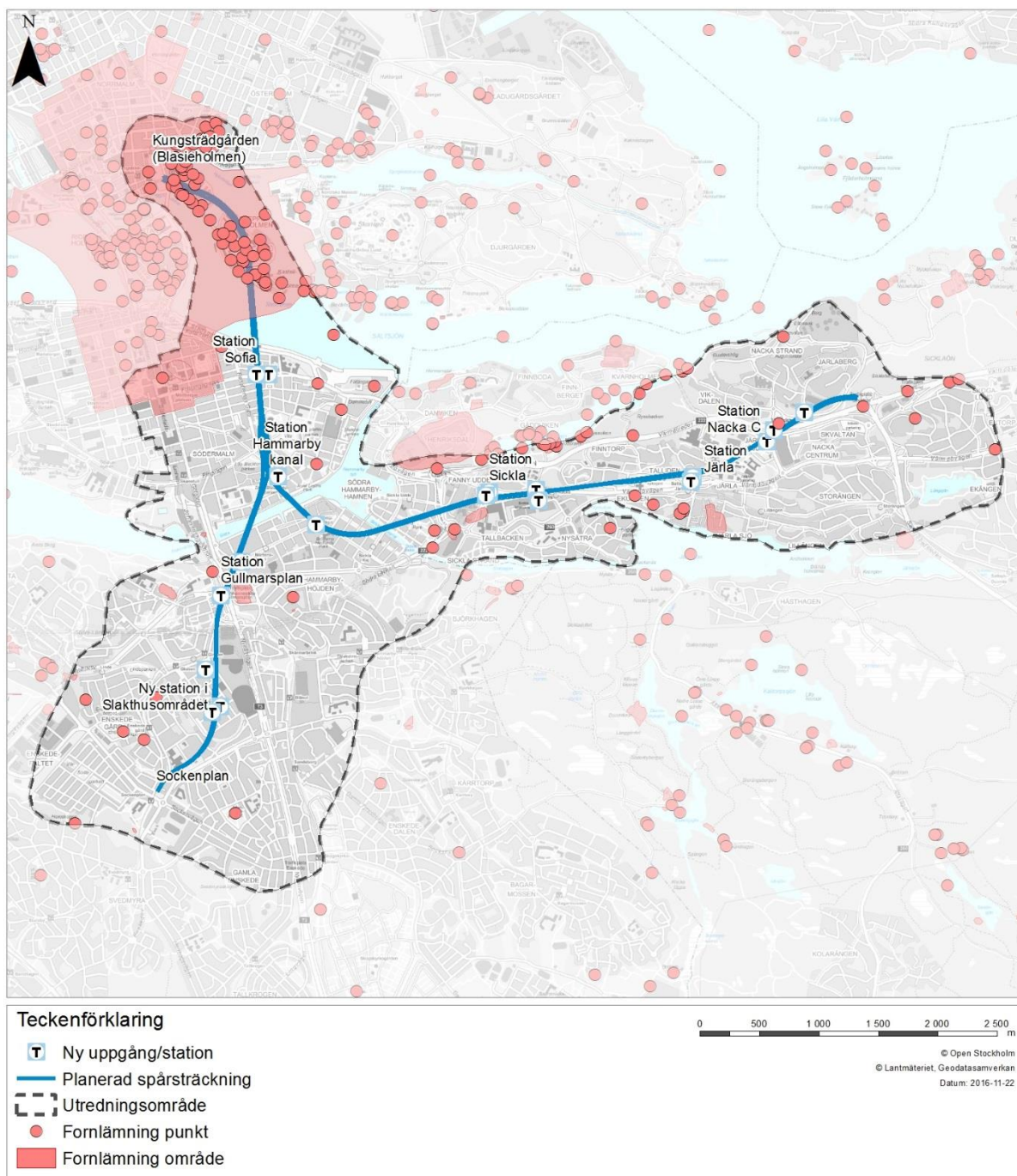
Uppgifter om fornlämningar är hämtade från FMIS som är Riksantikvarieämbetets databas för forn- och kulturlämningar och visas i Figur 17 nedan. (RAÄ, 2016) Databasen omfattar objekt som har inventerats eller undersökts på plats, objekt som finns omnämnda i arkiv men som är eller kan vara förstörda eller borta på grund av senare verksamheter.

Materialet från FMIS har sedan delats in utifrån lämningstypernas bedömda känslighet för förändringar av grundvattennivån, och utifrån det har potentiellt känsliga lämningar identifierats.

Bedömningen utgår ifrån eventuell förekomst av organiskt material som kan brytas ner om de blir exponerade för syre vid en grundvattennivåsänkning. Som första steg har lämningar som med säkerhet inte längre finns kvar sorterats bort, liksom de byggnader som finns med i FMIS. Den kulturhistoriskt värdefulla bebyggelsen hanteras och skyddas inom ramen för åtgärdsplanen för vibrationer gällande kulturbyggnader och genom utförd inventering av grundläggningsförhållanden av byggnader.

Därefter har lämningarnas läge kontrollerats mot Stockholms byggnadsgeologiska karta, respektive SGU:s jordartskarta för Nacka. Lämningar belägna på berg och i vatten har sorterats bort då de inte kan påverkas av en grundvattennivåsänkning. En kontroll av terränguppgifter i FMIS har gjorts, vilket har resulterat i att en del lämningar som enligt jordartskartan ligger på berg, men enligt FMIS på moränmark, har fått kvarstå. I centrala Stockholm finns lämningar, vilka enligt jordartskartan är belägna i fyllnadsmassor. Dessa fyllnadsmassor utgörs till stor del av kulturlager, varför dessa lämningar inte har avgränsats bort.

SLL kommer, i samband med inlämnandet av järnvägsplanens miljökonsekvensbeskrivning till länsstyrelsen för godkännande, att ansöka om tillstånd enligt Kulturmiljölagen för de arbeten som utförs i områden med kulturlager och lämningar.



Figur 17. Översiktskarta över fornlämningar inom utredningsområdet.

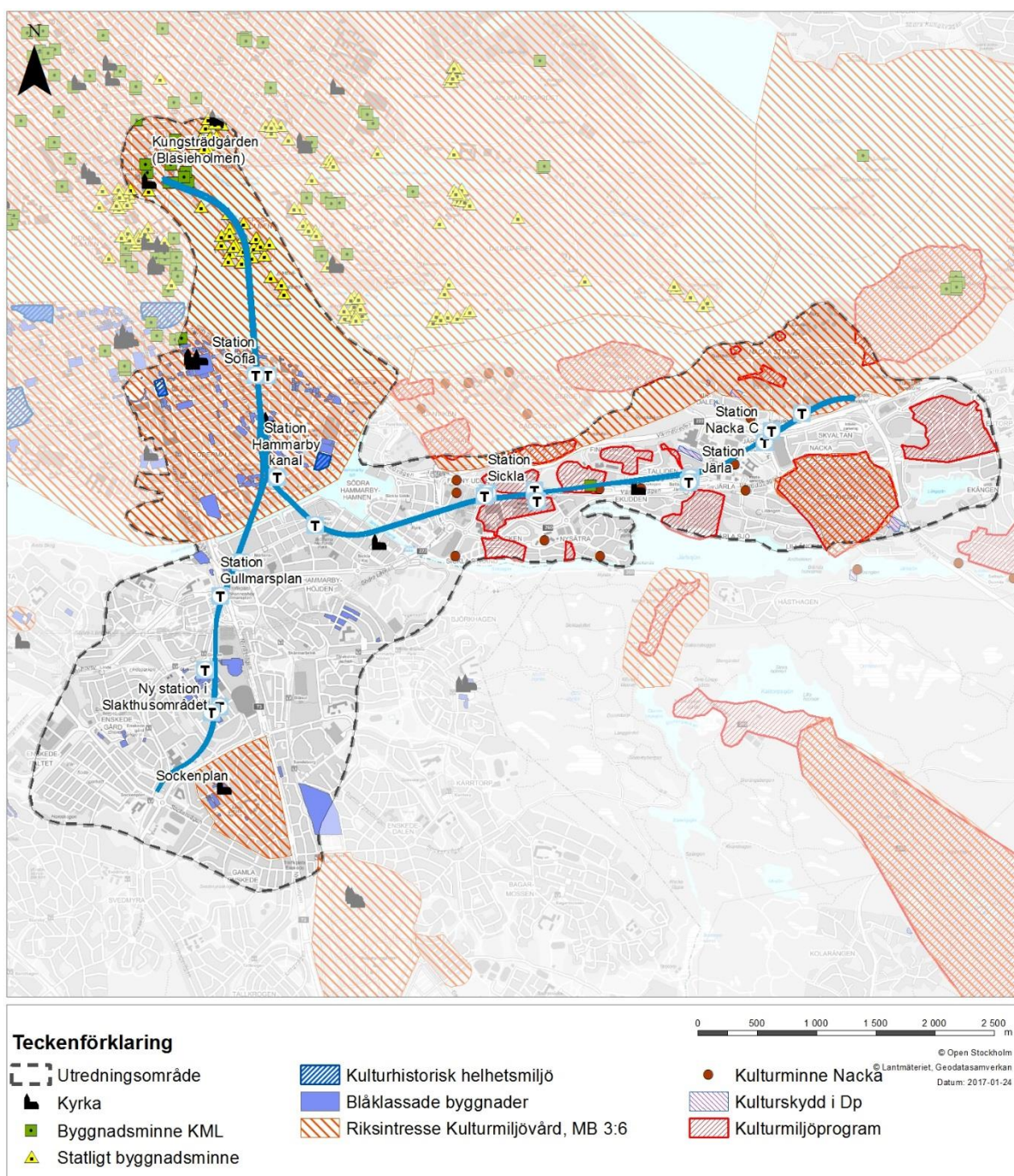
Redovisade uppgifter om kulturmiljö i Figur 18 är inhämtade från olika källor, såsom Statens register över kyrkor, byggnadsminnen och riksintressen och Stockholms stadsmuseums kulturhistoriska klassning av byggnader. Stadsmuseets klassificering är ett kunskapsunderlag som används vid detaljplanering och innebär juridiskt skydd enligt 8 kap 13 § Plan- och bygglagen (PBL). Klassificeringen utgår från en tregradig skala, där blå klassning är den högsta och omfattar synnerligen kulturhistoriskt värdefull bebyggelse, vilken motsvarar fordringarna för byggnadsminnen i kulturminneslagen. Nästa grad, grönklassning, omfattar särskilt värdefull bebyggelse och hanteras med samma försiktighetsåtgärder som de blåklassade, men bedöms inte ha samma specialvärden.

Som framgår av figuren nedan förekommer statliga byggnadsminnen inom utredningsområdet främst vid Blasieholmen och Skeppsholmen. Kyrkobyggnader som kan vara berörda är S:t Jakobs

kyrka, Sofia kyrka och Nacka kyrka. Även den relativt nybyggda Sjöstadskyrkan är belägen nära tunnelbanelinjen. Södermalm har också ett större antal blåklassade byggnader.

För Nacka kommun redovisas områden som ingår i kommunens kulturmiljöprogram, kulturminnen (se ordlista, avsnitt 14) samt områden med ett kulturhistoriskt skydd i detaljplan. Vissa bevarandevärden överlappar varandra. Bland annat är villaområdet Storängen i Nacka både ett riksintresse och ingår i kulturmiljöprogrammet. I likhet med Stockholm stadsmuseums klassificering innebär Nackas kulturmiljöprogram ett juridiskt skydd enligt PBL.

I kulturmiljöprogrammet för Nacka kommun ingår kulturmiljöer inom utredningsområdet, såsom *Folkhemmet och rekordåren* samt *Industrimiljöer*, vilka omfattar bostadshusen vid Finntorp och Alphyddan med flera samt Atlas Copco och Alfa Laval's industribyggnader.



Figur 18. Översiktlig karta över kulturhistoriskt värdefulla byggnader och miljöer inom utredningsområdet.

4.13 Andra objekt som påverkar grundvattenförhållandena

Grundvattnet inom utredningsområdet är inte opåverkat. Flera olika undermarksanläggningar påverkar sedan länge grundvattensituationen. Vattenverksamheter med betydande påverkan inom influensområdet är bland andra tunnelbanans röda linje, vägtunnelarna Södra Länken och Söderledstunneln, teletunnlar, den gamla tågtunneln i Södermalm, Citybanan, Solberga med flera ledningstunnlar och VA-tunnlar till Henriksdals reningsverk, Henriksdals reningsverk (Sicklaanläggningen), undermarksgarage samt LOD-anläggningar (Lokalt omhändertagande av dagvatten). I övrigt finns anläggningar som är byggda för att säkerställa en viss grundvattennivå i både övre och undre grundvattenmagasin såsom grundvattendammar, fasta dräneringsnivåer och tätskärmar. Alla undermarksanläggningar beskrivs utförligare i PM Hydrogeologi (Bilaga C till ansökan).

4.13.1 City Link

Kraftledningstunneln City Link, som till största del kommer utföras med en tunnelborrningsmaskin (TBM) med en diameter på cirka 5 meter, går från väster om Nybroviken, under Skeppsholmen, Strömmen, Södermalm och Hammarby kanal fram till Mårtensdal där den avslutas med ett vertikalschakt upp till markytan. Tunneln för City Link kommer att korsa under spårtunnelarna för planerad tunnelbana mot Nacka och söderort vid Skeppsbron och vid Hammarby kanal. Tunneln går generellt djupare än vad tunnelbanan kommer att göra, för att den dels har större marginal under Strömmen och dels behöver passera under tunnelbanans gren mot söderort.

4.13.2 Stockholms framtida avloppsrening, SFAR

Stockholm Vatten planerar för en avloppstunnel mellan Bromma och Henriksdal inom projektet Stockholms framtida avloppsrening (SFAR). Avloppstunneln kommer passera tunnelbanan direkt söder om station Gullmarsplan och löper vidare under Hammarbyberget fram till Stockholm Vattens anläggning under Hammarbybacken. En arbetstunnel kommer att etableras vid Sundsta-backen vid Skanstull i direkt närhet till den arbetstunnel som planeras för tunnelbanan.

Avloppstunneln har nivån cirka -42 där den passerar under tunnelbanan, vilket är cirka 10 meter under spårtunnelarna.

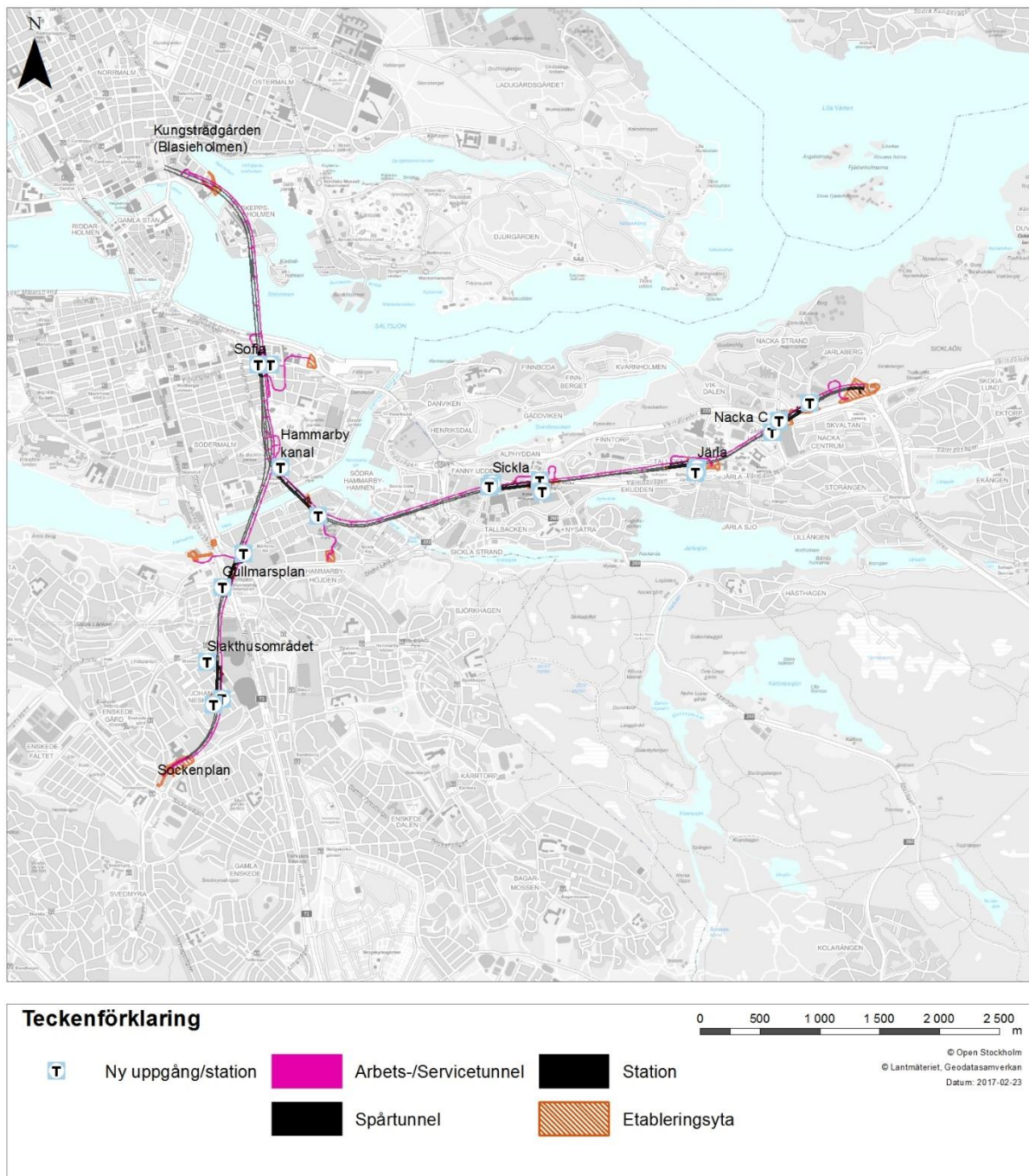
5 Beskrivning av utbyggnaden av tunnelbanan

5.1 Planerade tunnlar och tillhörande anläggningar

Den nya tunnelbaneutbyggnaden utgår från Kungsträdgården och fortsätter till Nacka Centrum och söderort (Sockenplan). Sträckan utgörs av 11,5 kilometer enkelspår- och dubbelspår-tunnel, servicetunnel och arbetstunnlar. Servicetunnlarna anläggs parallellt med spårtunnlarna och arbetstunnlarna återfinns i anslutning till stationsområdena.

Från Kungsträdgården utgår den nya anläggningen från redan befintliga tunnlar söder om stationen och fortsätter mot den nya stationen Sofia på Södermalm. Söder om station Sofia delar sig spårlinjen. En gren fortsätter mot Nacka med anläggning av de nya stationerna Hammarby Kanal, Sickla, Järla och Nacka Centrum. Den andra grenen fortsätter mot Gullmarsplan där nya spår och ny plattform anläggs under befintlig station. Nya stationsuppgångar anläggs vid Mårtensdal och befintlig station Gullmarsplan. Söder om Gullmarsplan fortsätter tunnelanläggningen mot Slakthusområdet, där en ny station anläggs. I samband med att den nya stationen blir klar kommer den att ersätta de befintliga tunnelbanestationerna Globen och Enskede Gård. Spår-tunneln fortsätter sedan mot Sockenplan och ansluter till befintlig tunnelbana vid Sockenplan. Anläggningen finns mer detaljerat beskriven i Teknisk Beskrivning (Bilaga A). Omgivande grundvatten, samt hur det påverkas av anläggningen, beskrivs närmare i PM Hydrogeologi (Bilaga C).

Anläggningen redovisas i Figur 19 nedan. Arbetstunnlarna och etableringsytornas geografiska placering i plan finns mer detaljerat redovisade i Bilaga B4 till Teknisk Beskrivning. Nivåerna är skrivna i höjdsystemet RH2000.



Figur 19. Anläggningen med olika anläggningsdelar.

5.1.1 Spårtunnlar, servicetunnel, stationer

Spårtunnlarna från Kungsträdgården till Nacka Centrum sträcker sig cirka 8 kilometer. Grenen från Sofia till Sockenplan är cirka 3 kilometer lång. Anläggningen avslutas efter station Nacka Centrum med uppställningsspår cirka 500 meter långa och en serviceplattform.

Tunnelbanetågen kommer på vissa sträckor att gå i en gemensam dubbelspårtunnel (med två spår där tågen går åt olika håll) men till största delen i två enkelspårtunnlar (med ett spår i vardera tunneln).

Stationerna har en mittplattform, vilket gör att enkelspårtunnlar krävs närmast stationen. Efter stationen kommer spåren, där det är möjligt, att gå samman i en dubbelspårtunnel igen. Var övergången sker beror på till exempel bergkvalitet eller behovet av växlar och uppställningsspår. På

vissa sträckor med dubbelspårstunnelar placeras växelförbindelser som kan medge en övergång mellan spåren samt möjlighet att vända tågen för att åka i motsatt riktning. En servicetunnel kommer att anläggas parallellt med spårstunneln eller spårstunnelarna för att möjliggöra underhåll, utrymning och räddningstjänstens insatser. I servicetunneln installeras VA-ledningsnät som längsgående dräneringsledningar med anslutningar från spårstunnelarna via tvärstunnelarna samt el, tele och ventilation. I anslutning till stationerna kommer det finnas ett flertal rum för teknisk utrustning i direkt anslutning till servicetunneln.

Tvärstunnelar som sammanbinder spårstunnelarna med servicetunnelarna anläggs med ett avstånd som har anpassats så att det inte någonstans ska vara mer än 150 meter till närmaste tvärstunnel. Det innebär att tvärstunnelar anläggs med ett största avstånd av 300 meter. Syftet med dessa tvärstunnelar är att de ska användas för utrymning, räddning och underhåll.

Befintlig station vid Kungsträdgården ligger på nivå cirka -35 till -40. Spårstunneln och servicetunneln utgår från denna nivå för att sedan fortsätta söderut under Saltsjön på en nivå om cirka -90. Söder om Saltsjösänkan stiger tunnelarna upp till nivån cirka -75 vid station Sofia och vidare upp mot station Hammarby Kanal med nivån cirka -40. Öster om station Hammarby Kanal sjunker tunnelarna återigen nedåt till nivån cirka -45 för att sedan åter stiga mot station Sickla på nivån cirka -23. Öster om station Sickla stiger tunnelarna fram till station Järla som är belägen i nivå ± 0 . Station Nacka Centrum byggs på nivån cirka -5.

Tunnelarna från station Sofia till Gullmarsplan och söderort stiger också från nivå -70 vid Sofia till nivån cirka -32 meter under havet vid station Gullmarsplan och nivå cirka -7 vid ny station i Slakthusområdet. Från ny station i Slakthusområdet sjunker återigen tunnelarna i nivå för att sedan vända upp igen och komma upp i dagen strax nordost om befintlig station Sockenplan på nivå med markytan, cirka +20.

En mer ingående beskrivning av spårstunnelarna finns att läsa i Teknisk Beskrivning avsnitt 3.1 (Bilaga A till ansökan).

5.1.2 Arbetstunnelar

För att bygga den planerade tunnelbanan behövs åtta tillfarter ner till nivå för spårstunnelar och servicetunnel. Tillfarterna benämns under byggtiden som arbetstunnelar. För byggtiden krävs i princip en arbetstunnel per station för en rationell byggproduktion och kortare produktionstid jämfört med lägre antal arbetstunnelar. Befintlig arbetstunnel vid Kungsträdgården kommer att återöppnas. Sex nya arbetstunnelar kommer byggas, varav den vid station Sofia kommer att förgrenas åt två håll. Vid station Sockenplan kommer spårstunnel och servicetunnel användas som arbetstunnel under byggtiden och en arbetsinfart för tillfart till anläggningen under drifttiden anläggs vid Palmfeltsvägen.

Arbetstunneln leder i regel till servicetunneln utmed stationens plattform. Arbetstunneln används inledningsvis till att få ner utrustning för utsprängning samt utlastning av bergmassorna genom arbetstunnelarna. I en senare del av byggtiden används arbetstunnelarna för byggnation av olika konstruktioner och installationer i stationsutrymmen och spårstunnelarna.

Arbetstunnelarna anläggs ovanifrån genom jord och/eller bergschakt vid mynningarna, för att sedan drivas på samma sätt som spårstunnelarna, se avsnitt 5.2, med förinjektering, injektering, borrar, sprängning och utlastning. Tunnelarna kommer anläggas med en bredd om cirka 8 meter, en höjd om cirka 7 meter och med en lutning mellan 6 och 13 procent från markytan ned till anslutning med spårstunnelarna. Vid varje arbetstunnelmynning tas en etableringsyta i anspråk under byggtiden.

Under drifttiden kommer arbetstunnelarna vid Londonviadukten (tillhörande station Sofia) och Skönviksvägen (tillhörande station Nacka Centrum) samt tillfarten till Sockenplan att användas

för drift, underhåll och räddningsinsatser. Övriga arbetstunnlar kommer att användas för ventilation och nödutrymning.

Mer detaljerad information om respektive arbetstunnel finns att läsa i Teknisk Beskrivning avsnitt 3.4 (Bilaga A till ansökan).

5.1.3 Schakt vid markytan

Schakt i jord från markytan kommer att utföras på ett antal olika platser längs tunnelutbyggnaden. Schakt krävs bland annat för anläggning av hissar, rulltrappor, tryckutjämningschakt, ventilation, nödutgång, lanterniner, arbetstunnlar samt utrymningsväg från tvärtunnlar med mera. Schakten varierar i storlek och utformning. Omfattningen beror på typ av anläggningsdel. Vertikalschakt är mindre och schakt för biljetthallar och stationsentréer är större. Många schakt når ner under grundvattenytan.

5.1.4 Vattenhantering och utsläpp av vatten

5.1.4.1 Byggtid

Inläckande grundvatten till bergtunnlarna, dränvatten, kommer under byggtiden att samlas upp i tillfälliga pumpgropar, tillsammans med processvatten. Processvatten är det vatten som tillförs, bland annat för maskinkylning, vid borrning och injektering samt vid spolning av bergytan efter sprängning och bergrensning. Tillsammans benämns detta länshållningsvatten. Länshållningsvattnet kommer att pumpas från pumpgropar till etableringsytorna för rening. Reningsprocessen kan bland annat bestå av en sedimentationsanläggning och oljeavskiljare. Efter rening leds vattnet till spillvattennätet via anslutningspunkter som bestäms tillsammans med respektive ledningsägare i Stockholms stad och i Nacka kommun.

Länshållningsvattnet kan innehålla cementrester från injektering och förstärkning, sprängämnesrester med bland annat kväve och olja, borrhax (krossat berg från sprängning), samt oljespill från maskiner och hydraulsystem. Innan utlastning vattenbegjuts normalt sprängstenshögen med vatten för att binda dammet. Cementrester kan orsaka förhöjt pH-värde i vatten och sprängämnesrester i vattnet kan orsaka höga kvävekoncentrationer. Höga kvävehalter tillsammans med högt pH kan orsaka problem med ammoniakbildning, vilket kan motverkas med pH-justering.

Inom de delar av anläggningen där jordschaktning under grundvattenytan är aktuell kommer troligen länshållning av vatten vara nödvändig. Inläckande grundvatten från jordlagren i jordschakten samt nederbörd är det vatten som kan behöva länshållas. Detta görs till exempel genom att sänka ner en dränkbar pump i schaktgropens lägst liggande parti. Bortpumpat vatten kan vid behov renas genom till exempel en sedimentationsbassäng (i container) med efterliggande oljeavskiljare innan det återförs till marken, grundvattnet, recipient eller pumpas vidare ut på ledningsnäten. Om vattenkvaliteten är av sådan kvalitet att ytterligare reningssteg krävs ska åtgärder vidtas för att vattnet ska uppnå tillräckligt god status innan utsläpp sker.

Om det föreligger risk för schaktbottenuppträngning (se ordlista, avsnitt 14) ska länshållningen påbörjas innan schaktarbetet påbörjas för att därmed sänka grundvattentrycket i jordlagren.

För att säkerställa att vattnet hanteras rätt kommer övervakning av vattenhanteringen att göras i enlighet med framtaget kontrollprogram.

5.1.4.2 Drifttid

Under drifttiden kommer det inläckande grundvattnet, dränvattnet, att ledas till pumpstationer i lågpunkter och stationer. Dränvattnet pumpas i trycksatta ledningar till högpunkter för att därifrån transporteras vidare i ledningar med självfall ner till nästa lågpunkt. Allt dränvatten leds genom självfall och pumpning till en underjordisk VA-station, med slam- och oljeavskiljare för

rening, vid station Sofia. Efter rening pumpas vattnet via arbetstunneln upp till markytan vid Londonviadukten för att därifrån ledas med självfall till recipienten Strömmen.

Övrigt vatten, exempelvis spoltvätt eller golvtvätt från biljetthallar, uppgångar, plattformar och övriga utrymmen på och under plattformsnivå, avleds till pumpgropar, vidare via självfallssystem i biljetthallsbyggnad och ledningar till det allmänna spillvattennätet.

Sammanfattningsvis förväntas huvudsakligen bortlett dräneringsvatten under drifttiden bestå av grundvatten.

5.1.5 Skyddsinfiltration

Inom influensområdet för tunnelbanan kan det bli aktuellt med infiltration av vatten för att skydda känsliga objekt från skadlig grundvattennivåsänkning, även kallat skyddsinfiltration. Syftet med skyddsinfiltration är att upprätthålla godtagbara grundvattennivåer i jordlagren intill objekt som är känsliga för grundvattennivåsänkning eller i områden där grundvattennivåsänkningar krävs för att kunna utföra arbeten under grundvattenytan, till exempel i schakter i jord. Behov av infiltration kan förekomma både under byggtiden och drifttiden och anläggningar för skyddsinfiltration kommer i första hand planeras på kommunalägd mark.

Skyddsinfiltration av vatten kan utföras i jordlagrens övre och/eller undre grundvattenmagasin eller i sprickor i berggrunden. Vanligast är dock att anlägga en infiltrationsanläggning i det undre grundvattenmagasinet. Anläggningen dimensioneras utifrån jordlagrens eller berggrundens hydrogeologiska egenskaper som utreds genom undersökningsborrning. Principlösningar för infiltrationsanläggningar i jordlagrets undre magasin och i berg redovisas i Teknisk beskrivning Bilaga A5.

Infiltration av vatten till jordlagren kan ske med ett konstant vattenflöde för att upprätthålla önskvärda grundvattennivåer eller genom reglering av flödet genom styrning med nivåvakt. Det vatten som infiltreras kommer framförallt vara kommunalt ledningsvatten, alternativt bortlett dränvatten från anläggningen.

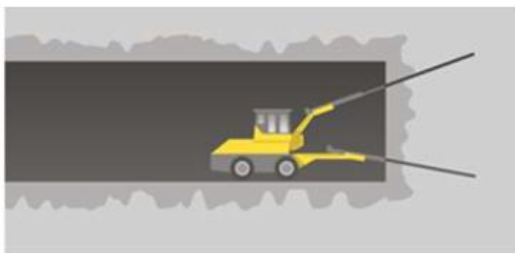
5.2 Byggmetoder

Majoriteten av byggarbetena kommer att ske i berg under jord. Spårtunnlarna och stationerna kommer till största del att drivas (tillskapas) med borrning och sprängning. Vid byggandet av de konstruktioner som ska nå upp till markytan, såsom rulltrappsschakt, ventilationsschakt och utrymningsschakt, kommer det dock krävas schaktarbeten i jord.

5.2.1 Byggmetoder i berg

Arbetet i berg kommer att ske på flera fronter samtidigt och omfatta följande viktiga arbetsmoment: förinjektering, salvborrning, laddning och sprängning, bergrensning samt bergförstärkning. Mer information om dessa arbetsmoment finns i faktarutan nedan. Under normala förhållanden genomförs ungefär en sprängning per dygn. Vissa sträckor kan kräva försiktigt berguttag, vilket innebär fler sprängningar per dygn men med kortare salvlängd.

FAKTARUTA: TUNNELDRIVNING



Borrning för injektering: 15-25 meter långa hål borrar runt den blivande tunneln.



Förinjektering: Betong sprutas in i borrhålet och i bergsprickor. När betongen stelnat har det bildats en tät ring runt den blivande tunneln. Syftet med förinjektering är att minimera inläckage av vatten.



Salvborrning, laddning och sprängning: 1-5 meter långa hål borrar i tunneln och laddas med sprängämne. Sprängningsarbetena anpassas med hänsyn till risker för skador till följd av vibrationer.



Bergrensning: Kvarsittande löst berg i väggar och tak knackas och bryts bort. Vid behov utförs bergförstärkning med sprutbetong och bultar. Bergytan spolas ren med vatten och de utsprängda massorna bevattnas för att reducera dammspridning. Slutligen lastas massorna ut och transporteras bort.

I övergångarna mellan jord och berg, det vill säga vid bergtunnelpåslagen, sprängs berget i öppna skärningar med ovanjordssprängning. Ovanjordssprängning följer i princip samma arbetsmoment som för sprängning under jord med eventuella behov av tätning och förstärkning.

Vertikalschakt, såsom stationsuppgångar och schakt för ventilation, kan byggas på två olika sätt. Antingen borrar och sprängs schaktet på konventionellt sätt, eller med så kallad raiseborrning, kompletterat med efterföljande borrning och sprängning. Raiseborrning innebär att man från markytan borrar ett mindre hål ner till underliggande tunnel. Därefter kopplas en större borrkrona på, med borrkrona vänd uppåt och borrhålet utvidgas till den dimension som schaktet kräver. Schaktet utvidgas från tunneln och upp till markytan. Resten av schaktet borrar och sprängs från markytan och ner, där bergmassorna faller ned i raiseborrhålet och utlastas via arbetstunneln.

Alternativt kan bergschakten utföras genom vadersågning. Vid vadersågning utförs schakten genom att hål borrar, en sågvrider installeras i borrhålen och därefter sågas berget.

Metodval beror på tunnarnas placering och utformning och bestäms slutligen under bygghandlingsprojekteringen. Mest sannolikt utförs schakten för station Sofia och för station Gullmarsplans uppgång till befintlig station med raiseborrning följt av vidgning av schaktet med borrning och sprängning. Övriga schakt utförs genom borrning och sprängning.

Vatten kommer att användas vid borrhning, injektering, dammbindning samt vid spolning av tunnarnas väggar och tak.

Arbetstunnarna kommer att förses med fläktar vid mynningarna som via ventilationstrummor leder ned frisk luft samtidigt som de trycker ut avgaser från fordon och spränggaser.

5.2.2 Byggmetoder i jord

På de ställen där det krävs arbeten i jord (rulltrappsschakt, ventilationsschakt, utrymningsschakt, ledningsomläggningar med mera) förutsätts arbetena genomföras i öppet schakt.

Schaktarbeten vid markytan för entréer och biljetthallar med mera utförs genom att jordlagren schaktas bort i det första skedet varefter bergschakten utförs. Schaktarbeten vid markytan kommer att ske med eller utan spontning, beroende på markstabilitet, utrymme och behov av tätning. Schakter i jord kommer bland annat av stabilitets- och utrymmesskäl för det mesta att byggas innanför en stödkonstruktion, ofta en så kallad spont. En tät stödkonstruktion kan också vara nödvändig för att förhindra grundvatten från att komma in i schakten.

Stödkonstruktionens väggar måste stöttas för att kunna bära trycket från jord, vatten och yttre laster. Efter varje schaktetapp monteras horisontella hammarband på stödkonstruktionens vägg som fördelar trycklasten längs med densamma. På hammarbandet monteras stabiliseringsselement i form av bakåtförankrade stag eller stämp. Inom partier där djupet till berg är grundare än cirka 30-35 meter kan stabiliseringen utföras som förankring med lutande dragstag av ställinor, som borrar ner i och injekteras fast i berg. Oberoende av djup till berg kan stödkonstruktionen också stabiliseras med stämp.

Vid schakt djupare än cirka fyra meter erfordras stabilisering på flera nivåer. För tunnelbanans jordschakter kommer i huvudsak stödkonstruktioner till berg att användas. I de fall stag används under grundvattenytan kommer de att tätas. Där det ska utföras bergschakt inom stödkonstruktionens schakt kommer en kantbalk att gjudas mot stödkonstruktionens fot för att säkra ett horisontellt stöd under bergschakten.

Vid övergång mellan jord- och bergtunnel och uppgångar i jord kommer stödkonstruktionens väggar att installeras ned till berg. Val av arbetsmetod anpassas efter bland annat grundvattenförhållanden och risk för upptryckning av botten. Mellan lera och berg finns oftast ett vattenförande friktionsjordlager med både varierande mäktighet och sammansättning, samtidigt som berget ibland lutar brant vid övergången mellan jord och bergschakt. Inom dessa partier installeras stödkonstruktionens väggar in i berg, dels för att kunna täta i övergången och dels för att erhålla ett horisontellt stöd för konstruktionen. För att skapa en torr schaktgrop utan större påverkan på omgivningen utförs injektering i både berg och jord.

Tätningåtgärder kommer att vidtas för att undvika grundvattennivåsänkningar utanför stödkonstruktionen. Det görs genom injektering i berg, genom ridå- och botteninjektering samt i jord genom kontakt- och jetinjektering. Ridåinjektering innebär att borrhål borrar utanför spontan ned i berget varefter cementbaserat injekteringsmedel trycks ut. Botteninjektering innebär borrhål och injektering i schaktbotten. Kontaktinjektering tätar eventuella hålrum mellan stödkonstruktionens nedre del och bergytan. Jetinjektering tätar jorden bakom stödkonstruktionen och säkerställer att vatten inte tränger förbi spontlås eller ojämnheter mellan element.

Permanent konstruktioner utformas så att de efter färdigställande blir så täta att inläckande grundvatten begränsas.

5.2.3 Transportvägar och etableringsytor

Etableringsytor och arbetsområden kommer att behövas vid såväl stationer som vid arbetstunnelmynningar. Inom arbetsområdena genomförs byggarbeten, exempelvis schaktning. Etableringsytor

är ytor för kontor och personalbodar, uppställning av byggkranar och arbetsfordon samt för att tillfälligt förvara byggmaterial, teknisk utrustning och inredning med mera. Eftersom tunnelbanan till övervägande del byggs som tunnel i berg kommer det generellt sett krävas få etableringsytor och arbetsområden i ytläge. De etableringsytor och arbetsområden som kommer att behövas redovisas i Figur 38– Figur 55.

Från arbets- och etableringsytor sker in- och utfart av transporter. Huvuddelen av alla bergmassor kommer att transporteras ut med lastbil via arbetstunnlarna och vidare till mottagningsanläggningar och/eller anläggningsverksamheter såsom väg- eller bostadsbyggen. Utöver transporter från arbetstunnlarna kommer mindre mängder berg och jord transporteras bort från de platser där ovanmarksanläggningar byggs.

Det kan behövas en mindre mellanlagring av bergmassor för husbehov vid respektive etableringsyta, där det också kan behöva göras en harpning (en grovsållning) av material för att få bort block innan det kan användas för arbetsvägarna under jord. Alternativt tas ballastmaterial in med retur-bilarna från uttransporten. Mellanlagringen kommer huvudsakligen att lösas under jord, men det kan även ske viss lagring på ytan.

6 Alternativ

6.1 Nollalternativ

6.1.1 Allmänt

Nollalternativet beskriver en situation då verksamheten eller åtgärden inte kommer till stånd.

Nollalternativet innebär att Stockholmsförhandlingen inte genomförs i sin helhet, eftersom utbyggnad av tunnelbana till Nacka och söderort är en del av förhandlingen. Nollalternativet i projektet innebär att den planerade tunnelbanan inte kommer till stånd, vilket också innebär att ingen grundvattenbortledning genomförs från tunnelbanan. Däremot sker viss grundvattenbortledning ändå inom utredningsområdet eftersom andra planerade infrastrukturprojekt genomförs, se avsnitt 3. En del av bostadsutbyggnaden kommer också att genomföras oavsett, eftersom stadsutveckling som pågår inom både Nacka kommun och Stockholms stad i viss utsträckning sker oberoende av tunnelbaneutbyggnaden. Bostadsbyggandet med tillhörande infrastruktur innebär att andelen hårdgjord yta ökar. Om dagvattnet hanteras enligt LOD (Lokalt omhändertagande av dagvatten), kan infiltration ske i närbelägen mark och grundvattenbildningen bibehållas. Om det istället avleds, innebär det att grundvattenbildningen minskar.

Grundvattnet är redan idag påverkat inom stora delar av influensområdet. Flera underjordsanläggningar, byggnader och hårdgjorda ytor tillsammans med dagvattensystem har sedan länge påverkat grundvattensituationen. Vattenverksamheter med betydande påverkan inom influensområdet är bland andra tunnelbanans röda linje, vägtunnlarna Södra Länken och Söderledstunneln, teletunnlar, den gamla tågtunneln i Södermalm, Citybanan, Solberga med flera ledningstunnlar och VA-tunnlar till Henriksdals reningsverk, Henriksdals reningsverk (Sicklaanläggningen), undermarksgarage och LOD-anläggningar.

En miljökonsekvensbeskrivning ska innehålla en beskrivning av miljöns sannolika utveckling om den planerade verksamheten inte genomförs. Det innebär i huvudsak ett vidmakthållande av dagens situation, men med nödvändiga åtgärder för att underhålla och utveckla befintlig infrastruktur.

6.1.2 Infrastruktur

Befolkningen i Nacka kommun bedöms enligt prognos från kommunerna i Ostsektorn ha vuxit till 125 000 invånare och i Värmdö kommun till 67 000 till år 2030, enligt SL:s prognos i rapporten *Kapacitetsstark kollektivtrafik i ostsektorn - en idéstudie* (SL, 2007). Befolkningsökningen förväntas innebära en expansion av såväl bostäder som arbetsplatser. Resandemönstret till och från Nacka och Värmdö innebär en betydligt större utpendling än inpendling och detta väntas inte förändras fram till år 2030.

Stora delar av trafiksystemet i Stockholmsregionen är idag hårt utnyttjat. Under högtrafik har kapacitetstaket nåtts i stora delar av både spår- och vägsystemet. Situationen i Ostsektorn är inget undantag. Kapacitetsbristen i vägnätet förväntas att förvärras till år 2030, enligt prognoser i RUFSS 2010, bland annat på grund av den tillväxt som sker i Nacka och Värmdö. Framkomligheten för busstrafiken är nära sammankopplad med situationen för biltrafiken då de ofta delar samma vägutrymme. (Trafikverket, 2013) Det är också ont om kapacitet i tunnelbanelinjens spår, där Grön linje beräknas vara överbelastad år 2030. (SL, 2007)

Det har genomförts ett flertal utredningar om kollektivtrafiklösningar inom utredningsområdet där tunnelbana, spårväg och buss har studerats. Om inte tunnelbanan byggs ut antas någon av de andra lösningarna realiseras.

De förändringar jämfört med nuläget som antas ske gällande infrastrukturen i nollalternativet listas nedan:

- Upprustning av Saltsjöbanan har skett, med mötesspår för att tillåta högre turtäthet.
- Nytt signalsystem har införts på Röd tunnelbanelinje som innebär en tillräcklig kapacitet på Röd linje 2030.
- Grön linje förväntas vara kraftigt överbelastad.
- Slussen är ombyggd så att kapaciteten för busstrafik är förbättrad.
- Gullmarsplan är upprustad så att kapaciteten för tunnelbana och buss är förbättrad.
- Ny trafikplats Kvarnholmen, med västgående ramper till Värmdöleden, har byggts.
- Ny avloppstunnel, SFAR, från Bromma reningsverk till Henriksdals reningsverk är byggd.
- City Link (starkströmskabel) är byggd i tunnel under Strömmen/Saltsjön, Skeppsholmen och Södermalm.
- Ny bro över Skurusundet och ombyggnad av trafikplatserna Skuru och Björknäs.

6.1.3 Stadsutveckling

6.1.3.1 Nacka kommun

I Nacka kommun förväntas utvecklingen utanför tunnelbanans upptagningsområde inte påverkas av om tunnelbanan genomförs. Det innebär att de planer och planprogram som tas fram inom kommundelarna Boo, Älta, Ektorp och Saltsjöbaden genomförs.

Det finns områden med pågående planarbeten och markanvisningar, områden som kommer bebyggas i ett nollalternativ, det vill säga även om tunnelbanan till Nacka inte byggs ut. Områdena är västra Sicklaön, Kvarnholmen, Nacka strand, centrala Nacka, Planiaområdet, Bergs gård och flera områden invid Värmdövägen vid station Sickla och Järla.

För Henriksdal är kommunens bedömning att vissa delar är oberoende av tunnelbanan, men sannolikt blir exploateringsgraden lägre utan tunnelbana.

Nacka kommuns bedömning är att av de 13 500 bostäder som är grunden för Stockholmsförhandlingen så kommer cirka 6 500 färre bostäder byggas på Västra Sicklaön utan tunnelbanan.

Nollalternativet bedöms innebära att grundvattenbildningen minskar i området på grund av den ökade bebyggelsegraden.

6.1.3.2 Stockholms stad

I Stockholm pågår planer för byggnation av bostäder och annan stadsutveckling inom tunnelbanans utredningsområde, vilka kommer att fortsätta även i ett nollalternativ. Dessa planer är Nobel Center på Blasieholmen, kvarteret Persikan (på platsen för SL:s bussdepå), Hammarby sjöstad, Mårtensdal, Söderstaden samt vid Sockenplan.

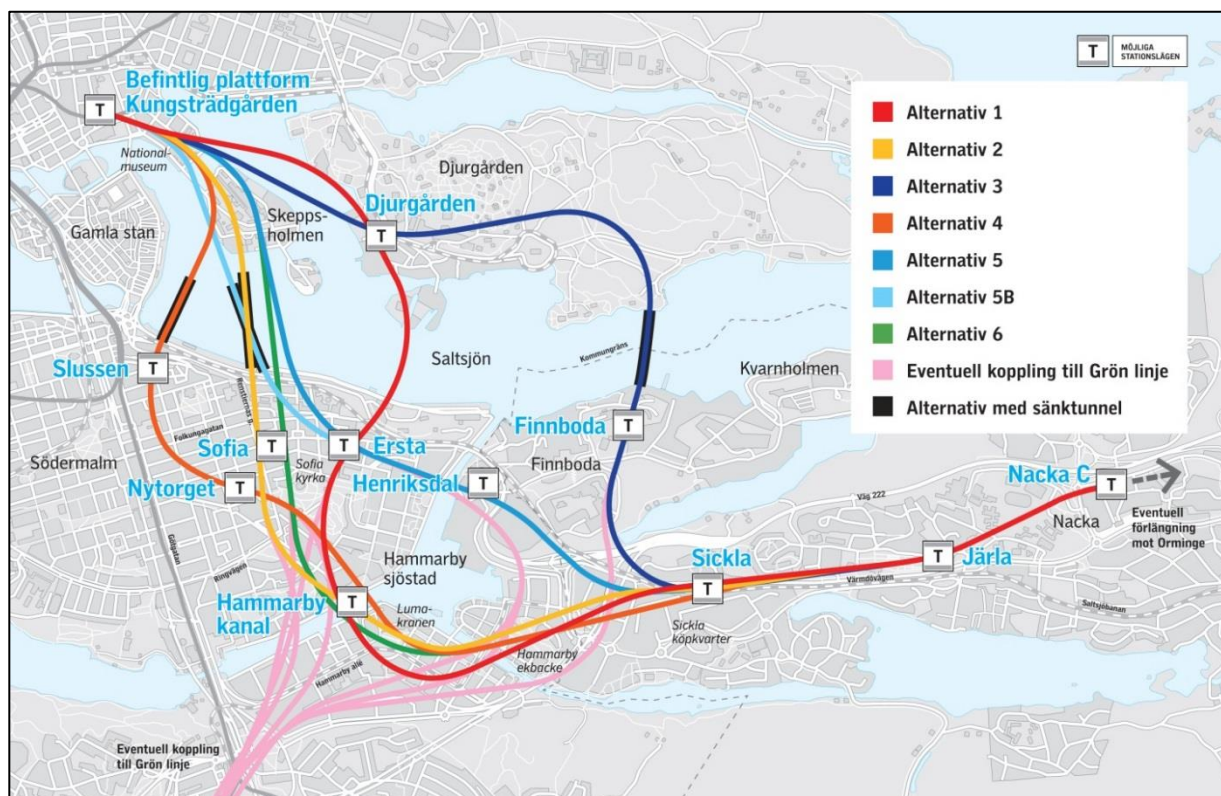
För övriga berörda delar av Stockholms stad, som redan är bebyggda, innebär nollalternativet pågående markanvändning. Nollalternativet bedöms innebära att grundvattenbildningen minskar i området på grund av den ökade bebyggelsegraden.

6.2 Lokaliseringsalternativ

6.2.1 Förstudie för tunnelbana till Nacka och idéstudie för tunnelbana till Gullmarsplan och söderort

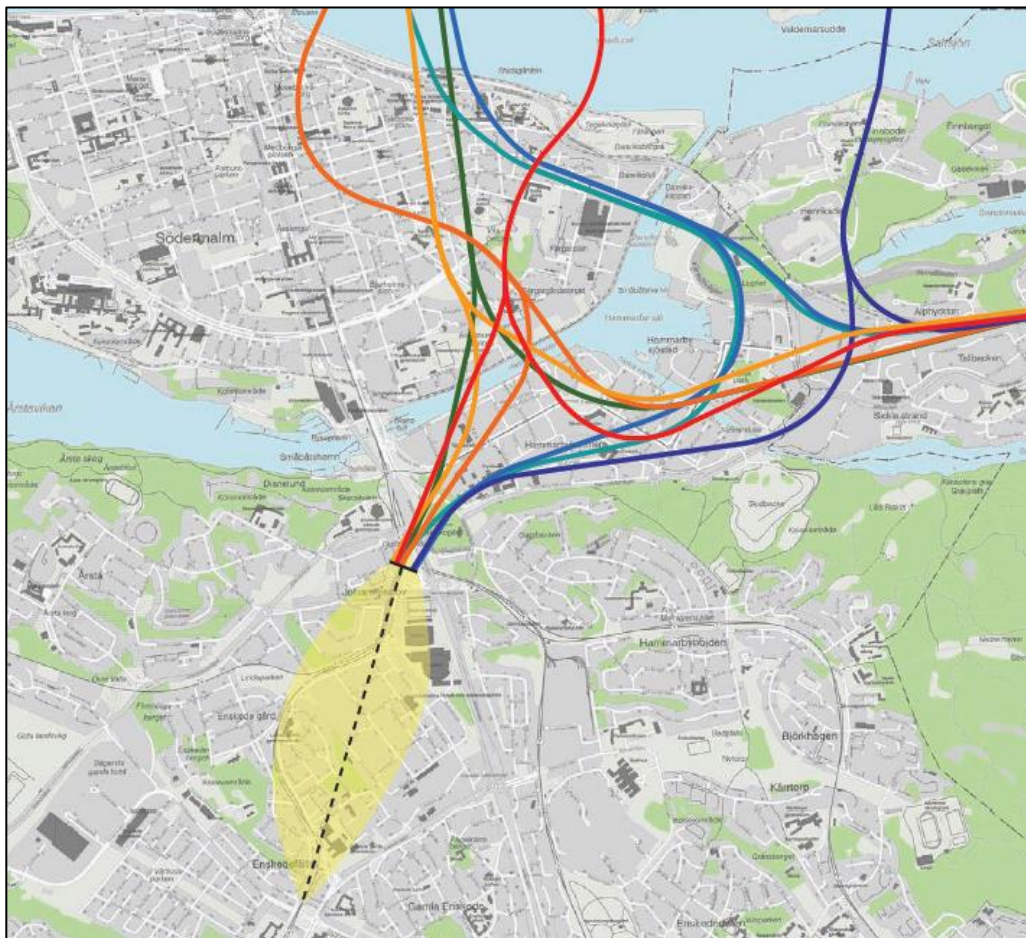
Under 2012 och 2013 genomfördes dels en förstudie för tunnelbana till Nacka och dels en idéstudie för tunnelbana till Gullmarsplan och söderort. Sju olika sträckningar till Nacka analyserades i förstudien. Tillhörande kopplingar till alla sju sträckningar till Gullmarsplan och söderort analyserades i idéstudien. (SLL, 2014a) (SLL, 2014b)

Sträckningsalternativen till Nacka illustreras i Figur 20. Tre av alternativen har en sträckning i bergtunnel under Saltsjön och fyra sträckningar i sänktunnel.



Figur 20. Sträckningsalternativ till Nacka i förstudien.

Sträckningsalternativen till Gullmarsplan och söderort framgår av Figur 21.



Figur 21. Sträckningsalternativ till Gullmarsplan och söderort i idéstudien.

I förstudien och idéstudien jämfördes sträckningsalternativen utifrån uppsatta mål med utbyggnaden.

De mål som låg till grund för arbetet med förstudien om tunnelbana till Nacka var att den nya tunnelbaneförbindelsen ska:

- 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 Saltsjön-Mälaren som ger ostsektorn en effektiv anslutning till T-centralen.
- Öka det kollektiva resandet till och från ostsektorn och därigenom underlätta ett bättre fungerande trafiksystem i hela Stockholmsregionen.

Vid val av alternativ gällde dessutom att:

- Samhällsekonomisk effektivitet är en av utgångspunkterna.
- Sträckningen ska ge möjligheter till framtida avgreningar och förlängningar som visar sig intressanta.

För utbyggnaden till Gullmarsplan och söderort var den övergripande målsättningen som låg till grund för arbetet med idéstudien att öka kapaciteten i kollektivtrafiksystemet. Detta för att kollektivtrafiksystemet ska vara fortsatt attraktivt vid en tillväxt med cirka 40 000 nya bostäder till år 2030 längs dagens tre grenar av Grön linje.

I den miljökonsekvensbeskrivning som togs fram parallellt med förstudien studerades sträckningsalternativen till Nacka från ett miljöperspektiv. Sammantaget bedömdes bergtunnelalternativen 1, 5 och 6 vara bäst ur miljösynpunkt. Sänktunnelalternativen (alternativ 2, 3, 4 och 5B) bedömdes vara sämre eftersom en sänktunnel till exempel innebär muddring i förorenade bottensediment, minskat vattendjup med risk för förändrat vattenutbyte och stor visuell påverkan under byggskedet. Sammantaget bedömdes alltså det förordade alternativ 6 samt alternativ 1 och 5 ge minst negativa miljökonsekvenser, varav alternativ 5 följt av alternativ 6 bedömdes ge allra minst negativa miljökonsekvenser.

Den totala bedömningen var att en utbyggnad enligt alternativ 6 till Nacka samt alternativ 6C till Gullmarsplan och söderort ger störst måluppfyllelse. Alternativ 6 innebär en sträckning med bergtunnel under Saltsjön och med stationer i Sofia, Hammarby kanal, Sickla, Järla och Nacka C. Alternativ 6C innebär en koppling mot Gullmarsplan och söderort från alternativ 6. Alternativ 6 och 6C medför i förhållande till andra alternativ:

- stort resande och stora resenärsnyttor i Nacka och på östra Södermalm samt i Stockholm söderort
- lägst investeringskostnad
- lägst driftkostnad
- bäst samhällsekonomisk lönsamhet (nettonuvärdeskvot)
- kortast resväg och restid för resenärer som startar söder om Gullmarsplan och har målpunkt i centrala Stockholm
- små negativa miljökonsekvenser.

Under processen med förstudien för tunnelbana till Nacka genomfördes en samrådsprocess i två omgångar. Sammanställningen av det tidiga samrådet låg till grund för det andra samrådet med bland annat öppna hus.

Sträckningskorridoren för alternativ 6C var i detta planeringsskede bred (se gul markering i Figur 21) och det konstaterades i idéstudien att det behövdes ytterligare konsekvensanalyser och samråd för att kunna besluta om sträckningen.

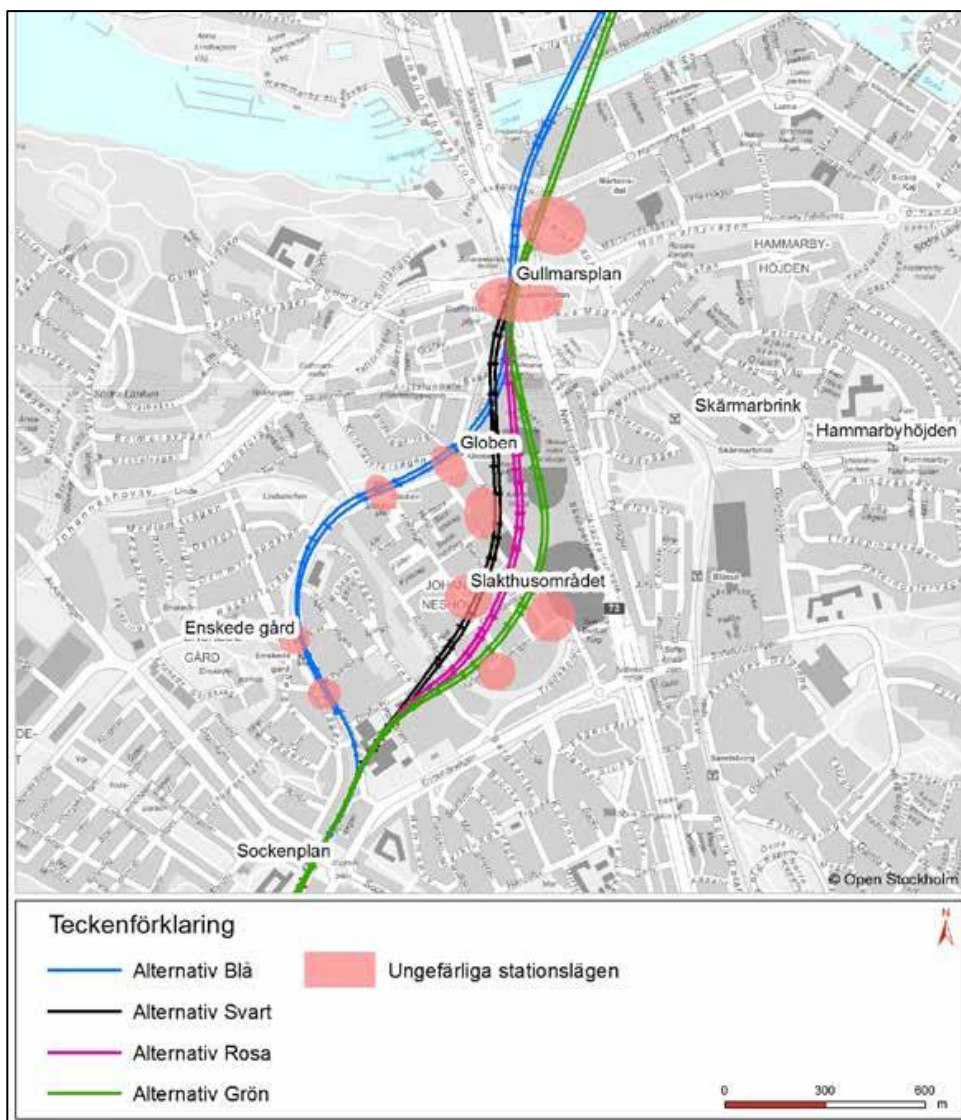
6.2.2 Fortsatta lokaliseringsutredningar för tunnelbana mot söderort

I syfte att ge ytterligare underlag till sträckningsval för tunnelbana till söderort genomfördes en lokaliseringsutredning år 2015 med tillhörande samrådsprocess. (SLL, 2015)

I lokaliseringsutredningen studerades koppling av Blå linje till Hagsätra, Farsta och Skarpnäck. Koppling av Blå linje till Grön linjes Hagsätragren bedömdes bäst uppfylla projektmålen som ställdes upp i lokaliseringsutredningen baserat på landstingets övergripande mål för kollektivtrafiken. En koppling till Hagsätragrenen innebär lägst kostnad och undviker ingrepp i den känsliga miljön kring världsarvet Skogskyrkogården.

För kopplingen till Hagsätragrenen studerades fyra alternativa sträckningar mellan Gullmarsplan och Sockenplan, se Figur 22:

- Blå – följde befintlig sträckning men stationerna vid Globen och Enskede Gård förlades under mark.
- Svart, Rosa och Grön – gick via Slakthusområdet där en ny station förlades under mark.



Figur 22. Sträckningsalternativ för kopplingen till Hagsätragrenen mellan Gullmarsplan och Sockenplan i lokaliseringstuderingen.

Lokaliseringstuderingens analyser pekade på att de alternativa sträckningarnas effekter inom ett flertal områden och på en övergripande nivå är relativt likvärdiga, till exempel avseende resande och restidsvinster, tillgänglighet (täckning) och sociala aspekter. Miljökonsekvenserna är inte heller alternativskiljande. Alternativ Svart har lägst investerings- och driftkostnad tätt följd av alternativ Rosa och Grön, medan alternativ Blå är cirka 1 miljard dyrare i investeringskostnad och dubbelt så dyr i driftkostnader jämfört med övriga alternativ.

Alternativ Svart bedömdes slutligen som det bästa alternativet eftersom det ger bäst förutsättningar för en god täckning av hela den planerade bebyggelsen i Slakthusområdet samtidigt som det stödjer den befintliga strukturen i området.

Vid planeringen av lokalisering av tunnelbanan har samrått skett med Svenska kraftnät om tunnelbanans sträckning i förhållande till den planerade kraftledningstunneln City Link etapp 2. Lokaliseringen av kraftledningen planerades 2014 i ett läge som i höjddled (profil) och horisontellt (plan) kolliderar med den planerade tunnelbanan. Svenska Kraftnät har fått tillstånd för två olika alternativa lägen för City Link, varav det ytliga läget kolliderar med tunnelbanan. Enligt ansökan och tillstånd är det ytliga läget dock aktuellt endast för det fall det visar sig att tunnelbanan mot Nacka inte blir av, eller att tunnelbanesträckningen ändras så att den blir förenlig med det ytliga alternativet.

För tunnelbanans del visade det sig inte möjligt med ett djupare läge eftersom en anslutning vid station Sockenplan då omöjliggörs. Anledningen är att spårlutningen skulle bli för brant på sträckan mellan passagen av kraftledningstunneln och anslutningspunkten vid Sockenplan (brantast möjliga lutning är 45 promille). För tunnelbanan studerades även alternativa sträckningar i plan. En förskjutning i östlig riktning skulle vara det enda möjliga men skulle innebära en rad olika nackdelar, framför allt snävare kurvradier (innebär lägre körhastighet och därmed längre restid och sämre komfort för resenärerna) samt en sämre bytespunkt vid Gullmarsplan ur ett resenärsperspektiv.

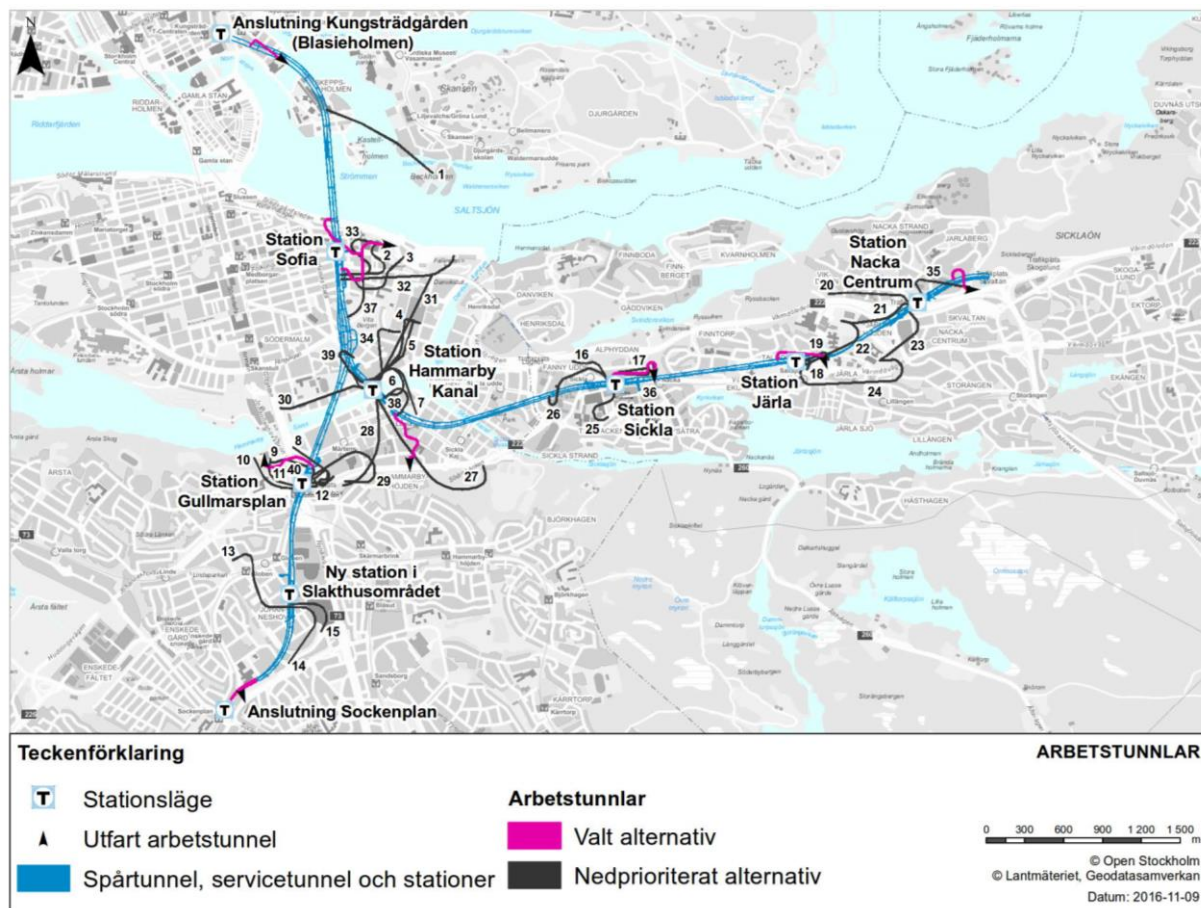
6.2.3 Kompletterande lokaliseringstuderingar

Under den vidare projekteringen har spårlinjen justerats på sträckan mellan Sickla och Nacka Centrum. Anledningen är att det planerade läget närmare Saltsjöbanan efter provborrningar visade sig ha både lågt liggande och uppkrossat berg, vilket innebär berg av sämre kvalitet. Linjen flyttades därför norrut på sträckan.

Flera alternativa placeringar av stationsuppgångar och entréer har studerats längs spårsträckningen innan planeringen landade i de lokaliseringar som är utgångspunkt för denna miljökonsekvensbeskrivning.

6.2.4 Arbetstunnlar

Det har gjorts ett flertal utredningar om lokaliseringalternativ för arbetstunnlarna. Det har funnits 44 alternativ, se Figur 23.



Figur 23. Bortvalda arbetstunnlar. Bild från Planbeskrivning tillhörande järnvägsplanen.

Av dessa undersöktes 26 alternativ vidare i en fördjupad analys, medan övriga nerprioriterades eller avfärdades. Slutligen utkristalliserades 8 alternativ, vilka finns med i järnvägsplanen. För fördjupning om val av lokalisering av arbetstunnlar, se avsnitt 4.5.5 i Planbeskrivning tillhörande järnvägsplan för Tunnelbana till Nacka och söderort.

Följande faktorer har varit styrande vid generering av olika alternativ av arbetstunnlar:

- Tillräcklig bergtäckning
- Undvikande av kollision med befintliga undermarksanläggningar (ledningar, bergrum, tunnlar)
- Arbetstunnelns längd
- Tunnelns lutning och linjeföring
- Tillräcklig yta för etablering av arbetsplatsområde vid tunnelmynning samt att ytan är möjlig att få rådighet över under hela byggtiden
- Tunnelmynningens placering i förhållande till möjliga transportvägar
- Tunnelmynningens placering i förhållande till närområdet (för undvikande av närhet till skolor, sjukhus, bostäder, verksamheter, kultur- och naturmiljövärden, rekreationsområden, trafik med mera)
- Tunnelmynningens placering i förhållande till kommande exploateringar

Det finns inga exakta kravgränser för de ovanstående faktorerna, förutom gällande bergtäckning där gränsen om minst tre meter har satts.

Därtill har alternativen bedömts inom ett antal teknikområden:

- Miljö (buller, vibrationer, luftföroreningar, natur/friluftsvärden, kulturmiljö, stads- och landskapsbild)
- Mark (trafik, projektering och ledningssamordning)
- Produktion (produktionsutmaningar, produktionstid och kostnad)
- Berg, mät och geo (till exempel bergtäckning och kollisionspunkter)
- Omgivningspåverkan (till exempel boende, skolor, sjukhus och andra verksamheter)

För några av arbetstunnlarna har sjötransporter utretts som ett alternativ eller komplement till lastbilstransporter. De platser där sjötransporter skulle kunna vara aktuellt är vid arbetstunnlarna för anslutning Kungsträdgården (Blasieholmen) och för station Gullmarsplan vid Skanstulls marina. Utredningarna har visat att sjötransporter inte är aktuellt av kostnadsmässiga, tidplanemässiga och lokala miljömässiga skäl.

6.3 Utformningsalternativ

Det har funnits ett flertal förslag på utformning av tunnelbanan.

Då det funnits osäkerheter kring bergtäckningen vid station Nacka Centrum har en lösning med så kallad *cut and cover* under Värmdövägen utretts. Alternativet har avfärdats då det skulle bli mycket dyrt, ge stora störningar under byggtiden och kräva ett omfattande schakt, med större påverkan på grundvattenförhållandena än för det valda alternativet.

Att ytförlägga tunnelbanan från Järla och österut har utretts, men avfärdats då det skulle medföra bullerstörningar och barriäreffekter samt ianspråktagen värdefull mark som nyttjas bättre till annat.

Spårutformningen i tunnlarna är en kombination av enkelspår- och dubbelspår-tunnlar. Utformning med genomgående enkelspår-tunnlar valdes bort av kostnadsskäl. Enkelspår-tunnlar har trots det valts på delar av sträckningen av bergtekniska skäl. Grundvattenpåverkan har bedömts bli likvärdig vid enkelspår- respektive dubbelspår-tunnel.

6.4 Byggmetoder

Möjligheten att använda arbetsmetoden TBM, med tunnelborrmaskin, för att genomföra projektet har studerats men avfärdats. TBM har inte bedömts som lämplig metod att använda i detta projekt främst utifrån följande motiv:

- Tunneln innehåller flera olika tunnelstorlekar, vilket medför behov av flera olika storlekar på TBM
- Det finns inget påslagsläge för spår-tunnlar i markytan som ger enkel start på TBM-tunnel
- Det är relativt korta sträckor för respektive tunneltyp
- Leveranstiden på en TBM är för lång för detta projekt
- Projektets typsektioner är inte optimerade för TBM-tunnlar
- Enkelspår-tunnlar, som behöver anläggas vid TBM-drivning, ger låg flexibilitet gällande växel-spår

När det gäller skillnader i miljöpåverkan mellan drivning med borrhning och sprängning respektive TBM skiljer de sig huvudsakligen åt enligt nedan:

- Bergmassorna från TBM-drivning är inte lika lämpliga att använda för att bygga vägar och som fyllning vid husbyggnationer. Vid TBM-drivning behöver också betydligt mer berg tas ut, då tunnlarna har ett runt tvärsnitt
- Vid TBM-drivning uppkommer inte sprängningsinducerade vibrationer. Däremot uppkommer vibrationer från borrhningen
- Buller och stomljud uppkommer både vid TBM-drivning och vid drivning med borrhning och sprängning. Vid TBM-drivning är dock ljudet mycket mer monotont och ihållande än vid drivning med borrhning och sprängning.

Möjligheten att tätta berget med förinjektering är mindre vid TBM-drivning, vilket ger en större skadlig grundvattenpåverkan under byggtiden. Påverkan under drifttiden beror på ifall tunnlarna kläs in i betong. Detta är dock mycket kostnads- och tidskrävande vid drivning med borrhning och sprängning.

7 Konsekvenser av grundvattenbortledningen

7.1 Generella konsekvenser av grundvattenbortledning

Generella konsekvenser av grundvattenbortledning

- Om grundvattennivån sänks kan exempelvis byggnader i ett lerområde sätta sig. En sättning kan ge sprickor i väggar eller kärvande dörrar. Även ledningar kan påverkas av sättningar och i värsta fall gå sönder.
- Förändringar av vattnets strömningsbild kan göra så att befintliga markföroreningar sprids eller naturmiljöer förändras.
- En avsänkt grundvattennivå i berg kan leda till en försämrad effekt i energibrunnar.

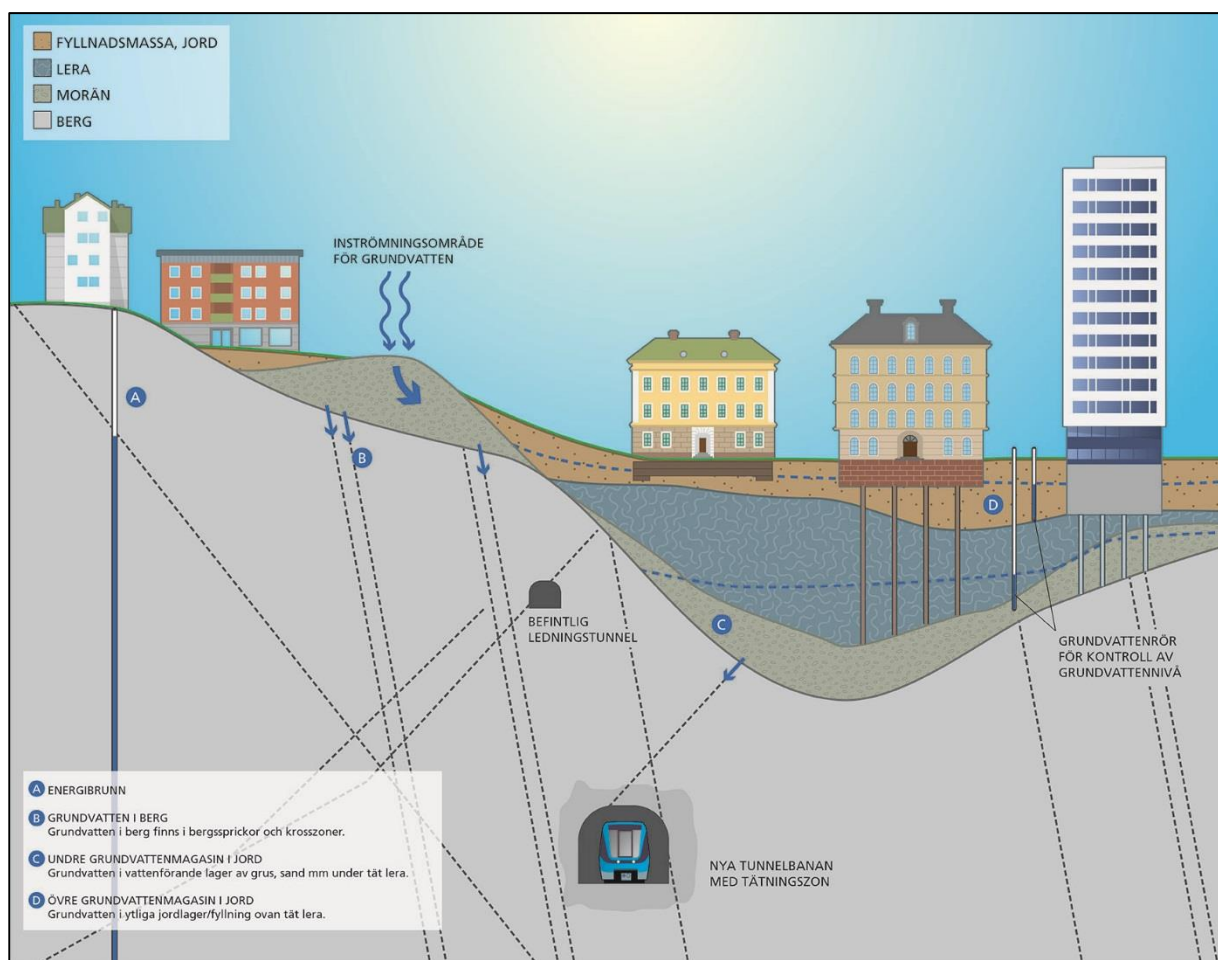
I detta avsnitt beskrivs allmänt vad som kan inträffa vid grundvattennivåssänkning. För en mer detaljerad beskrivning hänvisas till PM Hydrogeologi (Bilaga C). Arbetet med analyser och skyddsåtgärder har syftat till att minimera eller helt ta bort dessa konsekvenser.

Grundvatten förekommer dels i sprickor och spricksystem i berggrunden, dels i lösa jordlager, se avsnitt 4.4. Hur mycket vatten som finns i berget är beroende av sprickornas storlek och systemets omfattning. Grundvatten förekommer i alla typer av jord, men det är sorterade jordar som kan magasinera och också släppa ifrån sig större volymer vatten. Magasinet i jord kan vara slutet eller öppet. Ett slutet magasin förekommer under en tät jordart så som lera medan ett öppet magasin saknar tätande lager.

Grundvattenbildningen till berget sker från sprickor i bergpartier där berget går i dagen eller genom kontakt mellan berg och vattenförande jordlager medan grundvattenbildning till jord sker direkt från nederbörd. Grundvattenbildningen till jord och berg är beroende av topografin, jordarternas vattengenomsläpplighet, storleken på nederbörden och evapotranspirationens andel av den totala nederbörden och ytavrinningens storlek. Ytavrinningen i sin tur är beroende av topografi, jordartens infiltrationskapacitet och aktuell markanvändning.

Grundvattenbildningens storlek varierar under året. Vid snösmältningen sker en vattenfyllnad av markvattenzonen så att grundvatten kan bildas. Då temperaturen stiger under våren ökar också avdunstningen och under april-maj är avdunstningen större än nederbörden och någon grundvattenbildning sker inte annat än vid en ordentlig rotblöta som kan mätta markvattenzonen. Under hösten minskar avdunstningen igen och markvattenmagasinet fylls på och grundvatten kan bildas. Detta innebär att grundvattennivån ofta varierar med året.

Den största delen av det grundvatten som går ned i berg bildas i jordlagren. Ett uttag i berget, exempelvis i form av inläckage av vatten från berget till en tunnel, medför en ökad grundvattenbildning, vilket sker på bekostnad av en reducering av ytavrinningen. Även grundvattenavrinningen minskar vid ett uttag. Grundvattenbortledningen vid en tunnel är väldigt liten jämfört med den totala avrinningen men kan ändå påverka grundvattennivåer i friktionsjord som underlagrar lerområden, se Figur 24.



Figur 24. Konceptuell modell över grundvatten i berg och jord.

Inläckaget till en bergtunnelanläggning bestäms av vattengenomsläppligheten, främst i berggrunden och i kontakten mellan berg och jord samt av volymen tillgängligt vatten, alltså grundvattenmagasinets och grundvattenbildningens storlek. Inläckaget är även beroende av tunnelns djup under grundvattenytan samt tunneltätningens utförande. Tunnelns diameter har en viss men mindre betydelse för inläckagets storlek.

Med ett ökat djup på tunneln ökar grundvattnets trycknivå och således inläckaget jämfört med ett ytligare alternativ. Som följd ökar påverkansområdet med ökat tunneldjup men inte nödvändigtvis grundvattennivåssänkningen vid markytan ovan tunneln då effekten av inläckaget fördelas inom ett större påverkansområde.

Påverkansområdet blir i teorin störst i lägen där tunneln går igenom lågpunkter i landskapet där ett tätande jordlager medför en begränsning i grundvattenbildningen i direkt anslutning till tunneln.

7.1.1 Sättningar i mark

Risk för sättningar i mark finns främst i områden med lös lerjord inom influensområdet.

Inläckaget i tunneln sänker grundvattennivån i bergets sprickor, vilket kan resultera i sänkt grundvattennivå i friktionsjorden (så kallat undre grundvattenmagasin) som överlagrar berget. En sådan sänkning av grundvattennivån kan leda till att leran som överlagrar friktionsjorden trycks ihop (konsolideras) på grund av en minskning av porttrycket i leran.

7.1.2 Skador på byggnader och anläggningar

Vid marksättning kan exempelvis sprickor uppstå i byggnaders fasader och i värre fall, skador i bärande konstruktioner. Större och tyngre bebyggelse är normalt grundlagd på sådant sätt att skador orsakade av sättningar inte uppstår. Det är företrädesvis mindre och lättare bebyggelse samt klenare ledningar som har grundläggning som kan vara känslig för grundvattenpåverkan.

För byggnader som har grundläggning med träkonstruktioner (träpålar eller rustbäddar) kan en grundvattennivåsänkning medföra att konstruktionerna ruttnar och förstörs då syre får tillträde. Som följd av detta kan skador uppstå i byggnaders fasader (sprickor med mera) och i värre fall skador i bärande konstruktioner.

När det gäller ledningar är skaderisken störst för styva ledningar som vatten- och avloppsledningar och fjärrkyla-, fjärrvärme- och gasledningar. Servisledningar, det vill säga ledningar som går från huvudledningar in till enskilda byggnader kan vara sättningskänsliga inom lerområden. Om byggnaden är fast grundlagd till berg, men ledningen följer med en sättningsrörelse, kan ledningen skadas. Ledningar för el- och tele/bredband bedöms inte vara känsliga för mindre sättningsrörelser. Större vatten- och fjärrvärmeledningar är så tunga att de normalt sett är grundlagda på, eller ner till, fast jordart eller berg när de är förlagda inom ett sättningskänsligt område, för att inte riskera att skadas.

7.1.3 Skador på brunnar

Uttagskapaciteten av vatten för en brunn avgörs av grundvattentillrinning och brunnens magasineringsförmåga, det vill säga hur mycket vatten som ryms i brunnen och som kan användas under kortvariga stora vattenuttag. Vattenkvaliteten avgörs av grundvattnets beskaffenhet, brunnsutförande och närliggande verksamhet som exempelvis jord- eller skogsbruk och avloppsanläggningar. Sänkta grundvattennivåer i berg eller jord kan som effekt i enskilda brunnar ge minskad uttagskapacitet. Effekten i energibrunnar kan bli minskat effektuttag.

Konsekvensen för enskilda brunnar är att vattenförsörjningen inte kan upprätthållas samt att kvalitetsförsämringar som påverkar användningen av vattnet, kan uppstå.

Värmeöverföringen i en energibrunn sker mellan omgivande berggrund och kollektorslangar (slang med köldbärande vätska), via vattnet i brunnen. Vid en grundvattennivåsänkning minskar därmed kontakten mellan kollektorslangen och berget, vilket får till konsekvens att möjligt effektuttag från brunnen reduceras.

7.1.4 Spridning av föroreningar

Grundvattenbortledning från tunnlar kan medföra att föroreningar sprids med grundvattnet. Dels kan redan förorenat grundvatten spridas till nya ställen, dels kan ändrad grundvattennivå och grundvattenströmning utlösa en föroreningssituation för grundvattnet. En sänkt grundvattennivå påverkar markförhållandena och markprocesserna på ett sådant sätt att utlakningen av föroreningar kan öka. Mark- och vattenförhållanden samt föroreningens typ och omfattning avgör konsekvenser för omgivningen.

7.1.5 Naturmiljö, kulturmiljö och fornlämningar

Olika naturtyper är olika känsliga för grundvattennivåsänkningar. Träd och markvegetation på fast mark utnyttjar främst markvattnet i jordlagren, som fylls på av nederbörd och snösmältning. Överskottet som inte tas upp av växterna eller avdunstar bildar grundvatten.

Ovan grundvattenytan finns en kapillärvattenzon vars vattenhalt delvis är beroende av grundvattenytans läge. Om växter har rötter ner i kapillärvattenzonen kan de ha tillgång till växttillgängligt vatten som är beroende av grundvattenytans läge. Om grundvattenytan sänks kan detta

växttillgängliga vatten minska. För att en sänkning av grundvattenytan ska påverka det växttillgängliga vattnet krävs att grundvattenytan ligger relativt nära rotzonen. Vid en djupare liggande grundvattenyta påverkas inte det växttillgängliga vattnet.

Om vattenförhållandena förändras så att volymen växttillgängligt vatten minskar eller ökar i olika biotoper kan det innebära påverkan och effekt på naturvärden. Konsekvensen av de ändrade vattenförhållandena kan generellt vara förändrad tillväxt, förändrad konkurrens mellan arter och att vissa arter försvinner medan andra gynnas.

I våtmarker och fuktiga marker, där grundvattenytan ligger nära markytan, kan generellt sett en avsänkning av grundvattenytan påverka naturtyperna till att ändra karaktär. Det kan påverka eventuella naturvärden negativt, om de är knutna till den fuktiga miljön. Exempelvis kan en sumpskog, som kan ha höga naturvärden knutna till sig, påverkas negativt om markförhållandena blir torrare. Om miljön blir torrare riskerar arter knutna till det speciella mikroklimatet och de fuktiga markförhållandena med tiden att försvinna. Om det dessutom finns naturvärden knutna till exempelvis lövträd, riskerar dessa också att påverkas negativt om marken blir torrare, då gran får det lättare att växa till sig vilket konkurrerar ut lövträden. I öppna våtmarker och små dammar/vattensamlingar kan den negativa påverkan bli stor vid en grundvattennivåsänkning, om det medför att vattentillförseln till dessa miljöer minskar.

Friska marker, med en markfuktighet mellan torr och fuktig, bedöms vara betydligt mindre känsliga för grundvattennivåsänkningar än fuktiga. På friskare skogsmark kan rötter ibland nå ner till grundvattenytan och det bedöms därför finnas en begränsad känslighet mot grundvattennivåsänkningar. En eventuell avsänkning av grundvattenytan kan i dessa fall medföra att de friska markerna går mot torrare förhållanden med en långsam förskjutning av konkurrensförhållanden mellan trädarter. Denna förändring bedöms vara mycket långsam och påverkar sannolikt inte naturvärden knutna till dessa miljöer negativt.

Fornlämningar och kulturhistoriskt värdefulla byggnader kan påverkas av grundvattenbortledning främst genom sättningar. En sänkt grundvattenyta kan också medföra att eventuella lämningar med organiskt material eller kulturhistoriskt viktiga byggnader, som grundlagts på träpålar eller innehåller andra byggdelar av trä, kan utsättas för en ökad nedbrytning av trämaterialen.

7.1.6 Radon

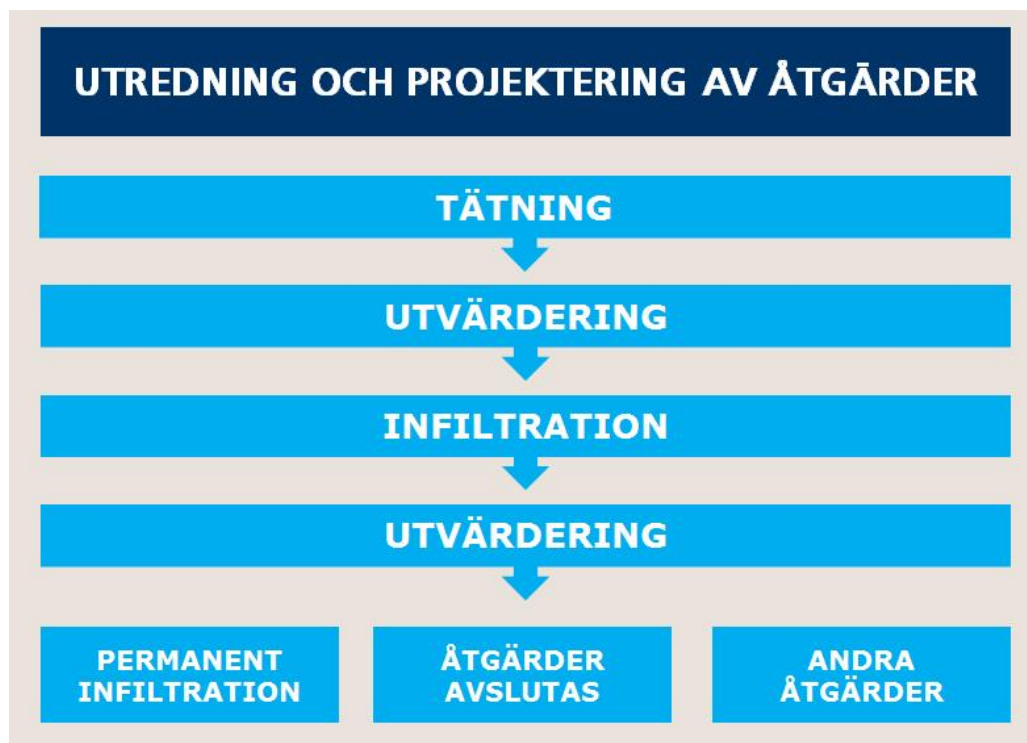
Radon är en färg- och luktlös ädelgas, tyngre än luft, som förekommer naturligt i mark och vatten. Radon i bostäder kommer från mark, byggnadsmaterial eller hushållsvatten. Radonhalten varierar naturligt såväl under året som under dygnet. Störst risk för radonproblem i bostaden föreligger där egen bergborrad brunn används som vattentäkt, genom att radon från berget förs över till grundvattnet och därefter förs in i bostaden. Teoretiskt kan även förändring av spridningen av radon ske genom att grundvattenytan sänks och radonen istället transporteras genom diffusion via luften i de sprickor som dränerats. Emellertid är sådana sprickor så sparsamt förekommande och förväntade grundvattennivåsänkningar relativt små i de områden som tunnelbanan byggs ut i varför risken för spridning av radon är försumbar. Denna aspekt behandlas därför inte ytterligare i denna miljökonsekvensbeskrivning.

7.2 Skadeförebyggande åtgärder

För att underlätta arbetet med hanteringen av risker för miljöpåverkan och för att få ett likartat arbetssätt vid projektering och hantering inom alla utbyggnadsgrenar av tunnelbanan har SLL tagit fram en metodik för skadeförebyggande åtgärder, se Figur 25.

Skador orsakade av sänkning av grundvattennivån uppkommer generellt långsamt. Strategin för de skadeförebyggande åtgärderna är att arbeta i steg, med flera olika skyddsåtgärder och med successiv utvärdering mellan varje steg. Arbetsgången rörande de skadeförebyggande åtgärderna

kan sammanfattas i nedanstående figur. Utgångspunkten vid utredning och projektering av åtgärder är att minska risken för att skador uppkommer utan att kostnaden blir omotiverat hög.



Figur 25. Arbetsgången för hantering av skadeförebyggande åtgärder.

7.2.1 Tätning

Åtgärder för tätning av schakt i jord under byggtiden ska utgå ifrån konventionella byggmetoder. Utgångspunkten är att tillfälliga stödkonstruktioner som behövs under byggtiden ska vara täta. Detta kommer emellertid inte att kunna uppnås på alla platser, vilket leder till att andra åtgärder, som exempelvis infiltration, kan behöva utföras för att motverka grundvattennivåsänkningar vid känsliga objekt.

Utgångspunkten är att tätningen av bergtunnlarna i första hand ska utföras med cementinjektering. Injekteringen utförs som förinjektering som anpassas till de geologiska och hydrogeologiska förhållandena. Om förinjekteringen inte fungerar tillräckligt bra kan efterinjektering behöva utföras. Vid speciellt komplicerade passager kan kemiska tätningsmedel behöva användas. SLL kommer att ta fram en rutin för val och hantering av kemiska injekteringsmedel. Rutinen utgår från Trafikverkets krav och arbetssätt i Trafikverkets kemikaliegranskningssfunktion.

SLL kommer att säkerställa att injekteringen styrs så att den uppnår uppsatta mål/krav för täthet.

7.2.2 Infiltration

För att undvika skadliga grundvattennivåsänkningar längs tunnelinjen kan skyddsinfiltration utföras vid skyddsobjekt (grundvattennivåkänsliga objekt inom influensområdet). För varje skyddsobjekt kommer det att finnas mätpunkt/er för grundvattennivå. Till dessa mätpunkter tas det fram åtgärdsnivåer, som används för att styra när och i vilken omfattning infiltration eller andra skyddsåtgärder behöver ske. Infiltrationen utförs under byggtiden huvudsakligen i jord med vatten från kommunala ledningsnätet. Infiltration kan även behöva ske utanför temporära stödkonstruktioner under byggtiden, för att om möjligt undvika grundvattennivåsänkningar från öppna schakt.

Innan infiltrationen påbörjas genomförs en fuktbesiktning av aktuella byggnader i närheten av infiltrationsanläggningarna. Detta för att dokumentera statusen på källare och för att upptäcka eventuella fuktproblem innan infiltrationen startar. Detta är viktig information vid en eventuell senare skadereglering.

Skyddsinfiltration kan bli aktuell som åtgärd för att motverka skadliga grundvattentrycknivåsänkningar i friktionsjorden som underlagrar sättningskänsliga lerområden där mäktigheten av leran är så stor att sättningar annars kommer utbildas. Skyddsinfiltration genomförs i första hand i jord i anslutning till anläggningen eller nära de känsliga objekten. Skyddsinfiltration kommer att nyttjas som åtgärd dels under byggtiden men eventuellt även under drifttiden. Under byggtiden kommer skyddsinfiltration nyttjas i samband med anläggandet av de temporära schakt i jord som krävs för att anlägga exempelvis erforderliga uppgångar och ventilationsschakt. När väl dessa uppgångar och schakt är anlagda blir dessa konstruktioner täta varför skyddsinfiltration för dessa schakt kan avslutas eller minskas i omfattning.

7.2.3 Andra åtgärder

Det finns åtgärder som kan vidtas om infiltration och tätning inte bedöms vara tillräckligt, eller om det är uppenbart att nyttan av sådana åtgärder är liten. Ett exempel kan vara att mindre sättningar i gatumark eller i källargolv kan repareras istället för att inrätta en permanent infiltration.

De brunnar längs tunnelbanans utbyggnad som kan påverkas av sänkta vattennivåer är i princip uteslutande energibrunnar. SLL planerar att mäta grundvattennivån i brunnarna före och under byggtiden samt under drifttiden, och att vid behov skadereglera eventuell permanent påverkan på brunnarna i efterhand.

7.3 Inläckage och influensområde

7.3.1 Inläckage

Tunneln innebär, under både bygg- och drifttid, en dränering av grundvattnet från omgivande berg och in i tunneln trots långtgående tätning. Storleken på inläckaget beror bland annat av bergets kvalitet, det vill säga förekomst och utbredning av vattenförande sprickor samt mängden tillgängligt grundvatten i jordlagren.

Det totala beräknade inläckaget för spår- och servicetunnlar, stationer och arbetstunnlar uppgår till 1600-1900 l/min (cirka 27-32 l/s). För den tillståndspliktiga vattenverksamheten inom landsträckorna (det vill säga exklusive sträckan under Saltsjön) beräknas inläckaget till 1390-1660 l/min (cirka 23-28 l/s).

Inläckaget är beräknat utifrån att förinjektering utförs enligt tidigare beskrivning och enligt beskrivning i den Tekniska beskrivningen (Bilaga A till ansökan). I Tabell 4 nedan redovisas inläckaget uppdelat på olika delsträckor. Det går inte att i detalj förutse inläckagets storlek för kortare sträckor. En något mer detaljerad redovisning av hur inläckaget bedöms kunna fördelas längs sträckan redovisas i beräkningsbilaga C6 till PM Hydrogeologi (Bilaga C till ansökan).

I Tabell 4 nedan redovisas tunnarnas medeldjup under markytan inom de olika delområdena. Tunnarnas djupa läge under framför allt Södermalm medför att grundvattentrycket på tätningen runt tunnarna blir större i jämförelse med flertalet andra befintliga tunnlar. Inläckaget blir då större än för en ytligare tunnel även om tätningen utförs på samma sätt. Samtidigt är det vanligt att berggrundens sprickighet minskar med djupet, vilket är gynnsamt för minskat inläckage.

Erfarenhet från befintliga tunnelanläggningar visar att de sprickor som inte helt går att täta och där inläckande grundvatten leds in till tunnarna förändras över tiden. Grundvattenströmningen

och kontakten med syret i tunnelluften gör att mineral löses ut och delvis fyller igen sprickorna. Sprickvidden minskar också på grund av att grundvattentrycket sänks närmast tunneln. Detta kallas för skin eller skineffekt och de redovisade inläckagemängderna är beräknade utan skin-effekt. Med tiden bedöms inläckaget kunna minska till hälften eller mindre.

Tabell 4. Beräknat inläckage till anläggningen för olika delsträckor.

Delsträcka	Inläckage per delsträcka vid antagen tätning (l/min)	Medeldjup tunnel (m u my)
Blasieholmen	37 - 44	42
Ladugårdslandsviken, Skeppsholmen, Strömmen	210 - 241	65
Södermalm	434 - 515	82
Söderort inklusive Hammarby kanal	366 - 449	48
Hammarby sjöstad till Nacka inklusive Hammarby kanal	556 - 654	44
Totalt Spår-, arbetstunnlar, stationer	1603 - 1904	

7.3.2 Influensområde för grundvatten

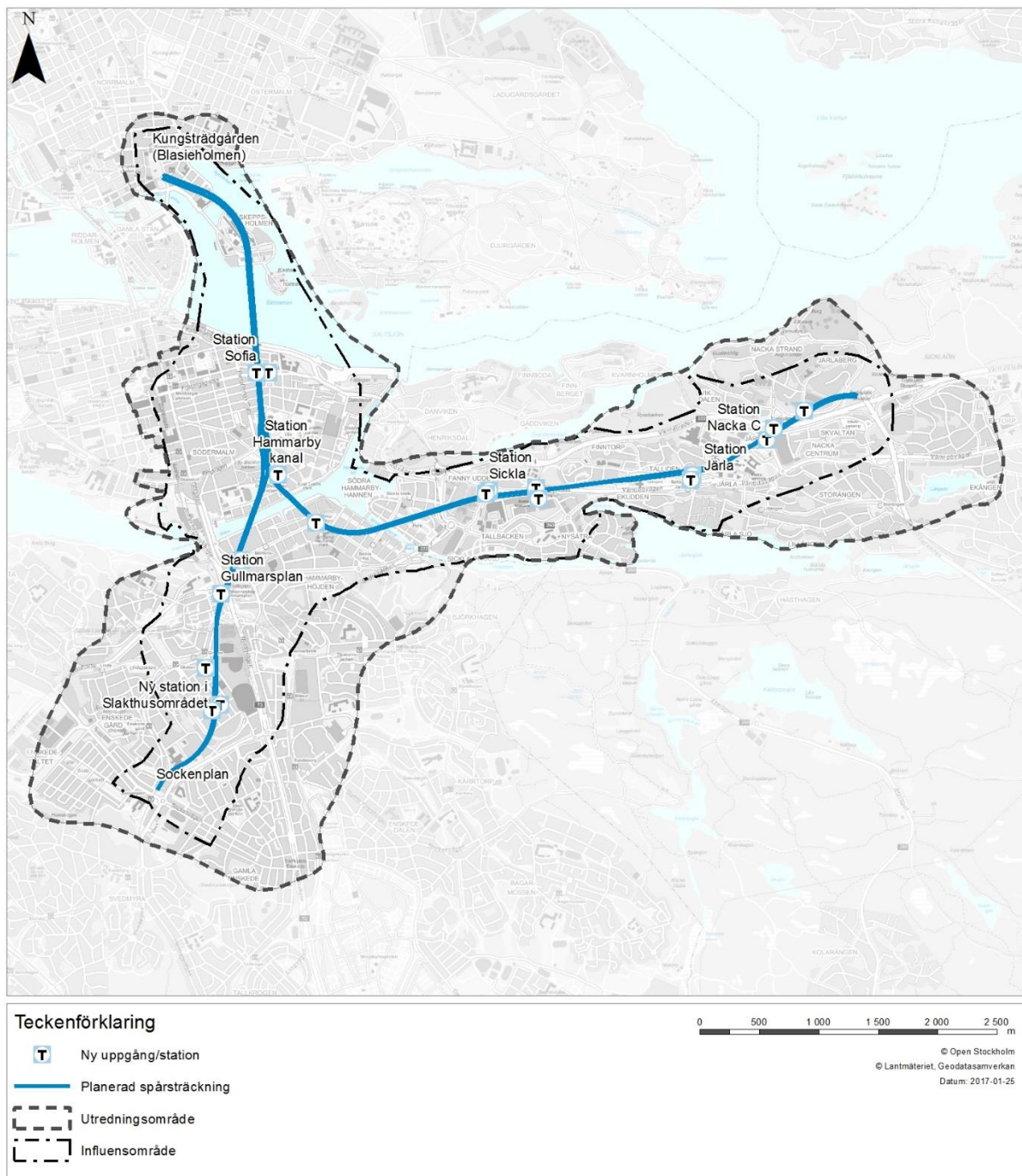
Inläckande grundvatten medför en grundvattennivåsänkning kring tunnelarna. Störst sänkning sker närmast tunnelarna och avsänkningen minskar med ökande avstånd till tunnelarna. Med influensområde avses det område inom vilket det kan uppkomma grundvattennivåpåverkan till följd av vattenverksamheten.

Beräkningar har genomförts för avgränsade områden, exempelvis där bergtunnelavsnitt passerar under grundvattenmagasin i jord eller genom sprickzoner i berg. En samlad bedömning för hela området har sedan gjorts, baserad på de enskilda områdenas vattenbalanser. I korthet har beräkningarna gett underlag till bedömning av:

- Inläckage till tunnel och jordschakt
- Förväntad grundvattennivåsänkning i jord och berg

Detta har resulterat i ett influensområde för utbyggnaden av tunnelbanan till Nacka och söderort, se Figur 26.

De kumulativa effekterna av flera tunnlar (bland andra City Link och SFAR) i tunnelbanans när-område har tagits med och hanterats i analysen av influensområdets utbredning. Det redovisade influensområdet för tunnelbanan har bedömts utifrån att både City Link och Stockholm Vattens tunnel (SFAR) är byggd. Inom redovisat influensområde för tunnelbanan på Norrmalm och inom Mårtensdal blir den kumulativa effekten begränsad. På Södermalm medför den bedömda kumulativa effekten att tunnelbanans influensområde har utökats med cirka 100 meter åt väster och öster jämfört med om City Link inte är byggd. Inom det redovisade influensområdet är den kumulativa effekten att lokalt kan grundvattennivåpåverkan bli större, exempelvis inom områden mellan de båda tunnelanläggningarna på Södermalm eller vid Mårtensdal.



Figur 26. Influensområdets utbredning.

Beräknat påverkansområde för ny tunnelbana vid Gullmarsplan är robust och bedöms inte förändras av en samlad påverkan tillsammans med den planerade avloppstunneln till Henriksdal (SFAR). Beräknat påverkansområde för tunnelbana till Nacka och söderort förbi Hammarby Sjöstad utgörs av en beräknad gräns för jordlagren och omfattar hela grundvattenmagasinet i jord fram till Hammarbyhöjden. Det kan därmed inte påverkas av en tillkommande dränering till den planerade avloppstunneln.

7.4 Konsekvenser för mark, byggnader och anläggningar i jord

7.4.1 Bedömningsskala

Bedömningsskala känslighet

- **Låg känslighet:** Områden där grundvattnet endast har en teknisk funktion och inte används som naturresurs, exempelvis för dricksvatten, samt inom områden som inte är sättningskänsliga eller områden utan potentiella riskobjekt.
- **Måttlig känslighet:** Områden där grundvattnet endast har en teknisk funktion och inte används som naturresurs, exempelvis för dricksvatten, samt inom områden som är sättningskänsliga men där endast ett fåtal potentiella riskobjekt påträffas.
- **Hög känslighet:** Områden där grundvattnet används som naturresurs, exempelvis för dricksvatten samt inom områden som är sättningskänsliga och där det förekommer ett flertal potentiella riskobjekt.

Bedömningsskala effekter

- **Stora negativa effekter** uppstår om projektet genererar en påverkan på grundvattnet så att det inte kan användas som en naturresurs eller att ett flertal riskobjekt påverkas så att värdet eller skadan som uppkommit inte kan återskapas eller repareras.
- **Måttliga negativa effekter** uppstår om projektet påverkar ett flertal riskobjekt men att värdet eller skadan som uppkommit kan återskapas eller repareras.
- **Små negativa effekter** uppstår när projektet påverkar ett fåtal riskobjekt, men att värdet eller skadan som uppkommit kan återskapas eller repareras.

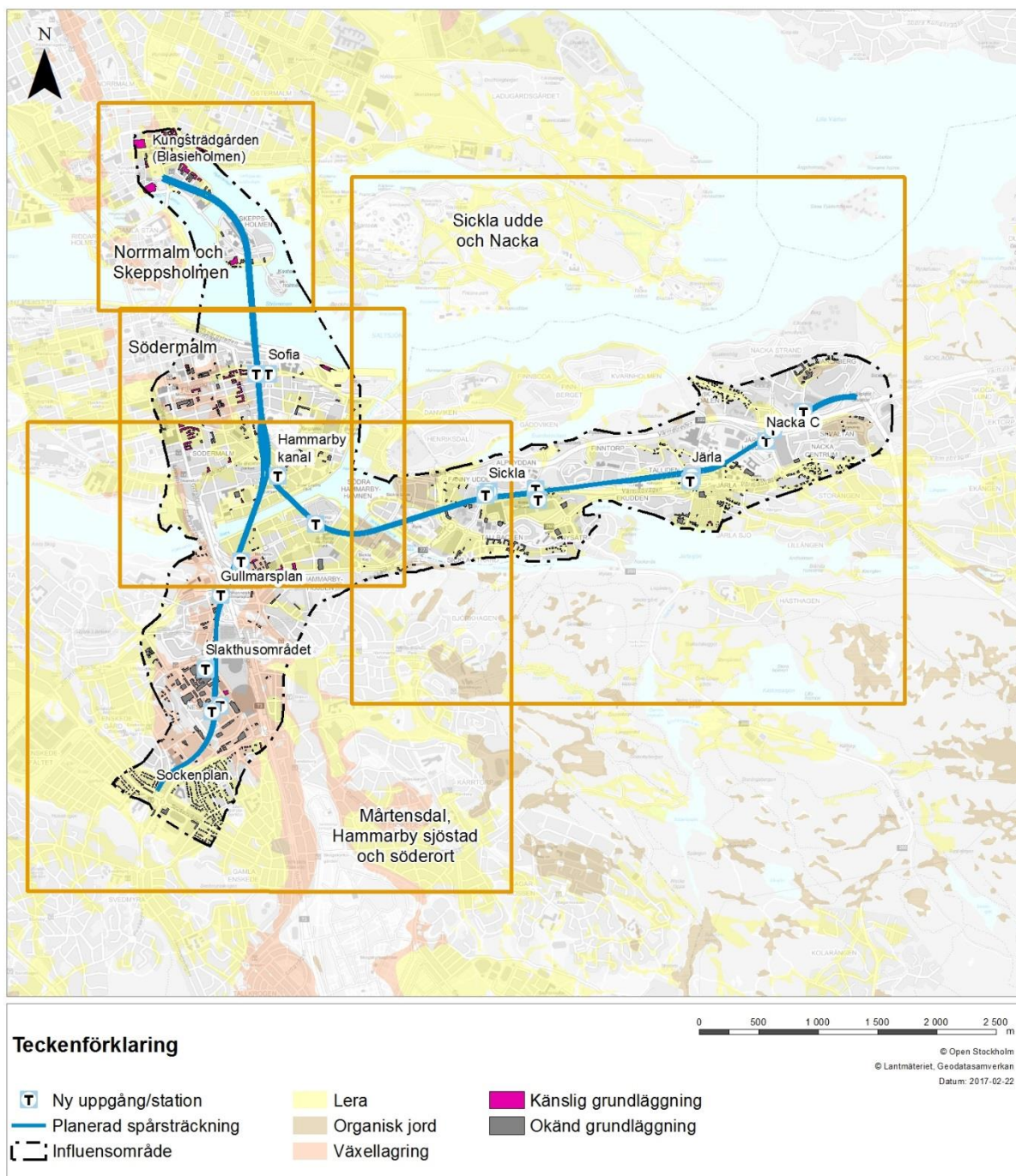
7.4.2 Känsliga objekt/områden

Områden där grundvattennivåavsänkningar kan uppkomma, och störst risk för sättningar finns, är de områden där anläggningen ligger i nära anslutning till undre slutna grundvattenmagasin.

Grundvattenberoende byggnader och anläggningar har inventerats inom hela influensområdet, se Figur 27. För äldre villaområden, exempelvis Enskede, saknas det dokumentation om typ av grundläggning på husritningarna. I gamla delar av Södermalm kan det finnas gamla hus med dålig grundläggning, det kan också hända att grundläggningarna är dränerade sedan länge. Där information om grundläggning saknas inom lerområden räknas byggnaden, av försiktighetsskäl, som sättningskänslig.

En indelning av byggnader inom sättningskänslig mark har därefter gjorts i följande kategorier:

- Känslig grundläggning
 - o Grundläggning på lera.
 - o Grundläggning på träpålar eller på rustbädd av trä.
 - o Okänd grundläggning inom lerområden/sättningskänslig mark.
- Ej känslig grundläggning
 - o Grundläggning på pålar/berg/fast botten inom sättningskänslig mark.



Figur 27. Översiktskarta över delområden för konsekvensbedömning byggnader och anläggningar.

I Figur 29 – Figur 32 redovisas byggnader inom sättningskänslig mark inom hela influensområdet. Med sättningskänslig mark menas områden med lerjord och med växellagring där inslag av ler-skikt inte kan uteslutas. Inom influensområdet finns även olika typer av ledningar och servis-ledningar in till fastigheterna samt vägar och järnvägar. Byggnader med en grundläggning som inte är sättningskänslig inom lerområden kan generellt ändå ha anslutande servisledningar som är sättningskänsliga. Ett antal vägar och järnvägar med okänd grundläggning korsar influensområdet och de som är grundlagda inom lerområden kan potentiellt vara sättningskänsliga.

Totalt finns över 4550 byggnader inom influensområdet varav 2650 är inom områden med potentiellt sättningskänslig mark. Av byggnaderna inom potentiellt sättningskänslig mark är cirka 600 kodade som komplementbyggnader i fastighetsregistret, vilket betyder att de i huvudsak är garage, bodar eller andra mindre byggnader. Kvarstår gör cirka 2050 byggnader som utgör en- och flerfamiljshus, kontor, industrier, skolor och andra samhällsfunktioner med mera inom sättningskänslig mark och är därmed potentiellt känsliga för en marksättning.

En genomgång av Nacka kommuns byggnadsnämnds arkiv respektive Stockholms stads grundläggningsinventering från 1976 (reviderad 1983) har resulterat i följande fördelning i Tabell 5:

Tabell 5. Grundläggningsinventering inom lermark eller växellagring inom influensområdet (antal byggnader inom parentes är inklusive komplementbyggnader)

Grundläggnings- typ	Antal byggnader					Antal fastig- heter
	Norrmalm Skeppsholmen	Södermalm	Mårtensdal Hammarby Söderort	Sickla Nacka	Total	
Fast grundlagd	63 (78)	505 (601)	411 (554)	244 (313)	1223 (1546)	886
Känslig grundläggning	33 (33)	63 (68)	95 (97)	8 (8)	199 (206)	182
Okänd grundläggning	20 (24)	69 (93)	367 (400)	166 (381)	622 (898)	518
Total	116 (135)	637 (762)	873 (1051)	418 (702)	2044 (2650)	1533*

**Totalsumman blir lägre än summan av ovanstående radposter då vissa fastigheter har byggnader med två eller fler typer av grundläggningskategorier*

Oavsett grundläggning kan fastigheter inom lermark påverkas av en marksättning om deras källargolv inte är fribärande eller fast grundlagt, om innergårdar eller andra hårdgjorda ytor får sättningsrörelser eller om deras servisledningar påverkas.

Byggnader har också klassats som olika känsliga för sänkning av grundvattennivån, beroende på om det rör sig om ett övre eller undre grundvattenmagasin.

7.4.3 Konsekvenser av nollalternativ

Nollalternativet innebär att det inte blir någon grundvattennivåsänkning med hänsyn till tunnelbanan under bygg- och drifttiden. Pågående sättningar sker idag inom vissa lerområdena inom tunnelbanan till Nacka och söderorts influensområde och de framtida exploateringar som redovisas i nollalternativet kan ge ytterligare sättningar i jord med skador på byggnader och anläggningar som följd. Då det finns risk att många byggnader och ledningar skadas på grund av pågående sättningsförlopp och kommande grundvattenpåverkan bedöms effekten av nollalternativet som måttlig med måttliga negativa konsekvenser.

Det pågår en landhöjning, det finns befintliga dränerande anläggningar och det finns pågående exploateringar inom influensområdet och dessa tre företeelser kan var och en eller tillsammans påverka lerjordens konsolideringsgrad (benägenhet att kunna komprimeras), se avsnitt 4.3. Därmed pågår det en långsam skadeutveckling inom vissa av de sättning känsliga områdena inom influensområdet. Sammantaget bedöms konsekvenserna som små, men för enstaka känsliga objekt kan de negativa konsekvenserna bli måttliga.

7.4.4 Konsekvenser under bygg- och drifttid

Områden där skador på grundvattenberoende objekt bedöms kunna uppstå om grundvattennivåsänkning uppkommer är i huvudsak i anslutning till de identifierade undre grundvattenmagasinen längs tunnelbanesträckningen till Nacka.

Konsekvensbedömningen nedan utförs gemensamt för bygg- och drifttiden men avser i första hand varaktiga förhållanden under drifttiden.

En sättningsutredning har utförts för alla lersvackor med identifierade undre grundvattenmagasin inom influensområdet. Utredningen har visat dels att vissa områden inte är sättning känsliga då leran är överkonsoliderad, det vill säga att lerans volym redan har minskat genom kompression, samt att det inom vissa områden pågår sättningar.

Beräkningar och bedömningar har utförts av sänkningar av grundvattentryck i de undre magasinerna inom influensområdet som följd av trycksänkning i berget kring tunneln.

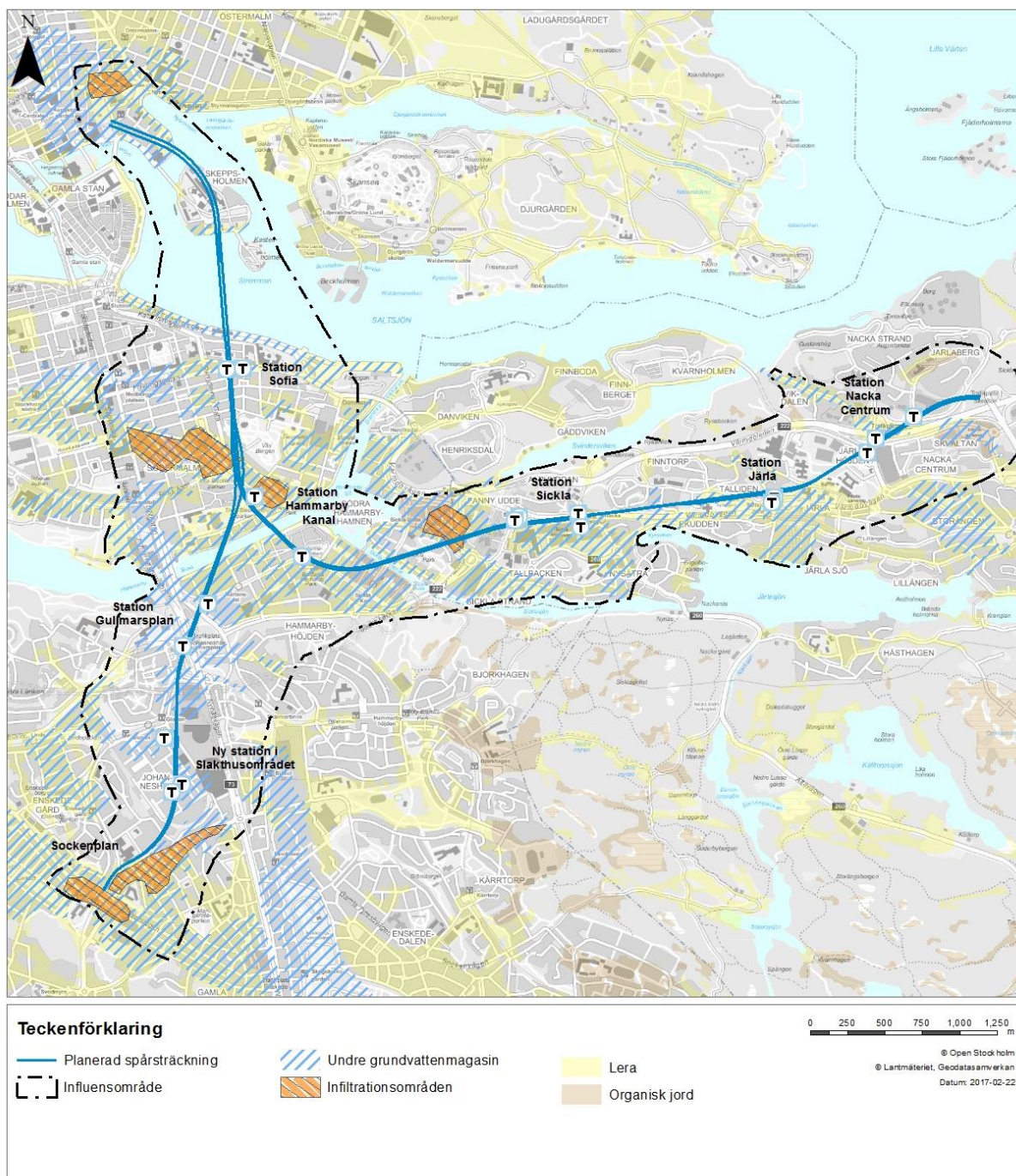
Det finns områden där dräneringen till tunnelbaneanläggningen tillsammans med dränering till andra befintliga eller planerade undermarksanläggningar riskerar att ge upphov till en sådan påverkan att en skadlig effekt i form av marksättningar och efterföljande konsekvens för byggnader och anläggningar inte kan uteslutas. Dessa områden är:

- Området mellan Katarina Bangata och Ringvägen (mellan sträckning för tunnelbana och den planerade Citylink tunneln)
- Området vid Sicka udde (Nobelsvackan)

Utöver dessa ställen finns områden där en grundvattenpåverkan bedömts bli liten till måttlig. Men skulle en större påverkan än prognosticerat uppkomma inom dessa områden blir konsekvensen stor negativ i och med förekomst av sättning känslig lera i kombination med ett antal byggnader och anläggningar med grundvattenberoende grundläggning. Dessa områden är:

- Norrmalm, området kring Norrmalmstorg
- Enskede, området direkt söder om Enskedevägen och Enskedefältet

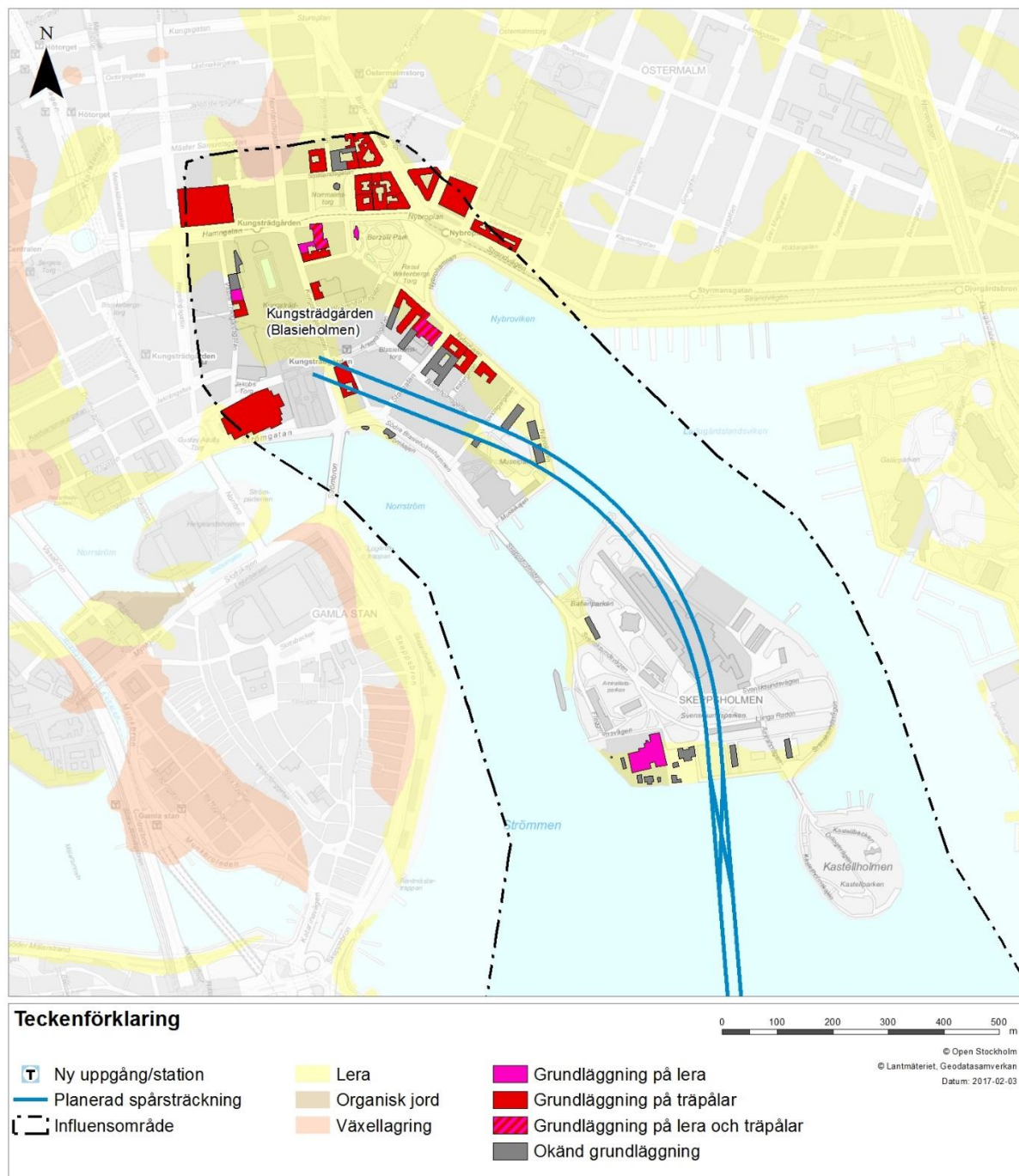
Områdena redovisas i Figur 28 nedan. Skyddsinfiltration är en effektiv åtgärd för att motverka skada om en grundvattenpåverkan blir större än vad som prognosticerats eller inte fullt ut kan hanteras med noggrann tätning. Skulle en påverkan uppkomma även inom andra områden än de ovan redovisade, exempelvis genom förändrade omgivningsförutsättningar, kan skyddsinfiltration vara aktuellt även inom andra delar av redovisat influensområde.



Figur 28. Huvudsakliga områden där infiltrationsanläggning bedöms behövas i olika förberedelsegrad.

7.4.4.1 Norrmalm och Skeppsholmen

Inom influensområdet på Norrmalm finns både områden med mäktiga lerjordlager och byggnader med känslig grundläggning, se Figur 29.



Figur 29. Byggnader med grundvattenberoende eller okänd grundläggning inom lerområden inom Norrmalm och Skeppsholmen.

I området runt Nybroviken och runt Berzelii park och Kungsträdgården finns ett större antal byggnader grundlagda med träpålar och enstaka grundlagda med grundmurar på lermark. På södra sidan av Skeppsholmen, inom området med lerjord, finns byggnader med okänd grundläggning.

Lerjordlagret är områdesvis mäktigt och sättningskänsligt inom Norrmalm, men även till viss del på södra Skeppsholmen.

Det undre grundvattenmagasinet inom Norrmalm löper en viss risk att påverkas genom att en grundvattennivåsänkning i berg fortplantas till jordlagren vid Norrmalmstorg via de svaghetszoner som löper på ömse sidor om Blasieholmen. Effekten för grundvattennivån bedöms dock bli liten, mindre än 0,5 meter och det är inte troligt att påverkan når ut norr om Kungsträdgården. Det mest troliga scenariot är att ingen mätbar påverkan uppkommer för det undre grundvattenmagasinet inom Norrmalm då närheten och kommunikationen med Saltsjön motverkar en sådan påverkan.

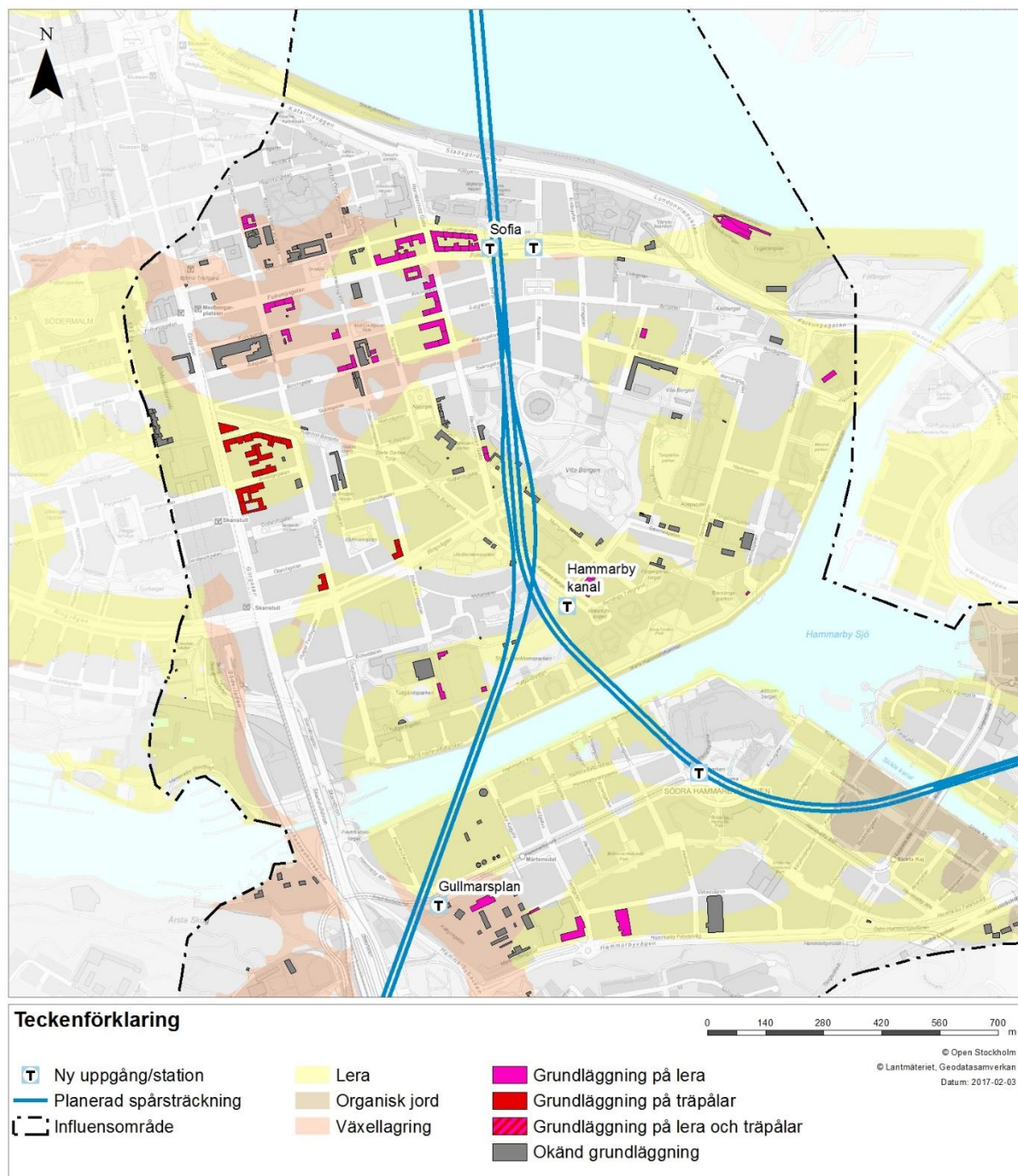
Inom Blasieholmen, bakom Nationalmuseet, finns ett mindre område i närheten av schaktet för att öppna upp den befintliga arbetstunneln med något större jordmaktigheter och med en grundvattennivå nära Strömmens ytvattennivå. Detta magasin bedöms inte påverkas märkbart då den har god kontakt med Saltsjön.

Inte heller tunnelsträckan under Skeppsholmen bedöms ge någon nämnbar effekt för grundvattennivåerna i de undre- eller öppna grundvattenmagasin i moränjorden längs öns norra eller södra sida.

Sammanfattningsvis bedöms effekten för grundvattenförhållanden i undre och övre grundvattenmagasin inom Norrmalm och Skeppsholmen bli liten, men samtidigt är området komplext. Med beredskap för skyddsinfiltration bedöms konsekvenserna bli små.

7.4.4.2 Södermalm

Inom Södermalm finns områden med större jordlager längs Folkungagatan, i området mellan Katarina Bangata och Ringvägen fram till Götgatan, i området kring Färgarplan samt vid Vintertullstorget och ner mot Hammarby sjö, se Figur 30. Det finns fler områden med lerjord inom influensområdet, men där saknas lös, sättningsbenägen lerjord.



Figur 30. Byggnader med grundvattenberoende eller okänd grundläggning inom lerområden på Södermalm.

Byggnader med grundvattenberoende grundläggning finns inom samtliga lerområden, men grundförstärkning av byggnader har minskat antalet av dessa. Det finns även ett antal byggnader med okänd grundläggning, i form av främst äldre bebyggelse byggd på 1800-talet, som saknar arkivuppgifter. Det är bland annat trähusbebyggelsen runt Vita Bergen och byggnaderna kring Barnängens gård.

Vid Folkungagatan bedöms det undre grundvattenmagasinet kunna avsänkas upp till cirka 2 meter i närheten av schaktet för stationen under byggtiden. Under drifttiden bedöms grundvattenpåverkan bli mindre, även med en sammantagen effekt tillsammans med City Links anläggning. Då det undre grundvattenmagasinets nivå redan idag ligger under lerjordens underkant kan en ytterligare avsänkning inte generera någon marksättning. Effekten för byggnader och anläggningar i mark innebär således att inga negativa konsekvenser uppkommer.

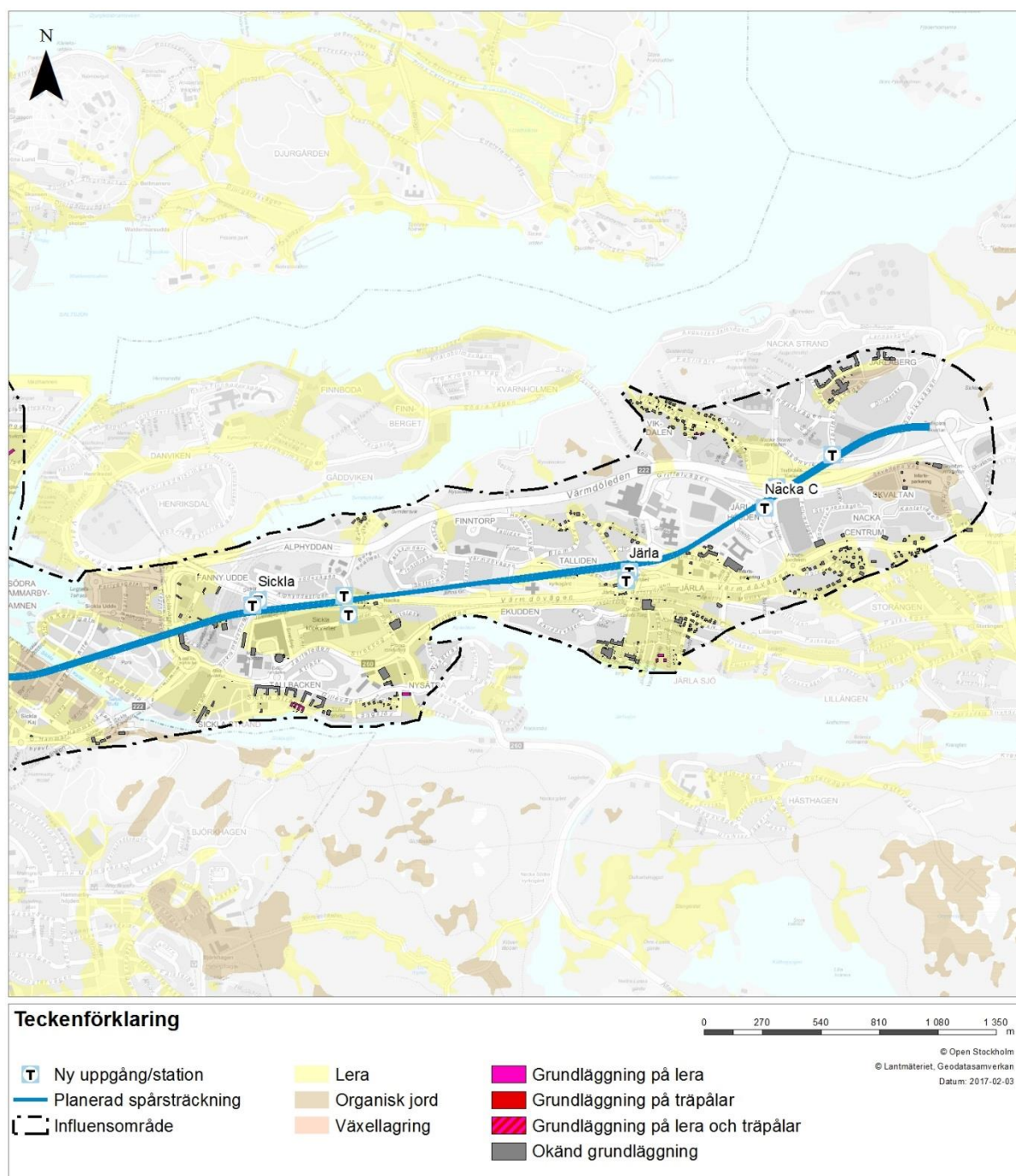
I området mellan Katarina Bangata och Ringvägen redovisar markundersökningarna varierande lerlagermaktigheter och därmed en varierande känslighet för en marksättning. Grundvattenpåverkan för det undre magasinet bedöms rakt ovanför tunnlarna eller i deras direkta närhet kunna uppgå till 2 meter som mest under byggtiden. Byggnaderna med känslig eller okänd grundläggning inom detta område är till största del lokaliserade längs kanten av områdena med lerjord där marksättningarna blir mindre. Utan skyddsåtgärder bedöms den kumulativa effekten tillsammans med City Links planerade anläggning vara måttlig till stor för byggnader och anläggningar. Med skyddsåtgärder i form av infiltration motverkas nivåsenkningar och det bedöms då bli små eller inga konsekvenser.

Inom lerområdet vid Färgarplan finns områden där lerjorden är mycket sättningskänslig. Grundvattenberoende byggnader är byggnaderna vid Barnängens gård. Dessa är dock belägna inom ett område där lerjordlagret är tunt eller saknas helt. Grundvattenpåverkan inom området bedöms bli liten eller inte märkbar och ingen eller liten effekt för byggnader och anläggningar bedöms uppkomma under bygg- och drifttiden. Sammantaget bedöms konsekvenserna bli små negativa eller inga.

Området vid Vintertullsparken och ner mot Hammarby sjö var sjöbotten fram till 1920-talet, då Hammarby sjö sänktes cirka 4 meter. Endast ett kvarter inom området har grundvattenberoende grundläggning. Området har sättningskänslig lerjord fram till den byggnad inom vilken stationsentrén kommer vara belägen. En grundvattenpåverkan under byggtiden skulle kunna ge upphov till marksättningar över 5 centimeter redan vid 1-2 meters avsänkning. Under drifttiden har grundvattenpåverkan bedömts kunna bli 0,5 meters avsänkning som mest i områdets norra del, vilket ger en liten till måttlig effekt för mark- och grundvattenförhållandena. En måttlig effekt på enstaka känsliga objekt medför att konsekvenserna bedöms som måttliga negativa. Med infiltration uppkommer inga negativa konsekvenser.

7.4.4.3 Nacka och Sickla udde

Inom Nacka är jordlagren generellt tunnare och lös lerjord finns endast inom mindre områden. Områden med lite större jordlagermaktighet finns vid Sickla udde och delar av områdena som gränsar mot Sicklasjön och Järlasjön, se Figur 31.



Figur 31. Byggnader med grundvattenberoende eller okänd grundläggning inom lerområden inom Nacka och Sickla udde.

Endast några få byggnader med grundvattenberoende grundläggning har påträffats i inventeringen inom Sickla udde och Nacka. Flertalet byggnader som visas Figur 31 har okänd grundläggning. Det stora flertalet av dessa är äldre enfamiljshus inom Vikdalen, Storängen och området vid Birkavägen. Ytterligare en kategori är den äldre bebyggelsen som uppfördes av de stora industrierna i området, Atlas Copco och Alfa Laval, där uppgifter om grundläggning saknas i det kommunala arkivet. Förutom vissa av industribyggnaderna, som finns kvar men används i andra

syften, vid Sickla köpkvarter och området Järla Sjö byggdes en del bostadshus ner mot Sickla strand. För dessa byggnader saknas uppgifter i det kommunala stadsbyggnadsarkivet.

I undersökningen av lerjordens sättningssärlighet har det endast konstaterats sättningssärliga jordar inom Sickla udde, vid Sickla strand ner mot Sicklasjön och sydost om Sickla köpkvarter i Kyrkvikens förlängning. Enligt utförd lerjordprovtagning vid läget för Sickla station och spår-tunnlarna har inte någon sättningssärlig lerjord påträffats. Svackan från Värmdöleden, Nacka trafikplats och ner i Vikdalen har områdesvis relativt djupa jordlager. Något mäktigare lerjordlager har dock inte påträffats och därmed inte sättningssärlig jord. Området Skvaltan där Ica Maxi idag är beläget var tidigare en sjö och organisk jord finns, men överlagras av 7-8 meter fyllnings-jordlager som belastat den organiska jorden så att den endast är någon meter mäktig.

Sammantaget bedöms den negativa effekten av en grundvattenpåverkan inom Nacka för byggnader och anläggningar vara liten. Inom Sickla udde kan den möjligen uppgå till måttlig om inte skyddsåtgärder vid behov vidtas.

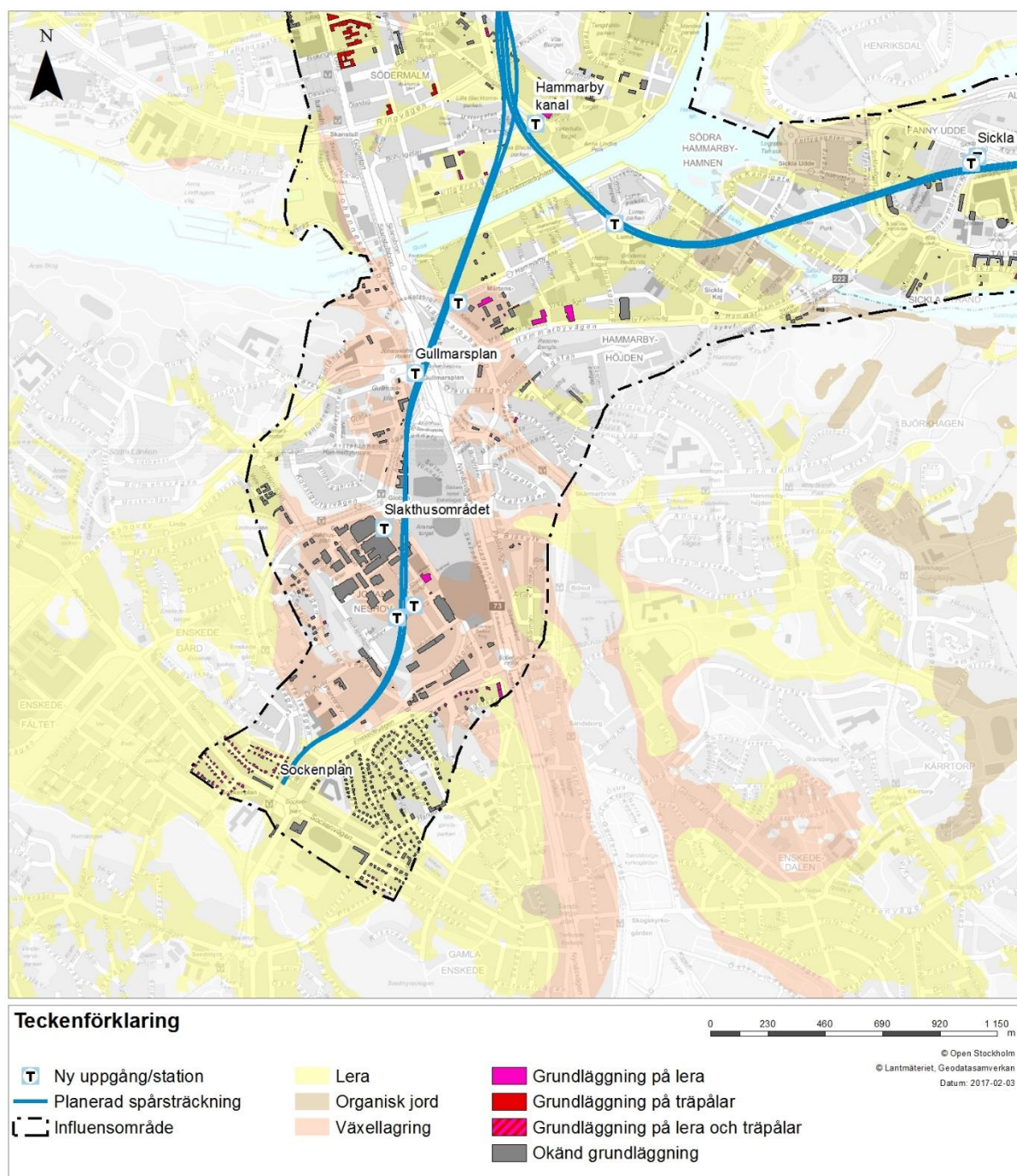
Vid Sickla udde kan en måttlig effekt i ett område med stor känslighet leda till stor negativ konsekvens. Med skyddsinfiltration för att motverka effekten av grundvattenpåverkan uppkommer inga negativa konsekvenser.

I området vid Sickla strand finns både okänd och grundvattenberoende grundläggning i kombination med sättningssärlig jord och tillsammans med en måttlig effekt bedöms konsekvenserna bli måttliga negativa. Dessa är dock möjliga att åtgärda med skyddsinfiltration och då bedöms det bli små eller inga konsekvenser.

I de områden i Nacka där en effekt på grundvattenförhållandena bedöms kunna uppkomma, finns inte sättningssärlig jord och effekten från grundvattenpåverkan bedöms som liten. Sammantaget innebär det ingen negativ konsekvens.

7.4.4.4 Mårtensdal, Hammarby Sjöstad och söderort

Områden med mäktigare lerjordlager som därmed kan vara känsliga för en grundvattenpåverkan finns inom Hammarby Sjöstad, delar av Mårtensdal och nere vid Enskedefältet samt delar av gamla Enskede, se Figur 32.



Figur 32. Byggnader med grundvattenberoende eller okänd grundläggning inom lerområden inom Mårtensdal, Hammarby Sjöstad och söderort.

Inom Mårtensdal finns ett par byggnader med okänd grundläggning i områdets södra del, intill Hammarby fabriksväg. Samtliga hus inom Hammarby Sjöstad är fast grundlagda.

Grundvattenpåverkan bedöms som mest kunna innebära en avsänkning av omkring 0,5 meter inom Hammarby Sjöstad och ingen eller obetydlig påverkan inom Mårtensdal.

Provtagningen av lerjordens sätttningsbenägenhet gav ett blandat resultat men i huvudsak kan det förutsättas att marken inom Hammarby Sjöstad är sätttningsbenägen, likaså inom området söder om Luma park och inom delar av Mårtensdal.

Sammantaget bedöms effekten av grundvattenpåverkan bli liten för byggnader inom Hammarby Sjöstad och liten till måttlig för ledningar och andra anläggningar. Inom Mårtensdal kommer vissa kumulativa effekter uppkomma tillsammans med City Links anläggning men även med dessa bedöms effekten av grundvattenpåverkan bli liten för byggnader och anläggningar.

Inom Slakthusområdet bedöms en viss påverkan under byggtiden kunna uppkomma med avseende på grundvattenpåverkan, men ingen märkbar påverkan under drifttiden. Effekten blir liten inom Slakthusområdet för både bygg- och drifttiden.

Bebyggelse med grundvattenberoende grundläggning eller okänd grundläggning finns i huvudsak inom gamla Enskede, där villabebyggelsen har okänd grundläggning, samt inom Enskedefältet där husen är grundlagda med platta eller plintar på lermark.

I området vid Sockenplan, som kan påverkas av anslutningen av den nya tunnelbanan till befintlig Grön linje, finns lös, sätttningsbenägen lerjord. Där bedöms en grundvattennivåsänkning på uppemot 2 till 3 meter kunna uppkomma i närheten av schakt, om inga skyddsåtgärder vidtas. För området vid Sockenplan bedöms effekten bli måttlig om inga skyddsåtgärder vidtas. Effekten bedöms som liten under byggtiden om skyddsinfiltration utförs. För drifttiden bedöms grundvattenpåverkan som liten och därmed konsekvenserna bli små.

För hela området kring Mårtensdal, Hammarby sjöstad och söderort bedöms effekten av grundvattenpåverkan sammantaget som liten. Med skyddsåtgärder bedöms konsekvenserna bli små negativa eller inga. Om inga skyddsåtgärder vidtas kan konsekvenserna uppgå till måttligt negativa.

7.5 Konsekvenser för anläggningar i berg

7.5.1 Bedömningsskala

Bedömningsskala känslighet

- **Låg känslighet:** Områden där grundvattnet endast har en teknisk funktion och inte används som naturresurs, exempelvis för dricksvatten, samt inom områden som inte är sättningskänsliga eller områden utan potentiella riskobjekt.
- **Måttlig känslighet:** Områden där grundvattnet endast har en teknisk funktion och inte används som naturresurs, exempelvis för dricksvatten, samt inom områden som är sättningskänsliga men där endast ett fåtal potentiella riskobjekt påträffas.
- **Hög känslighet:** Områden där grundvattnet används som naturresurs, exempelvis för dricksvatten samt inom områden som är sättningskänsliga och där det förekommer ett flertal potentiella riskobjekt.

Bedömningsskala effekter

- **Stora negativa effekter** uppstår om projektet genererar en påverkan på grundvattnet så att det inte kan användas som en naturresurs eller att ett flertal riskobjekt påverkas så att värdet eller skadan som uppkommit inte kan återskapas eller repareras.
- **Måttliga negativa effekter** uppstår om projektet påverkar ett flertal riskobjekt men att värdet eller skadan som uppkommit kan återskapas eller repareras.
- **Små negativa effekter** uppstår när projektet påverkar ett fåtal riskobjekt, men att värdet eller skadan som uppkommit kan återskapas eller repareras.

7.5.2 Känsliga objekt/områden

Uppgifter om brunnar inom utredningsområdet har insamlats från Sveriges Geologiska Undersöknings (SGU) brunnsarkiv samt berörda kommuner, se Tabell 6 och Figur 33.

Brunnarna inom influensområdet utgörs framförallt av energibrunnar, men det finns även brunnar med okänd användning som utgör antingen dricksvatten- eller energibrunnar.

I Tabell 6 redovisas fastigheter och deras brunnar i olika avståndskategorier beroende på hur de kan komma att påverkas. Kategori 1 är de fastigheter med brunnar som kan riskera komma i direkt konflikt med tunnlarnas läge. Kategori 2 är de fastigheter som kan komma att märka av en grundvattenpåverkan i form av viss sänkning av vattennivå i brunnen. Sannolikhetsgraden är fallande med avståndet från tunnlarna. Kategori 3 är de som har en liten till ingen risk för påverkan.

Tabell 6. Brunnar inom influensområdet.

Kategori	Område	Antal Brunnar	Antal Fastigheter
1	Inom 10 m från ytterkant planerad anläggning	48	10
2	10-150 m ut från anläggningens ytterkant	233	86
3	150 m ut från ytterkant anläggning till influensområdets gräns	818	415
4	Totalt inom influensområdets gräns	1099	511

7.5.3 Konsekvenser av nollalternativ

Nollalternativet innebär att det inte blir någon grundvattennivåsänkning med hänsyn till tunnelbanan under bygg- och drifttiden. Däremot kan brunnarna komma att påverkas av andra undermarksanläggningar, såsom City Link och SFAR. De brunnar som finns i området bedöms ha en måttlig känslighet eftersom de är viktiga ur energiförsörjningssynpunkt.

Nollalternativet innebär därmed liten negativ konsekvens för energibrunnarna, beroende på tillkommande undermarksanläggningar inom influensområdet.

7.5.4 Konsekvenser under bygg- och drifttid

Grundvattennivåsänkning i berg kan påverka brunnarna inom influensområdet under både bygg- och drifttid. Avsänkningens storlek varierar med avståndet till tunnelanläggningen och de hydrogeologiska förhållanden som råder lokalt vid brunnen. För en energibrunn kan effektutbytet minska med 30-40 watt för varje meter avsänkning i brunnen.

Längs tunnellinjen gäller generellt att där tunneldjupet blir stort, så blir trycksänkningen i berggrundvattnet stor nere vid tunneln. Tryckpåverkan minskar sedan snabbt med ökande avstånd från tunneln och minskar snabbast upp mot markytan och grundvattenmagasinen i jord som också är därifrån tillrinningen till berggrundvattnet kommer. Influensområdets utbredning i berg blir alltså olika om den mäts vid bergytan eller nere vid tunnelnivå eller ännu djupare ned i berggrunden.

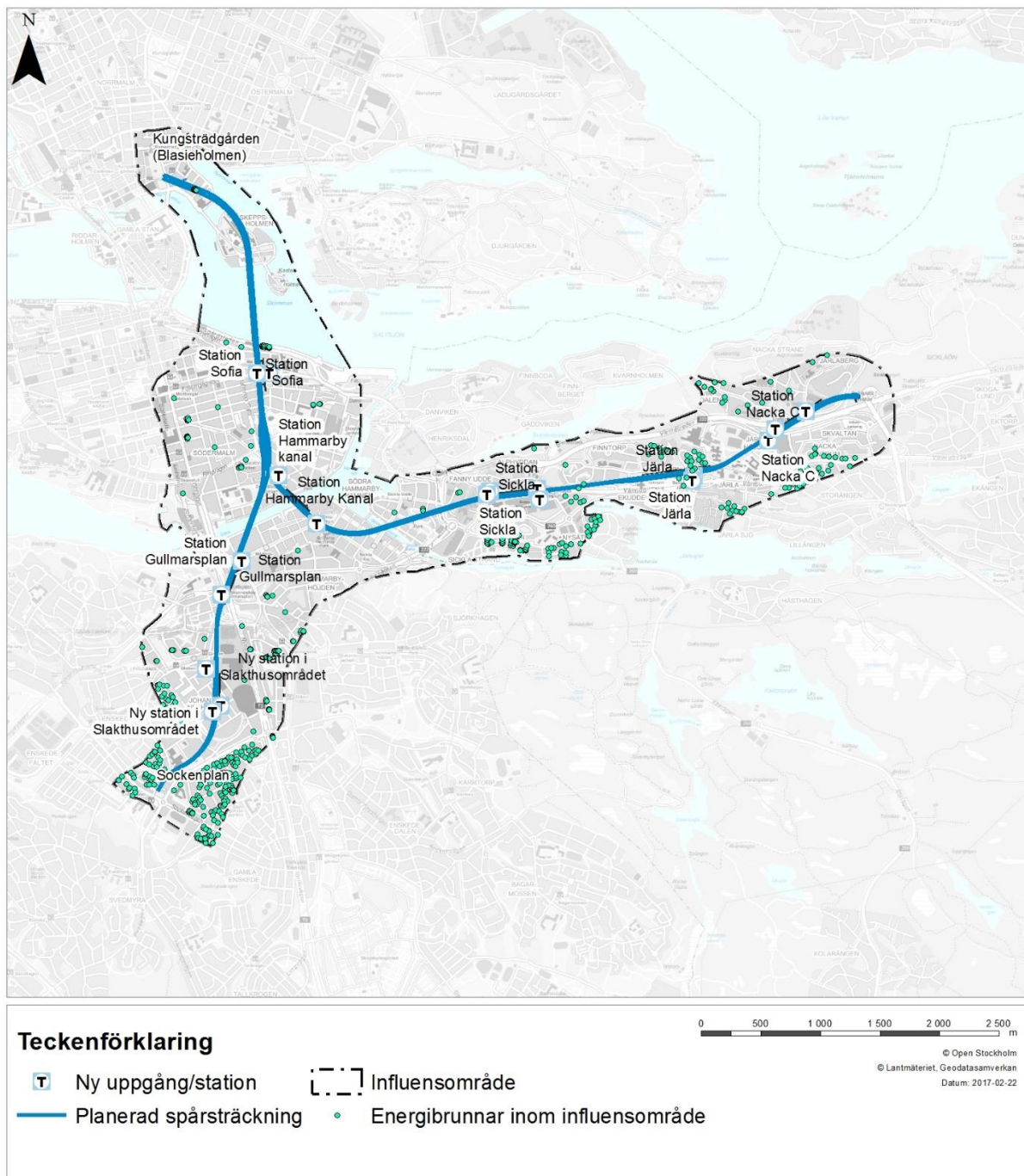
I tabell 7 redovisas beräknade trycknivåavsänkningar i olika delområden vid ett enhetsdjup, 100 meter under markytan, det vill säga ungefär motsvarande det djupaste tunnelläget men oftast under den gällande tunnelnivån i det aktuella området. Beräkningen antar konservativt att tillflödet från ovanliggande jordlagermagasin är litet vilket ger en större tryckpåverkan än för de förhållanden som mest troligt gäller inom influensområdet. Detta är gjort genom att i beräkningarna ansätta ett tätare berg än medianberget. Underlaget ger därmed en försiktig bedömning av trycknivåpåverkan i berg.

Tabell 7. Översiktligt redovisad bedömd största grundvattentrycknivåsänkning 100 meter ner i berg på olika avstånd längs med planerad tunnelbana under bygg- och drifttid.

Område	Tunneldjup under grundvattennivån	Avsänkning 20-100 m från tunneln (m)	Avsänkning 150 m från tunneln (m)
Blasieholmen	40	7	3
Norra Södermalm	90	20	7
Katarina Bangata, Ringvägen	70	15	5
Södra Södermalm, Hammarby Sjöstad, Mårtensdal	40	7	3
Sickla udde till Sickla station	50	11	4
Sickla station till och med Järla station	40	8	3
Gullmarsplan, Johanneshov	70	15	5
Slakthusområdet	50	10	4
Enskede	30	5	1

De beräknade trycksänkningarna i berg är inte detsamma som en avsänkning av vattennivån inne i en brunn. Det beror på att brunnen har kontakt med sprickor i berget på olika djup och att dessa sprickor kan vara mer eller mindre vattenförande. En beräknad trycksänkning i djupt berg indikerar bara att det identifierats att det skulle kunna uppkomma en trycksänkning i djupt berg. Under vissa speciella förutsättningar kan detta medföra en sänkning av vattennivån inne i en brunn, men normalt sker tillskott från ytberget. Ovanstående tabell ska endast ses som en indikation på den effekt som dräneringen till tunnelanläggningarna i värsta fall skulle kunna orsaka för vattennivån i de bergborrade brunnarna.

Till största del utgörs brunnarna inom influensområdet av energibrunnar, troligtvis även de som i inventeringen har okänd användning. Dessa brunnar medger en viss avsänkning utan att effektuttaget minskar nämnvärt. De flesta energibrunnar kommer således inte att påverkas av utbyggnaden av tunnelbanan. Det är inte möjligt att i förhand förutse vilka brunnar som kommer att påverkas och hur mycket. Erfarenheter från tidigare projekt visar att påverkan generellt blir liten. Brunnar inom 0-20 meter från anläggningen bedöms få en betydande påverkan, vissa dock som konsekvens av byggverksamheten och inte av vattenverksamheten. Brunnar inom 20-150 meter bedöms få en måttlig till liten påverkan. Brunnar utanför 150 meter bedöms få ingen eller en liten påverkan. Beroende på effektens storlek på respektive brunn och därmed eventuella negativa konsekvenser för fastighetsägare, kan skadereglerande åtgärder vidtas.



Figur 33. Brunnar inom influensområdet.

7.6 Konsekvenser av spridning av föroreningar i grundvatten

7.6.1 Bedömningsgrund

Inom utredningsområdet för tunnelbanans påverkan på grundvattnet finns potentiellt förorenade områden identifierade i den inventering som genomförts. Det ska framhållas att bara för att objekten finns nämnda i inventeringen betyder det inte att marken är förorenad eller att en förorening nått grundvattenmagasinen, utan bara att en verksamhet förekommit där förorenande ämnen hanterats.

Länsstyrelsen redovisar för dessa objekt en klassning av risken för spridning av potentiella föroreningar i fyra riskklasser, mellan mycket stor risk ned till liten risk. Ett stort antal av de potentiella föroreningskällorna är dock inte klassade utan redovisas som okänd risk.

För att bedöma de potentiella objekten avseende risk för negativ påverkan vid byggande och drift av den planerade tunnelbanan har en klassificering gjorts utifrån en potentiell risk för mobilisering av de specifika objekten till tunnelbanan (tunneln). Det vill säga om det finns förutsättningar att en förorening från en verksamhet vid markytan kan spridas/mobiliseras ned till grundvattenmagasinen i berg via de förekommande grundvattenmagasinen i jord.

Klassificeringen av de potentiellt förorenande verksamheterna har gjorts baserat på följande avvägningar och utifrån dessa tilldelats ett sammanvägt riskvärde:

- Prioriterad förorening från verksamhetens branschklassning
- Indelning av föroreningarna avseende deras mobilitet i mark
- Föroreningarnas lokalisering avseende jordart och avstånd till planerad anläggning
- Föroreningens potential för spridning i grundvattnet till undre magasin

Baserat på det sammanvägda riskvärdet har de potentiella föroreningarna delats in i tre klasser med låg, medelhög och hög risk att kunna påverka vattenkvaliteten på länshållningsvatten under byggtiden och/eller dränvatten under drifttiden, se Figur 34. För en mer detaljerad beskrivning, se Bilaga C8 PM Miljögeoteknik – Föroreningar, underbilaga till Bilaga C PM Hydrogeologi.

Grundvattnet i Stockholms innerstad betraktas inte som en dricksvattenresurs utan som en teknisk resurs för att upprätthålla markstabilitet och bevara kvarvarande trägrundläggning med mera. Det innebär att det faller inom bedömningskriterierna för låg känslighet.

7.6.2 Konsekvenser av nollalternativ

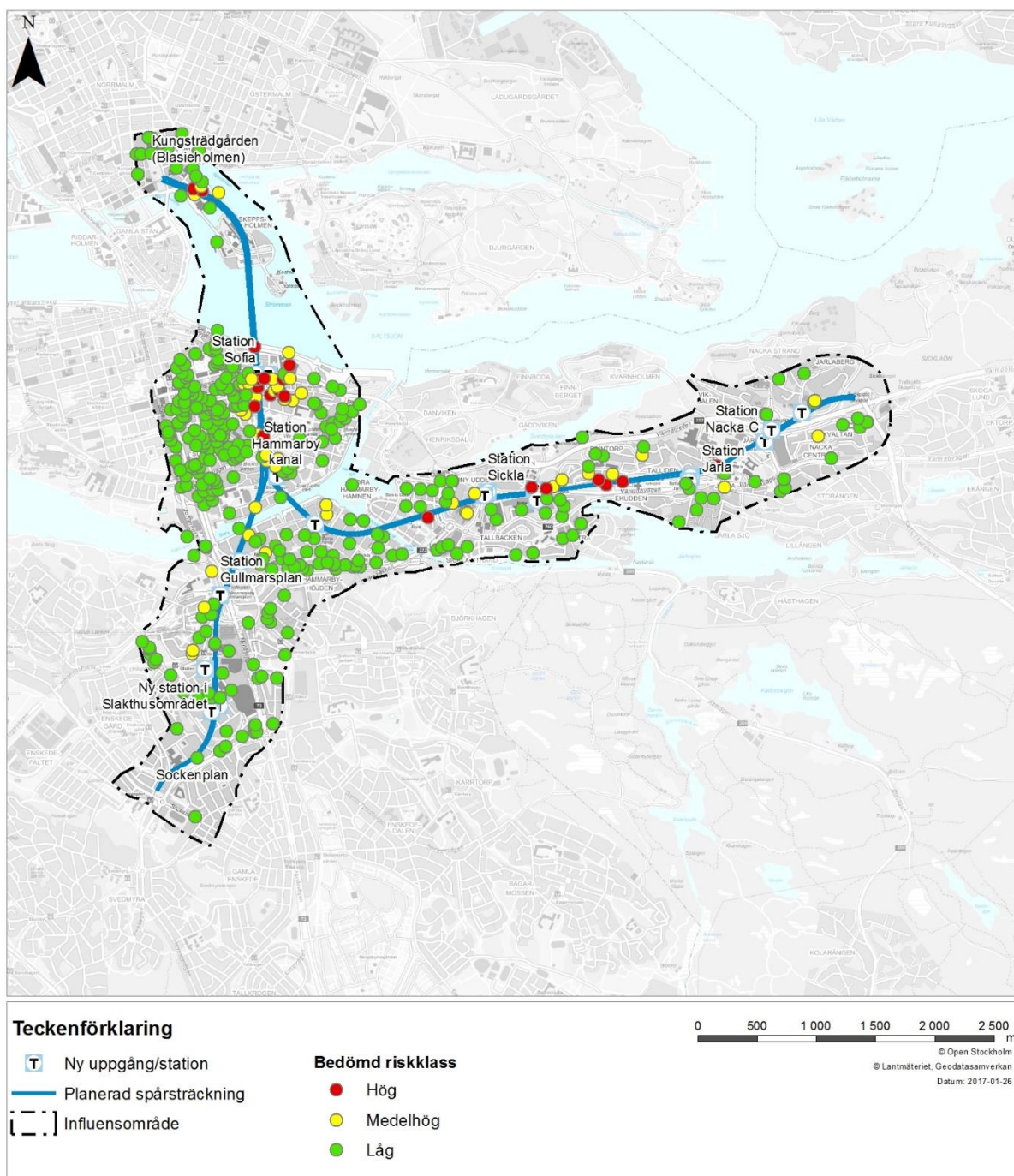
Nollalternativet innebär att det inte blir någon grundvattennivåsänkning i jord och berg orsakad av tunnelbaneutbyggnaden. Däremot finns det risk att grundvattennivån och därmed förorenings-situationen kan komma att påverkas av andra kommande undermarksanläggningar, såsom City Link och SFAR och därmed blir det liten negativ konsekvens.

7.6.3 Konsekvenser under bygg- och drifttid

Utredning av förekomst av förorenad jord och förorenat grundvatten visar på att ett större antal verksamheter har förekommit längs linjen som har hanterat ämnen som kan förorena mark- och grundvattnet vid ett utsläpp. Provtagning visar även på att marken är förorenad av tungmetaller och organiska eller klorerade ämnen på flera ställen längs linjen.

För att generera en mobilisering av en förorening eller en ökad föroreningsspridning krävs att genomströmningen i marklagren ökar, eller att grundvattenströmningens gradient ökar markant. Dräneringen till tunnelanläggningen bedöms inte ge upphov till så stor avsänkning av grundvattennivåerna i jord att grundvattenströmningen väsentligen ändras.

Provtagning av dränvattnet från befintlig tunnelbana och från Citybanan (Baudin, 2015) visar att det med något undantag har en vattenkvalitet i paritet med grundvattenkvaliteten. Någon mobilisering av föroreningar i den befintliga tunnelbanans närhet som genererar ett inflöde av förorenat grundvatten verkar alltså inte ha uppkommit.



Figur 34. Översikt över potentiellt förorenade områden inom influensområdet för grundvattenpåverkan för den planerade utbyggnaden av tunnelbanan till Nacka och söderort. Områdena är klassificerade i tre klasser utifrån risken för spridning av potentiella föroreningar.

Föroreningar i jord bedöms kunna innebära vissa restriktioner i masshantering vid schaktning i jord för byggande av vissa stationsuppgångar och entréer. Länshållningsvatten från schakt i jord kommer att provtas. Om en förorening påvisas kommer den hanteras i samråd med tillsynsmyndighet. Baserat på den provtagning som utförts och övrigt kunskapsunderlag bedöms inte dräneringen av grundvatten i berg och av grundvattenmagasin i jord orsaka någon risk för vattenkvaliteten i tunnelvattnet, någon ökad spridning av föroreningar inom påverkansområdet eller något behov av specialprojektering av VA-systemet. Sammantaget bedöms grundvattennivåsänkningens effekt på föroreningsspridningen som liten och konsekvensen avseende föroreningsspridning som liten.

7.7 Konsekvenser för naturmiljö – grundvattenpåverkan

7.7.1 Bedömningsskala

Bedömningsskala värden

- **Låga värden:** Områden som saknar biotopkvaliteter med betydelse för biologisk mångfald.
- **Måttliga värden:** Områden med naturvärdesklass 3 (ibland 2) enligt Standardiserad Naturvärdesinventering. Enstaka biotopkvaliteter med betydelse för biologisk mångfald. Det kan förekomma regionalt sällsynta biotoper eller geologiska företeelser.
- **Höga värden:** Områden med naturvärdesklass 1 och 2 enligt Standardiserad Naturvärdesinventering. Områden vars biotoper i stor utsträckning har kvaliteter med stor betydelse för biologisk mångfald. Det kan förekomma nationellt sällsynta eller hotade biotoper eller nationellt sällsynta geologiska företeelser.

Bedömningsskala effekter

- **Stora negativa effekter** uppstår till exempel när ekologiska samband bryts eller när artmångfalden minskar kraftigt. De ekologiska förutsättningarna i berört område förstörs helt.
- **Måttligt negativa effekter** uppstår till exempel när ekologiska samband försvagas eller när artmångfalden minskar. De ekologiska förutsättningarna i berört område försämras.
- **Små negativa effekter** uppstår till exempel när ekologiska samband försvagas i liten utsträckning eller när de ekologiska förutsättningarna i berört område försämras i liten grad.
- **Små positiva effekter** uppstår till exempel när ekologiska samband stärks i liten utsträckning eller när de ekologiska förutsättningarna i berört område förbättras i liten grad.
- **Måttligt positiva effekter** uppstår till exempel när ekologiska samband stärks eller när artmångfalden ökar. De ekologiska förutsättningarna i berört område förbättras.
- **Stora positiva effekter** uppstår till exempel när viktiga ekologiska samband stärks i stor omfattning eller när artmångfalden ökar kraftigt. De ekologiska förutsättningarna förbättras i hög grad.

7.7.2 Konsekvenser av nollalternativ

Nollalternativet innebär att tunnelbanan inte anläggs och orsakar därmed inte en grundvattennivåsänkning. Det innebär att det inte blir några konsekvenser för naturmiljön orsakad av tunnelbaneutbyggnaden. Det finns dock andra projekt inom influensområdet som kan komma att påverka naturmiljön.

7.7.3 Konsekvenser under bygg- och drifttid

Två naturområden, Sundstabacken och Svindersvik, har enligt PM Hydrogeologi (Bilaga C) bedömts vara sådana att de skulle kunna påverkas av en grundvattennivåsänkning. Övriga identifierade objekt bedöms inte vara beroende av grundvattnet.

Vid foten av Sundstabacken i Årstaskogen finns en biotopskyddad alm- och lindallé. Sundstabacken är en mycket brant backe och det är möjligt att det finns ett ytligt grundvattenkällutflöde i dess nederkant och att det utflödet i så fall skulle kunna påverkas av den dränering som orsakas av den arbetstunnelmykning som planeras i närheten.

Svindersvik ligger vid vattnet, norr om Värmdöleden, och utgör en skyddsvärd trädmiljö med många arter ädellövträd. Svindersvik ligger i utkanten av influensområdet och därmed långt från tunnelbanan.

Effekten från grundvattennivåsänkning på området Svindersvik bedöms bli liten, på grund av avståndet från anläggningen. Det finns biotopskyddade träd i Sundstabacken som hade kunnat vara grundvattenberoende om det hade funnits ett källvattenutflöde i närheten. Efter inventering på plats har det dock avförts. Det finns en sumpskog norr om motorvägen i närheten av Nacka Centrum. Den ligger i en svacka och får sitt vatten från omgivande höjder. Sumpskogen bedöms därmed inte vara beroende av grundvattennivån.

Naturområdena som nämns ovan bedöms ha måttliga värden. Tillsammans med en liten, om ens någon, effekt från grundvattennivåsänkningen bedöms konsekvenserna bli inga eller små negativa.

7.8 Konsekvenser för kulturmiljö – grundvattenpåverkan

7.8.1 Bedömningsskala

Bedömningsskala värden

- **Låga värden:** Ensamstående objekt utanför ett sammanhang, till exempel en vanligt förekommande, fragmenterad stadsbebyggelse eller en miljö som bryter eller reducerar läsbarhet av de historiska strukturerna.
- **Måttliga värden:** Representativa exempel på en viss funktion eller epok. Värdena kan ingå i ett sammanhang som underlättar den historiska läsbarheten, men en viss förändringsgrad kan förekomma.
- **Höga värden:** Sällsynta eller särskilt goda exempel på en viss funktion eller epok. De kan vara välbevarade, ingå i ett sammanhang eller ha lång kontinuitet. Ofta har de hög grad av historisk läsbarhet. Höga kulturmiljövärden kan också vara värdefulla objekt i landskap/område som präglas av hög grad av förändring.

Bedömningsskala effekter

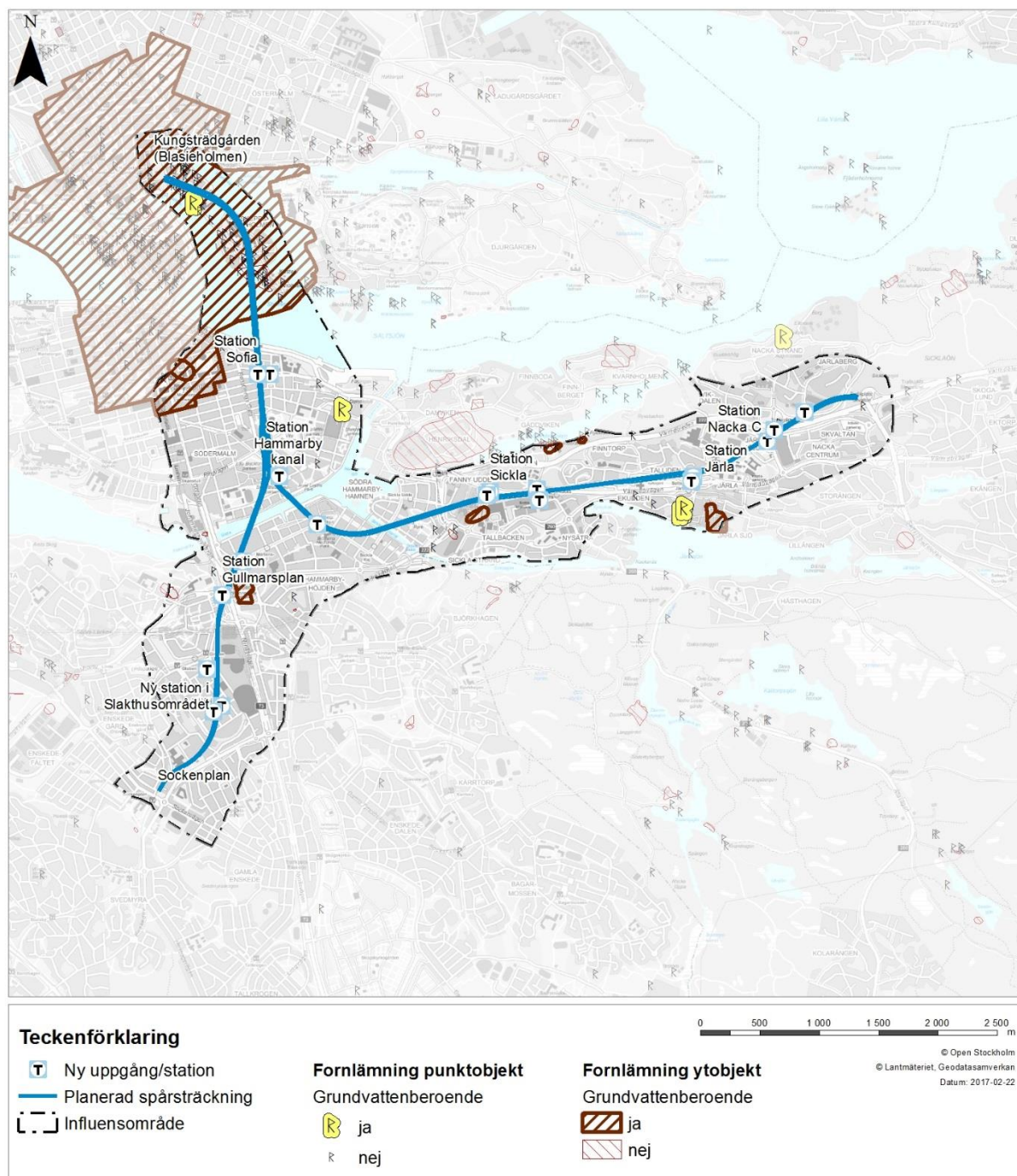
- **Stora negativa effekter** uppstår när kulturmiljövärden går förlorade och den historiska läsbarheten försvåras eller upphör helt.
- **Måttliga negativa effekter** uppstår när kulturhistoriska värden fragmenteras eller skadas. Värden går delvis förlorade så att helheten inte kan uppfattas och den historiska läsbarheten reduceras.
- **Små negativa effekter** uppstår när kulturmiljövärden skadas eller tas bort. Dessa är inte betydelsebärande för kulturmiljöns helhet och historiska samband/strukturer och den historiska läsbarheten kan även fortsättningsvis uppfattas.
- **Små positiva effekter** uppstår när befintliga kulturmiljövärden tillvaratas och stärks, så att den historiska läsbarheten ökar i viss mån.
- **Måttligt positiva effekter** uppstår när befintliga kulturmiljövärden tillvaratas och stärks, så att den historiska läsbarheten ökar i måttlig grad.
- **Stora positiva effekter** uppstår när befintliga kulturmiljövärden tillvaratas och stärks, så att den historiska läsbarheten i hög grad ökar i hög grad.

7.8.2 Känsliga objekt/områden

En del av de byggnader som är klassade som känsliga för grundvattenpåverkan har även ett kulturhistoriskt värde. De kommer att hanteras i processen med kontrollprogram för grundvatten i likhet med all annan bebyggelse och skyddsåtgärder kommer att vidtas utifrån förutsättningarna (känslig grundläggning, lersvackor med mera).

En analys avseende fornlämningar som kan vara känsliga för grundvattensänkning har gjorts inom det område som omfattas av grundvattenutredningen, för metod se avsnitt 4.12.

De fornlämningar som har bedömts vara grundvattenberoende visas i Figur 35 och tillhörande Tabell 8.



Figur 35. Översiktskarta med fornlämningar inom influensområdet som bedömts kunna vara grundvattenberoende.

Tabell 8. Fornlämningar inom influensområdet som bedömts kunna vara grundvattenberoende, presenterade i översiktskartan, Figur 35.

RAÄ-nummer	Kommun	Lämningstyp	Beskrivning	Antikvarisk bedömning
Brännkyrka 79:1	Stockholm	Begravningsplats	Pest/kolerakyrkogård	Fornlämning
Stockholm 103:1	Stockholm	Stadslager	Stadslager	Fornlämning
Stockholm 913	Stockholm	Hamnanläggning	Kaj/Kajskoning med stora stenar som utgjort kaj, utanför Grand Hotell	Fornlämning
Nacka 28:1	Nacka	Bytomt/gårdstomt	Sickla gård, numera helt bebyggt och markeringen ligger mitt i gatan Sickla industriväg	Bevakningsobjekt
Nacka 29:1	Nacka	Bytomt/gårdstomt	Huvudbyggnad och uthus kvar. Övrigt område överbyggt av bostäder.	Bevakningsobjekt
Nacka 30:1	Nacka	Bytomt/gårdstomt	Numera bortbyggd, kvar finns hårdgjord yta och marina med kaj.	Bevakningsobjekt
Nacka 82:1	Nacka	Hög	Förstört och exploaterat gravfält. Två högar och en stensättning.	Fornlämning
Nacka 82:2	Nacka	Hög	Förstört och exploaterat gravfält. Två högar och en stensättning.	Fornlämning
Nacka 82:3	Nacka	Stensättning	Förstört och exploaterat gravfält. Två högar och en stensättning.	Fornlämning
Nacka 102:2	Nacka	Bytomt/gårdstomt	Svindervik, gård med gamla hus.	Bevakningsobjekt

7.8.3 Konsekvenser av nollalternativ

Det pågår en landhöjning, det finns befintliga dränerande anläggningar och det finns pågående exploateringar inom influensområdet. Sannolikt pågår det därmed en långsam skadeutveckling på såväl grundvattenberoende kulturbyggnader inom sättningskänsliga områden som grundvattenberoende fornlämningar. Sammantaget bedöms konsekvenserna som små, men för enskilda känsliga objekt kan de negativa konsekvenserna bli större.

7.8.4 Konsekvenser under bygg- och drifttid

Identifierad fornlämning inom Blasieholmen utgörs av en kajanläggning vilken inte kommer att påverkas av en grundvattennivåsänkning. Övriga punktojekt inom Södermalm (1 stycken) och Nacka (4 stycken) är belägna på sådant avstånd från tunnellen att påverkan inte bedöms uppkomma. Av de ytojekt som identifierats ingår Blasieholmen, Gamla Stan och norra Södermalm som ett objekt benämnt "Stadslager", alltså fornlämningar i de olika fyllningslager som avlagrats genom tiderna.

Fyllningsjorden bedöms generellt inte komma att påverkas av en grundvattensänkning. Där påverkan riskerar bli stor i undre grundvattenmagasin kommer skyddsåtgärder i form av utförligare tätning eller skyddsinfiltration motverka en påverkan för fyllningslagren. Det finns ett ytojekt vid Skanstull, "Skansbackens begravningsplats", där grundvattenytan ligger djupt under markytan. Det finns också ett ytojekt vid Järla sjö, "Bytomt", vilket inte heller bedöms kunna påverkas av en grundvattennivåsänkning.

De fornlämningar som redovisas i Figur 35 och Tabell 8 som potentiellt grundvattenberoende bedöms inte kunna påverkas av den beräknade dräneringen av grundvattenmagasinen i berg till

den planerade tunnelbanans anläggningar. Kulturhistoriskt värdefull bebyggelse hanteras inte specifikt, utan alla byggnader behandlas lika inom grundläggningsinventeringen. Den första förutsättningen är ett område med sättningskänslig lera. I kombination med grundvattenberoende grundläggning kan det bli skador på byggnader om en grundvattennivåpåverkan inträffar. Om byggnaderna därtill är kulturhistoriskt värdefulla blir den negativa konsekvensen stor, om ingen skyddsåtgärd vidtas. Risken bedöms generellt som störst närmast tunneln och avtar sedan med avståndet från tunneln inom influensområdet. Skyddsinfiltration kommer att genomföras som skyddsåtgärd. För byggnader som har fast grundläggning och/eller står på fast mark, blir det ingen påverkan vid en grundvattennivåsänkning.

Effekten för grundvattenberoende kulturhistoriskt värdefulla byggnader bedöms bli måttlig till stor negativ i de områden där en skadlig grundvattennivåpåverkan kan uppstå till följd av projektet. Detta gäller för både bygg- och drifttid. Om de byggnader som riskerar att komma till skada på grund av grundvattenbortledningen under bygg- och drifttid skyddas genom infiltration bedöms det inte bli några negativa effekter.

Utan skyddsåtgärder bedöms konsekvenserna för grundvattenberoende kulturhistoriskt värdefulla byggnader bli måttligt negativa, medan de bedöms som inga om skyddsåtgärder genomförs. För de områden/jordlager där fornlämningarna är belägna bedöms ingen grundvattennivåpåverkan uppstå till följd av grundvattenbortledningen under så väl bygg- som drifttid och därmed bedöms det inte bli några negativa konsekvenser för fornlämningar.

7.9 Konsekvenser för naturmiljö – utsläpp av vatten

7.9.1 Bedömningsskala

Bedömningsskala värden

- **Låga värden:** Mindre ytvatten utan miljö kvalitetsnormer som har begränsad betydelse för biologisk mångfald.
- **Måttliga värden:** Ytvatten med miljö kvalitetsnormer och där den ekologiska statusen bedöms som måttlig, otillfredsställande eller dålig och kemiska ytvattenstatusen uppnår ej god status.
- **Höga värden:** Ytvatten med miljö kvalitetsnormer och där den ekologiska statusen bedöms som hög eller god och/eller kemiska ytvattenstatusen uppnår god status.

Bedömningsskala effekter

- **Stora negativa effekter** uppstår till exempel när recipientens status försämras eller att möjligheten att uppnå miljö kvalitetsnormerna försvåras. En sådan försämring får inte uppkomma utan behöver hanteras med skyddsåtgärder.
- **Måttliga negativa effekter** uppstår till exempel när ingående parametrar försämras men utan att någon överliggande kvalitetsfaktor får en lägre statusklass eller leder till att god kemisk status inte uppnås.
- **Små negativa effekter** uppstår till exempel när påverkan eller utsläppet är så marginellt att ingen av de ingående parametrarna förändras.
- **Små positiva effekter** uppstår till exempel när ytvattnets kvalitet förbättras i liten utsträckning eller när artmångfalden ökar i liten utsträckning. De ekologiska förutsättningarna i livsmiljöer förbättras i liten grad.
- **Måttliga positiva effekter** uppstår till exempel när ytvattnets kvalitet stärks eller när artmångfalden ökar. De ekologiska förutsättningarna i livsmiljöer förbättras.
- **Stora positiva effekter** uppstår till exempel när ytvattnets kvalitet förbättras i så stor grad att ytvattnets status förbättras till en högre nivå.

7.9.2 Konsekvenser av nollalternativ

Nollalternativet innebär att det inte sker någon ökning av utsläpp till recipient, orsakad av tunnelbanans utbyggnad. Däremot sker bortledning av grundvatten från andra pågående och kommande projekt inom influensområdet. För nollalternativet bedöms inga negativa konsekvenser uppstå då utsläpp till vatten regleras enligt icke-försämringskravet. Alla framtida verksamheter har att förhålla sig till Vattendirektivet – en verksamhet får inte försämrå möjligheten för någon kvalitetsfaktor att uppnå den fastställda miljö kvalitetsnormen.

7.9.3 Konsekvenser under bygg- och drifttid

Under byggtiden kommer vattnet framförallt ledas till spillvattennätet och vidare till Henriksdals reningsverk och medför därmed ingen påverkan på omgivande vattenförekomster. För schakt i jord kan i vissa fall vatten ledas till dagvatten eller LOD.

Spår- och servicetunnlarnas passage under Strömmen och Hammarby sjö förväntas i sig inte ge någon direkt påverkan på dessa ytvattenförekomster (se ordlista, avsnitt 14).

Under drifttiden planeras dränvattnet ledas via en VA-station till dagvattennätet och vidare till Strömmen. Vattnet som i dagsläget släpps från befintlig tunnelbana till dagvattennätet genomgår ingen rening. Medianhalterna av ingående föroreningar, och därmed vattnets kvalitet, är i paritet med Stockholms grundvatten. (Baudin, 2015).

Längs den planerade tunnelsträckningen visar utförd vattenprovtagning att föroreningshalterna i grundvattnet är låga vilket gör att påverkan på MKN inte bedöms uppstå. I VA-stationen anläggs nödvändiga reningssteg och relevanta parametrar kommer att följas upp. För det fall att ytterligare rening skulle visa sig nödvändig utförs denna i samråd med tillsynsmyndigheten. Bortledning av dränvatten för den nya tunnelbanan, via VA-stationen, bedöms inte påverka de kvalitetsfaktorer som utgör grunden för klassningen av Strömmens ekologiska och kemiska status och därmed inte försämra möjligheten att uppnå miljökvalitetsnormerna. Det bedöms därför inte bli någon negativ konsekvens för recipienten.

8 Övriga miljökonsekvenser under byggtiden

Anläggandet av tunnelbanan kommer att ge upphov till miljöpåverkan och störningar som är begränsade till byggtiden av tunnelbanan och som därefter inte kommer att vara aktuella när tunnelbanan är i drift. Under byggtiden handlar det framförallt om buller- och vibrationsstörningar men även om transporter. Dessa störningar beskrivs i nedanstående kapitel.

8.1 Buller och stomljud

Konsekvenser: Buller

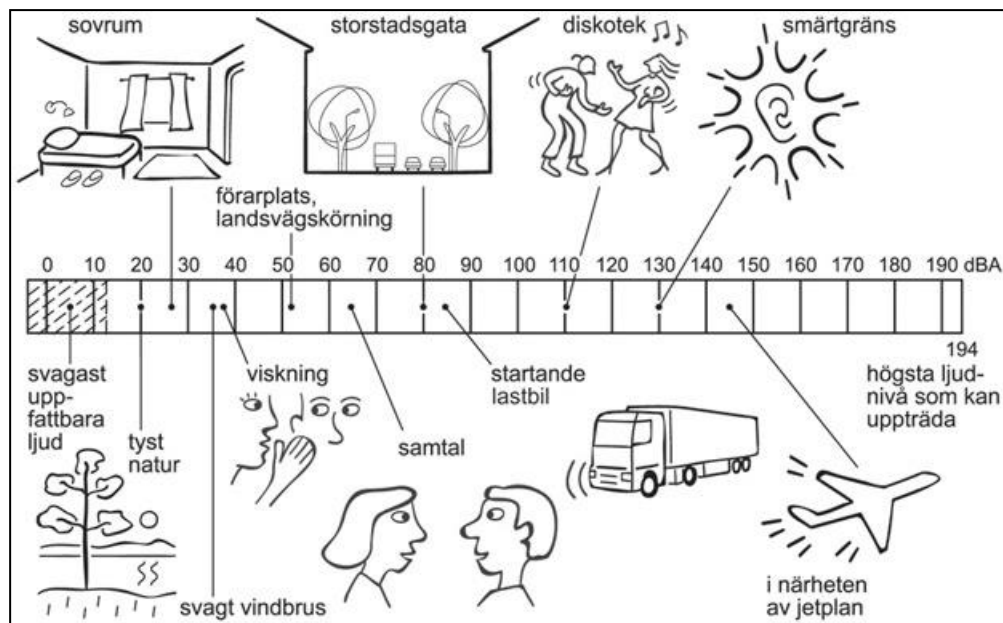
- Tunneldrivning i den aktuella omfattningen kommer att påverka många människor genom bland annat bullerstörning. Bergborrning i samband med tunneldrivning bedöms vara det arbetsmoment som ger upphov till störst störning genom långvariga och relativt starka borrljud.
- En rad skyddsåtgärder och andra försiktighetsmått kommer att vidtas för att minimera risken för störande buller och stomljud under byggtiden. Byggbullernivåerna kan påverkas genom exempelvis val av arbetsmetoder och utrustning, lokala skärmar och arbetstider.

8.1.1 Allmänt om buller

I Sverige används två olika störningsmått för byggbuller och trafikbuller; ekvivalent respektive maximal ljudnivå.

- Med **ekvivalent ljudnivå** avses en medelljudnivå under en angiven tidsperiod, till exempel fem minuter, en natt eller ett dygn. Ekvivalent ljudnivå mäts i dB(A).
- **Maximal ljudnivå** är den högsta ljudnivå som uppkommer under en period, till exempel under ett arbete. Även maximal ljudnivå mäts i dB(A).

För att ge en viss uppfattning om vad olika ljudnivåer innebär ges exempel i Figur 36 på ljudnivåer i olika miljöer och verksamheter.



Figur 36. Illustration av ljudnivåer (Boverket).

Med luftburet ljud avses buller från exempelvis vägtrafik eller en byggarbetsplats som sprids via luften till omgivningen, och även in i närliggande byggnader. När det gäller byggbuller beräknas den ekvivalenta ljudnivån för den tid under vilken verksamheten pågår, till exempel under en sekvens för byggaktiviteter med intermittent buller, såsom pålning, spontning eller borring. Åtgärder för att dämpa luftburet buller har bäst effekt om de görs vid källan. Det kan exempelvis vara att byta ut en bullrande maskin mot en som bullrar mindre eller sätta på en luddämpare. Ljudkällan kan byggas in eller skärmas med en bullerskyddsskärm. Det kan också vara att välja en tystare arbetsmetod.

8.1.2 Bedömningsskala

Bedömningsskala känslighet

- **Låg känslighet:** Områden med få bosatta. Vårdlokaler, skolor och förskolor och annan känslig verksamhet förekommer inte.
- **Måttlig känslighet:** Områden med bostadsbebyggelse med en medelstor mängd bosatta. Vårdlokaler, skolor och förskolor och annan känslig verksamhet förekommer i begränsad utsträckning.
- **Hög känslighet:** Områden med tät bostadsbebyggelse med en stor mängd bosatta. Vårdlokaler, skolor och förskolor och annan känslig verksamhet förekommer i hög utsträckning.

Bedömningsskala effekter

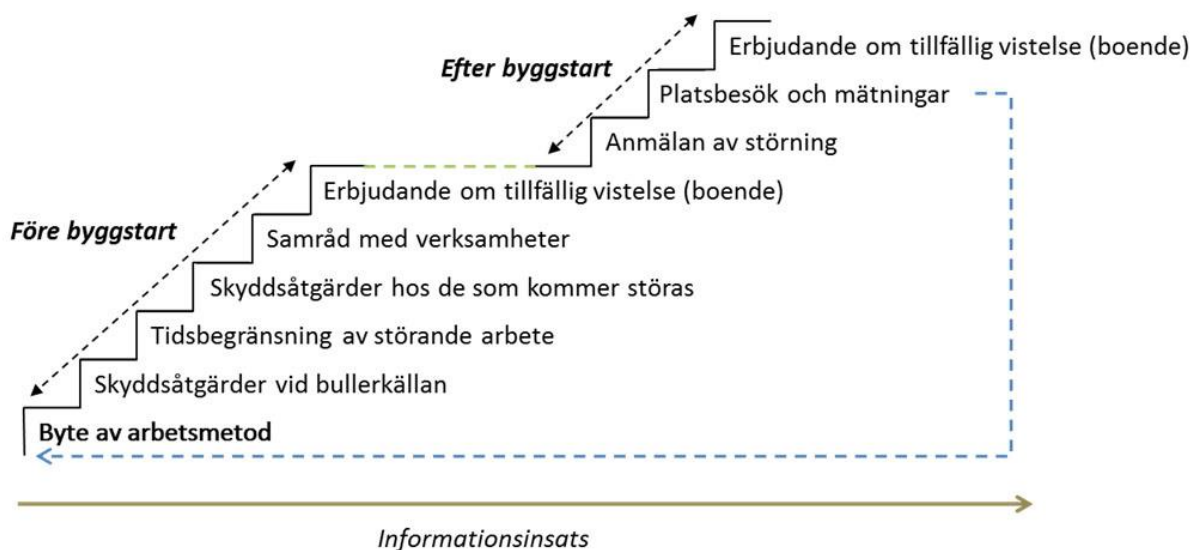
I nedanstående skala används begreppen låga och höga nivåer samt kort och lång tid. Det går inte att generellt säga vad som är en låg/hög nivå respektive kort/lång tid. Det beror på person, miljö och situation. Som exempel kan nämnas att vid maximala ljudnivåer på 45 dB(A) kan människor ha svårt att somna liksom att de blir väckta. 45 dB(A) i ett sovrum kan därför i de flesta fall betraktas som en hög nivå.

Med kortare tid kan i många fall vara upp till en till två veckor medan mer än två månader i många fall kan betraktas som lång tid. Bedömningar behöver emellertid göras och motivering beskrivas från fall till fall.

- **Stora negativa effekter** uppstår om projektet orsakar höga nivåer under längre tid.
- **Måttligt negativa effekter** uppstår om projektet genererar höga nivåer under begränsad tid.
- **Små negativa effekter** uppstår när projektet genererar låga nivåer.
- **Små positiva effekter** uppstår när projektet medför reducerade nivåer jämfört med nuläget under kortare tid.
- **Måttligt positiva effekter** uppstår om projektet medför reducerade nivåer jämfört med nuläget, under längre tid.
- **Stora positiva effekter** uppstår om projektet medför bestående och betydande reducerade nivåer jämfört med nuläget.

8.1.3 Hantering av risker för bullerstörningar

En störningstrappa, se Figur 37, visar hur SLL kommer att hantera bullerstörningar. Hanteringen av bullerstörningarna kommer i första hand att ske genom att vidta åtgärder i trappans understa del. För hantering av störningar har SLL låtit ta fram en åtgärdsplan, se Bilaga B2, *Åtgärdsplan för buller och stomljud under byggtiden*.



Figur 37. Störningstrappa.

Inom arbetet med skyddsåtgärder för hantering av bullerstörningar kommer SLL att lägga stor vikt på information till omgivningen. Målet är att i god tid innan start av störande arbeten informera fastighetsägare, näringsidkare och närboende om att arbeten ska utföras, var de ska ske samt hur länge de beräknas pågå.

Andra möjliga skyddsåtgärder är byte av arbetsmetodik, bullerdämpande åtgärder vid källan samt reglering av arbetstider. Utgångspunkten är att projektens byggarbeten får utföras dygnet runt så länge gällande bullervillkor klaras. Dock ska byggarbeten alltid planeras så att bullerstörning till omgivningen begränsas genom att verksamheten så långt möjligt förläggs till mindre störningskänslig tid.

SLL avser att i enlighet med de villkor som kommer att föreskrivas för verksamheten erbjuda möjlighet till tillfällig vistelse till boende som förväntas bli utsatta för bullernivåer över de för verksamheten gällande riktvärdena. Så kommer att ske när störningsbegränsande åtgärder inte kan anses tekniskt möjliga eller ekonomiskt rimliga. Boende som förväntas bli utsatta för sådana bullernivåer under en längre period kommer att erbjudas tillfälligt boende. Erbjudandet skickas till berörda i god tid innan arbetet påbörjas med information om förväntade bullernivåer och arbetenas varaktighet.

8.1.4 Luftburet buller

8.1.4.1 Konsekvenser nollalternativ

Nollalternativet innebär att det inte sker någon utbyggnad av tunnelbanan och därmed uppkommer inget byggbuller till följd av tunnelbanebyggandet. De områden där tunnelbanans ovanmarksarbeten kommer genomföras är till övervägande del i tätbebyggda områden.

Det ökande resebehovet till och från Nacka och söderort medför ett utökat behov av kollektivtrafik. Utan en tunnelbana kommer sannolikt detta tillgodoses av ökad busstrafik. Utökad busstrafik kan komma att innebära mindre ombyggnader av gatumiljöer, exempelvis busskörfält, ombyggnader av korsningar, hållplatser med mera. Detta bedöms medföra begränsade störningar från byggbuller.

8.1.4.2 Konsekvenser under byggtiden, övergripande

Luftburet buller kommer att uppstå vid byggande av stationsentréerna och tunnlarna. Arbetsmoment som är bullrande är:

- Spont som borrar, vibreras alternativt slås ner
- Borrning nära markytan
- Sprängning nära markytan
- På- och avlastning av byggmaterial
- Schaktning med grävmaskin
- Ventilation
- Lastning av berg vid arbeten med stationsentréerna
- Rivning av tillfälliga konstruktioner
- Andra maskiner och fordon som till exempel har backsignaler
- Pålning

Buller kommer också att uppstå vid transporter av bergmassor från arbetstunnelmynningarna. Då dessa är placerade nära trafikerade vägar kommer buller från bergtransporterna inte orsaka några påtagligt ökade bullernivåer sett över dygnet. Vid Blasieholmen, där transporterna berör mindre trafikerade gator, kan bullernivåerna komma att öka marginellt.

Det kommer inte att ske någon krossning vid etableringsytorna, men en mindre mängd harpning (grov sållning) kommer eventuellt ske.

I Tabell 9 redovisas Naturvårdverkets riktvärden för buller från byggarbetsplatser. Riktvärdena ger en information om vilka bullernivåer som kan påverka människor som bor och arbetar nära tunnelbanebygget. Särskilda ramvillkor för vilka riktvärden för buller som ska gälla föreslås i ansökan. Ibland kan det bli aktuellt att frånga riktvärdena. I så fall görs det efter dispens från tillsynsmyndigheten och i enlighet med villkoren för tillståndet.

Tunneldrivningen under Saltsjön är en avsevärd del av tunnelsträckan. Där kommer även bulleralstrande arbeten att ske dygnet runt.

Masstransporter kommer att gå från arbetsområden till allmänna gator och vägar. Transporterna kommer att anpassas efter trafiksituation och framdrivningscykler.

Tabell 9. Riktvärden för buller från byggplatser i Naturvårdsverkets allmänna råd om buller från byggplatser (NFS 2004:15).

Område	Helgfri må-fre		Lö, sön och helgdag		Samtliga dagar	
	Dag 07-19	Kväll 19-22	Dag 07-19	Kväll 19-22	Natt 22-07	
	LAeq	LAeq	LAeq	LAeq	LAeq	LAFmax
Bostäder för permanent boende och fritidshus						
Utomhus	60	50	50	45	45	70
Inomhus	45	35	35	30	30	45
Vårdlokaler						
Utomhus	60	50	50	45	45	-
Inomhus	45	35	35	30	30	45
Undervisningslokaler						
Utomhus	60	-	-	-	-	-
Inomhus	40	-	-	-	-	-
Arbetslokaler för tyst verksamhet						
Utomhus	70	-	-	-	-	-
Inomhus	45	-	-	-	-	-

Av Naturvårdsverkets skrift framgår även följande:

- För verksamhet med begränsad varaktighet, högst två månader, till exempel spontning och pålning, bör 5 dB(A) högre värden kunna tillåtas.
- Vid enstaka kortvariga händelser, högst 5 minuter per timme, bör upp till 10 dB(A) högre nivåer kunna accepteras. Detta bör dock inte gälla kvälls- och nattetid.
- Om riktvärdena för buller utomhus inte kan innehållas med tekniskt möjliga och/eller ekonomiska rimliga åtgärder bör målsättningen vara att åtminstone riktvärdena för buller inomhus kan innehållas.
- I det fall riktvärden för buller utomhus kan innehållas behöver man normalt inte kontrollera riktvärdena för buller inomhus då normal fasadisolering bör innebära att dessa bullerriktvärden kan innehållas.
- Buller från trafik till och från byggplatsen bör bedömas efter de riktvärden som gäller för trafikbuller. Trafik inom byggplatsen bör bedömas som byggbuller.

8.1.4.3 Konsekvenser under byggtiden, stationsvis

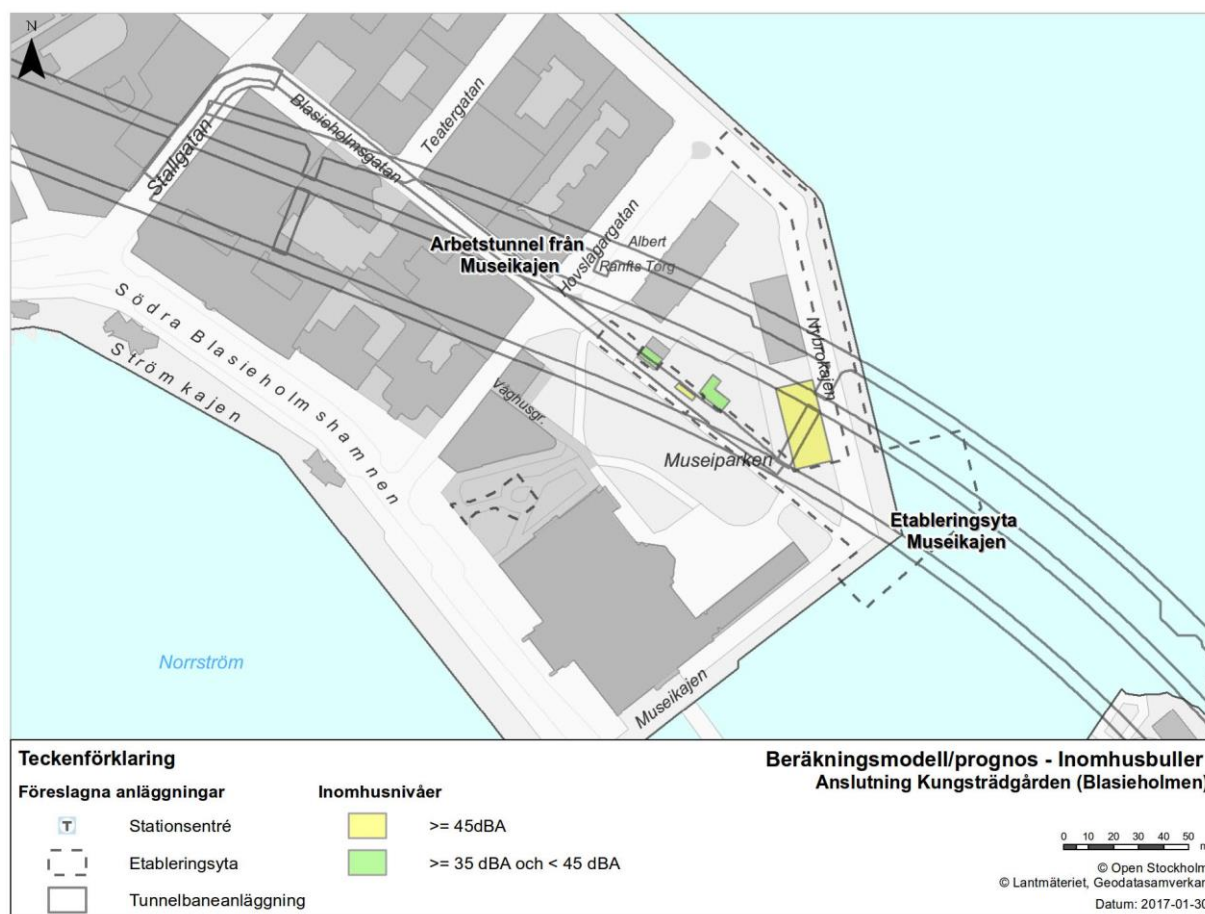
Byggande av stationsuppgångar och arbetstunnlar innebär borrhning och sprängning samt i vissa fall spontning. Sprängning ger höga bullernivåer, men mycket kortvarigt. Borrhning och spontning ger också höga bullernivåer, men pågår under längre sammanhängande perioder. Det kan periodvis ge besvärande störningar för de som bor eller arbetar nära. Det är framförallt buller från byggarbetsplatserna som upplevs som störande. Buller från lastbilstransporter bedöms tillföra marginellt trafikbuller i en redan trafikstörd storstadsmiljö. Lastbil med en bruttovikt som överstiger 3,5 ton får inte föras på väg inom Stockholms kommun mellan klockan 22 och 06. Det finns undantag för vissa vägar och vissa funktioner. För undantag krävs dispens. För Nacka kommun finns inte sådana restriktioner.

Kartorna för respektive station visar det område inom vilket buller som orsakas av byggandet av tunnelbanan kan upplevas periodvis under dag- och kvällstid vardagar. Först visas beräknade bullernivåer inomhus och därefter visas beräknade bullernivåer utomhus. 60 dB(A) är Naturvårdsverkets riktvärde för buller från byggarbetsplatser under dagtid, mätt utomhus. Även områden längre bort än redovisat kan under någon period under byggtiden beröras av buller från arbeten med spontning, borrhning eller sprängning nära markytan. Färgskalan i figurerna nedan redovisar ljudnivåer från arbeten med schakt, på- och avlastning eller transporter. I en del av kartorna ser det ut som om det finns fläckvis buller, till synes stokastiskt och långt ifrån bullerkällan. Det beror på hur buller sprids och hindras av terräng och husformer och är inräknat i den modell som använts.

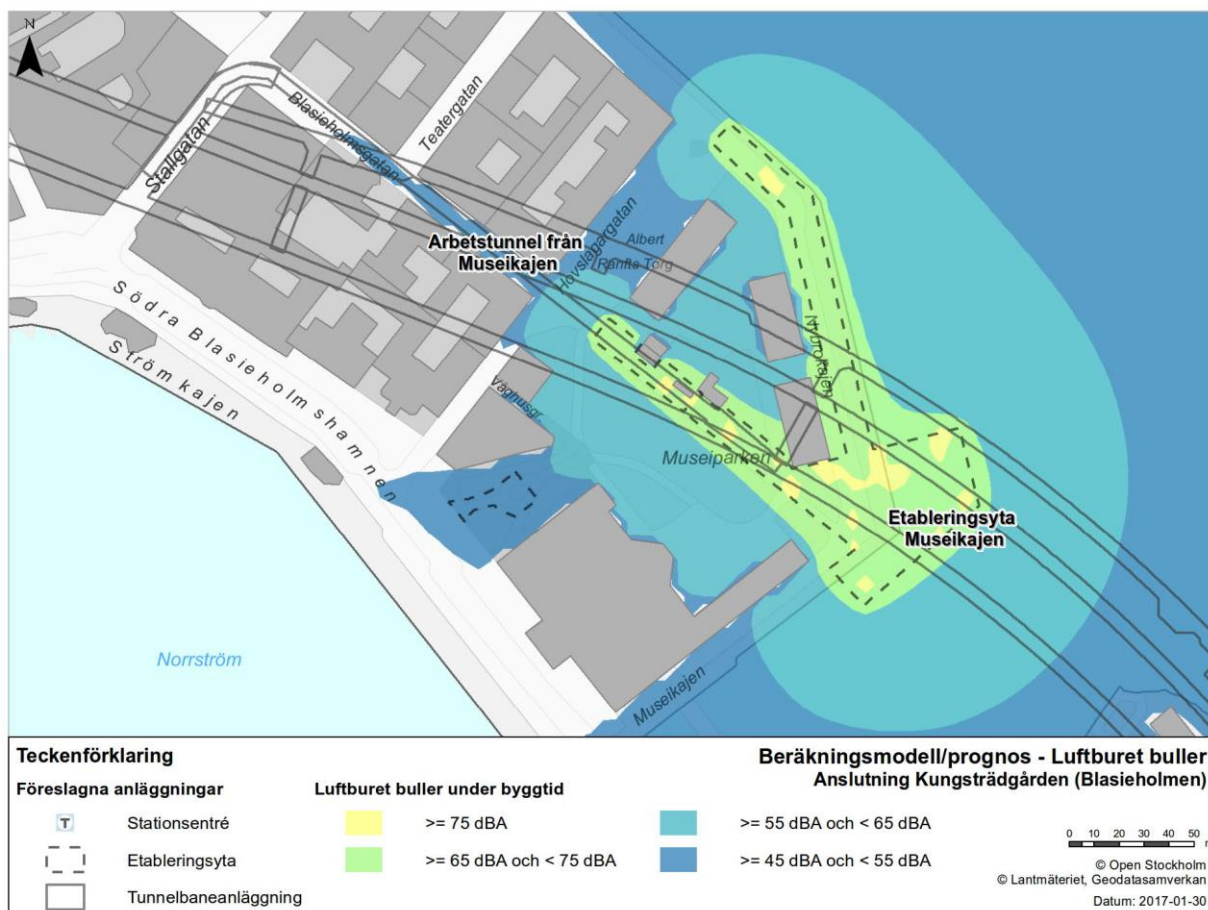
Som referens för nuvarande bullernivåer i aktuella områden har underlag inhämtats från Buller nätverket (2016), se Figur 13, avsnitt 4.9. Underlaget rörande nuvarande bullernivåer bör tolkas med försiktighet eftersom det baseras på mycket översiktliga bedömningar och mätningar. Det finns idag inga detaljerade mätningar för respektive stationsområde eller längs tunnellen att tillgå.

8.1.4.3.1 Anslutning Kungsträdgården (Blasieholmen)

Bullrande verksamhet kommer pågå när arbetstunneln på Blasieholmen ska öppnas och därefter genom de transporter för att frakta bort bergmassor som kommer ske. Blasieholmen är en plats som i viss mån redan påverkas av buller från omgivande vägar. Buller som uppkommer av de cirka 70 uttransporter per dygn som orsakas av byggande av tunnelbanan kommer därför inte att orsaka någon påtaglig förändring av ljudmiljön sett över dygnet. Det finns vissa arbetsmoment som kommer att ge höga bullernivåer kortvarigt. Vid Blasieholmen orsakas det främst av att eventuell spontning som kan komma att borrar alternativt slås ner samt pålning. Figur 38 och Figur 39 visar det område inom vilket luftburet buller som orsakas av byggandet av tunnelbanan kan upplevas periodvis under dag- och kvällstid. Befintliga bullernivåer på Blasieholmen i närhet till etableringsytan är generellt under 45 dB(A) och inom vissa områden ungefärligen mellan 45 och 55 dB(A). Längs Södra Blasieholmshamnen är nivåerna högre, kring 65 dB(A).



Figur 38. Inomhusbuller till följd av luftljud från byggandet av anslutning Kungsträdgården (Blasieholmen). Beräkningarna är ekvivalenta nivåer. För att se riktvärden för dessa, se Tabell 9.



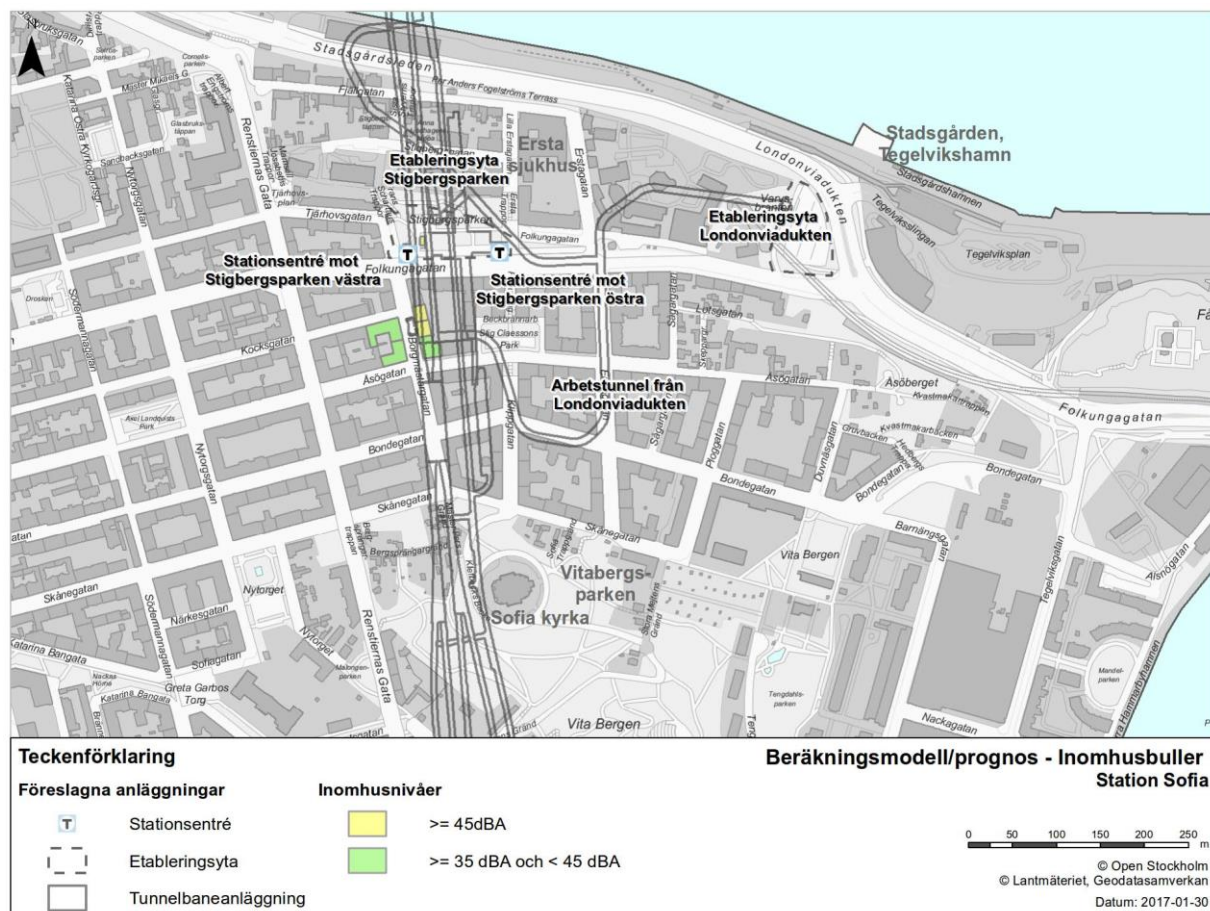
Figur 39. Luftburet buller från byggandet av anslutning Kungsträdgården (Blasieholmen). Beräkningarna är ekvivalenta nivåer. För att se riktvärden för dessa, se Tabell 9.

Nattetid sker några få bullrande moment som exempelvis transporter av massor från arbetstunneln på etableringsytan. Påverkan på ljudmiljön nattetid bedöms bli liten eller helt utebli.

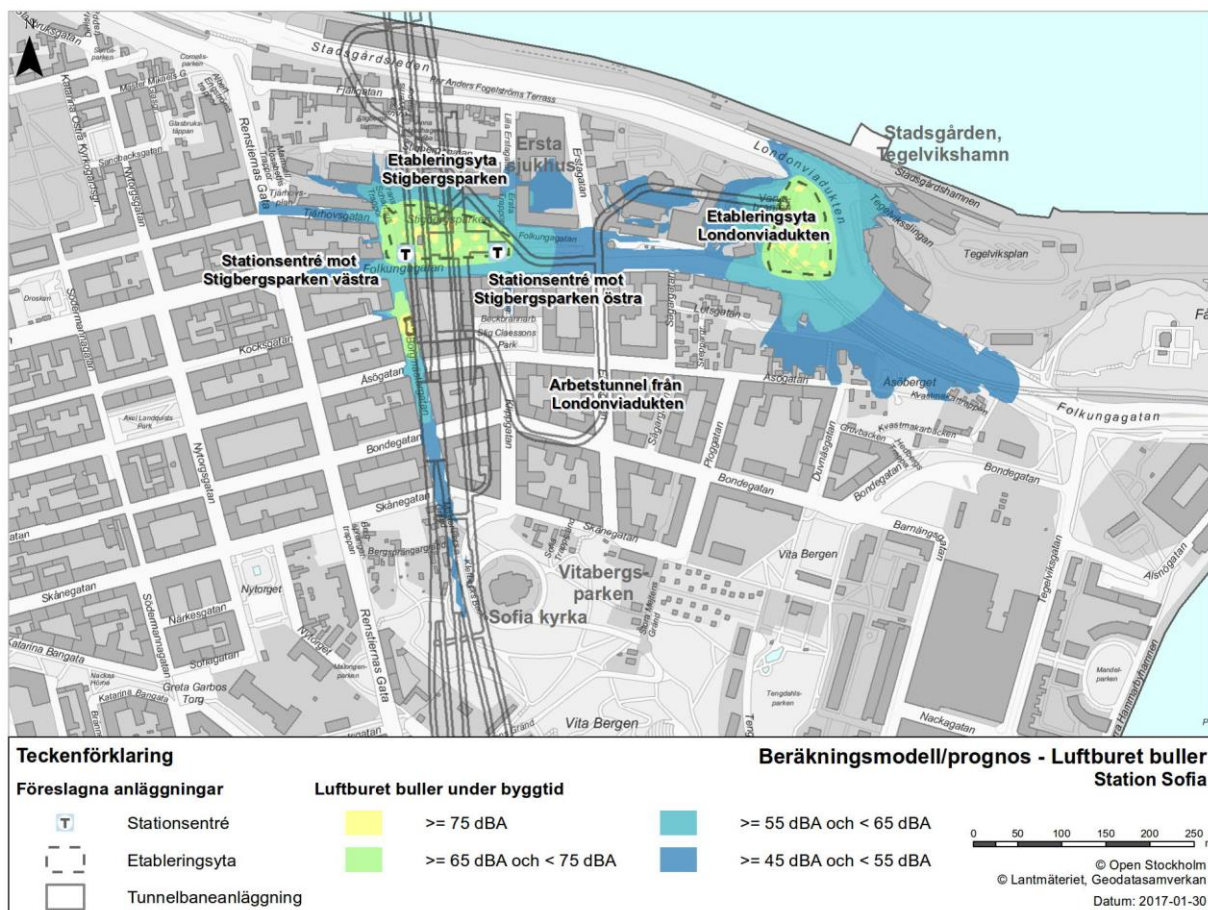
8.1.4.3.2 Station Sofia

Byggande av stationsuppgångarna vid Sofia och arbetstunneln vid Londonviadukten innebär borrhning och sprängning av hisschakt samt spontning i tätbebyggd miljö. Sprängning ger höga bullernivåer, men mycket kortvarigt. Borrhning, pålning och spontning ger också höga bullernivåer och pågår under längre sammanhängande perioder. Det kan periodvis ge besvärande störningar för de som bor eller arbetar nära. Figur 40 och Figur 41 visar det område inom vilket beräknat luftburet buller som orsakas av byggandet av tunnelbanan kan upplevas periodvis under dag- och kvällstid.

Platsen för arbetstunnelmynningen vid Londonviadukten är redan idag påverkad av buller från omgivande vägar på upp till 65 dB(A). I området runt Stigbergsparken är befintliga nivåer något lägre men vid de större gatorna är de ungefärliga bullernivåerna mellan 55 och 65 dB(A).



Figur 40. Inomhusbuller till följd av luftljudd för byggandet av station Sofia. Beräkningarna är ekvivalenta nivåer. För att se riktvärden för dessa, se Tabell 9.



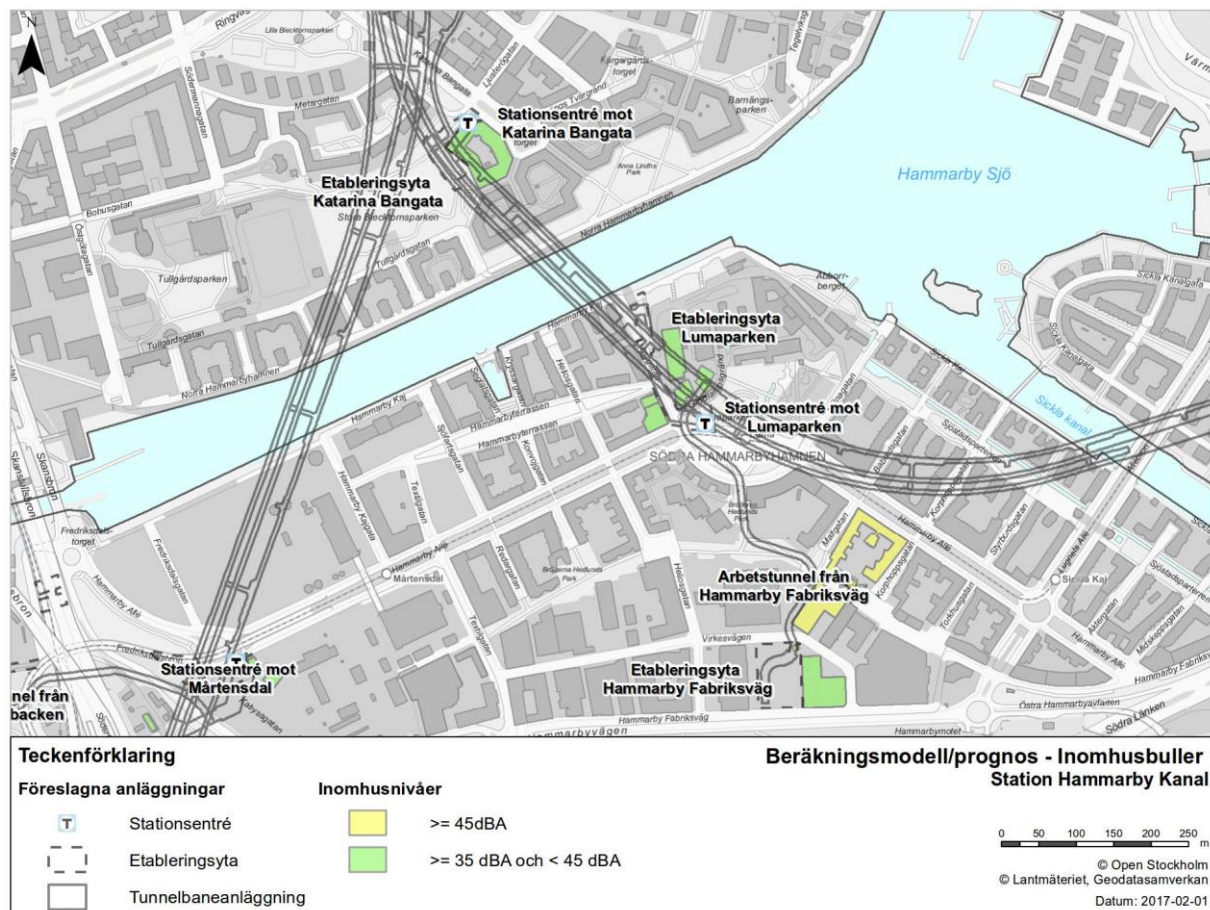
Figur 41. Luftburet buller från byggandet av station Sofia. Beräkningarna är ekvivalenta nivåer. För att se riktvärden för dessa, se Tabell 9.

Nattetid sker några få bullrande moment på etableringsytan. Det buller som uppkommer av de 50 uttransporter per dygn, via Londonviadukten, som orsakas av byggande av tunnelbanan bedöms inte orsaka någon större förändring av ljudmiljön. Påverkan på ljudmiljön nattetid bedöms bli liten eller helt utebli.

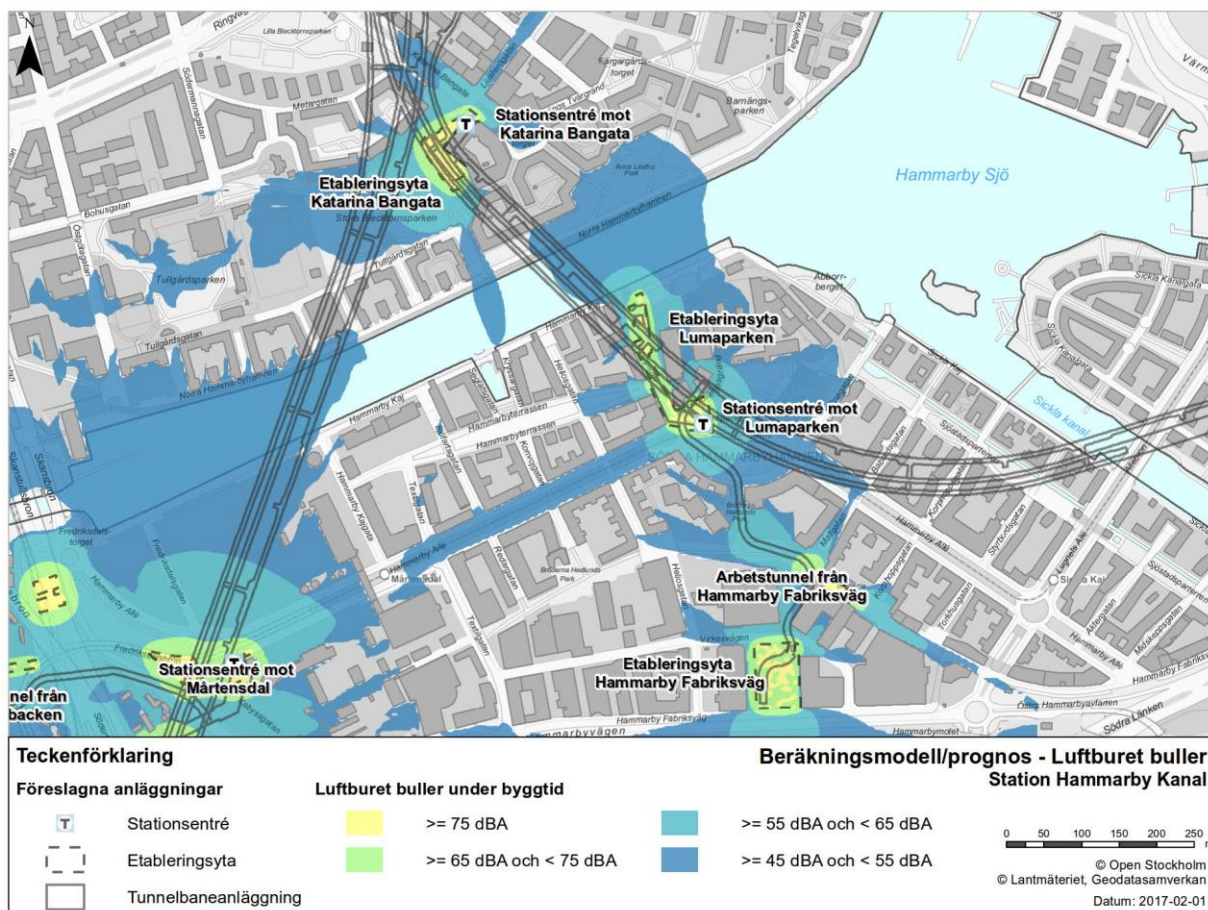
8.1.4.3.3 Station Hammarby Kanal

Byggande av stationsuppgångarna och arbetstunneln vid station Hammarby Kanal innebär borrhning och sprängning av arbetstunnel och stationsuppgångar samt spontning i tätbebyggd miljö. Sprängning ger höga bullernivåer, men mycket kortvarigt. Borrhning och spontning ger också höga bullernivåer, och pågår under längre sammanhängande perioder. Det kan periodvis ge besvärande störningar för de som bor eller arbetar nära. Figur 42 och Figur 43 visar det område inom vilket luftburet buller som orsakas av byggandet av tunnelbanan kan upplevas periodvis under dag- och kvällstid.

Befintligt luftburet buller i området kring planerad station uppgår till 55 dB(A).



Figur 42. Inomhusbuller till följd av luftljud från byggandet av station Hammarby Kanal. Det som visas i kartan längst ned till vänster tillhör station Gullmarsplan. Beräkningarna är ekvivalenta nivåer. För att se riktvärden för dessa, se Tabell 9.



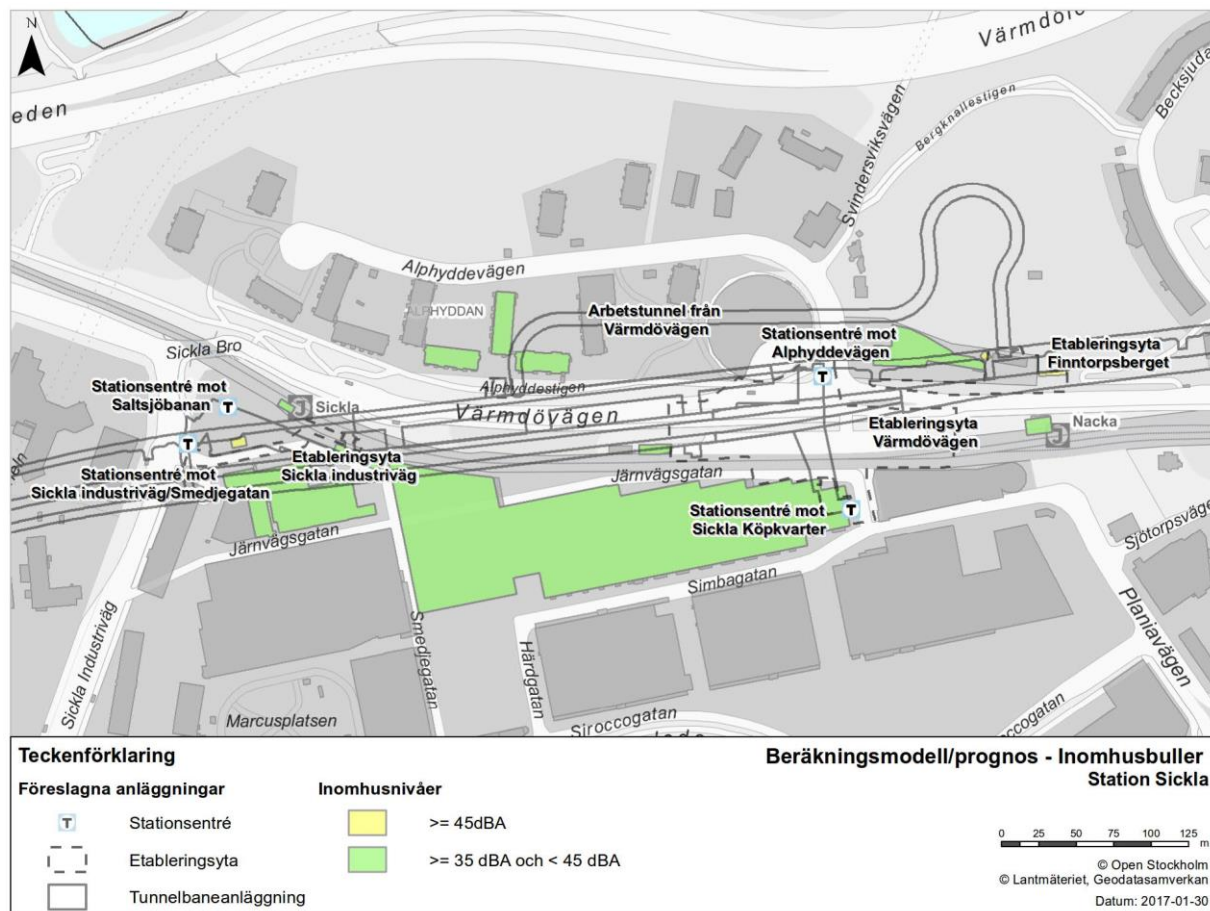
Figur 43. Luftburet buller från byggandet av station Hammarby Kanal. Det som visas i kartan längst ned till vänster tillhör station Gullmarsplan. Beräkningarna är ekvivalenta nivåer. För att se riktvärden för dessa, se Tabell 9.

Det buller som uppkommer via Hammarby fabriksväg av de 35 uttransporter per dygn som orsakas av byggande av tunnelbanan bedöms inte orsaka någon större förändring av ljudmiljön. Under nattetid sker några få bullrande moment på etableringsytan. Påverkan på ljudmiljön nattetid bedöms bli liten eller helt utebli.

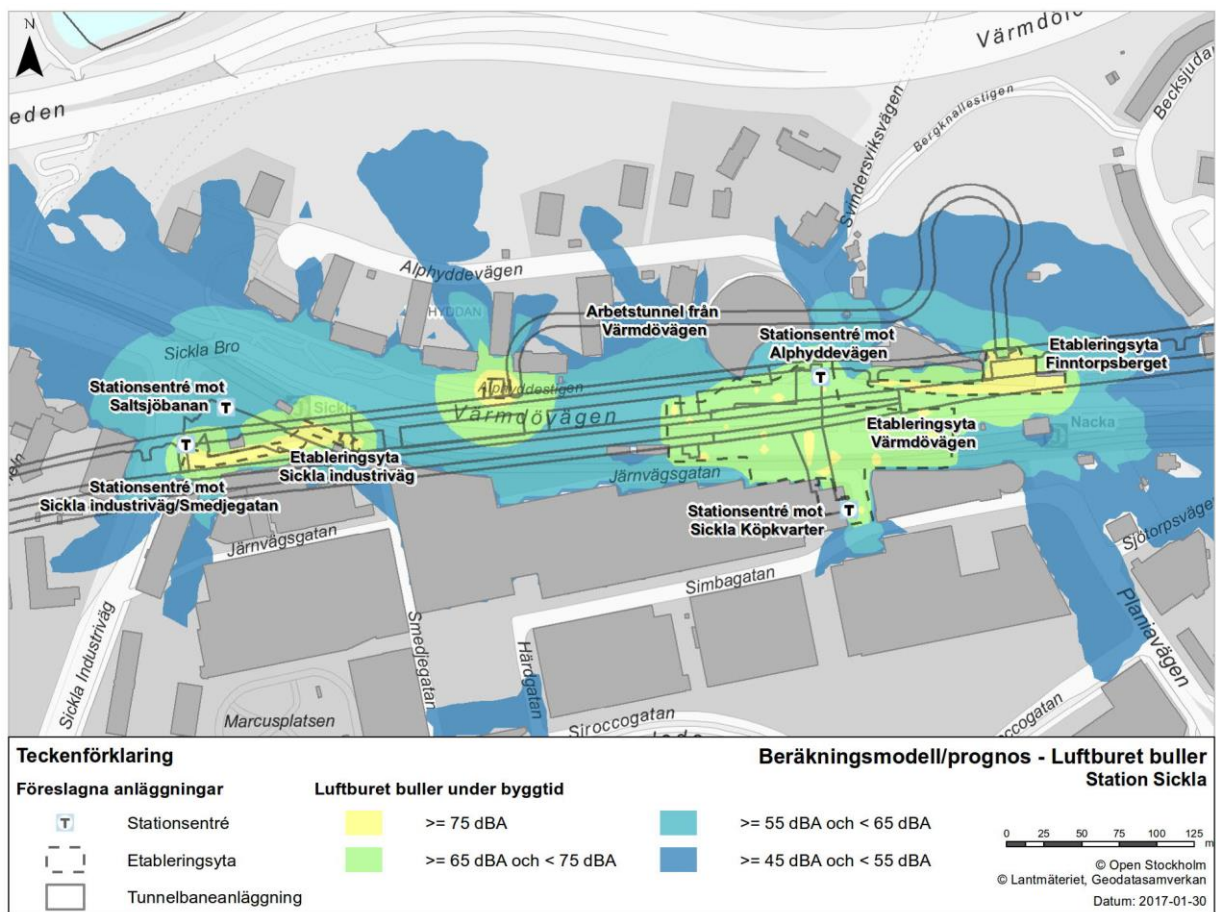
8.1.4.3.4 Station Sickla

Byggande av stationsuppgångarna och arbetstunneln vid station Sickla innebär borrhning och sprängning av arbetstunnel och stationsuppgångar samt spontning och eventuell pålning. Sprängning ger höga bullernivåer, men mycket kortvarigt. Borrhning, pålning och spontning ger också höga bullernivåer och pågår under längre sammanhängande perioder. Det kan periodvis ge besvärande störningar för de som bor eller arbetar nära. Figur 44 och Figur 45 visar det område inom vilket luftburet buller som orsakas av byggandet av tunnelbanan kan upplevas periodvis under dag- och kvällstid.

Befintliga bullernivåer i området uppgår ungefär till 65 dB(A) intill Värmdövägen och andra trafikleder.



Figur 44. Inomhusbuller till följd av luftljud från byggandet av station Sickla. Beräkningarna är ekvivalenta nivåer. För att se riktvärden för dessa, se Tabell 9.

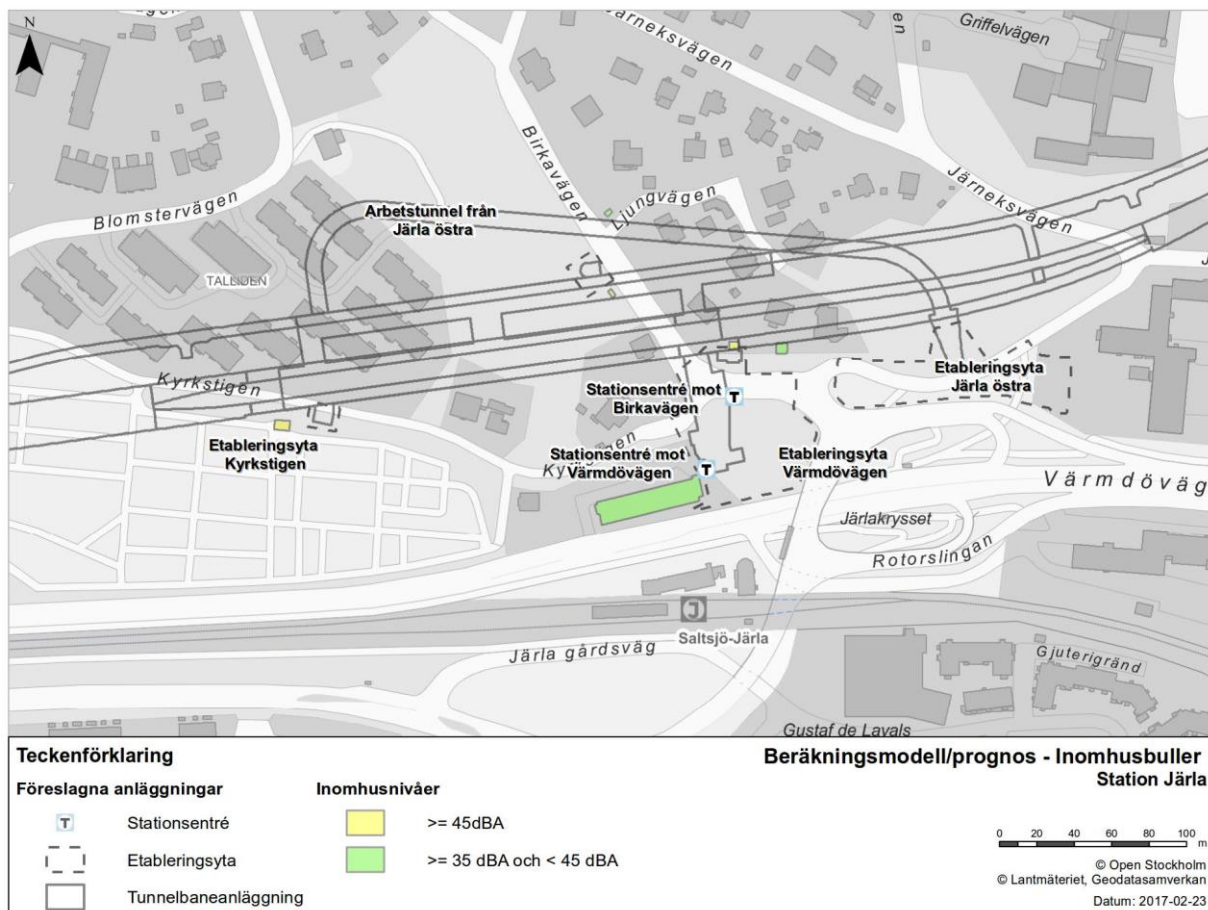


Figur 45. Luftburet buller från byggandet av station Sickla. Beräkningarna är ekvivalenta nivåer. För att se riktvärden för dessa, se Tabell 9.

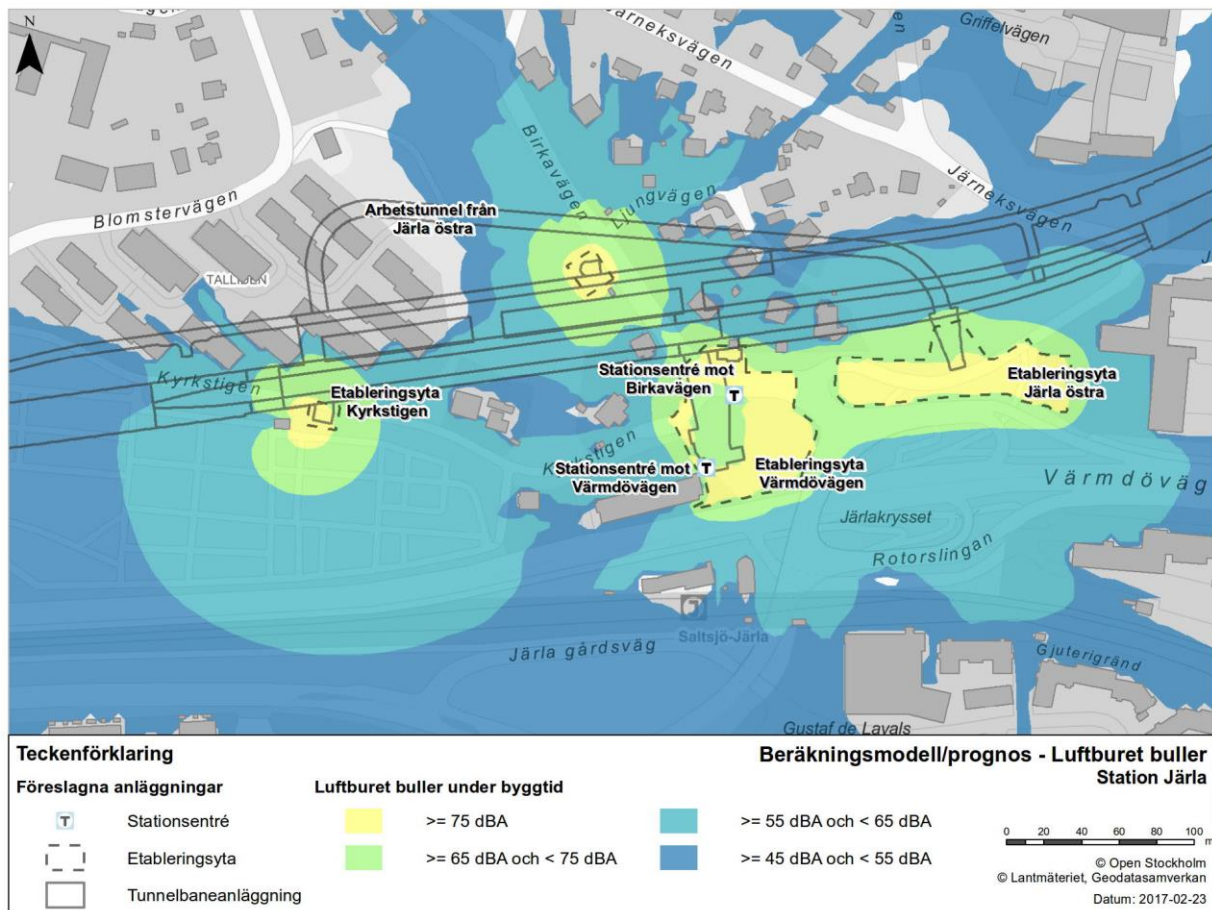
Nattetid sker några få bullrande moment som exempelvis transporter av massor via arbetstunneln. Det buller som uppkommer av de 30 uttransporter per dygn som orsakas av byggande av tunnelbanan bedöms inte orsaka någon större förändring av ljudmiljön. Påverkan på ljudmiljön nattetid bedöms bli liten eller helt utebli.

8.1.4.3.5 Station Järla

Byggande av stationsuppgången och arbetstunneln vid station Järla innebär borrar och sprängning av arbetstunnel och stationsuppgångar samt eventuellt spontning och pålning. Sprängning ger höga bullernivåer, men mycket kortvarigt. Borrar, pålning och spontning ger också höga bullernivåer, och pågår under lite längre sammanhängande perioder. Det kan periodvis ge besvärande störningar för de som bor eller arbetar nära. Figur 46 och Figur 47 visar det område inom vilket luftburet buller som orsakas av byggandet av tunnelbanan kan upplevas periodvis under dag- och kvällstid. Befintliga bullernivåer i närheten av Värmdövägen är idag ungefär mellan 55 och 65 dB(A).



Figur 46. Inomhusbuller till följd av luftljud från byggandet av station Järla. Beräkningarna är ekvivalenta nivåer. För att se riktvärden för dessa, se Tabell 9.

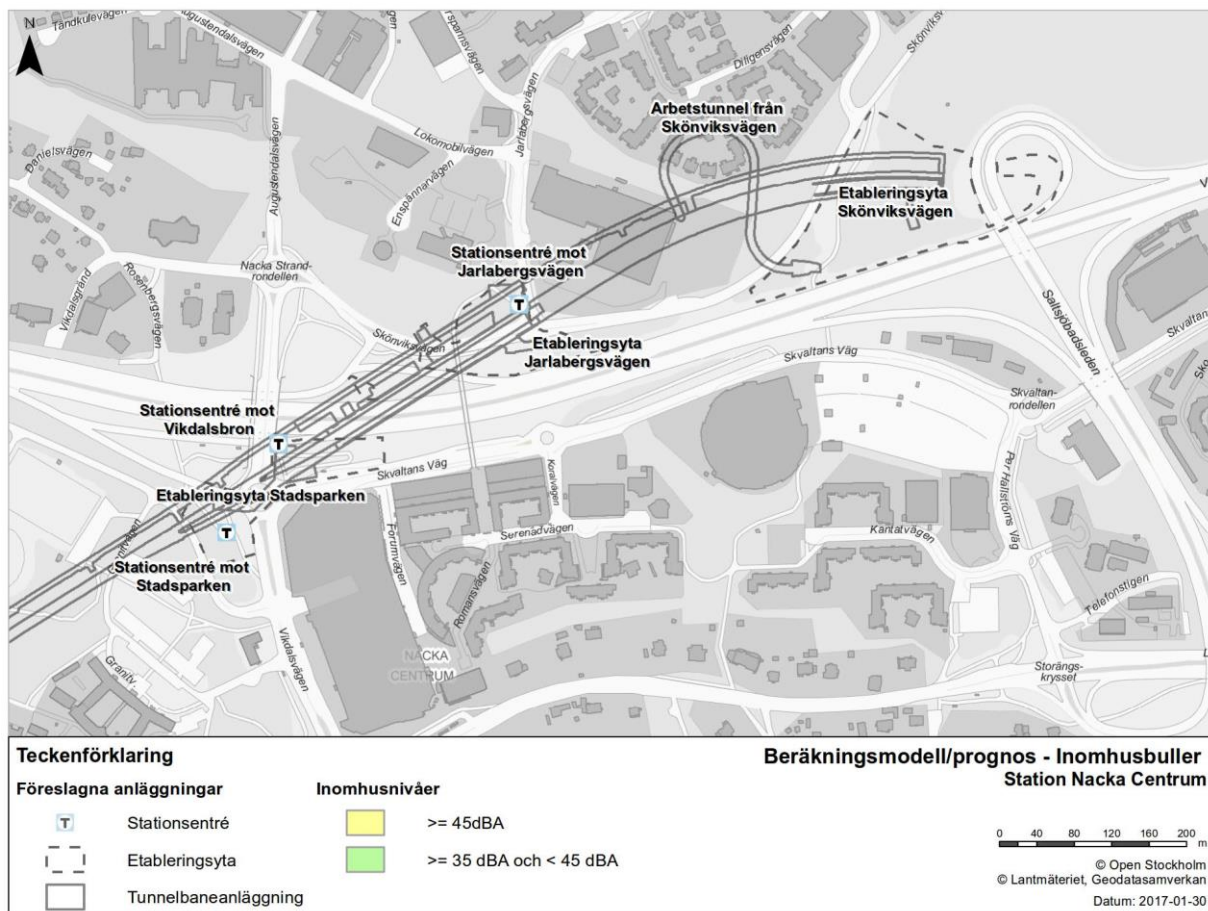


Figur 47. Luftburet buller från byggandet av station Järla. Beräkningarna är ekvivalenta nivåer. För att se riktvärden för dessa, se Tabell 9.

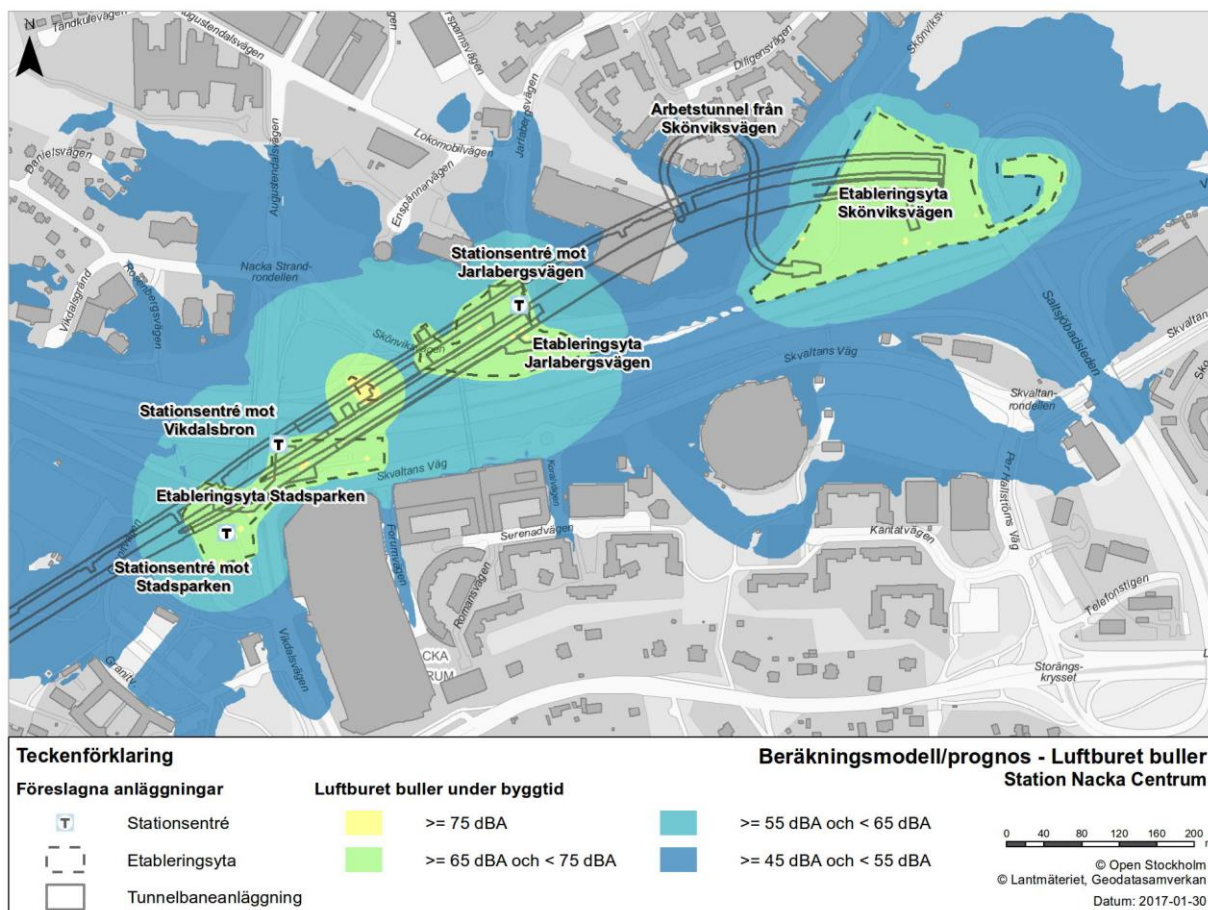
Nattetid sker några få bullrande moment som exempelvis transporter av massor via arbetstunneln. Det buller som uppkommer av de cirka 30 uttransporter per dygn bedöms inte att ge någon större förändring av ljudmiljön. Påverkan på ljudmiljön nattetid bedöms bli liten eller helt utebli.

8.1.4.3.6 Station Nacka Centrum

Byggande av stationsuppgångarna och arbetstunneln vid station Nacka Centrum innebär borrning och sprängning av arbetstunnel och stationsuppgångar. Även spontning och pålning kommer att förekomma under byggtiden. Sprängning ger höga bullernivåer, men mycket kortvarigt. Borrning, spontning och pålning ger också höga bullernivåer, och pågår under längre sammanhängande perioder. Det kan periodvis ge besvärande störningar för de som bor eller arbetar nära. Se Figur 48 och Figur 49 för beräknad ljudutbredning. Platsen är redan idag påtagligt bullerstörd av trafikbuller från väg 222 med befintliga bullernivåer på ungefär 65 dB(A). Beräkningar av inomhusbuller till följd av luftljud från byggandet av station Nacka Centrum visar att inga byggnader kommer över gränsen för 35 dB(A), vilket är kriteriet för att ritas ut på kartan.



Figur 48. Inomhusbuller till följd av luftljud från byggandet av station Nacka Centrum. Beräkningarna är ekvivalenta nivåer. För att se riktvärden för dessa, se Tabell 9.

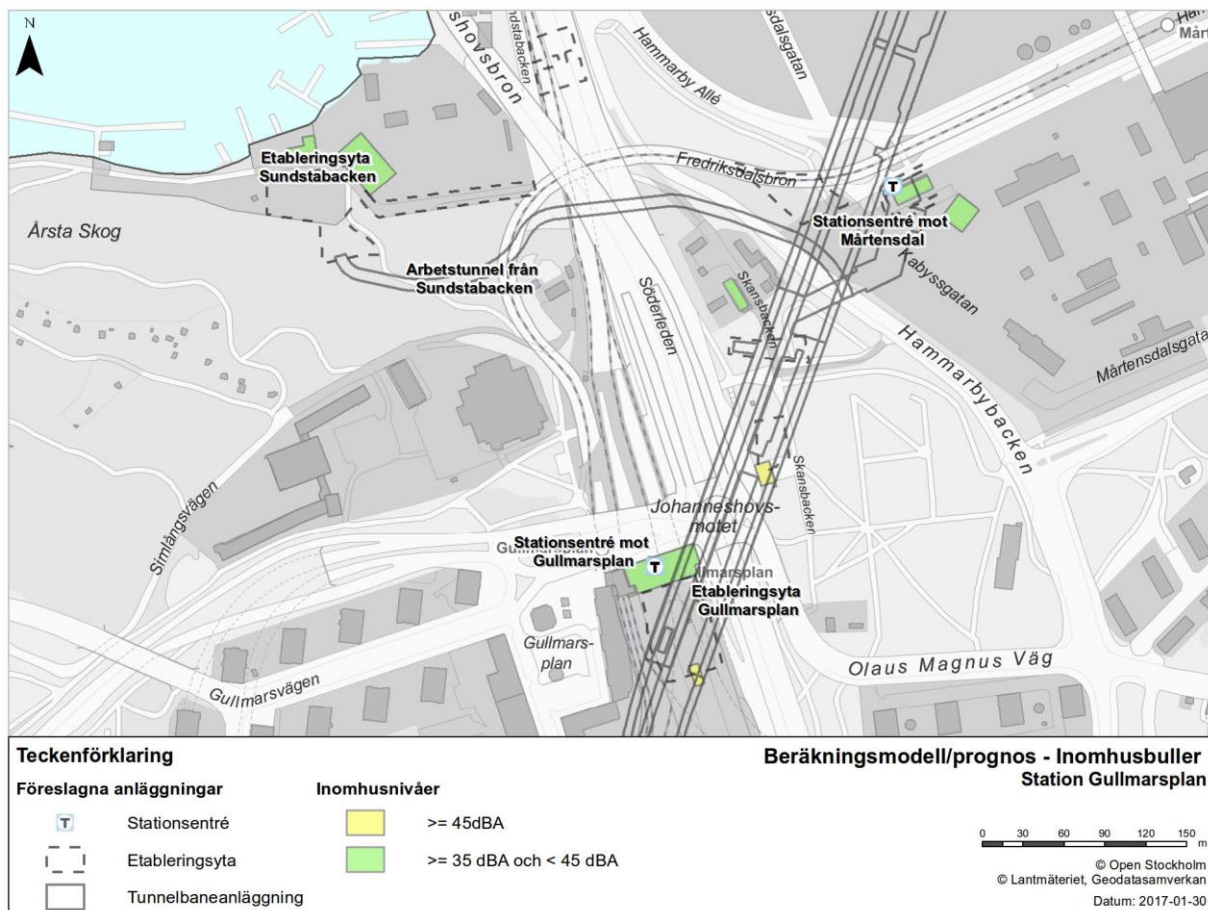


Figur 49. Luftburet buller från byggandet av station Nacka Centrum. Beräkningarna är ekvivalenta nivåer. För att se riktvärden för dessa, se Tabell 9.

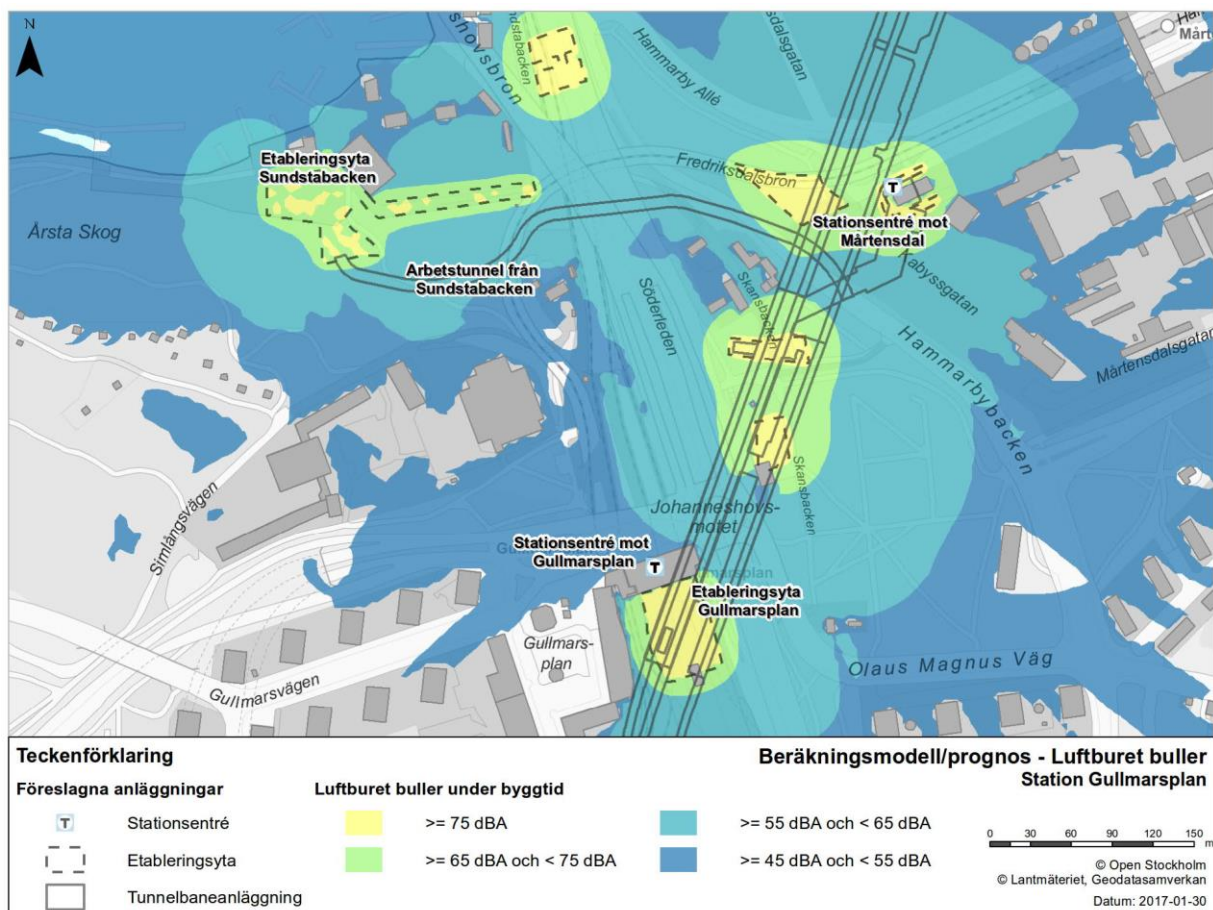
Det buller som uppkommer av de 35 uttransporter per dygn som orsakas av byggande av tunnelbanan bedöms inte orsaka någon större förändring av ljudmiljön. Under nattetid sker några få bullrande moment i och med transport via arbetstunneln mot väg 222. Påverkan på ljudmiljön nattetid bedöms bli liten eller helt utebli.

8.1.4.3.7 Station Gullmarsplan

Byggande av stationsuppgångarna och arbetstunneln vid station Gullmarsplan innebär borrning, sprängning, pålning och spontning. Sprängning ger höga bullernivåer, men mycket kortvarigt. Borrning, spontning och pålning ger också höga bullernivåer, och pågår under lite längre sammanhängande perioder. Det kan periodvis ge besvärande störningar för de som bor eller arbetar nära. Figur 50 och Figur 51 visar det område inom vilket luftburet buller som orsakas av byggandet av tunnelbanan och som kan upplevas periodvis under dag- och kvällstid. Området kring Gullmarsplan är idag påverkat av höga bullernivåer från trafikleder, bland annat vid Nynäsvägen där befintliga bullernivåer når över 65 dB(A).



Figur 50. Inomhusbuller till följd av luftljud från byggandet av station Gullmarsplan. Beräkningarna är ekvivalenta nivåer. För att se riktvärden för dessa, se Tabell 9.

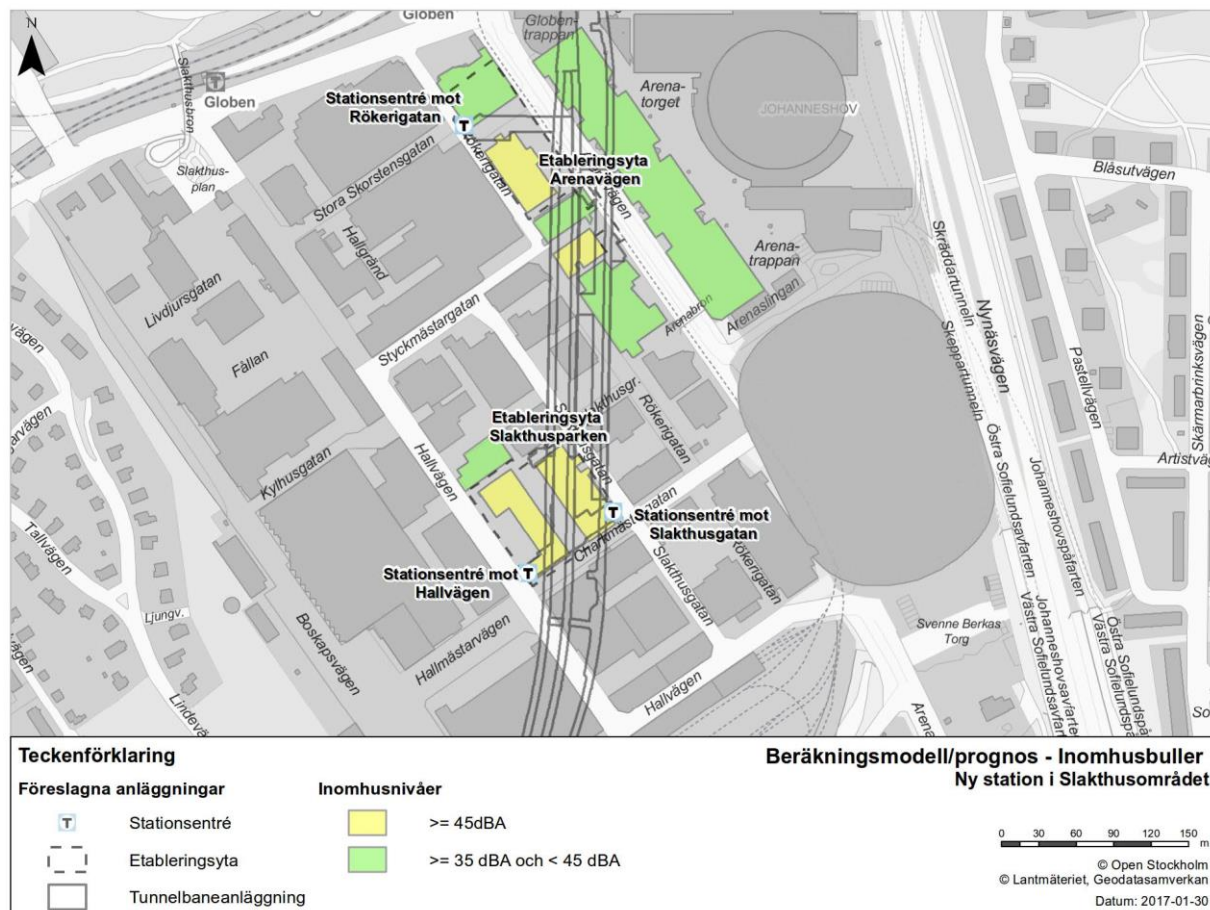


Figur 51. Luftburet buller från byggandet av station Gullmarsplan. Beräkningarna är ekvivalenta nivåer. För att se riktvärden för dessa, se Tabell 9.

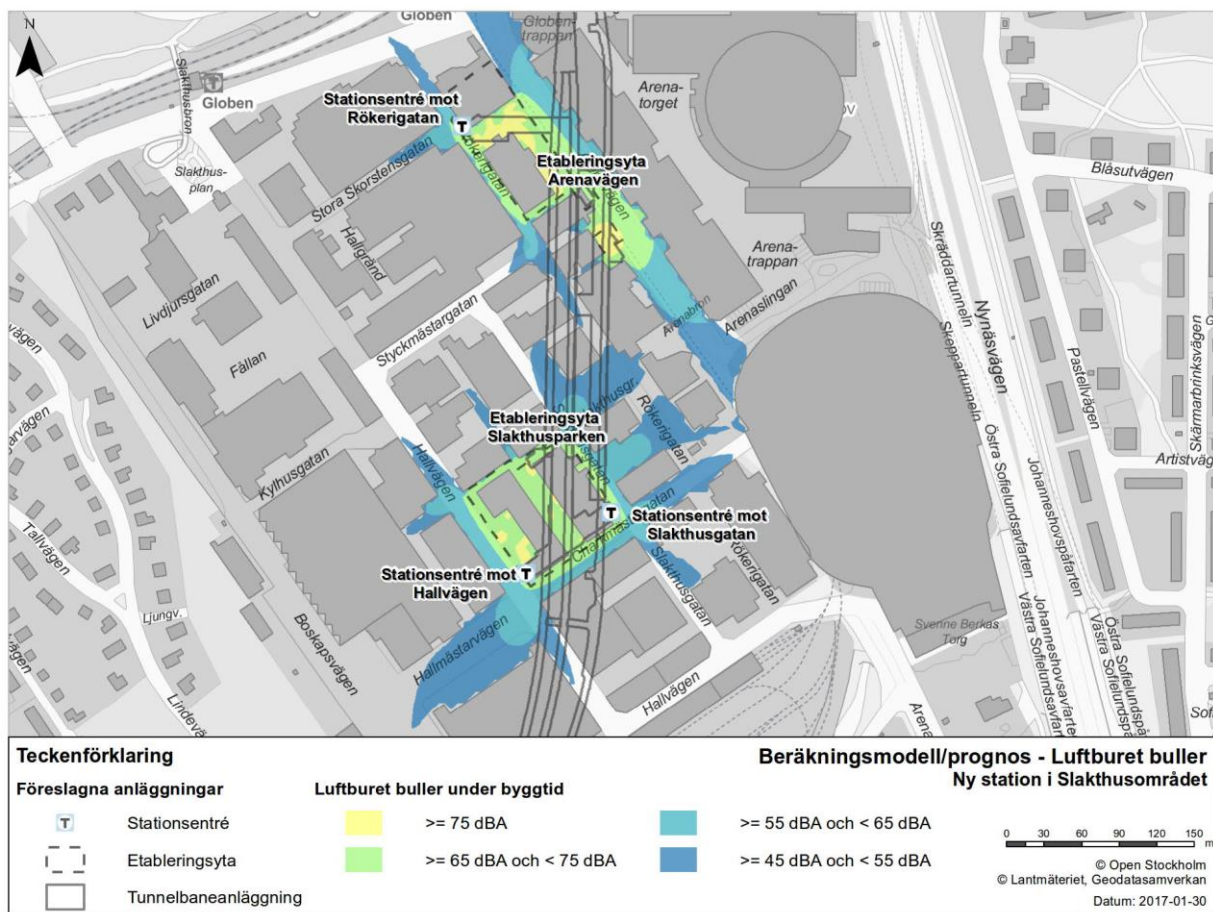
Transporterna från arbetstunnelmynningen kommer att gå via Sundstabacken, direkt till redan bullerstörda miljöer längs trafikerade trafikleder. Det buller som uppkommer av de cirka 35 uttransporterna per dygn bedöms inte orsaka någon större förändring av ljudmiljön. Nattetid sker några få bullrande moment, såsom exempelvis transporter av massor från arbetstunneln. Påverkan på den befintliga ljudmiljön nattetid bedöms bli liten eller helt utebli.

8.1.4.3.8 Ny station i Slakthusområdet

Byggande av stationsuppgångarna inom Slakthusområdet innebär borrarbete och sprängning av stationsuppgångar samt spantning och pålning. Sprängning ger höga bullernivåer, men mycket kortvarigt. Borrarbete, spantning och pålning ger också höga bullernivåer, och pågår under längre sammanhängande perioder. Det kan periodvis ge besvärande störningar för de som bor eller arbetar nära. Figur 52 och Figur 53 visar det område inom vilket luftburet buller som orsakas av byggandet av tunnelbanan kan upplevas periodvis under dag- och kvällstid. Befintliga bullernivåer i området kring planerad station är ungefär mellan 45 och 55 dB(A). Vid de större vägarna uppgår nivåerna till 65 dB(A).



Figur 52. Inomhusbuller till följd av luftljud från byggandet av ny station i Slakthusområdet. Beräkningarna är ekvivalenta nivåer. För att se riktvärden för dessa, se Tabell 9.

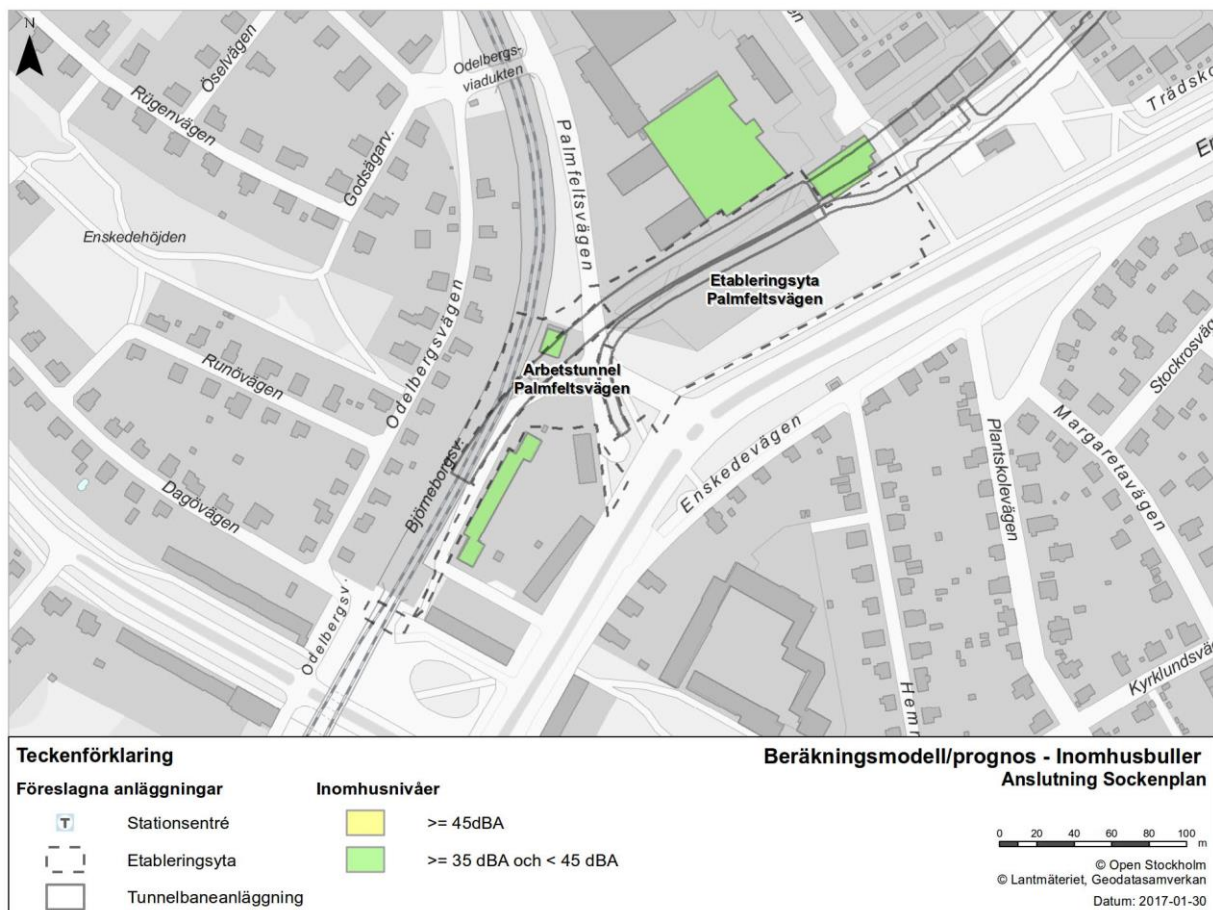


Figur 53. Luftburet buller från byggandet av ny station i Slakthusområdet. Beräkningarna är ekvivalenta nivåer. För att se riktvärden för dessa, se Tabell 9.

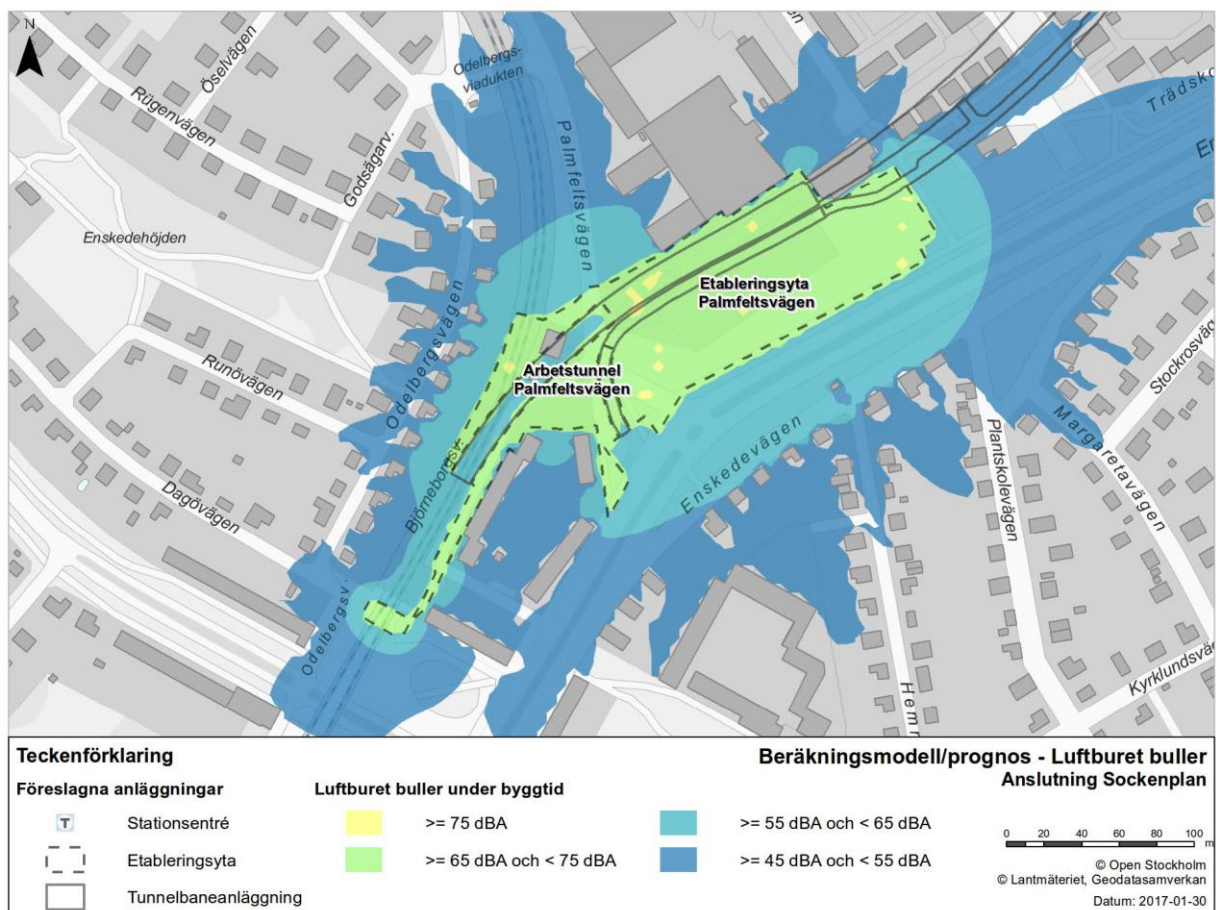
Nattetid sker inga bullrande moment på etableringsytorna, utöver eventuell ventilation från stationsuppgången. Det finns inte heller några boende i området idag som kan störas av nattbuller.

8.1.4.3.9 Anslutning Sockenplan

Byggande av tunnelbanetunnlarna vid Sockenplan innebär borrar, pålning och sprängning samt spontning för att bygga ett tråg för övergången mellan spår under och ovan jord. Sprängning ger höga bullernivåer, men mycket kortvarigt. Borrar, pålning och spontning ger också höga bullernivåer och pågår under längre sammanhängande perioder. Det kan periodvis ge besvärande störningar för de som bor eller arbetar nära. Figur 54 och Figur 55 visar det område inom vilket luftburet buller som orsakas av byggandet av tunnelbanan kan upplevas periodvis under dag- och kvällstid. Befintliga bullernivåer kring Sockenplan är vid de större vägarna mellan ungefär 55 och 65 dB(A). I närheten av dessa är bullernivåerna mellan 45 och 55 dB(A).



Figur 54. Inomhusbuller till följd av luftljud från byggandet av anslutning Sockenplan. Beräkningarna är ekvivalenta nivåer. För att se riktvärden för dessa, se Tabell 9.



Figur 55. Luftburet buller från byggandet av anslutning Sockenplan. Beräkningarna är ekvivalenta nivåer. För att se riktvärden för dessa, se Tabell 9.

Transporterna från arbetstunnelmynningen kommer att gå mer eller mindre direkt ut på Enskedevägen som är en trafikerad och bullerstörd miljö redan idag. Nattetid sker några få bullrande moment som exempelvis transporter av massor från arbetstunneln på etableringsytan. Det buller som uppkommer av de 30 uttransporter per dygn bedöms inte att orsaka någon större förändring av ljudmiljön. Påverkan på ljudmiljön nattetid bedöms bli liten eller helt utebli.

8.1.5 Stomljud

Stomljud uppstår vid byggande i berg framför allt då man borrar i berget för att skapa borrhål för sprängsalvor, bergförstärkning med bultar och injektering. Andra arbeten som alstrar stomljud är drivning av vertikala ventilations- och brandgasschakt samt skrotning (bergrensning) av bergväggar och tak. Påverkan blir störst då avståndet till byggnaderna är som minst, vilket normalt är vid påslaget till arbetstunnlar, stationsuppgångar eller vertikala schakt.

I byggnader som är grundlagda på berg eller som har pålar som vilar på berg dämpas stomljudet mindre än om grundläggningen vilar på morän eller andra jordarter. Det medför att risken för störningar är störst i byggnader som är grundlagda direkt på berg.

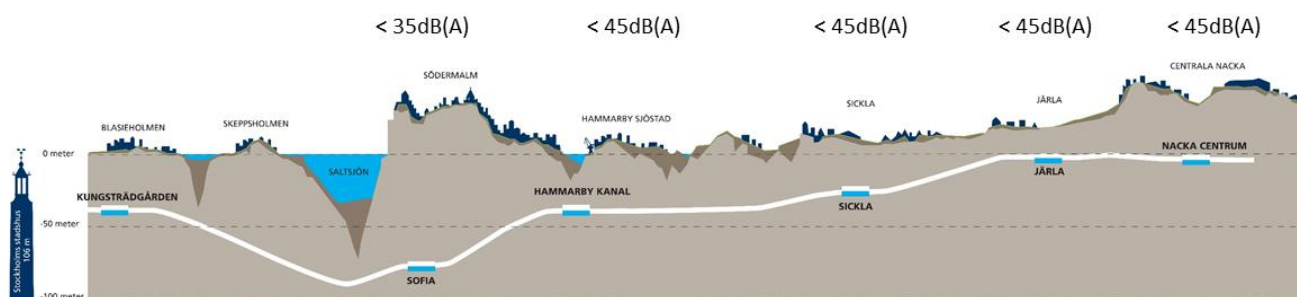
Delar av spår- och servicetunneln ligger så djupt att avståndsdämpningen medför att stomljuden inte kommer att upplevas som störande ens i byggnader som är anlagda på berg.

För byggnader grundlagda på berg förväntas stomljudsnivån bli under 45 dB(A), om avståndet från tunnelfronten till byggnaden är större än 45 meter. 45 dB(A) motsvarar Naturvårdsverkets riktvärde för stomljud helgfria vardagar (klockan 07:00 – 19:00). Om avståndet är större än 100 meter förväntas stomljudsnivån bli under 35 dB(A). 35 dB(A) motsvarar Naturvårdsverkets

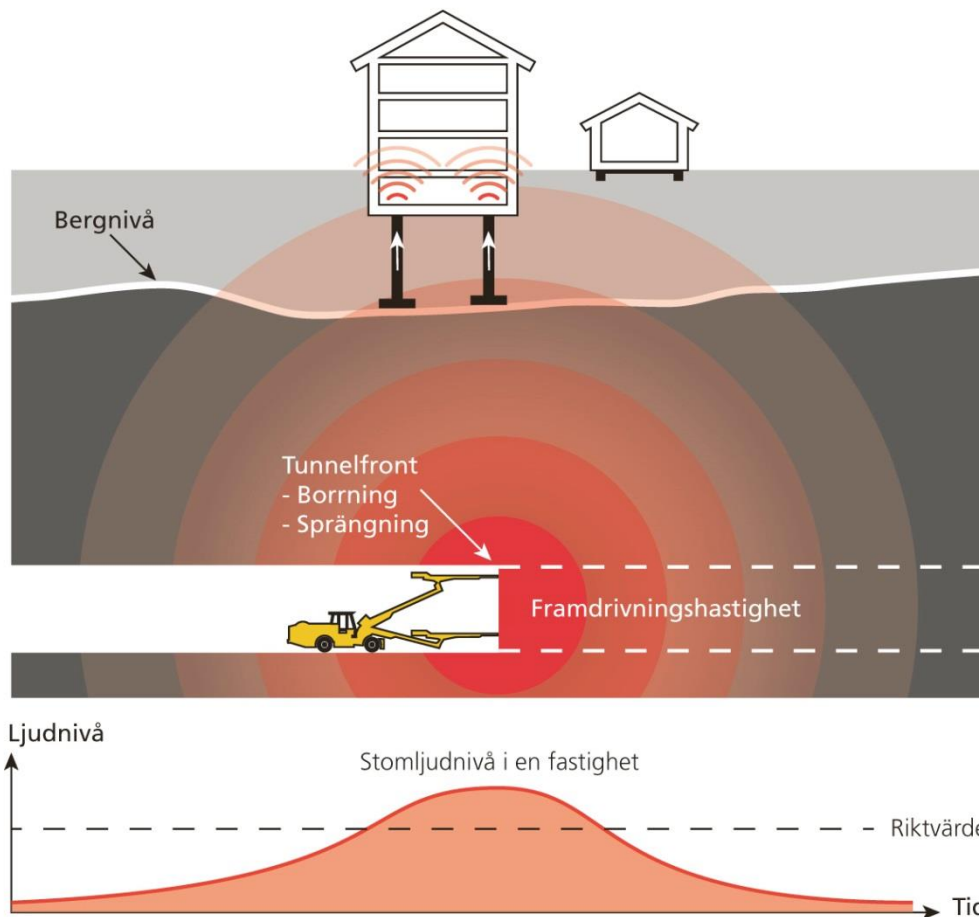
riktvärde för stomljud helgfria vardagar (klockan 19:00 – 22:00) och helger eller helgdagar (klockan 07:00 – 19:00).

Ekvivalent ljudnivå, som presenteras i Figur 56, är ett mått på medelljudnivån under en tidsperiod. Figuren är en förenklad skiss över hur djupet till tunneln påverkar det alstrade stomljudet under byggandet av spårtunneln. Stomljud från arbetstunnlar och schakter är inte med i figuren, utan presenteras stationsvis i avsnitt 8.1.5.2. I samband med anläggningsarbeten är tidsperioden en arbetscykel. Arbetscykeln kan variera i anläggningsprojekt. Det kan till exempel vara den tid det tar för att vid bergbörning göra påhugget, borra ett fem meter djupt borrhål och sedan flytta bommen med borrhammaren till påhugget för nästa borrhål.

Stomljudet kan skilja i olika delar av huset. Generellt utgår stomljuden från källarvåning/bottenplan och avtar därefter cirka 2 decibeltal per våningsplan. Stomljudet kan därför upplevas starkare på källarvåningen än vad det upplevs på våningsplan högre upp i huset, se Figur 57.

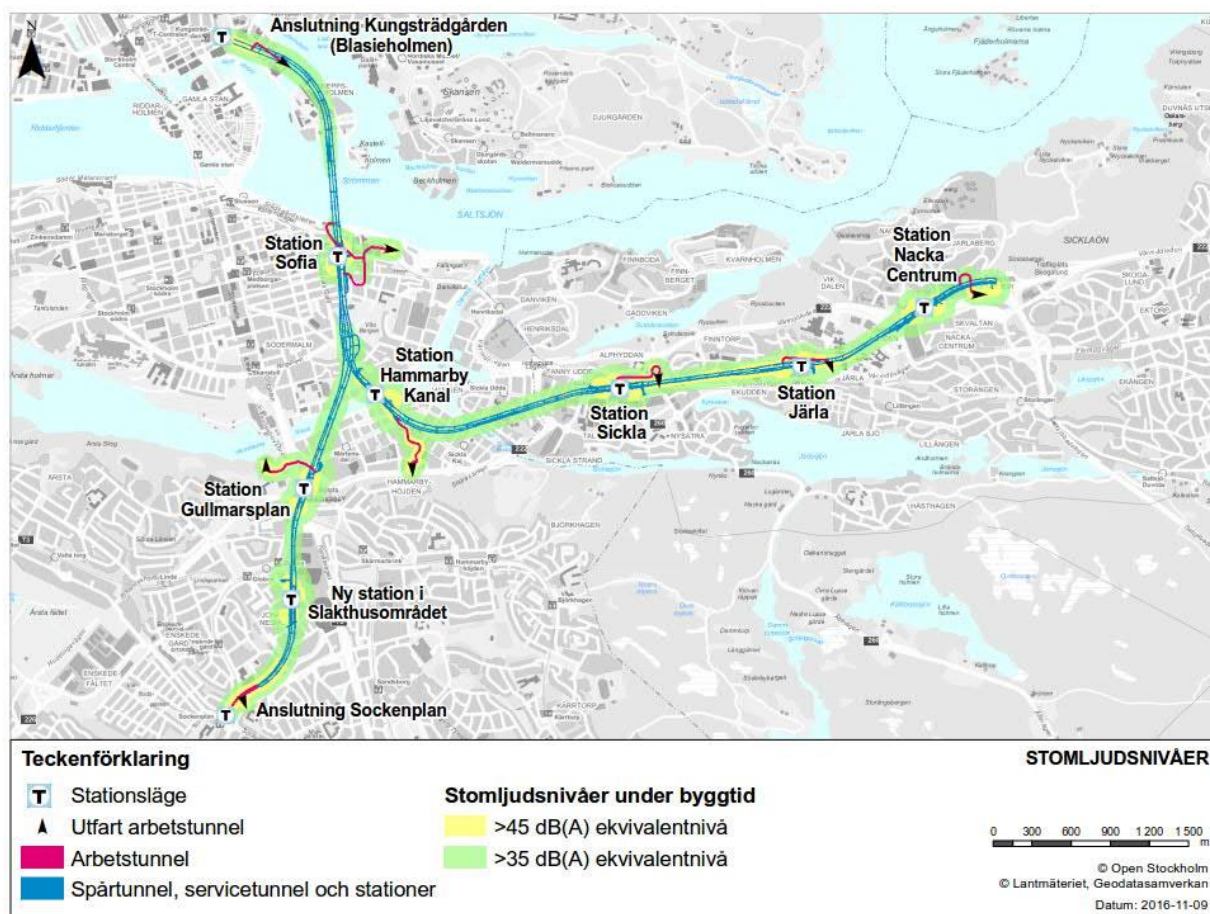


Figur 56. Exempel på hur den ekvivalenta stomljuds-nivån vid byggande av tunnel varierar med avståndet mellan tunneln och markytan. Angivna nivåer visar att risken för att uppleva stomljud ökar desto yttligare tunneln ligger.



Figur 57. Stomljudets spridning i berg och påverkan på bebyggelse på 100 meters avstånd från borrhålet till byggnadens grundläggning som har direktkontakt med berg.

Stomljuden avtar med ökande avstånd vilket innebär att påverkan är som störst då tunnelfronten är rakt under byggnaden för att sedan avta när tunnelfronten drivs bort från byggnaden. Avståndet från tunneln, inom vilken störningar på grund av stomljud kan uppkomma under någon del av byggtiden redovisas i karta i Figur 58. Där tunnlar ligger djupt syns ingen utbredning i figuren då de beräknade nivåerna blir under 35 dB(A).



Figur 58. Karta med utbredning riskområde för stomljud från spår- och arbetstunnlar vid tunneldrivning.

Framdriften för spår- och arbetstunnlarna är 5-25 meter per vecka. Det innebär att de som bor eller arbetar rakt ovanför tunneln kan uppleva stomljud först ganska lågt i cirka fem veckor, därefter starkare i cirka tio veckor för att sedan avta igen under ytterligare fem veckor. Därefter kommer stomljuden att vara små. Denna tidfördelning avser ett enskilt tunnelrör. Tidsrymden kan bli längre i de fall då man bor ovanför fler än ett tillkommande tunnelrör. Likaså gäller vid stationer, där störningar från arbeten med exempelvis schakt för uppgångar kan förekomma i perioder. I starten av arbetet då arbetena med arbetstunnlarna sker närmast markytan är påverkan som störst. Riktvärdena ger en information om vilka stomljuds nivåer som kan påverka människor som bor och arbetar nära tunnelbanebygget. Särskilda ramvillkor för vilka riktvärden för buller som ska gälla kommer att tas fram (som nämnts tidigare i avsnitt 8.1.4.2).

Stomljud och vibrationer under drifttiden hanteras närmare i järnvägsplanens miljökonsekvensbeskrivning.

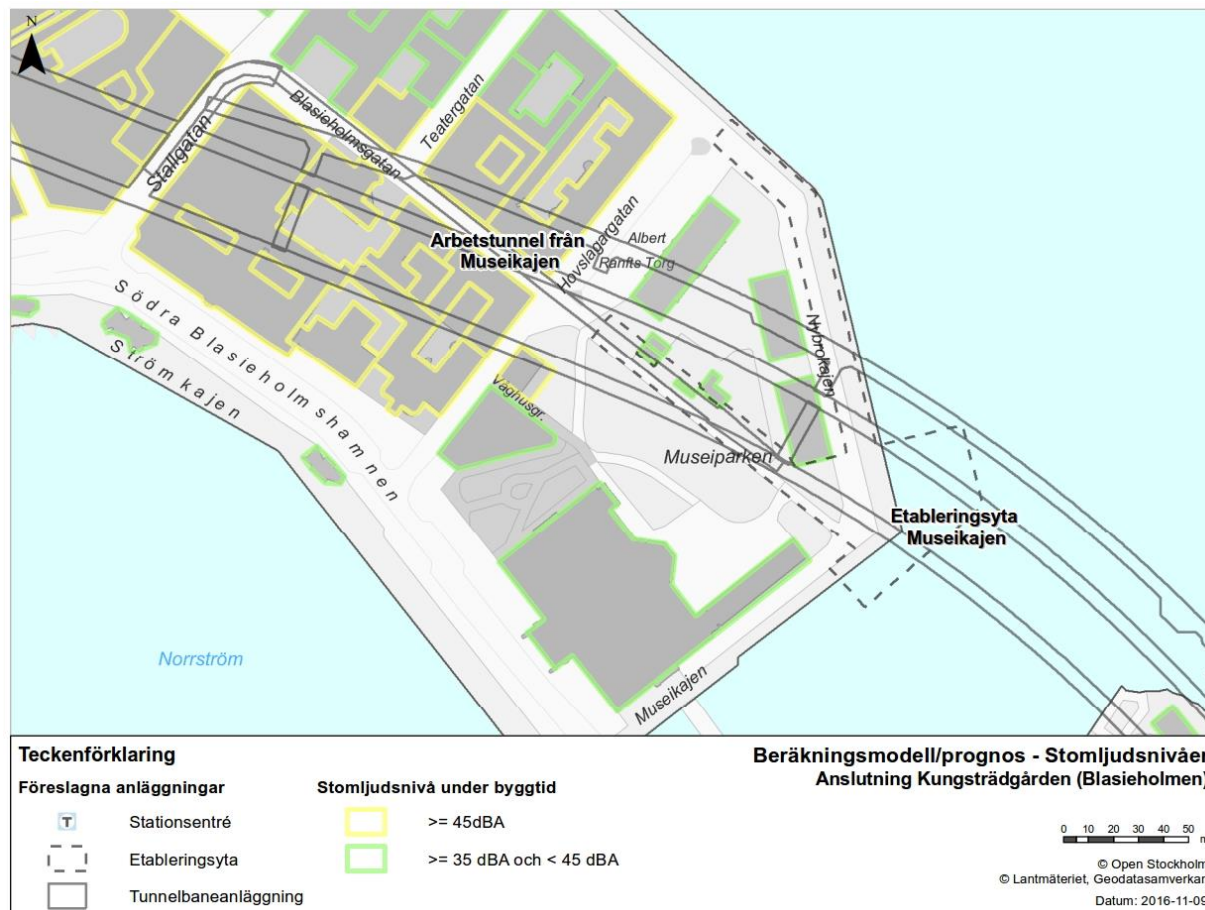
8.1.5.1 Konsekvenser nollalternativ

Tunnelbanan anläggs inte och orsakar därmed inte stomljudsstörningar. Det planeras dock andra stora undermarksanläggningar, såsom City Link och SFAR, vars anlägganden kommer att orsaka stomljudsstörningar. Nollalternativet innebär därmed små negativa konsekvenser.

8.1.5.2 Konsekvenser under byggtiden, stationsvis

8.1.5.2.1 Anslutning Kungsträdgården (Blasieholmen)

Figur 59 visar det område inom vilket stomljud som orsakas av byggandet av tunnelbanan kan upplevas periodvis under dag- och kvällstid. Vibrationer och stomljud kommer för Blasieholmen nästan enbart av vara kopplat till tunneldrivningen på nivån mellan -35 och -40.

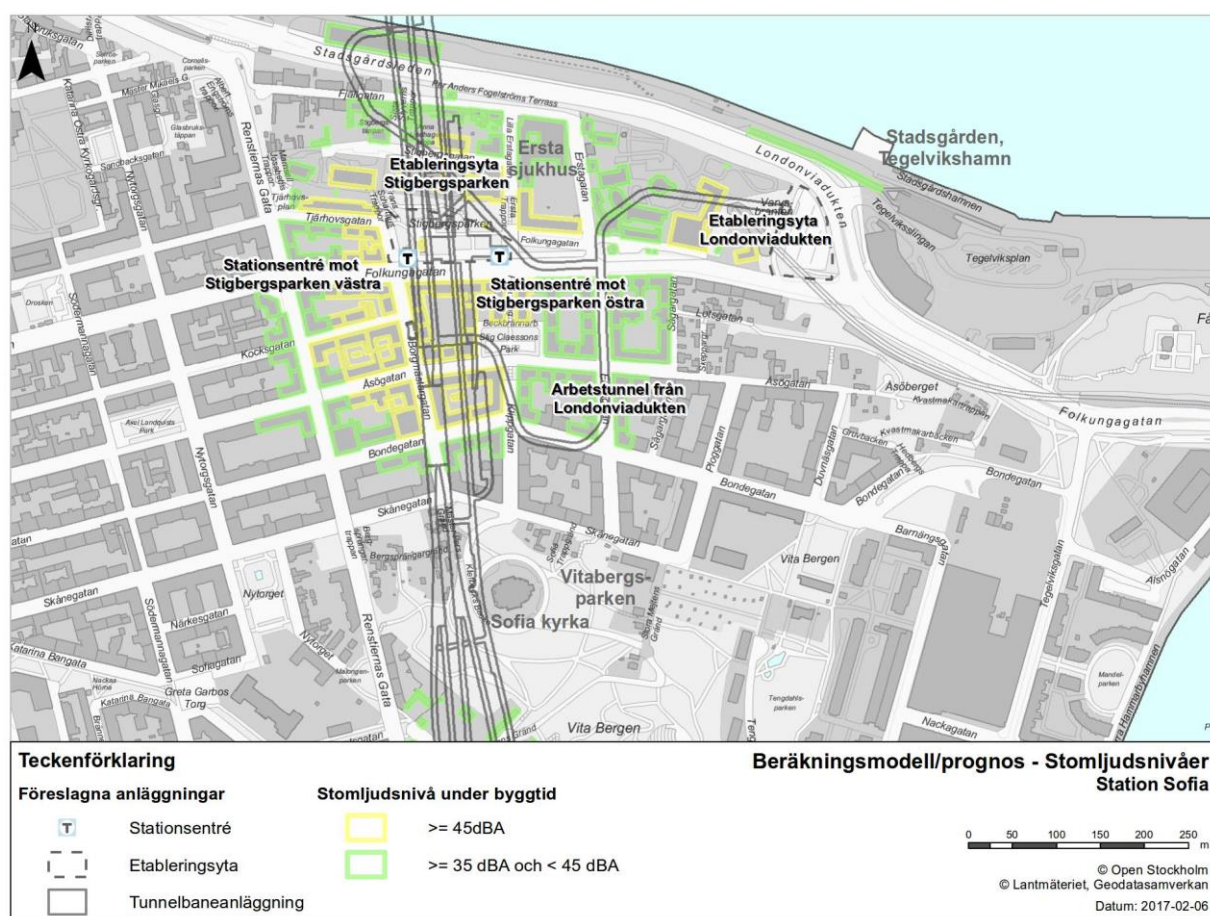


Figur 59. Stomljud från byggandet av anslutning Kungsträdgården (Blasieholmen). Beräkningarna är ekvivalenta nivåer. För att se riktvärden för dessa, se Tabell 9.

8.1.5.2.2 Station Sofia

Figur 60 visar det område inom vilket stomljud som orsakas av byggandet av tunnelbanan kan upplevas periodvis under dag- och kvällstid. Stomljud uppstår vid borrhning för att driva fram arbetstunnlar, tunnelbanans spårtunnlar och servicetunnel, men även för att tillskapa hisschaktet för stationsuppgången i Stigbergsparken. Då tunnelbanan ligger närmare 100 meter ner i berget vid station Sofia kommer stomljudet från att driva fram tunnelbanetunnlarna inte att vara märkbart vid markytan. Vid borrhning för arbetstunneln och hisschaktet kommer högre stomljudsnivåer förekomma.

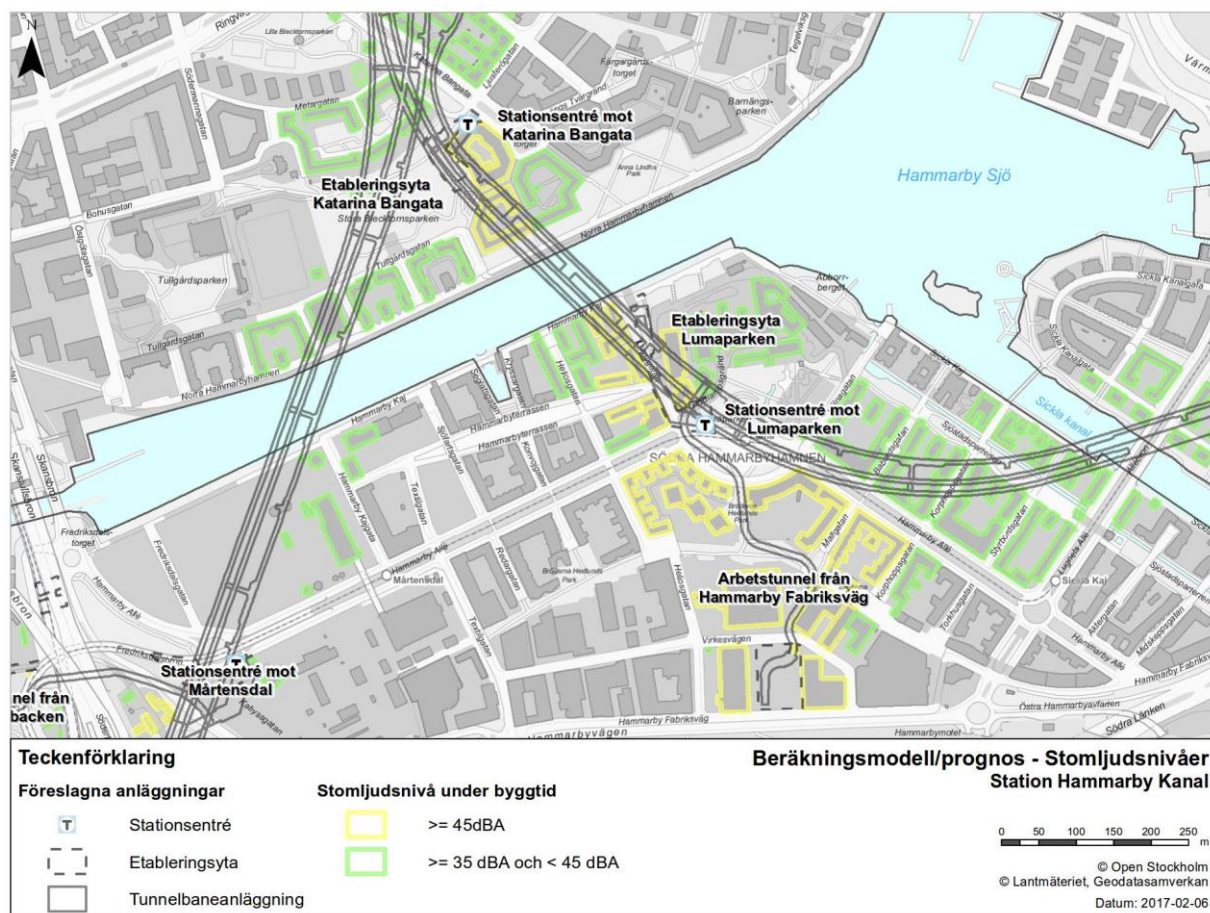
Ersta sjukhus, en verksamhet som är känslig för både stomljud och vibrationer, ligger ovanför arbetstunneln från Londonviadukten. Under projekteringen har en inledande riskanalys utförts avseende denna verksamhet. Detta kommer att utredas vidare i dialog med sjukhuset. Påverkan på sjukhusets verksamhet kommer under byggtiden att följas upp och störningsminskande åtgärder kommer att vidtas.



Figur 60. Stomljud från byggandet av station Sofia. Beräkningarna är ekvivalenta nivåer. För att se riktvärden för dessa, se Tabell 9.

8.1.5.2.3 Station Hammarby Kanal

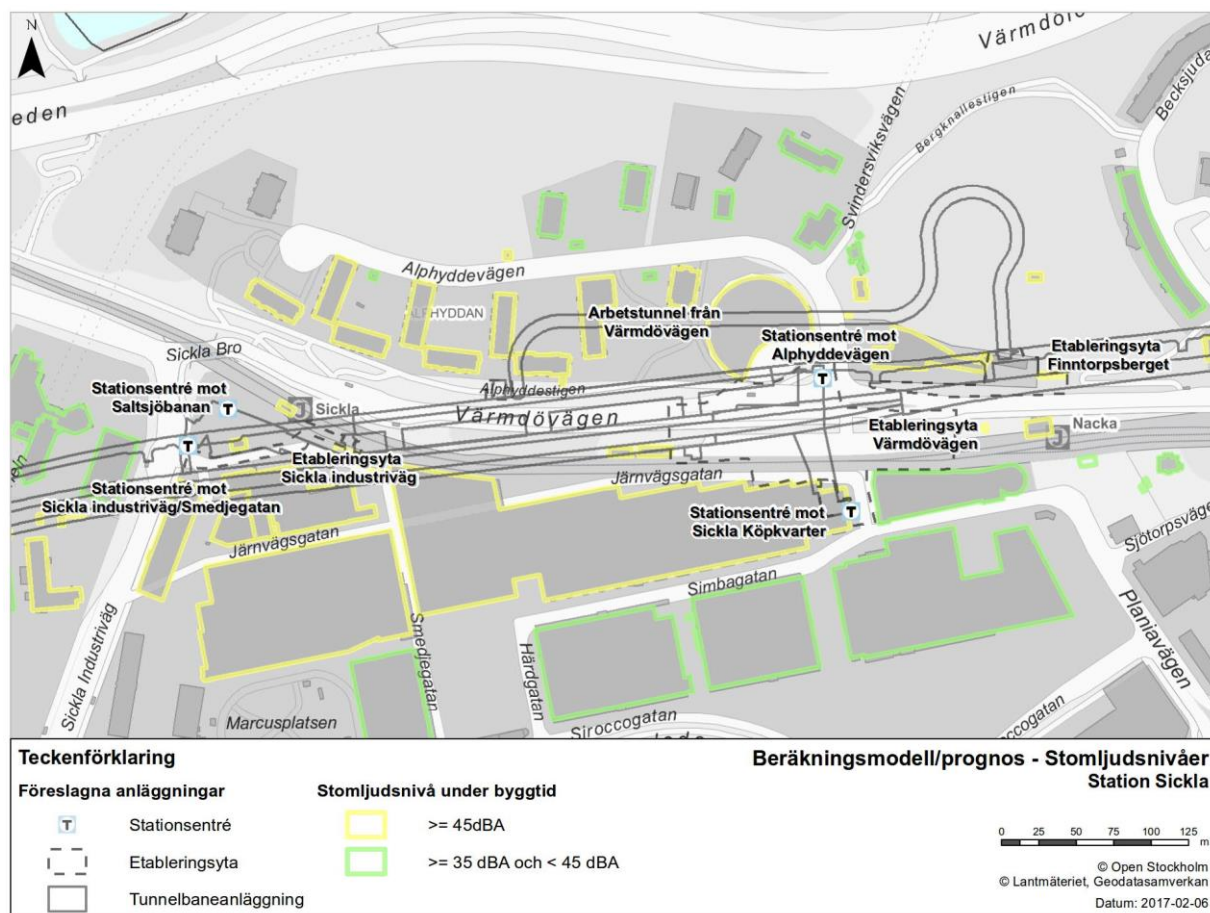
Figur 61 visar det område inom vilket stomljud som orsakas av byggandet av tunnelbanan kan upplevas periodvis under dag- och kvällstid. Stomljud uppstår vid borrhning för att driva fram arbetstunneln, tunnelbanans spårtunnlar och servicetunnel, men även för att tillskapa rulltrappschakt för stationsuppgångarna. Tunnelbanan ligger ungefär 30 meter ner i berget vid station Hammarby Kanal. Det innebär att inom 35 meter i plan från tunnelbanans sträckning kommer stomljuds nivåer att överskrida 45 dB(A) och inom 85 meter kommer stomljuds nivåerna att vara över 35 dB(A). Vid borrhning för arbetstunneln kommer högre stomljuds nivåer förekomma.



Figur 61. Stomljud från byggandet av station Hammarby Kanal. Det som visas i kartan längst ned till vänster tillhör station Gullmarsplan. Beräkningarna är ekvivalenta nivåer. För att se riktvärden för dessa, se Tabell 9.

8.1.5.2.4 Station Sickla

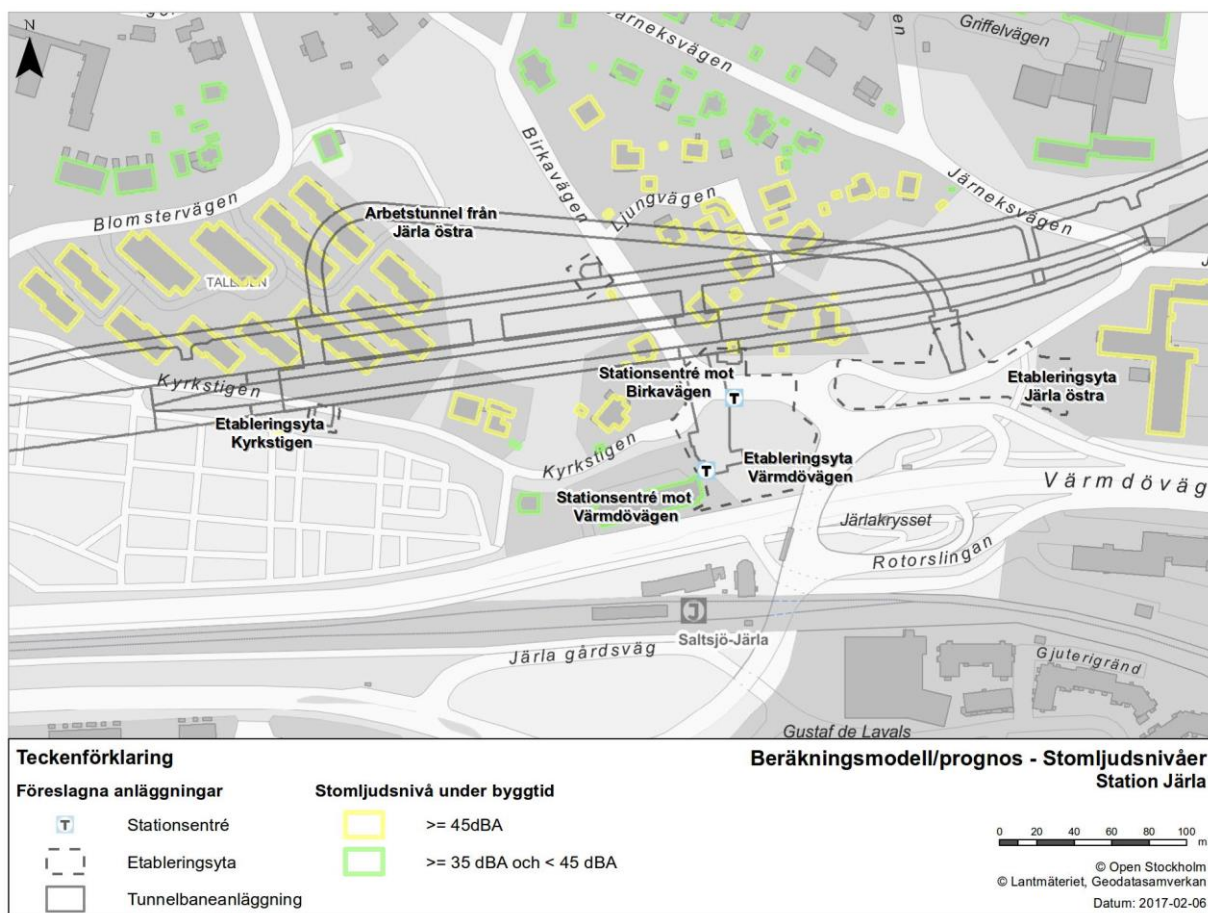
Figur 62 visar det område inom vilket stomljud som orsakas av byggandet av tunnelbanan kan upplevas periodvis under dag- och kvällstid. Stomljud uppstår vid borrhning för att driva fram arbetstunneln, tunnelbanans spårtunnlar och servicetunnel, men även för att tillskapa rulltrappschakt för stationsuppgångarna. Tunnelbanan ligger ungefär 35 meter ner i berget vid station Sickla. Det innebär att inom 30 meter i plan från tunnelbanans sträckning kommer stomljuds-nivåer att överskrida 45 dB(A) och inom 85 meter kommer stomljudsnivåer att överskrida 35 dB(A). Vid borrhning för arbetstunneln kommer högre stomljudsnivåer förekomma.



Figur 62. Stomljud från byggandet av station Sickla. Beräkningarna är ekvivalenta nivåer. För att se riktvärden för dessa, se Tabell 9.

8.1.5.2.5 Station Järla

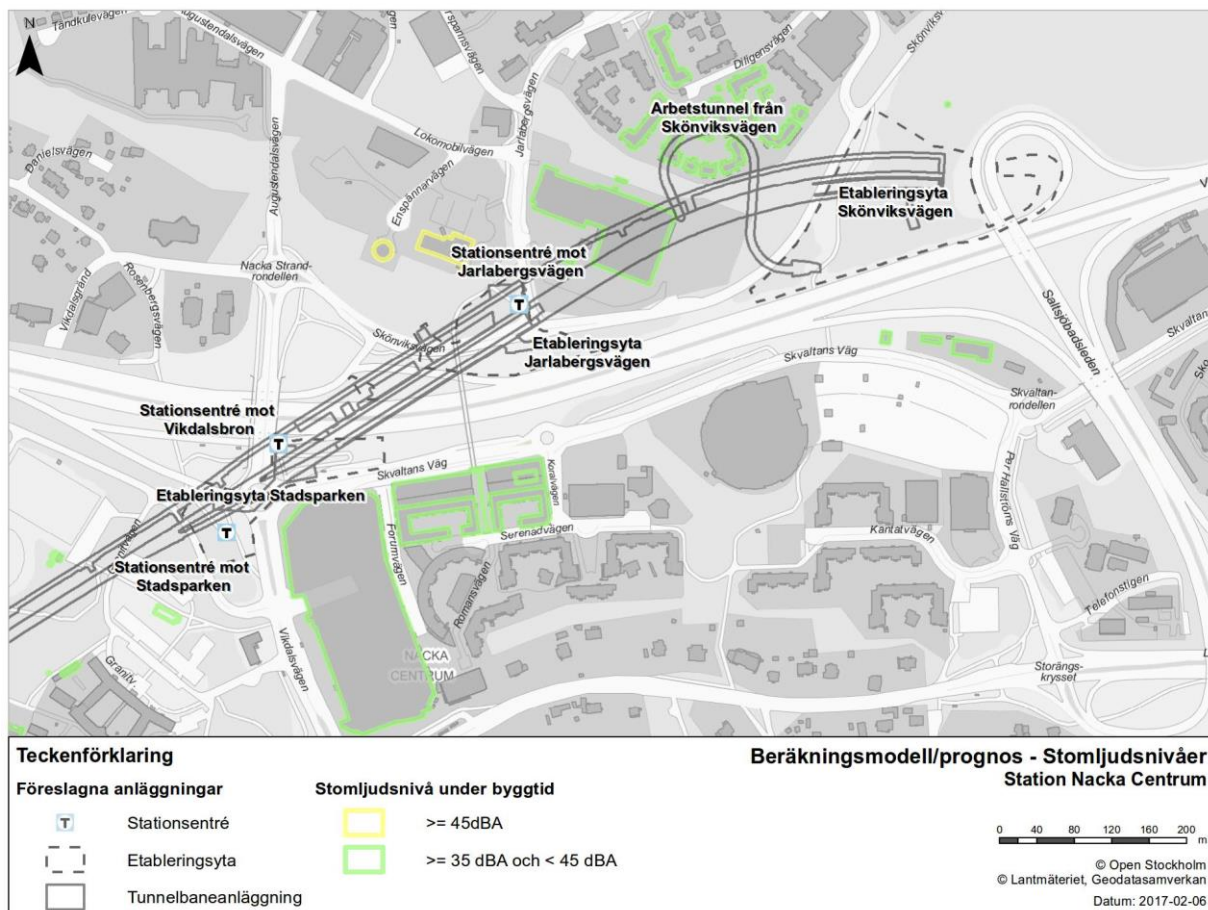
Figur 63 visar det område inom vilket stomljud som orsakas av byggandet av tunnelbanan kan upplevas periodvis under dag- och kvällstid. Stomljud uppstår vid borrhning för att driva fram arbetstunneln, tunnelbanans spårtunnlar och servicetunnel, men även för att tillskapa rulltrappschakt för stationsuppgångarna. Tunnelbanan ligger ungefär 25 meter ner i berget vid station Järla. Det innebär att inom 35 meter i plan från tunnelbanans sträckning kommer stomljudsnivåer att överskrida 45 dB(A) och inom 85 meter kommer stomljudsnivåerna att vara över 35 dB(A). Vid borrhning för arbetstunneln kommer högre stomljudsnivåer förekomma.



Figur 63. Stomljud från byggandet av station Järla. Beräkningarna är ekvivalenta nivåer. För att se riktvärden för dessa, se Tabell 9.

8.1.5.2.6 Station Nacka Centrum

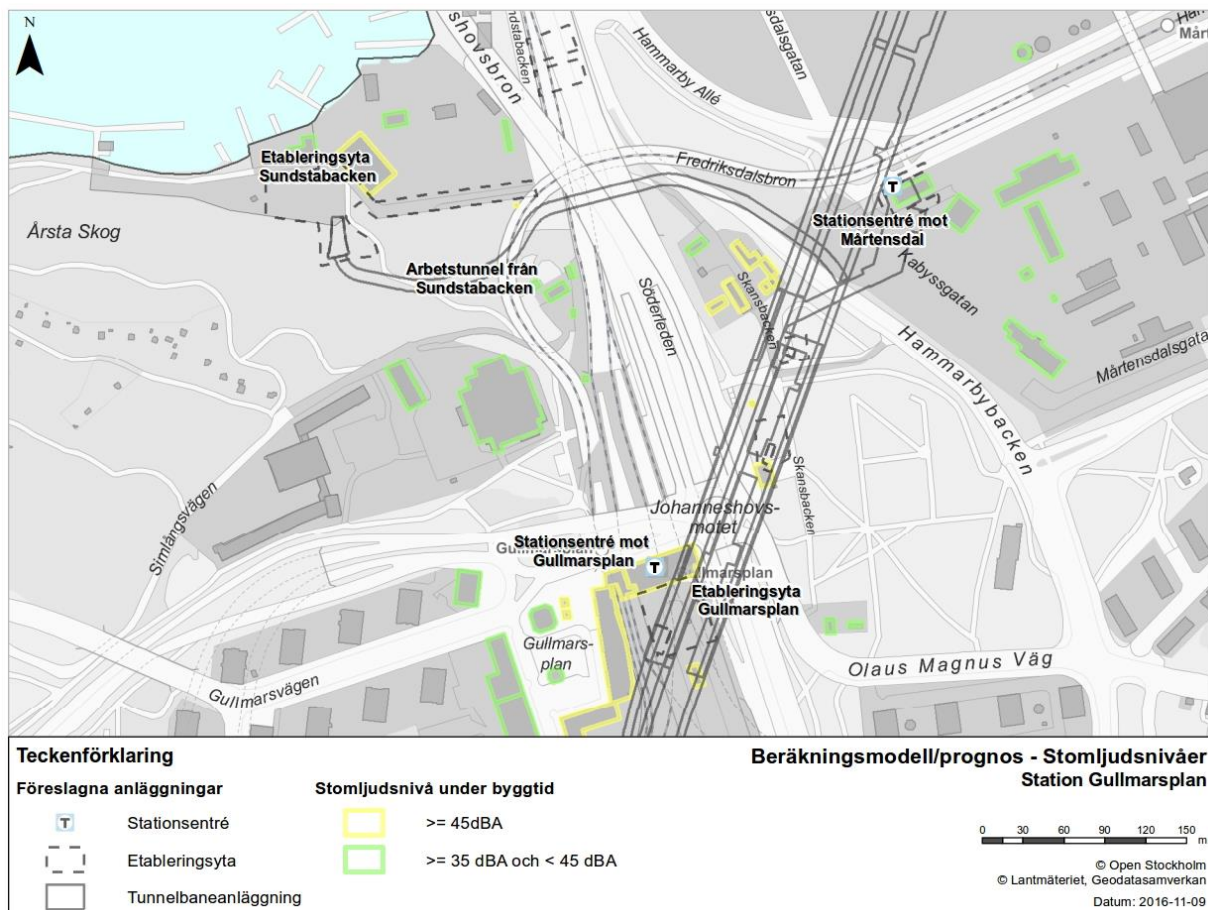
Figur 64 visar det område inom vilket stomljud som orsakas av byggandet av tunnelbanan kan upplevas periodvis under dag- och kvällstid. Stomljud uppstår vid borrhning för att driva fram arbetstunneln, tunnelbanans spårtunnlar och servicetunnel, men även för att tillskapa rulltrappschakt för södra stationsuppgången och hisschakt för norra. Tunnelbanans plattform ligger cirka 40 meter under befintlig mark. Bergtäckningen ovan planerad plattform varierar mellan cirka 20-25 meter. Det innebär att inom 40 meter i plan från tunnelbanans sträckning kommer stomljudsnivåer att överskrida 45 dB(A) och inom 90 meter kommer stomljudsnivåer att överskrida 35 dB(A). Vid borrhning för arbetstunneln kommer högre stomljudsnivåer förekomma.



Figur 64. Stomljud från byggandet av station Nacka Centrum. Beräkningarna är ekvivalenta nivåer. För att se riktvärden för dessa, se Tabell 9.

8.1.5.2.7 Station Gullmarsplan

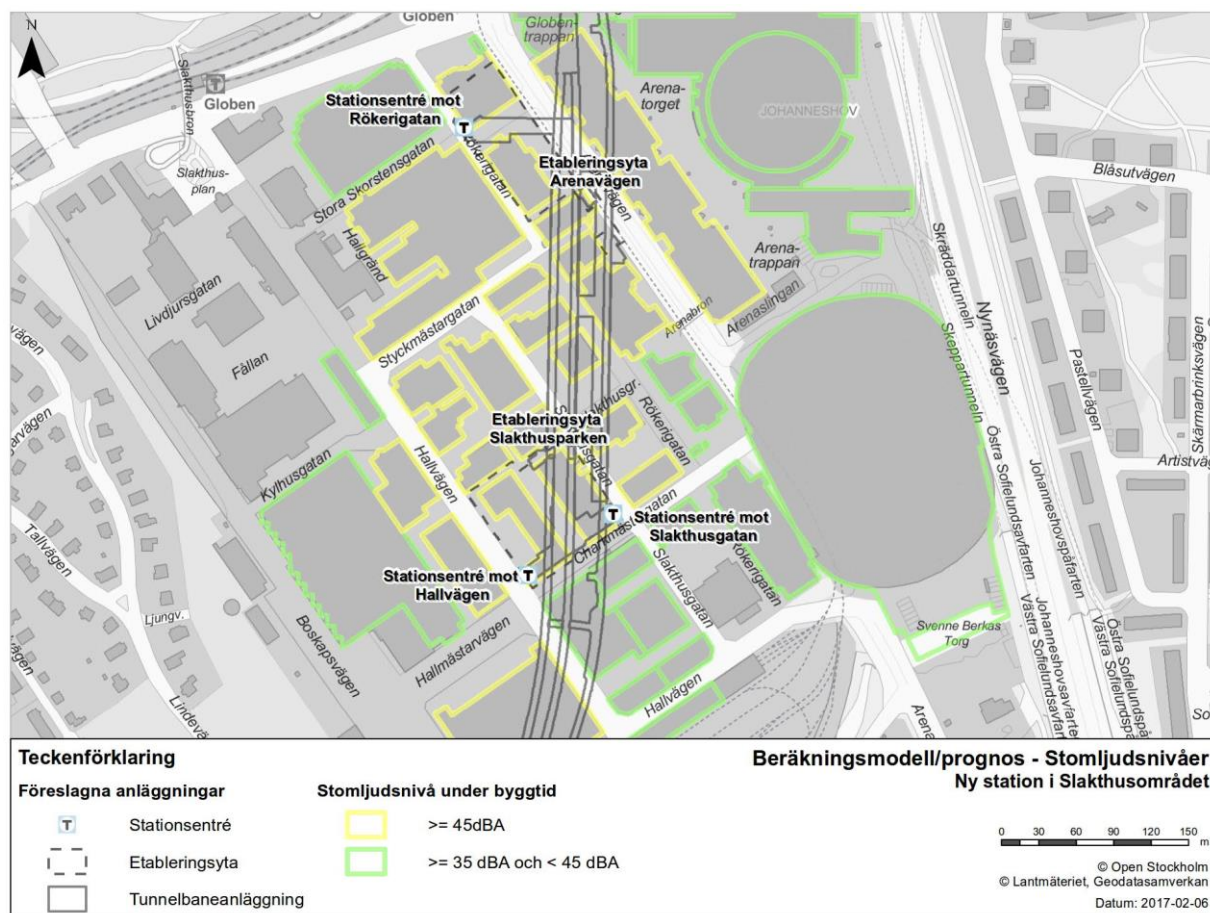
Figur 65 visar det område inom vilket stömljud som orsakas av byggandet av tunnelbanan kan upplevas periodvis under dag- och kvällstid. Stömljud uppstår vid borrhning för att driva fram arbetstunneln, tunnelbanans spårtunnlar och servicetunnel, men även för att tillskapa rulltrappschakt för den norra stationsuppgången och hisschakt för den södra. Tunnelbanan ligger ungefär 50 meter ner i berget vid station Gullmarsplan. Det innebär att endast rakt över spårtunneln kommer stömljudsnivåer över 45 dB(A) att upplevas och inom 75 meter kommer stömljudsnivåer att överskrida 35 dB(A). Vid borrhning för arbetstunneln kommer högre stömljudsnivåer förekomma.



Figur 65. Stömljud från byggandet av station Gullmarsplan. Beräkningarna är ekvivalenta nivåer. För att se riktvärden för dessa, se Tabell 9.

8.1.5.2.8 Ny station i Slakthusområdet

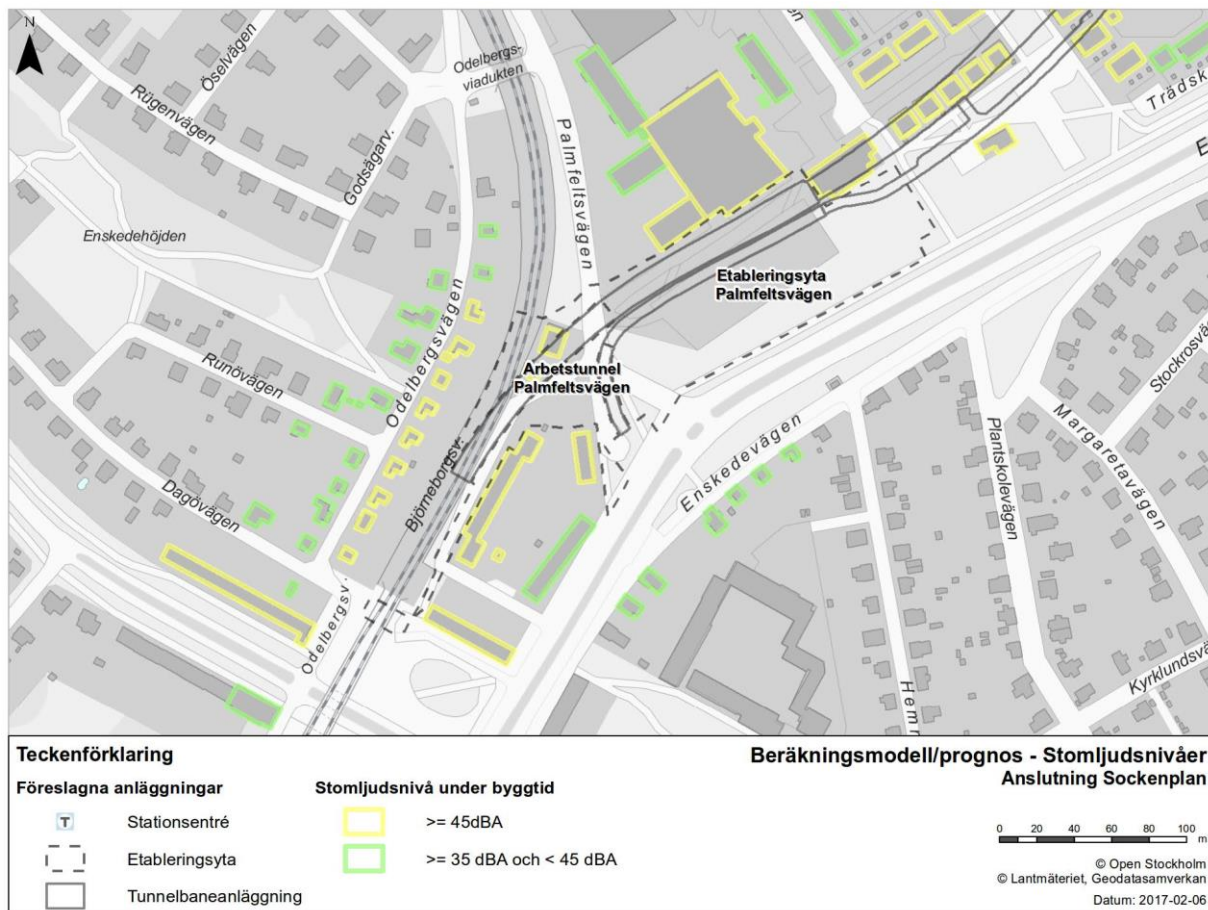
Figur 66 visar det område inom vilket stomljud som orsakas av byggandet av tunnelbanan kan upplevas periodvis under dag- och kvällstid. Stomljud uppstår vid borrhning för att driva fram tunnelbanans spår tunnlar och servicetunnel, men även för att tillskapa rulltrappsschakt för stationsuppgångarna. Tunnelbanan ligger ungefär 45 meter ner i berget vid den nya stationen i Slakthusområdet. Det innebär att inom 30 meter i plan från tunnelbanans sträckning kommer stomljuds nivåer att överskrida 45 dB (A) och inom 85 meter kommer stomljuds nivåer att överskrida 35 dB(A).



Figur 66. Stomljud från byggandet av ny station i Slakthusområdet. Beräkningarna är ekvivalenta nivåer. För att se riktvärden för dessa, se Tabell 9.

8.1.5.2.9 Anslutning Sockenplan

Figur 67 visar det område inom vilket stomljud som orsakas av byggandet av tunnelbanan kan upplevas periodvis under dag- och kvällstid. Stomljud uppstår främst vid borring för att driva fram tunnelbanans tunnlar från tunnelpåslaget. Eftersom tunnelbanan går upp i dagen här kommer stomljudsnivåerna vara höga då arbetet med att öppna tunneln påbörjas.



Figur 67. Stomljud från byggandet av anslutning Sockenplan. Beräkningarna är ekvivalenta nivåer. För att se riktvärden för dessa, se Tabell 9.

8.1.6 Kumulativa konsekvenser av bullerstörningar

De flesta områden längs med sträckan kommer endast påverkas av stomljud från tunneldrivningen. Framför allt runt stationerna finns dock vissa områden som kommer att påverkas av både stomljud från byggande av tunnlar och stationsuppgångar men också av byggbuller från arbeten ovan mark. I vissa områden kommer kumulativa konsekvenser att uppstå även från andra projekt som utför arbeten samtidigt som tunnelbanan byggs.

8.2 Vibrationer

Konsekvenser: Vibrationer

- Normalt kommer vibrationskraven tillämplig Svensk standard att följas.
- Kulturhistoriskt värdefulla byggnader beaktas enligt särskild åtgärdsplan, Bilaga B3, som kommer att följas.

8.2.1 Allmänt om vibrationer

Vid sprängningar uppkommer vibrationer i marken, som fortplantar sig som en våg. Vibrationerna är störst närmast sprängningen och dämpas med avståndet från källan.

Vibrationer uppkommer också vid spontning och pålning. Sådana vibrationer är normalt mindre än vid sprängning. Större vibrationer kan orsaka sprickor i hus och anläggningar, samt påverka vibrationskänslig utrustning.

Under byggtiden uppkommer påverkan dels från sprängning och dels från spontning och pålning. För dessa arbeten finns standarder formulerade. *Svensk Standard, SS 460 48 66:2011 – Riktvärden för sprängningsinducerade vibrationer i byggnader* och *Svensk Standard, SS 02 52 11 – Riktvärden och mätmetod för vibrationer i byggnader orsakade av pålning, spontning, schaktning och packning*. De svenska standarderna föreskriver ett arbetssätt, som SLL avser att följa, se Bilaga B3 *Åtgärdsplan för vibrationer gällande kulturbyggnader*. Där förekommer begreppen inventeringsområde och besiktningsområde. Inventeringsområdet omfattar de byggnader som utreds med avseende på vibrationer. Besiktningsområdet omfattar de byggnader som besiktigas före och efter vibrationsalstrande arbeten utförs. Både för inventeringsområdet och för besiktningsområdet har SLL valt att utöka dessa i förhållande till standarderna. Då det gäller besiktningsområdet föreskrivs i standarden:

- Byggnader grundlagda på berg ska besiktigas inför sprängningsarbeten inom ett område på 50 meter om var sida från tunnelbanan.
- Byggnader grundlagda på lera ska besiktigas inför sprängningsarbeten inom ett område på 50 meter om var sida från tunnelbanan.

Spontnings-, pålnings-, schaktnings- och packningsarbeten alstrar lägre vibrationer än sprängningsarbeten. Det är därför brukligt att begränsa inventeringsområdet till byggnader och konstruktioner på avstånd 20 – 50 meter från arbetena.

Erfarenheterna från större infrastrukturprojekt i Stockholmsområdet är att inventerings- och besiktningsområdet i de svenska standarderna är tillräckligt tilltagna vad avser risk för skador på byggnader och anläggningar. Däremot kan vibrationerna upplevas obehagliga och kännas av på stora avstånd även om det inte finns någon risk för skada på byggnader eller anläggningar.

Detta har medfört att inventeringsområdet valts till 150 meter i flera stora infrastrukturprojekt i Stockholm, vilket även SLL valt som avstånd i utbyggnaden av tunnelbanan. De avstånd som angivits ovan och även i fortsättningen, om inte annat anges, avser horisontella mått.

Erfarenheterna från anläggandet av Citybanan talar för att det inte finns någon anledning att utöka inventeringsområdet för kulturminnesmärkta byggnader. Ett inventeringsområde på 150 meter täcker mer än väl även denna typ av byggnader.

8.2.2 Konsekvenser nollalternativ

I ett nollalternativ kommer avloppsledningen SFAR och City Link att anläggas, vilket kommer att medföra vibrationer under byggtiden från spontning, pålning och sprängning. Enligt förfarande enligt standarderna Svensk Standard, SS 460 48 66:2011 och SS 02 52 11 antas det inte medföra några negativa konsekvenser för byggnader i området i nollalternativet.

En trolig ökning av busstrafiken kan medföra risk för ökade vibrationer på grund av tätare/fler bussturer.

8.2.3 Utbyggt alternativ

Vibrationsnivån i byggnader på avstånd i plan på 150 meter från tunnelsprängningar på olika djup under markytan kan förväntas ligga mellan som högst 2-3 mm/s för byggnader grundlagda på berg. För byggnader grundlagda på lera förväntas vibrationsnivån vara något lägre. Riktvärdet för vibrationer enligt svensk standard för normala byggnader grundlagda på berg och på ett radiellt avstånd av 150 – 175 meter ligger på cirka 20 mm/s. Förväntade vibrationsnivåer på avstånd i ytterkanten av inventeringsområdet på 150 meter är med andra ord mindre än 15 procent av riktvärdet.

En riskanalys kommer att tas fram för byggnader och anläggningar inom 150 meter från spår-tunneln och för byggnader nära jordschakter, för att ta reda på vilka byggnader som kräver särskilda åtgärder för att minska risken för skador från vibrationer, se Figur 68. Riktvärde gällande vibrationer räknas fram för varje byggnad i enlighet med svensk standard. Riktvärdet sätts så att byggnadsskador ska undvikas och baseras på grundläggningsförhållanden, byggnadens konstruktion och användning samt avstånd till tunneln.

Kulturrehistoriskt värdefulla byggnader har identifieras inom 150 meter på vardera sidan om tunneln, för att kunna bedöma om behov finns av särskilt varsam sprängning i närheten av dessa eller av andra åtgärder för att säkra de kulturrehistoriska värdena, se Figur 68.

Förutom byggnader krävs försiktighet vad gäller vibrationer för byggarbeten i närheten av befintlig tunnelbana, Citybanan och andra undermarksanläggningar. Beroende på anläggningarnas komplexitet och närhet till bebyggelse finns det risk för att mindre skador uppkommer. Eventuella skador kommer att åtgärdas.

Med ovanstående arbetssätt bedöms risken för permanenta skador på byggnader som liten och de negativa konsekvenserna blir därmed små eller obefintliga. I närliggande byggnader bedöms det dock finnas risk för negativa konsekvenser i form av att människor upplever obehag till följd av vibrationer från byggarbetena.

8.3 Masshantering och transporter

8.3.1 Generell masshanteringsplan

SLL har tagit fram en generell masshanteringsplan som syftar till att redovisa de berg- och jordmassor som uppstår i de olika delprojekten inom tunnelbaneutbyggnaden, regionens behov av bergmassor och möjliga användningsområden, se Bilaga B1. Strategin utgör underlag för hur delprojekten ska arbeta med masshantering.

I Stockholms län finns ett stort behov av bergmassor för infrastruktur- och bostadsbyggande. Behovet ligger på cirka tolv miljoner ton per år. Eftersom det finns ett stort behov av bergmassor är bergmassor som uppkommer vid byggande av bergtunnlar en biprodukt som både har ett ekonomiskt värde och är en efterfrågad produkt i regionen.

För att minimera de kostnader, utsläpp och omgivningsstörningar som transporter genererar eftersträvas att i första hand hantera massorna lokalt, och när det är möjligt utan tillfälliga upplag och krossning. Att massorna kommer till direkt användning i ett närbeläget projekt är den möjlighet som först ska utvärderas. Är det inte möjligt att transportera massorna till ett mottagningsprojekt transporteras massorna till en mottagningsanläggning.

Krossning av bergmassor i närheten av arbetstunnlarna kan vara ett alternativ. Att minimera störningarna för de närboende är då en mycket viktig faktor.

Både alternativet där SLL skriver avtal med mottagare av massor och alternativet där bergentreprenörerna själva ansvarar för masshanteringen är fungerande lösningar. Att undvika en reglering av vart massorna ska transporteras, ökar dock möjligheten till lokala lösningar och minskade transporter. Förutsättningarna ser olika ut inom de olika delprojekten, till exempel vad gäller tillgång till ytor för upplag och krossning samt närhet till samtida byggprojekt, och det innebär att det finns fördelar med en styrning som medger en flexibilitet i hur massorna ska hanteras. Då kan lösningarna anpassas efter de lokala premisserna.

För att skapa goda förutsättningar för lokala lösningar är det viktigt att ha en nära dialog med berörda kommuner. Genom ett tätt samarbete med kommunerna ökar möjligheterna att massorna kan återanvändas i de projekt som planeras inom kommunen.

Masshanteringen bör inte regleras i föreliggande prövning enligt miljöbalken eftersom man då kan begränsa möjligheterna att hitta de bästa och miljömässigt mest motiverade lösningarna för masshanteringen.

8.3.2 Transport av massor

Större delen av anläggningen är förlagd i berg, vilket innebär att stora volymer bergmaterial kommer att schaktas ur under utbyggandet. Vid schakt i markytan kommer det på vissa ställen även inkludera jordschakt där jordlager förekommer på berg. Inom projektet kommer i storleksordningen 2 400 000 kubikmeter bergmassor och 362 000 kubikmeter jordmassor hanteras. Eftersom utsprängning av berg i praktiken inte kan utföras exakt enligt ritningar har ett antaget extra volymutfall, så kallat överberg, inräknats i ovan angiven volym. För att minimera miljöbelastningen eftersträvas att transportsträckorna hålls så korta som möjligt och att uppkomna massor hanteras så nära entreprenaderna som möjligt. Transportkostnaderna är avgörande för om försäljningen av massorna kan ske med ekonomisk vinning. Det är av mycket stor vikt, såväl ekonomiskt som miljömässigt, att arbeta för att optimera transporterna.

8.3.2.1 Arbetstunnlarnas lokalisering

Arbetstunnlarna placeras nära stora vägar så att massorna på ett effektivt sätt kan föras bort längs dessa med lastbil. Genom att undvika transporter på mindre vägar minskas risken för bullerstörningar för de boende i närområdet. Transportvägar och etableringsytor nämns även i avsnitt 5.2.3.

8.3.2.2 Sjötransporter och mottagningshamnar

Möjligheterna att transportera bort massor sjövägen från de tre arbetstunnlar som ligger i närheten av vatten, har utvärderats. Befintliga mottagningshamnar i Saltsjön saknas, de närmaste i Östersjön är belägna i Norrtälje och Nynäshamn. Det är inte möjligt att transportera massorna med pråm, för så långa sträckor krävs fartygstransport. Sjödjupet vid pålastningsplatsen måste vara tillräckligt för ett fartyg och det måste också vara möjligt att ställa upp fartyget tillräckligt länge för att lasta det. Eftersom sjödjupet är litet i närhet till möjliga utlastningsplatser är det i första hand transport med pråm som är aktuellt. Bedömningen utifrån detta är att det inte kommer vara möjligt att transportera massorna till en befintlig mottagningshamn i Östersjön.

Det finns mottagningshamnar i Mälaren, men för att transportera massorna dit måste sjötransporterna slussas. Slussningen är tidskrävande och riskerar medföra störningar i båttrafiken. Arbetstunnel vid Sundstabacken mynnar intill Årstaviken som är en del av Mälaren. Arbetstunnelns mynning och eventuell förberedande förstärkning av anslutande väg kommer utföras av eller tillsammans med Stockholm Vattens projekt SFAR. Någon utlastning via hamn kommer inte att ske. Mottagningshamnarna i Mälaren kommer att användas för masstransport inom Förbifart Stockholm, ett projekt som kommer att pågå samtidigt som utbyggnaden av tunnelbanan. Förbifart Stockholm har restriktioner vad gäller vägtransporter på Lovön, varför det är mer motiverat att Förbifart Stockholm använder sig av mottagningshamnarna i Mälaren. Arbetstunneln vid Londonviadukten mynnar intill Stadsgården och en utlastning via hamn skulle konkurrera om plats med befintlig verksamhet, så som Viking Line.

Ett ytterligare alternativ är att anlägga en mottagningshamn i Saltsjön, på sådant avstånd att pråmtransport blir genomförbart. Att transportera massorna med pråm innebär en kortare uppställningstid och kräver ett mindre sjödjup än fartygstransporter. Att anlägga en ny mottagningshamn är dock en omfattande process. Lokaliseringen är mycket viktig. Hamnen behöver anläggas i närhet till en stor väg för att möjliggöra vidaretransport av massorna, och det behöver också anläggas en upplagsyta.

Bergmassorna kan inte krossas i tunneln av utrymmesskäl och därmed kan massorna inte transporteras med band ner till kaj. Därför krävs lastbilstransport till pålastningsplatsen. Detta medför att kajer och vägar kan behöva förstärkas för att klara av tunga transporter. Vid pålastningsplatsen behöver massorna omlastas och en yta för mellanupplag behöver etableras. Transport och omlastning ger upphov till buller och damning. Buller sprids vida över vatten. Eftersom uttransport av bergmassor i huvudsak sker nattetid kommer berghanteringen vid pålastningsplatsen antagligen innebära oacceptabla bullerstörningar. Även vid mottagningshamnen krävs mellanlagringsytor och lastbilstransporter därifrån. Vid omlastning ökar dessutom tidsåtgången och därmed kostnaden för masshanteringen.

Att etablera nya mottagningshamnar och upplagsytor och att omlasta massorna ger upphov till omgivningsstörningar. Bedömningen är att störningarna blir större än vid vägtransport, varför sjötransporter inte är ett förespråkats alternativ.

8.3.3 Tillfälliga upplag

Bergmassor som ska transporteras bort hanteras i projektet främst under jord. Det kan dock uppstå behov av tillfälliga, mindre upplag ovan jord på etableringsytan. Det kan också uppstå

behov av harpning (sortering av jord) innan transport. Verksamheten hanteras tillsammans med tillsynsmyndigheten.

8.3.4 Hantering av förorenade massor

För att säkerställa en god hantering av eventuella förorenade massor kommer provtagning av jord att utföras och proverna kommer att analyseras, i samband med jordschaktning för den nya tunnelbanan. Utifrån resultatet från detta klassificeras jordmassorna enligt Naturvårdsverkets riktvärden för förorenad mark avseende känslig markanvändning (KM) och mindre känslig markanvändning (MKM). Schakt i områden med förorening hanteras enligt gällande lagstiftning och praxis med bedömning om föroreningens omfattning och påföljande beslut om åtgärd. Återfyllning kan ske med de massor som klarar riktvärdena för markanvändning. För att verifiera att förorenad jord tagits bort tas prover för kemisk analys i schaktvägg, schaktbotten och eventuellt i schaktvattnet. Förorenade massor transporteras till godkänd mottagare för deponering eller behandling.

8.4 Luftkvalitet

För luftföroreningar i utomhusluft som konsekvens av ett infrastrukturprojekt gäller generellt att sådana kan uppkomma dels under drifttiden, och dels under byggtiden. Under byggtiden uppkommer en mängd transporter med maskiner som drivs av förbränningsmotorer. Vissa arbetsmoment kan också orsaka emissioner av partiklar till utomhusluft. Detta kan sammantaget med befintliga aktiviteter i samhället orsaka konsekvenser i form av höga halter av partiklar lokalt.

Under byggtiden genomförs ett antal aktiviteter som medför direkt och indirekt utsläpp till luft. Maskiner i form av främst grävare utför schaktarbete ovan jord, lastbilar och dumpers genomför transporter av jordschakt och berg. Schaktmassor transporteras bort till deponi, i huvudsak via E18 och E4. Transportvägar ovan jord går från mynning av arbetstunnlar till ut på allmän väg. Insatsmaterial i övrigt transporteras in från antingen E18 eller E4. Alla transporter antas ske en väg, det vill säga återresan sker med tomt fordon.

Utifrån produktionstidplanen har de första två produktionsåren identifierats som de år som medför störst utsläpp till luft och är följaktligen dimensionerande för bedömning av eventuella överskridanden av miljökvalitetsnormen. Dessa år används som förutsättning i bedömningen nedan.

Utöver transportarbetet skapas utsläpp till luft ovan mark från maskiner med förbränningsmotorer. Dessa utgörs i huvudsak av grävare som utför schaktning och lastning av jord samt spontarbete. Beräkningarna antar att schaktarbetet ovan jord kommer att pågå mellan 07:00 och 17:00 vilket innebär en arbetstid på omkring tre månader. Det ger sammantaget omkring 600 maskintimmar.

Utsläpp från aktiviteter ovan jord innebär ett visst tillskott av kväveoxider och partiklar. Mängden är beroende på antal transporter och maskintimmar. Totalhalter i närområdet bedöms öka med några få mikrogram per kubikmeter räknat som dygnsmedelvärden, både för NO₂ (kvävedioxid) och PM₁₀ (slitagepartiklar mindre än tiotusendels millimeter), och intill de transportleder och arbetsområden som används. På lite längre avstånd, intill bostäder och där människor vanligtvis förväntas uppehålla sig, är effekterna minimala.

Vid sprängning och evakuering av spränggaser inträffar en kortvarig förhöjning av spränggaser precis i anslutning till tunnelmynningen. Beräkningar och uppföljning från olika tunnelprojekt under senare år (exempelvis Södra Länken och Götatunneln) visar att dessa gaser späds ut och sprids tämligen fort i omgivningsluften (Vägverket, 2002) och bedöms inte innebära några hälsoeffekter eller medverka till att någon miljökvalitetsnorm överskrids.

För Citybanan gjordes följande bedömning: Med utgångspunkt från de mätningar som genomfördes vid byggandet av Södra Länken var bedömningen att spränggaserna kan medföra en högsta halt av kvävedioxid (maxvärde för entimmesmedelvärden) på upp till 270 µg/m³ inom ett område av 50 meter från de mest utsatta tunnelmynningarna. Entimmesmedelvärdet som 98-percentil bedömdes dock bli lägre, för Södra Länken uppmättes halter kring 70 µg/m³. Med utgångspunkt från ovanstående bedöms miljö kvalitetsnormen för kvävedioxid, 90 µg/m³ räknat som timmedelvärde 98-percentil, inte överskridas. De halter som uppkommer bedöms inte ge någon betydelsefull påverkan på hälsan för de människor som utsätts för dem. (Banverket, 2007)

Sammantaget kan konstateras att under den tid då det planeras som mest intensiva utsläpp till luft förväntas byggprocessen inte orsaka mer än ytterst marginella effekter på totalhalter av NO₂ och PM10. Det blir inget överskridande av miljö kvalitetsnormerna.

9 Indirekta konsekvenser av sökt verksamhet

I detta avsnitt beskrivs de storskaliga och långsiktiga indirekta miljökonsekvenserna som inte är direkt kopplade till grundvattenbortledningen. De indirekta miljökonsekvenserna är kopplade till drifttiden som sträcker sig över lång tid och bedöms som varaktiga.

9.1 Klimat

Utbyggnaden av tunnelbanan skapar bättre möjligheter att resa med kollektivtrafik än nollalternativet. Utbyggnadsförslaget medger en större utbyggnad än nollalternativet vilket ger positiva konsekvenser för klimatet regionalt genom att denna typ av resande släpper ut mindre växthusgaser än motsvarande resor med till exempel personbil och buss. Några exakta prognoser av projektets klimatpåverkan i förhållande till nollalternativet är inte möjliga att utföra, då omfattningen på kollektivt resande beror av många olika faktorer. Sammantaget bedöms de indirekta konsekvenserna för klimatet under drifttiden av det aktuella projektet som positiva men små i relation till nollalternativet.

9.2 Människors hälsa

Utbyggnaden och driften av tunnelbanan innebär bättre möjligheter att resa med kollektivtrafik än i nollalternativet, genom att förslaget medför en större utbyggnad av bostäder. Därmed finns det en potential för att minska transporterna med personbil från andra delar av regionen. Under drifttiden kommer hela sträckningen av den nya tunnelbanan ligga under mark, utom vid Sockenplan. Med stomljusdämpande åtgärder under spår och/eller byggnader undviks störningar som annars riskerar uppstå under anläggningens drifttid. Anläggningar som exempelvis ventilationsschakt utformas så att Naturvårdsverkets riktlinjer för externt industribuller klaras.

Konsekvenserna av detta är positiva, då utsläpp av föroreningar, påverkan från buller och påverkan från partiklar från vägslitage kan minska i förhållande till nollalternativet.

Sammantaget bedöms de indirekta konsekvenserna för människors hälsa under drifttiden av det aktuella projektet som positiva.

9.3 Hushållning med mark och landskap

Genom att bygga ut kollektivtrafiken med tunnelbana och att i möjligaste mån förlägga såväl tunnlar och anläggningar under mark, hushåller SLL med marken i Stockholmsregionen, vilket gynnar landskapet. Lokaliseringen av arbetstunnlar, ventilationstorn och stationsentréer har anpassats för att minimera negativ påverkan på kulturmiljö och stadsbild. Marken kan då användas för andra ändamål som är angelägna i en expansiv storstadsregion, till exempel för nya bostäder, nya arbetsplatser eller som rekreationsområde.

Sammantaget bedöms den indirekta konsekvensen för hushållningen med mark och landskap under drifttiden av det aktuella projektet som positiv i relation till nollalternativet.

10 Samlad bedömning

Tunnelbaneutbyggnaden i sin helhet ger positiva konsekvenser för klimatet regionalt genom att resande med kollektivtrafik släpper ut mindre växthusgaser än vid motsvarande resor med till exempel personbil och buss. Utbyggnaden ger också positiva konsekvenser för hälsan, då utsläpp av föroreningar, påverkan från buller och påverkan från partiklar från vägslitage kan minska i förhållande till nollalternativet. Vad gäller konsekvenserna av vattenverksamheten så innebär tunnlar att det blir dränering i området. Det är normalt förfarande att täta tunnlar för att minimera inläckaget. Kvarvarande inläckage ger olika konsekvenser beroende på omgivningens förutsättningar. I detta projekt finns det delsträckor med mycket genomsläpplighet i jord och berg, vilket tillsammans med infrastruktur som är känslig för sättningar kräver att man har beredskap för ytterligare skyddsåtgärder, exempelvis skyddsinfiltration. Nedan följer en sammanställning av de konsekvenser som kan uppstå av vattenverksamheten under bygg- och drifttiden för varje miljöaspekt. Konsekvenserna redovisas enbart inklusive de skyddsåtgärder som SLL kommer att genomföra.

Miljöaspekt	Konsekvenser	Skyddsåtgärder
Grundvattenbortledning		
Grundvatten i jord och marksättningar	Utmed delar av sträckan finns det bebyggelse och infrastruktur inom lerområden. Med skyddsinfiltration längs med känsliga delar av sträckan kommer det att bli inga eller små negativa konsekvenser.	Tättningsåtgärder för permanenta och temporära konstruktioner utförs. Skyddsinfiltration genomförs vid behov under bygg- och drifttid för delar av sträckan.
Grundvatten i berg och energibrunnar	Grundvattennivån i enskilda sprickor i berg kommer att sänkas. Funktionen i närliggande brunnar kan försämrats och konsekvenserna bedöms därför som måttligt negativa.	
Spridning av föroreningar i grundvatten	Projektet kommer inte att innebära några märkbara negativa konsekvenser utifrån risken för spridning och exponering. Under drifttiden kan positiva miljökonsekvenser erhållas då mängden förorening och risken för spridning kan minska när förorenade massor transporterats bort i samband med schakt.	Kontrollprogram upprättas och skyddsåtgärder genomförs för att säkerställa att ingen spridning sker av föroreningar under byggtiden.
Ytvatten	Länshållningsvatten leds till spillvattennätet under byggtiden. Under drifttiden kommer dränvattnet att ledas genom oljeavskiljare och slamfilter	Lokal rening och fortlöpande provtagning av utgående vatten. Beredskap för olyckor med miljöfarligt utsläpp.

	innan det släpps till recipient. Med planerad hantering bedöms inga eller små negativa konsekvenser för recipienterna uppstå.	
Naturmiljö	Projektet bedöms inte medföra några negativa konsekvenser för naturmiljön.	
Kulturmiljö	Fornlämningar kommer inte att påverkas av grundvattennivå-sänkning. Med skydds-infiltration blir det inga eller små negativa konsekvenser för kulturmiljöklassade byggnader.	Skyddsinfiltration genomförs vid behov under bygg- och drifttid för delar av sträckan.
Övriga störningar under byggtiden		
Buller och stomljud	Luftburet buller och stomljud kommer att orsaka störningar för flera bostadsområden.	Åtgärdsplan för buller och stomljud används för att minska störningarna. Bland annat erbjuds tillfällig vistelse där behov finns.
Vibrationer	Arbetet avser följa svensk standard för vibrations-alstrande arbete och därmed är risken för skador på kultur-historiska byggnader liten. Det blir små eller inga negativa konsekvenser. Komfortstörningar under byggtiden kan förekomma.	Åtgärdsplan för vibrationer gällande kulturbyggnader används. Vibrationskänslig verksamhet och utrustning skyddas. Sprängningsplaner tas fram med utgångspunkt i omgivande bebyggelses tålighet gällande vibrationer.
Masshantering	Bergmassorna från utbyggnaden kommer att användas inom projektet eller inom regionen.	SLL:s Masshanteringsplan kommer att användas.
Luftkvalitet	Byggprocessen förväntas inte orsaka mer än marginella effekter på totalhalter av kvävedioxid och partiklar. Det blir inget överskridande av miljökvalitetsnormerna.	

11 Miljömål

11.1 Nationella miljömål

Sveriges riksdag har antagit 16 nationella miljökvalitetsmål som beskriver den kvalitet miljön ska ha år 2020. Miljömålen syftar till att främja en hållbar utveckling. De nationella miljömålen har införlivats helt eller delvis i länets, SLL:s och kommunernas miljömål. De miljömål som berörs av utbyggnaden av tunnelbanan står i fetstil. Samtliga miljömål, samt var de har införlivats, är sammanställda i Tabell 10. Därefter följer en bedömning av uppfyllelsen av miljömålen.

- | | |
|--------------------------------------|---|
| • Begränsad klimatpåverkan | • Bara naturlig försurning |
| • Frisk luft | • Skyddande ozonskikt |
| • Giftfri miljö | • Säker strålmiljö |
| • Levande sjöar och | • Ingen övergödning |
| • Grundvatten av god kvalitet | • Hav i balans samt levande kust och skärgård |
| • God bebyggd miljö | • Myllrande våtmarker |
| • Ett rikt växt- och djurliv | • Levande skogar |
| | • Ett rikt odlingslandskap |
| | • Storslagen fjällmiljö |

Miljömålen har sedan prioriterats och konkretiserats på regional och lokal nivå.

11.2 Regionala miljömål

11.2.1 Länsstyrelsen i Stockholms län

För Stockholms län har sex av de 16 nationella miljömålen som ska nås till år 2020 valts ut för prioriterade insatser i länet. (Länsstyrelsen, 2016)

- Begränsad klimatpåverkan
- Frisk luft
- Giftfri miljö
- Ingen övergödning
- God bebyggd miljö
- Ett rikt växt- och djurliv

Av dessa har samtliga relevans för tunnelbanan i någon mån och har också preciserats på lokal nivå. Undantaget är Ingen övergödning som bara bedöms påverkas indirekt av tunnelbaneutbyggnaden.

11.3 Lokala miljömål

11.3.1 Stockholms stad

Stockholms stad presenterar de lokala miljömålen i Stockholms miljöprogram 2016-2019. Miljöprogrammet antogs den 4 april 2016. Miljöprogrammet är uppbyggt kring sex övergripande

miljömål, se nedan. Dessa utgör en lokal precisering av de nationella miljö kvalitetsmål som är mest relevanta för Stockholm.

- Hållbar energianvändning
- Miljöanpassade transporter
- Hållbar mark- och vattenanvändning
- Resurseffektiva kretslopp
- Giftfritt Stockholm
- Sund inomhusmiljö

11.3.2 Nacka kommun

Nacka kommun arbetar för att uppnå lokala miljö kvalitetsmål inom sex områden, med utgångspunkt i de 16 nationella miljömålen. Målen är:

- Begränsad klimatpåverkan
- Frisk luft
- Giftfri miljö
- Levande sjöar, vattendrag och hav i balans
- God bebyggd miljö
- Ett rikt växt- och djurliv

11.4 Sammanställning miljömål

Tunnelbaneutbyggnaden bidrar till att uppfylla målen **Begränsad klimatpåverkan, Miljöeffektiva transporter, Hållbar energianvändning, Resurseffektivt, Klimateffektivt, Frisk luft och Hållbar användning av mark och vatten** genom att tunnelbanan är ett energieffektivt sätt för människor att transportera sig på. Tunnelbanan ger upphov till mindre avgaser och klimatpåverkande utsläpp än andra alternativ och underlättar för människor att välja ett transportsätt med väldigt liten luftkvalitets- och klimatpåverkan. Tunnelbanan tar inte heller mark i anspråk som då kan användas till annat.

Tabell 10. Sammanställning av vilka miljömål som bedöms beröras av tunnelbaneutbyggnaden, enligt avsnitten 11.1-11.3.

	Nationella	Regionala	Stockholm	Nacka
Begränsad klimatpåverkan	X	X		X
Miljöeffektiva transporter			X	
Hållbar energianvändning			X	
Frisk luft	X	X		X
Hållbar användning av mark och vatten			X	
Grundvatten av god kvalitet	X			
Levande sjöar och vattendrag	X			X
Ingen övergödning		X		
Ett rikt växt- och djurliv		X		X
God bebyggd miljö	X	X		X
Giftfri miljö	X	X		X
Giftriga varor och byggnader			X	
Sund inomhusmiljö			X	

Projektets föreslagna skyddsåtgärder minimerar negativ påverkan på grundvattennivåer. Grundvattenkvaliteten bedöms inte försämrats och måluppfyllelsen av **Grundvatten av god kvalitet** bedöms därmed inte försvåras.

Projektets föreslagna skyddsåtgärder minimerar negativ påverkan på ytvatten och måluppfyllelsen av **Levande sjöar och vattendrag** och **Ingen övergödning** bedöms därmed inte försvåras.

Tunnelbaneutbyggnaden innebär intrång i naturområden som tillsammans med stadsomvandlingsprojekt bidrar till att motverka målet **Ett rikt växt- och djurliv**. Tunnelbanan går dock under mark och blir därmed inte ett spridnings- eller vandringshinder. Tunnelbaneutbyggnadens bidrag till att motverka målet bedöms vara litet i relation till stadsomvandlingens bidrag.

Tunnelbaneutbyggnaden bidrar till att uppfylla målområdet **Hälsofrämjande miljöarbete** genom att den bidrar till att minska luftföroreningar från bil- och busstrafik. Tunnelbaneutbyggnaden innebär å ena sidan ett visst intrång i parker och rekreationsområden. Utbyggnad under jord minimerar å andra sidan intrång i naturmiljöer. Projektet möjliggör för ökad tillgänglighet mellan Stockholms stad och Nacka kommun, vilket bidrar positivt till miljömålet **God bebyggd miljö**.

Om schakt för tunnelbaneutbyggnaden sker på platser där markföroreningar finns kommer de att saneras. I projektet kommer det att finnas krav på val av kemikalier under byggtiden och krav på kemiska ämnen i byggnadsmaterial. Marksanering och kemikaliekrav bidrar till att uppfylla målen **Giftfri miljö**, **Giftriga varor och byggnader** och **Sund inomhusmiljö**.

12 *Kontrollprogram*

Innan byggstart kommer kontrollprogram att upprättas för att säkerställa kontroll och uppföljning av vattenverksamheten, buller och vibrationer och den påverkan som kan uppkomma i omgivningen. Kontrollprogrammen beskriver vilka kontroller som ska utföras, när åtgärder ska vidtas och hur resultat ska redovisas och kommuniceras med tillsynsmyndigheterna.

Under byggtiden kommer bland annat följande kontroller utföras:

- Mätning av inläckage till bergtunnlar och schakt
- Mätning av grundvattennivåer i jord och berg
- Mätning av sättningsrörelser i byggnader, anläggningar och mark
- Mätning av volym infiltrerat vatten
- Mätning av luftburet buller och stomljud
- Mätning av vibrationer
- Kvalitetskontroll av länshållningsvatten

12.1 Grundvatten

Mätningar av parametrar avseende grundvatten påbörjas i förskedet för att erhålla erforderlig referensdata. Ett kontrollprogram för byggtiden upprättas i samråd med tillsynsmyndigheten. Nedan beskrivs de parametrar som kontrollprogrammet för grundvatten omfattar.

12.1.1 Inläckage till bergtunnlar och schakt

Kontroll av volym inläckande grundvatten till tunnlar och schakt utförs genom registrering av volym bortpumpat vatten, volym använt processvatten samt genom mätningar i anlagda mätdammar och pumpgropar i tunnlarna. För inläckage till bergtunnlar kommer det att ansättas en åtgärdsnivå som styr när kompletterande tätningsåtgärder ska vidtas.

12.1.2 Grundvattennivåer i jord och berg

Grundvattennivåmätningar i jord och berg utförs i observationspunkter inom influensområdet för att säkerställa att inga skadliga nivåsenkningar uppkommer. Åtgärdsnivåer bestäms för observationspunkter kopplade till grundvattenberoende objekt och styr när en åtgärd, företrädesvis infiltration, måste vidtas. Nivåmätningar i berg kommer att innefatta nivåmätningar i energibrunnar inom influensområdet.

12.1.3 Sättningsrörelser i byggnader, anläggningar och mark

Sättningskontroller utförs inom lerområden där det finns sättningskänsliga objekt genom att precisionsavväga dubbar på byggnader och konstruktioner, markpeglar och markförlagda konstruktioner.

12.1.4 Infiltration

När infiltration utförs kontrolleras denna genom att mäta flöde och volym infiltrerat vatten.

12.2 Miljöfarlig verksamhet

Ett kontrollprogram för byggtiden upprättas i samråd med tillsynsmyndigheten. Nedan beskrivs de parametrar som kontrollprogrammet för miljöfarlig verksamhet omfattar.

12.2.1 Byggbuller

Mätning av luftburet buller görs, i första hand, vid fasad vid byggnader i entreprenadernas närhet. Mätningarna utförs i samband med att ett bulleralstrande arbetsmoment påbörjas, stickprovvis och för att följa upp klagomål. Stomljudsmätningar utförs i fastigheter i närhet till tunnelfront. Urval av mätpunkter görs utifrån identifiering av känsliga miljöer samt beräkningar av buller- och stomljuds nivåer. Åtgärder hanteras enligt störningstrappa (se avsnitt 8.1.3), där exempelvis dämpning av ljudet vid källan ingår.

12.2.2 Vibrationer

Byggnader känsliga för vibrationer, inom 150 meter från anläggningen, för- och efterbesiktigas. Riktvärden för vibrationsnivåer tas därefter fram och vibrationer mäts vid vibrationsalstrande arbetsmoment med hjälp av vibrationsgivare på utvalda objekt. Om ett riktvärde överskrids kan vibrationsdämpande åtgärder utföras, till exempel förändrad sprängningsplan inför kommande sprängningar.

12.2.3 Kvalitetskontroll av länshållningsvatten

Länshållningsvatten genomgår rening i lokala anläggningar innan bortledning. För att kontrollera kvaliteten på det vatten som leds bort genomförs vattenkemiska analyser på utgående vatten. Om uppmätta halter överskrider ansatta krav utreds anledningen till detta. Om överskridandet kan kopplas till ett specifikt arbetsmoment ses arbetsmetoden över. Överskridanden kan också åtgärdas genom att implementera ytterligare reningssteg i reningsanläggningen.

13 Samråd

Samrådsprocessen för denna tillståndsansökan har samordnats med den järnvägsplan och dess miljökonsekvensbeskrivning, som också tas fram inom ramen för projektet. Samråd har utförts enligt 6 kap. § 4 miljöbalken avseende prövning av tillstånd enligt miljöbalken samt enligt lag om byggande av järnväg 2 kap. § 2. Genom så kallat samordnat planförfarande kan samråd tillgodoräknas även detaljplaneprocessen enligt plan- och bygglagen. I detta avsnitt sammanfattas samrådsprocessen, med fokus på tillståndsansökan, översiktligt. I Bilaga B4 redovisas en mer utförlig, gemensam samrådsredogörelse för plan- och tillståndprocessen med samtliga inkomna synpunkter.

SLL:s syfte med samråd är att informera om tunnelbaneutbyggnaden och samla in synpunkter som kan påverka utredningsarbetet. Under hela planeringsprocessen har samråd skett löpande med olika parter genom möten och omfattande skriftväxling. Samrådsserier har utförts med allmänheten, myndigheter, organisationer, fastighetsägare och intressenter bland annat för att samordna, stämma av sakfrågor och tidigt få in synpunkter, se avsnitt 13.2. Utöver den löpande processen har även fyra större samrådsinsatser, samrådsperioder, genomförts:

- Samråd under perioden 9 februari – 12 mars 2015 gällande utbyggnaden av tunnelbanan till Nacka och lokaliseringsutredningen för utbyggnaden till söderort och behandlade uppgångar och sträckningar.
- Samråd under perioden 13 mars – 4 juni 2015 rörande den färdigställda lokaliseringsutredningen för Sofia-Gullmarsplan/Sockenplan samt rekommendationer för val av sträckning och behandlade motiv för val av Hagsätralinjen.
- Samråd under perioden 8 oktober – 2 november 2015 med fokus på byggskedet.
- Samråd under perioden 9 november – 8 december 2016 om tunnelbanans utformning och dess konsekvenser.

13.1 Samrådsperioder

Under dessa samrådsperioder hölls bland annat öppna hus där allmänheten kunde träffa representanter för projektet. De föreningar, myndigheter, organisationer och andra intressenter, som kunde tänkas beröras av tunnelbanan till Nacka och söderort, har via post och e-post bjudits in till samråd, med information om var de kan ta del om samrådshandlingarna. Berörda fastighetsägare, verksamheter och boende informerades om samråden genom adresserade brev. Nyhetsbrev har också delats ut som samhällsinformation till hushåll inom utredningsområdet för grundvatten. Allmänheten har via media informerats om möjligheter att lämna synpunkter bland annat genom annonser i Dagens Nyheter och Svenska Dagbladet. Genom regelbundna utskick av digitala nyhetsbrev har löpande information om projektet och samrådsperioder gått ut till dess prenumeranter.

Under den första samrådsperioden 9 februari – 12 mars 2015 hölls fyra öppna hus inom Nacka kommun och Stockholms stad. Samrådet omfattade lokaliseringsutredningen och placering av uppgångar för både Nacka- och söderortsgrenen och var ett så kallat tidigt samråd enligt miljöbalken. Den 17 februari hölls öppet hus i Enskedefältets skola rörande Gullmarsplan/söderort. Den 19 februari höll öppet hus om Nacka och Gullmarsplan/söderort i Spårvägmuseet på Södermalm. Det tredje öppna huset hölls i Dieselverkstaden i Sickla den 3 mars med fokus på

Nacka. Det fjärde och sista öppna huset hölls i Nacka stadshus den 5 mars. Totalt besöktes de öppna husen under våren 2015 av 1120 personer.

Därefter följde ytterligare en samrådsperiod mellan 13 mars – 4 juni 2015 som gällde tillståndsprocessen och den färdigställda lokaliseringsutredningen Sofia-Gullmarsplan/Sockenplan samt rekommendationer för val av sträckning och behandlade motiv för val av Hagsätralinjen. Två öppna hus arrangerades för allmänheten, den 20 maj på restaurang EnArena Globen samt den 25 maj i Enskedefältets skola. Dessa besöktes av totalt 139 personer och totalt inkom drygt 100 synpunkter under perioden.

Under perioden 8 oktober – 2 november 2015 pågick ett samråd som handlade om byggskedet. Tre öppna hus anordnades under oktober 2015. Den 14 oktober hölls det på restaurang EnArena Globen och därefter den 19 oktober 2015 på Spårvägmuseet. Den 22 oktober hölls det på Nacka stadshus. Totalt närvarade cirka 600 personer på något av informationstillfällena under hösten 2015. Cirka 450 synpunkter inkom under perioden.

Under vintern 2016, mellan 9 november – 8 december, hölls samråd om tunnelbanans utformning och konsekvenser av den. Fyra öppna hus hölls inom Nacka kommun och Stockholms stad. Det första hölls den 15 november 2016 i Ersta konferens på Södermalm varpå efterföljande hölls den 21 november 2016 på restaurang EnArena Globen. Det tredje öppna huset hölls den 29 november 2016 på Quality Hotel Nacka i Sickla. Den 1 december 2016 hölls det sista öppna huset i Fryshuset i Hammarby sjöstad. Totalt besöktes de öppna husen av nära 500 personer. Cirka 435 synpunkter inkom från allmänhet och myndigheter under perioden.

Uppdaterat informationsmaterial och samrådshandlingar har funnits att tillgå digitalt via projektets hemsida <http://nyatunnelbanan.sll.se/sv/nackasoderort>. Under samrådsperioderna har samrådshandlingarna även funnits i ett flertal lokaler inom Nacka kommun och Stockholms stad, till exempel bibliotek och kommunhus. Det har funnits möjlighet att under hela planeringsprocessen lämna synpunkter via e-post, brev och en digital enkät på projektets hemsida samt skriftligt på de öppna husen.

De synpunkter som inkommit har till stor del handlat om tunnelbanans sträckning och lokalisering, arbetstunnlarnas lokalisering, utformning av stationer och störningar under byggtiden. Några synpunkter är:

- Önskemål om att tunnelbanan ska förlängas ytterligare till exempel mot Orminge, Gustavsberg, Älvsjö och Årsta.
- Det är positivt med tunnelbanas utbyggnad och den bör påbörjas så snart som möjligt.
- Fastighetsägare är oroliga för hur deras byggnader kommer att påverkas under byggtiden. Det handlar om grundvattenpåverkan, sprängningar och vibrationer med mera.
- Oro över störningar under byggtiden från bland annat anläggningsfordon, tung trafik, stomljud och sprängningar.
- Arbetstunnlarna vid station Sofia och Hammarby kanal bör inte ligga vid Katarina Bangata respektive Luma park bland annat på grund av stora störningar under byggtiden.
- Flera bosatta på östra Södermalm och Nacka motsätter sig en tunnelbaneutbyggnad via Sofia till Nacka. De anser att det fungerar bra med dagens busstrafik.
- Nya förslag på lokalisering av stationer och stationsentréer, till exempel en sträckning över Djurgården.

- Befintlig sträckning och befintliga stationer ska behållas på den nuvarande Hagsätra-grenen och den bör inte bindas ihop med Blå linje.
- Oro för trygghet och säkerhet, bland annat för hissarna, vid stationerna Sofia och Gullmarsplan eftersom de ligger djupt.
- Oro för tillgängligheten och framkomligheten i de olika områdena under byggtiden.
- Det är viktigt med säkra skolvägar för barn och ungdomar där skolor ligger i närheten av körvägar för byggtrafiken och etableringsområden under byggtiden.

13.2 Möten med myndigheter, organisationer, fastighetsägare och intressenter

Separata mötesserier med särskilt fokus på frågor som berör tillståndsprövningen har hållits med myndigheter, organisationer, fastighetsägare och intressenter. Dessa samrådsmöten och mötesserier sammanfattas övergripande nedan:

- Länsstyrelsen, mötesserie med start 2014-10-02. En serie samrådsmöten för tillståndsprövningen har hållits kring bland annat undersökningar, utredningar, behov av arkeologisk utredning, prövnings- och villkorsupplägg, bedömd miljöpåverkan samt information om förändringar i projektet med påverkan på prövningsprocessen.
- Stockholms stad, miljöförvaltningen, mötesserie med start 2015-01-08. En serie samrådsmöten för tillståndsprövningen har hållits kring undersökningar, utredningar, hantering av datautbyte, prövnings- och villkorsupplägg, bedömd miljöpåverkan samt information om förändringar i projektet med påverkan på prövningsprocessen.
- Nacka kommun, miljöenheten, mötesserie med start 2015-03-09. En serie samrådsmöten för tillståndsprövningen har hållits kring undersökningar, utredningar, hantering av datautbyte, prövnings- och villkorsupplägg, bedömd miljöpåverkan samt information om förändringar i projektet med påverkan på prövningsprocessen.
- Länsstyrelsen, Nacka kommun och Stockholms stad, 2016-02-02. Samrådsmöte inför miljöansökan för utbyggnad av tunnelbanan från Kungsträdgården till Nacka och söderort. Under mötet samråddes om upplägg miljöansökan, hantering av risker och skadeförebyggande åtgärder, potentiella riskobjekt, hantering av omgivningsstörningar och uppdelning av tillsynsansvar.
- Specifika samråd för tillståndsansökan har även hållits med Naturvårdsverket, Riksantikvarieämbetet, Statens geotekniska institut, Sveriges geologiska undersökning och Kammarkollegiet.
- Möten med ett flertal bostadsrättsföreningar, fastighets- och ledningsägare samt organisationer och föreningar om hur de kan komma att påverkas av anläggningen under bygg- och drifttid och hur SLL kan ta hänsyn till eventuella krav och önskemål.
- Svenska kraftnät, City Link etapp 2. Mötesserie med start 2014-06-26 kring samordning kring korsningen mellan den planerade sträckningen av City Link etapp 2 och tunnelbanan mot söderort samt samordning av mätningar, kontrollprogram med mera.

- Stockholm vatten, Stockholms framtida avloppsrening. Mötesserie med start 2015-06-12 kring samordning vid planerade arbeten vid Gullmarsplan och samordning av mätningar, kontrollprogram med mera.
- Trafikverket, Östlig förbindelse, mötesstart 2016-04-05. Mötesserie bland annat om att utreda konfliktpunkter och samordning mellan utbyggnaden av tunnelbanan och planerad Östlig förbindelse.

14 Ordlista

Akvifer	Ett lager av geologiska material som är tillräckligt porösa och genomsläppliga för att medge ett betydande flöde eller uttag av grundvatten.
Avrinningsområde	Ett avrinningsområde är det landområde, inklusive sjöar, som avvattnas via samma vattendrag. Området avgränsas av topografin som skapar vattendelare gentemot andra avrinningsområden.
Bedömningsgrunder	Kriterier för att bedöma vattenförekomsternas status, till exempel enligt Naturvårdsverkets klassificeringsföreskrifter (NFS 2008:1)
Delavrinningsområde	Område inom ett större avrinningsområde från vilket avrinning strömmar till en viss punkt i ett vattendrag.
Ekologisk status	Med ekologisk status avses kvaliteten på strukturen och funktionen hos vattenförekomstens akvatiska ekosystem. Ekologisk status klassificeras på en femgradig skala: hög, god, måttlig, otillfredsställande och dålig. För konstgjorda eller kraftigt modifierade vattenförekomster är den högsta nivån maximal, i övrigt gäller samma skala. Statusklassificeringen grundas på ett antal kvalitetsfaktorer, indelade i tre huvudgrupper: biologiska kvalitetsfaktorer, fysikalisk-kemiska kvalitetsfaktorer och hydromorfologiska kvalitetsfaktorer. Under varje kvalitetsfaktor finns ett antal parametrar som bedöms för att erhålla statusklassningen för den överliggande kvalitetsfaktorn. Sedan 2011 är det HaV som är expertmyndighet, och detta regleras bl.a. i HaV:s föreskrift 2013:19.
FUT	Förvaltning för utbyggd tunnelbana
Grundvatten	Allt vatten som finns under markytan i den mättade zonen.
Grundvattenförekomst	En avgränsad volym grundvatten i en eller flera akviferer. En vattenförekomst är, enligt vattenförvaltningsförordningen för vatten, den minsta enheten för beskrivning och bedömning av vatten.
Kemisk ytvattenstatus	En vattenförekomsts kemiska status bestäms utifrån förekomst av ett antal toxiska kemiska ämnen i vattenmiljön med EU-gemensamma gränsvärden. Vissa gränsvärden gäller ämnets koncentration i vatten och andra koncentration i biota eller sediment. En ytvattenförekomst klassificeras med god kemisk status om gränsvärdena underskrids. Om något av ämnena överskrider gränsvärdet blir klassificeringen att ytvattenförekomsten ej uppnår god kemisk status. Sedan 2011 är det HaV som är expertmyndighet, och detta regleras bl.a. i HaV:s föreskrift 2013:19.
Kemisk grundvattenstatus	Den kemiska kvaliteten hos en grundvattenförekomst, uttryckt som "god" eller "otillfredsställande". Kemisk grundvattenstatus bedöms i enlighet med de bedömningsgrunder som framgår av SGU:s klassificeringsföreskrifter (SGUFS 2008:2). Det innebär i praktiken att bedömningen sker i förhållande till de riktvärden som anges i bilaga 1 till föreskrifterna, om inte vattenmyndigheten har beslutat om andra riktvärden.
Kulturminne	Fornminne eller byggnad som blivit kulturmärkt och skyddas av kulturminneslagen.
LOD	Lokalt omhändertagande av dagvatten. Den vanligaste lösningen för LOD är infiltration men det kan också vara utjämning i form av magasin och diken.

MIFO	MIFO står för Metodik för Inventering av Förorenade Områden, och är en metod som används för att översiktligt uppskatta risken för människors hälsa och miljö vid förorenade områden. Metoden är framtagen av Naturvårdsverket och används i länsstyrelsernas bedömning av föroreningsskadade områden.
Miljökvalitetsnorm (MKN)	En miljökvalitetsnorm är en bestämmelse om kraven på kvaliteten i luft, vatten, mark eller miljön i övrigt. Miljökvalitetsnormer är styrande för myndigheter och kommuner när de tillämpar lagar och bestämmelser, t ex vid tillståndsprövning enligt miljöbalken eller vid planläggning enligt plan- och bygglagen. Inom vattenförvaltningen fastställs miljökvalitetsnormer för varje vattenförekomst, och anger krav på att uppnå en viss yt- eller grundvattenstatus i vattenförekomsten. Miljökvalitetsnormerna ligger också till grund för vattenmyndigheternas åtgärdsprogram som ska syfta till att miljökvalitetsnormerna uppnås.
MKB	Miljökonsekvensbeskrivning
Samråd	Samråd innebär att dialog skall upprättas med intressenter och berörda.
Schaktbottenuppträngning	Vattnet i ett undre grundvattenmagasin, under lera, kan ha en trycknivå som överstiger leran. Vid schaktning i den lera (och eventuellt överlagrande jord) som överlagrar det undre grundvattenmagasinet kan vattnets artesiska tryck orsaka instabilitet eller uppluckring av schaktbotten.
Stomljud	Stomljud är vibrationer i fasta material som alstras av till exempel en maskin eller en människa.
Vattenförekomst	I dagligt tal menar man med vattenförekomst en specifik vattensamling i naturen, liten eller stor, det vill säga att det finns vatten på ett visst ställe. En sjö är en vattenförekomst, liksom en liten göl i skogen eller en bäck eller en kustvik. Enligt definitionen i Vattendirektivet (Artikel 2) är en ytvattenförekomst "en avgränsad och betydande ytvattenförekomst som till exempel en sjö, ett magasin, en å, flod eller kanal, ett vatten i övergångszon eller en kustvattensträcka." Enligt direktivet är en grundvattenförekomst "en avgränsad volym grundvatten i en eller flera akviferer". En vattenförekomst är också, enligt Vattendirektivet, den minsta storheten för beskrivning och bedömning av vatten. En vattenförekomst är homogen i samtliga indelningar som går att göra. En vattenförekomst tillhör sålunda en typ, har en status (vattenkvalitet) och bedöms utsättas för en specificerad nivå av påverkan. Ett vattendrag eller en sjö kan alltså bestå av flera vattenförekomster.
Ytvattenförekomst	En avgränsad och betydande förekomst av ytvatten, som kan vara till exempel hela eller delar av en sjö, å, älv eller kanal, ett vattenområde i övergångszonen eller ett kustvattenområde.

15 Referenser

- Banverket. (2007). *Citybanan i Stockholm, Järnvägsplan, Miljökonsekvensbeskrivning*.
- Baudin. (2015). *Provtagning av vatten i tunnelbanan- analys av vattenkemi och jämförelse med riktvärden*. SLL, Förvaltningen för utbyggd tunnelbana.
- Bullernätverket. (2016). *Bullernätverket Stockholms Län*. Länsstyrelsen i Stockholm, Stockholms stad, Stockholms läns landsting. Hämtat från Bullernätverket Stockholms län: www.bullernatverket.se
- Eniro. (2016). *Eniro*. Hämtat från Eniros webbkartor tjänsten historiska flygfoton : <http://kartor.eniro.se/>
- Länsstyrelsen. (2016). *Länsstyrelsens prioriterade miljömål*. Hämtat från <http://www.lansstyrelsen.se/stockholm/sv/miljo-och-klimat/miljomal/Pages/default.aspx>
- Lücke. (2014). *Stockholms recipienter- Påverkan av Stockholms framtida avloppsrening*. Stockholm Vatten.
- Nacka kommun. (2012). *Hållbar framtid i Nacka, Översiktsplan för Nacka*. Antagen av kommunfullmäktige 2012-06-11.
- Naturvårdsverket. (2009.). *Riktvärden för förorenad mark, Rapport 5976*. Naturvårdsverket.
- RAÄ. (2016). *Riksantikvarieämbetet, Fornsök*. Hämtat från <http://www.fmis.raa.se/cocoon/fornsok/search.html>
- RTK. (2009). *Förslag till riktvärden för dagvattenutsläpp*. Regionplane- och trafikkontoret, Regionala dagvattennätverket i Stockholm, Riktvärdesgruppen.
- RUFS. (2010). *Regional utvecklingsplan för Stockholmsregionen*. SLL, Stockholms Läns Landsting.
- SGU. (2013). *bedömningsgrunder för grundvatten, SGU-rapport 2013:01*. Sveriges Geologiska Undersökning.
- SGU. (2016). *SGU:s brunnsarkiv, Beställning av data*. Hämtat från <http://resource.sgu.se/dokument/produkter/brunnar-beskrivning.pdf>
- SL. (2007). *Kapacitetsstark kollektivtrafik i ostsektorn - en idéstudie*. Storstockholms Lokaltrafik med flera.
- SLL. (2014a). *Förstudie Tunnelbana till Nacka*. Trafikförvaltningen.
- SLL. (2014b). *Idéstudie Utbyggnad av tunnelbana till Gullmarsplan/Söderort*. Trafikförvaltningen.
- SLL. (2015). *Lokaliseringsutredning Tunnelbana Sofia - Gullmarsplan/söderort*. Förvaltning för utbyggd tunnelbana.
- SLV. (2001). *Livsmedelsverkets föreskrift, SLVFS 2001:30, reviderad version LIVSFS 2015:3*. Livsmedelsverket.
- SLV. (2011). *LIVSFS 2011:3 - Föreskrifter om ändring av Livsmedelsföreskrifter (SLVFS 2001:30) om dricksvatten*. Livsmedelsverket.

- SPI. (2010). *Efterbehandling av förorenade bensinstationer och dieselanläggningar, reviderad version 2012-01-29*. Svenska Petroleum Institutet, sedan 2011 Svenska Petroleum- och Biodrivmedelsinstitutet.
- Stockholms stad. (2010). *Promenadstaden - Översiktsplan för Stockholm*. Antagen av kommunfullmäktige 2010-03-15. Stadsbyggnadskontoret.
- Trafikverket. (2013). *Åtgärdsvalsstudie - Tillgänglighet för Stockholm, Nacka, Värmdö och Lidingö*. TRV 2013/15692.
- Vägverket. (2002). *Spränggasmätning, Stora Badhusgatan 2002*. Göteborgs Miljöförvaltning, Plan- och trafikavdelningen, Uppdragsrapport 2002:4.
- VISS. (2017). *Vatteninformation Sverige*. Hämtat från <http://viss.lansstyrelsen.se/>
- WebbGIS. (2016). Hämtat från Länsstyrelsens GIS-databas: <http://ext-webbgis.lansstyrelsen.se/Stockholm/Planeringsunderlag/>
- WHO. (2008). *Guidelines for drinking-water quality*. Geneva: World Health Organization.

Stockholms läns landsting har ansvar för att genomföra tunnelbanans utbyggnad inom ramen för 2013 års Stockholmsförhandling. Det innebär planering, projektering och byggnation av ny tunnelbana och nya stationer på fyra olika sträckor. För att kunna genomföra projektet behöver också depåkapaciteten ökas och nya tåg köpas in. Byggstarten beräknas kunna ske 2018 och byggtiden beräknas vara sex till åtta år.

